

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN Y COMPARATIVA DE UNA RED INTERNA
PARA GAS NATURAL ENTRE TUBERÍAS DE PEALPE Y
TUBERÍAS DE COBRE EN INSTALACIONES RESIDENCIALES”**

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

JAIME LUIS NEYRA RODRIGUEZ

Callao, Julio del 2021

PERÚ

Jaime Luis Neyra Rodriguez
D.N.I 46419705

JOSÉ LUIS HUMBERTO URROTATICONA
INGENIERO MECÁNICO
Reg. CIP N° 102726

(Resolución N°012-2021-C.F-FIME. del 19 de enero de 2021)

ACTA N° 015 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGIA

LIBRO 001 FOLIO N°044, ACTA N° 015 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO


A los 09 días del mes julio, del año 2021, siendo las **15:52 horas**, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ypx-xsbx-dxh>, el **JURADO EVALUADOR DE INFORME FINAL** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|--|---|------------|
| ▪ Dr. Palomino Correa, Juan Manuel | : | Presidente |
| ▪ Mg. Caldas Basauri, Alfonso Santiago | : | Secretario |
| ▪ Mg. Blas Zarzosa Adolfo Orlando | : | Vocal |
| ▪ Mg. Collante Huanto, Andrés | : | Suplente |

Se dio inicio al acto de exposición de informe de trabajo para titulación del Bachiller **NEYRA RODRIGUEZ, JAIME LUIS**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta su informe titulado **"IMPLEMENTACIÓN Y COMPARATIVA DE UNA RED INTERNA PARA GAS NATURAL ENTRE TUBERIAS DE PEALPE Y TUBERIAS DE COBRE EN INSTALACIONES RESIDENCIALES"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (Quince)** la presente **EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las **16:31 horas** del día 09 de julio del 2021.


.....
Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente de Jurado


.....
Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri
Secretario de Jurado


.....
Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Vocal de Jurado


.....
Mg. Andrés Collante Huanto
Suplente de Jurado

DEDICATORIA

A mi madre Odilia Rodríguez Urbano, como muestra de un agradecimiento eterno por ayudarme en todas las etapas de mi vida y en todos los sentidos por ser madre y padre para mí. Por su apoyo en los momentos más difíciles que me dieron las fuerzas para no ceder ante las adversidades y lograr mis objetivos y metas. Siempre la llevó en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Callao y a mis profesores quienes fueron una guía en el crecimiento académico y profesional.

Al Ing. José Urrutia quién con su experiencia, conocimiento, aportes y recomendaciones me asesoró en la elaboración de este informe para cumplir con el objetivo de obtener el título profesional.

A todas las personas que nos apoyaron de forma directa e indirecta en la realización de este informe de trabajo de suficiencia profesional

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES.....	8
1.1. Objetivos.	14
1.1.1.Objetivo General.	14
1.1.2.Objetivos específicos	14
1.2. Organización de la empresa o institución.	15
1.2.1. Antecedentes históricos.	15
1.2.2. Filosofía empresarial.	16
1.2.3. Estructura organizacional	16
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	18
2.1. Marco teórico.....	18
2.1.1. Antecedentes del Informe	18
2.1.2. Bases teóricas.	20
2.1.3. Aspectos normativos.....	73
2.1.4. Simbología técnica.....	75
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.	80
2.2.1. Etapa de las Actividades.	80
2.2.2. Diagrama de flujo.	82
2.2.3. Cronograma de actividades.	83
III. APORTES REALIZADOS.	84
3.1. Planificación, ejecución y control de etapas.	84
3.1.1. Etapas de Planificación.	84
3.1.2. Actividades durante la Etapas de Ejecución.	90
3.2. Evaluación Técnico – Económico.....	134
3.2.1. Evaluación de los indicadores técnicos.....	134

3.2.2. Evaluación de los indicadores económicos.	138
3.3. Análisis de resultados.....	154
3.3.1. Análisis de resultados de instalación	154
3.3.2. Análisis de resultados económicos.....	155
3.3.3. Análisis de resultados de seguridad y operatividad.	156
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	157
4.1. Discusión de resultados.....	157
4.2. Conclusiones.....	158
V. RECOMENDACIONES.....	160
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	162
ANEXOS.....	166
ANEXOS 1:.....	167
ANEXOS 2.....	175
ANEXOS 3.....	176
ANEXOS 4.....	177
ANEXOS 5.....	178
ANEXOS 6.....	179

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Antecedentes del proyecto camisea.	9
Cuadro 2.1 Composición del gas natural	22
Cuadro 2.2 Reservas del gas natural del Perú.....	24
Cuadro 2.3 Instalaciones residenciales realizadas.....	28
Cuadro 2.4 Precio de gas natural en Lima metropolitana.....	30
Cuadro 2.5 Descripción densidad relativa y pcs del gas natural	31
Cuadro 2.6 Usos del gas natural por sector productivo.....	34
Cuadro 2.7 Propiedades físico químicas del gas natural y el GLP.	36
Cuadro 2.8 Diámetros internos de tuberías de cobre tipo “L”	43
Cuadro 2. 9 Uniones de tuberías de cobre.....	44
Cuadro 2.10 Tipos y usos de tubería de cobre.....	46
Cuadro 2.11 Normas de fabricación de tubos de cobre	49
Cuadro 2.12 Características de tuberías de pealpe y tuberías de cobre.	53
Cuadro 2.13 Distancias entre tuberías con otro servicio	54
Cuadro 2.14 Distancias entre los dispositivos de anclaje	57
Cuadro 2.15 Características de los reguladores de presión.....	65
Cuadro 2.16 Factor de fricción	67
Cuadro 2.17 Simbología de accesorios 1.....	76
Cuadro 2.18 Simbología de accesorios 2.....	77
Cuadro 2.19 Simbología técnica para artefactos e instrumentos 1.....	78
Cuadro 2.20 Simbología técnica para artefactos e instrumentos.....	79
Cuadro 2.21 Cronograma de las etapas de las actividades	83
Cuadro 3.1 Matriz foda y estrategias específicas.....	85
Cuadro 3.2 Etapas de las actividades	89
Cuadro 3.3 Características de los artefactos del recinto n°1	95
Cuadro 3.4 Características de los artefactos del recinto n°2.....	97
Cuadro 3.5 Potencia total en los recintos internos.	98
Cuadro 3.6 Datos de verificación de espacio confinado de recinto n°1	99
Cuadro 3.7 Datos de verificación de espacio confinado de recinto n°2	100
Cuadro 3.8 Tramos y longitud equivalente.....	103
Cuadro 3.9 Valores de las potencias de los gasodomésticos y PCS.....	104

Cuadro 3.10	Diámetros internos de tubería de PEALPE.	106
Cuadro 3. 11	Diámetros de instalaciones internas de tubería de cobre	106
Cuadro 3.12	Condiciones del gas.	107
Cuadro 3.13	Presiones máximas en las líneas para suministro de gas natural para uso residencial.	114
Cuadro 3.14	Cálculos de diseño de tuberías de PEALPE y tubería de cobre	115
Cuadro 3.15	Comparación de tuberías	116
Cuadro 3.16	Resistencia de codos, accesorios, y válvulas	117
Cuadro 3.17	Accesorios utilizados en la instalación de tubería de PEALPE y tubería de cobre.....	118
Cuadro 3.18	Uniones de tuberías de cobre.....	120
Cuadro 3.19	Presiones para el ensayo de hermeticidad	123
Cuadro 3.20	Escala según impacto	127
Cuadro 3.21	Escala según la probabilidad de ocurrencia.	127
Cuadro 3.22	Escala según la probabilidad de no detección	128
Cuadro 3.23	Número de prioridad de riesgo de la etapa IV.....	129
Cuadro 3.24	Criticidad de sistemas de la implementación.	132
Cuadro 3. 25	Acciones frente a las actividades críticas.	133
Cuadro 3.26	Toma de tiempos de instalación de tuberías de cobre	136
Cuadro 3.27	Toma de tiempos de instalación de tuberías de PEALPE	137
Cuadro 3.28	Tiempos de instalación de tuberías de cobre y de PEALPE	138
Cuadro 3.29	Precios de los materiales para tuberías de cobre	139
Cuadro 3.30	Precios de alquiler de los equipos para tuberías de cobre.....	139
Cuadro 3.31	Mano de obra para un técnico en instalación	141
Cuadro 3.32	Mano de obra para un ayudante de instalación	141
Cuadro 3.33	Mano de obra para un supervisor de instalación	142
Cuadro 3.34	Precio por metro lineal de instalación de tubería de cobre	142
Cuadro 3.35	Precios de los materiales para tuberías de PEALPE	144
Cuadro 3.36	Precios de alquiler de los equipos para tuberías de PEALPE ...	144
Cuadro 3.37	Mano de obra para un técnico en instalación	146
Cuadro 3.38	Mano de obra para un supervisor de instalación	146

Cuadro 3.39 Precio por metro lineal de instalación de las tuberías de PEALPE	147
Cuadro 3.40 Cálculo del valor de la reparación.....	148
Cuadro 3.41 Tabla de evaluación técnico – económico	149
Cuadro 3.42 Costos totales por metro lineal	149
Cuadro 3.43 Costo por hora de mano de obra en instalación.	150
Cuadro 3.44 Costos totales promedios	150
Cuadro 3.45 Costos totales planificados	151
Cuadro 3.46 Comparación de tiempos de instalación	154
Cuadro 3.47 Diámetros internos de tubería de PEALPE y tuberías de cobre.	155
Cuadro 5.1 Requisitos para instaladores de gas natural	161

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Demanda de gas natural.....	35
Gráfico 3.1 Plazos del plan de acción	88
Gráfico 3.2 Gráfico de criticidades	133
Gráfico 3.3 Curva "S" de costos de implementación con tuberías de cobre	152
Gráfico 3.4 Curva "S" de costos de implementación con tuberías de PEALPE ...	153

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cadena de la industria del gas natural	8
Figura 1.2 Esquema del proyecto Camisea	10
Figura 1.3 Protestas en regiones del sur peruano.....	11
Figura 1.4 Oficinas de BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.....	15
Figura 1.5 Organigrama de BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.....	17
Figura 2.1 Composición del gas natural de Camisea	23
Figura 2.2 Procesamiento del gas natural.....	25
Figura 2.3 Esquema del transporte de gas natura	26
Figura 2.4 Concesiones de distribución de gas natural en el Perú	27
Figura 2.5 Cadena de suministro del gas natural en el Perú.....	28
Figura 2.6 Composición del precio final del gas natural	29
Figura 2.7 Color azul de llama de una combustión optima.	33
Figura 2.8 Grado de accesibilidad.....	37
Figura 2.9 Acometida en residencias	37
Figura 2.10 Camisa de protección	38
Figura 2.11 Tipo de conector flexible	38
Figura 2.12 Plano esquemático de red interna de gas natural	39
Figura 2.13 Instalación de red interna de gas natural	40
Figura 2.14 Línea montante	40
Figura 2.15 Soldadura por capilaridad.	43
Figura 2.16 Soldadura blanda.....	45
Figura 2.17 Unión de tubería de cobre soldadura por capilaridad	45
Figura 2.18 Estructura de la tubería de PEALPE	50
Figura 2.19 Marcado exterior de una tubería de PEALPE.....	52
Figura 2.20 Distancia entre tuberías de gas natural con otro servicio	55
Figura 2.21 Caja para válvula de servicio	55
Figura 2.22 Detalle de tubería enterrada.....	56
Figura 2.23 Instalación de gas natural a la vista	57
Figura 2.24 Esquema de artefacto tipo A	58
Figura 2.25 Esquema de artefacto tipo B	59
Figura 2.26 Esquema de artefacto tipo C.....	60

Figura 2.27 Accesorios con anillos de compresión	61
Figura 2.28 Accesorios prensados	62
Figura 2.29 Válvula de servicio	63
Figura 2.30 Válvula de corte	64
Figura 2.31 Tipos de medidores.....	64
Figura 2.32 Sistema de regulación.....	65
Figura 2.33 Tipos de caja de protección	66
Figura 2.34 Caja de protección, regulador y medidor	66
Figura 2.35 Modelo de ventilación para espacios un mismo piso.....	71
Figura 2.36 Rejillas de ventilación.....	71
Figura 2.37 Etapas de las actividades	81
Figura 2.38 Diagrama de flujo de las etapas de actividades	82
Figura 3.1 Diagrama de la planificación, ejecución y control de etapas.....	84
Figura 3.2 Red de gas para residencias en el área	90
Figura 3.3 Planos primarios	91
Figura 3.4 Plano isométrico de instalación de la red interna de gas natural	93
Figura 3.5 Cocina marca sole para recinto el n°1.....	94
Figura 3.6 Terma marca sole para recinto n°1	94
Figura 3.7 Lavadora – secadora para recinto n°2	96
Figura 3.8 Cocina marca indurama para recinto n°2.	96
Figura 3.9 Terma bosch de 10 litros recinto n°2.....	97
Figura 3.10 Rejillas de ventilación para los recintos.....	102
Figura 3.11 Procedimiento de habilitación de tubería de PEALPE	120
Figura 3.12 Tee reductora.....	121
Figura 3.13 Distancias mínimas entre acometidas y tuberías de conexión	122
Figura 3.14 Acta de conformidad de prueba de hermeticidad	124
Figura 3.15 Certificado de calidad de tubería.....	125

I. ASPECTOS GENERALES.

Contexto de la realidad problemática.

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional tiene como propósito establecer la posibilidad de mejorar la masificación de la implementación de un sistema de gas natural residencial al menor costo y mejores características tecnológicas. Para lograrlo se analizó el contexto de su realidad problemática de la distribución del gas natural.

La industria de la distribución de gas natural para residencias forma parte de una cadena de suministro del mercado del gas natural, por ello en esta parte del informe revisamos los antecedentes de como surgen el proyecto de explotación del gas natural en el Perú hasta lograr su distribución actual en las residencias. Realizamos un breve análisis al Proyecto Camisea que es el inicio de una nueva etapa energética para el Perú.

Proyecto Camisea.

El gas natural descubierto en Camisea - Cusco en 1987 cambió favorablemente las condiciones para la seguridad energética del país. En el 2021 se cumple exactamente 17 años donde inició la explotación del yacimiento de Camisea, la reserva de gas natural más grande del país y una de las más importantes del continente.

Figura 1.1



Fuente: <https://www.galpenenergia.com/>

Antecedentes del proyecto Camisea.

Los acuerdos y antecedentes del proyecto Camisea son los siguientes

Cuadro 1.1
ANTECEDENTES DEL PROYECTO CAMISEA.

Fechas	Acuerdos
Julio de 1981	Se suscribió Contrato de Operaciones Petrolíferas por los Lotes 38 y 42 con la Cia. SHELL.
De 1983 – 1 1987	Como resultado de la perforación de 5 pozos exploratorios, la Cia. SHELL descubre los Yacimientos de Gas de Camisea.
Marzo de 1988	Se logra la firma del Acuerdo de Bases para la explotación de Camisea entre SHELL y PETROPERU.
Agosto de 1988	Se da por concluida la negociación de un Contrato con la Cia. SHELL, sin llegarse a un acuerdo.
Marzo de 1994	Se firma Convenio para Evaluación y Desarrollo de los Yacimientos de Camisea entre SHELL y PERUPETRO
Mayo del 1995	La Cia. SHELL entrega Estudio de Factibilidad y solicita a PERUPETRO el inicio de la negociación de un Contrato de Explotación de los yacimientos de Camisea.
Junio de 1996	Se completó negociación y se suscribió el Contrato de Explotación de los Yacimientos de Camisea entre el consorcio SHELL/MOBIL y PERUPETRO.
Julio de 1998	El consorcio Shell/Mobil comunica su decisión de no continuar con el Segundo Periodo del Contrato, por consiguiente, el Contrato queda resuelto.
Mayo de 1999	La Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) acuerda llevar adelante un proceso de promoción para desarrollar el Proyecto Camisea mediante un esquema segmentado, que comprende módulos independientes de negocios.
31 de mayo de 1999	El Comité Especial del Proyecto Camisea (CECAM) convocó a Concurso Público Internacional para otorgar el Contrato de Licencia para la Explotación de Camisea, y las Concesiones de Transporte de Líquidos y de Gas desde Camisea hasta la costa y de Distribución de Gas en Lima y Callao.
Diciembre de 2000	Se suscriben los Contratos para el desarrollo del Proyecto Camisea con los consorcios adjudicatarios de los Concursos llevados a cabo por el CECAM (Centro de capacitaciones y negocios empresariales)
Marzo de 2004	Comenzó la comercialización del gas natural.

Fuente: Elaboración propia.

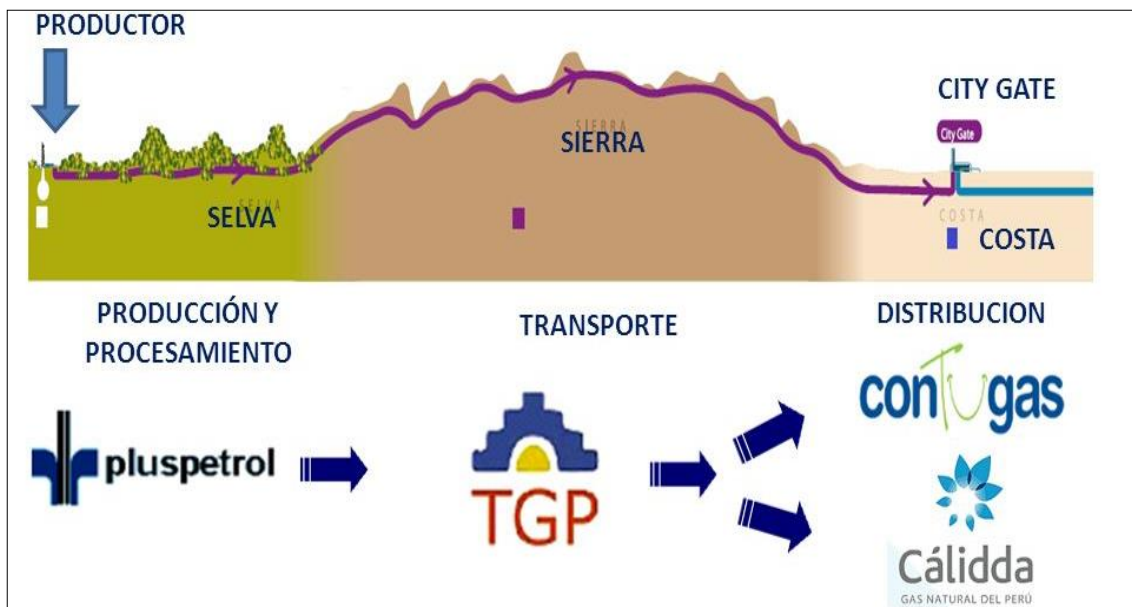
Esquema del proyecto Camisea.

El Proyecto consiste en extraer el gas natural de los yacimientos San Martín y Cashiriari para ser procesados en una Planta de Separación ubicada en la ciudad de Malvinas (orillas del río Urubamba).

Por otro lado, los líquidos del gas obtenidos en la Planta de Separación se conducen mediante un ducto de líquidos hasta la planta de fraccionamiento ubicada en Pisco, donde se obtendrán productos de calidad comercial (GLP, Gasolina natural) para despacharlos al mercado a través de buques y/o camiones cisterna.

Finalmente, en Lima y Callao se instala una red de ductos para distribución del gas natural para el suministro a la industria, plantas de generación de electricidad, suministro residencial, suministro comercial y transporte.

Figura 1.2
ESQUEMA DEL PROYECTO CAMISEA



Fuente: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/proyectocamisea>

Impacto Social - Económico del proyecto Camisea

Durante estos 17 años, el proyecto Camisea entregó más de US\$ 8,000 millones en regalías, monto que representa cerca del 0.5% del PBI nacional el gas de Camisea generó más de US\$ 30,000 millones en ventas, a su vez generó más de 44,000 empleos directos e indirectos e invirtió más de US\$ 5,000 millones.

El beneficio de su producción ha impactado directamente en la economía familiar de los peruanos porque el gas natural es 57% más económico que la gasolina y 50% más que el diésel.

Proyectos frustrados del gasoducto para el sur peruano.

Desde que se anunció el descubrimiento de las reservas de gas en Camisea la población del sur, zona donde se extrae el recurso, no puede utilizarlo de manera directa para su mayor beneficio.

La paralización del proyecto de un gasoducto producto de la corrupción ha ocasionado la insatisfacción de la población del sur peruano. La masificación del uso del gas natural en el sur del país es imprescindible para reducir la desigualdad energética y mejorar la calidad de vida de la población.

Figura 1.3

PROTESTAS EN REGIONES DEL SUR PERUANO



Fuente: Diario La República.

Alternativa boliviana

Las autoridades de las regiones del sur peruano dan como alternativa a Bolivia. Este país es productor de gas natural y logro avances en su masificación e industrialización y se encuentra en búsqueda de mercados para exportar gas natural.

Impacto Ambiental

El impacto ambiental de la producción del gas natural como fuente de energía más limpia, menos contaminante y con menor contenido de carbono de todos los combustibles fósiles, ha tenido un impacto positivo porque ha permitido un cambio en la matriz energética, dado que el 40% de la energía eléctrica de Perú se genera en base al gas producido en Camisea.

Además, desde el año 2004 que inicio la comercialización del gas natural, el Perú ha dejado de emitir al ambiente más de 50 millones de toneladas de CO_2 gracias al uso de un combustible más limpio.

El mayor beneficio energético del gas natural del proyecto Camisea se proyectaría en poder mejorar su masificación de consumo en los sectores con menos recursos y poder lograr que alcancen tener una instalación interna residencial de gas natural económica y técnicamente viable.

En las instalaciones internas residenciales de gas natural es frecuente la utilización de tuberías de cobre esto basado en su resistencia y durabilidad, además la poca divulgación técnica de los responsables de instalación de gas ha dificultado la utilización de tuberías con materiales innovadores como son las tuberías de PEALPE.

Como justificación económica del informe se menciona que el costo de una tubería de PEALPE equivale a la quinta parte del costo por metro lineal de una tubería de cobre esto generaría una disminución en los costos totales en la instalación de una red interna de gas natural y que un mayor número de familias con menos recursos cuenten con instalación de gas natural.

Como justificación técnica del informe se menciona que las tuberías de cobre tienen un alto número de uniones y accesorios la cual produciría un incremento en el costo de la instalación en comparación con las tuberías de PEALPE que está compuesta por un material flexible que facilitaría su transporte y su presentación en rollos de hasta 200 metros que permitiría una reducción de riesgos de fuga por la instalación de accesorios, reparaciones y cambios en la trayectoria de tuberías.

Existiendo la oportunidad de contar con los beneficios técnicos y económicos para implementar las tuberías de PEALPE frente a las tuberías de cobre el presente informe de trabajo de suficiencia profesional titulado “IMPLEMENTACIÓN Y COMPARATIVA DE UNA RED INTERNA PARA GAS NATURAL ENTRE TUBERÍAS DE PEALPE Y TUBERÍAS DE COBRE EN INSTALACIONES RESIDENCIALES” donde se realiza una comparación y evaluación entre tuberías de PEALPE y tuberías de cobre utilizando la norma técnica peruana con el fin de identificar la opción técnica - económica mejor viabilidad para este tipo de instalaciones para establecer la posibilidad de mejorar la masificación de la implementación de un sistema de gas natural residencial al menor costo y mejores características tecnológicas.

La evaluación y comparación de la implementación de red interna para gas natural entre tuberías de PEALPE y tuberías de cobre para instalaciones residenciales se realizó en dos recintos de un inmueble que forma parte de una edificación de dos pisos con azotea que fue diseñado para su uso actual de vivienda unifamiliar. El desarrollo de la evaluación y comparación se establece en cinco etapas orientadas al diseño, selección de material, y protocolos de entrega.

En la etapa I, se realizó la ingeniería preliminar del proyecto y parámetros de diseño en esta etapa se establece el reconocimiento de la ubicación del proyecto, replanteo de los planos del proyecto, determinar el diseño de la línea de distribución.

En la etapa II, se prosiguió con la selección de los componentes de ventilación y dimensionamiento de tuberías en esta etapa se establece el diseño de rejillas de ventilación y dimensionamiento de los tramos de las tuberías.

En la etapa III, se desarrolla con la ingeniería de las redes internas de gas y se procede con el cálculo de caudales nominales para cada tramo de tubería, caída de presión y diámetros nominales internos.

En la etapa IV, comprende la selección de material de la red interna y selección de accesorios, selección de accesorios, tendido y habilitación e instalación de tuberías y accesorio.

En la etapa V, se culmina elaborando un protocolo de conformidad y entrega desarrollándose un protocolo de prueba de hermeticidad.

Se determinó al final del informe que al emplear tuberías de PEALPE en una implementación de red interna para gas natural en instalaciones residenciales generó resultados con indicadores favorables.

1.1. Objetivos.

1.1.1. Objetivo general.

- Realizar una evaluación y comparación en una implementación de red interna para gas natural entre tuberías de PEALPE y tuberías de cobre para instalaciones residenciales utilizando la norma técnica peruana y además evaluar los costos de instalación y materiales a utilizar cumpliendo todas las normas técnicas de seguridad.

1.1.2. Objetivos específicos

- Calcular y seleccionar los componentes de la red interna de gas natural de acuerdo a los requerimientos de la norma técnica peruana NTP 111.011-2014. y norma técnica de edificación EM 040 para ambos tipos tuberías.
- Determinar los costos de instalación y materiales de la red interna de gas natural con tuberías de PEALPE. y tuberías de cobre.

- Garantizar la seguridad de la implementación de la red interna con tuberías de PEALPE. y tuberías de cobre de gas natural contando con un diseño certificado según la norma técnica peruana.

1.2. Organización de la empresa o institución.

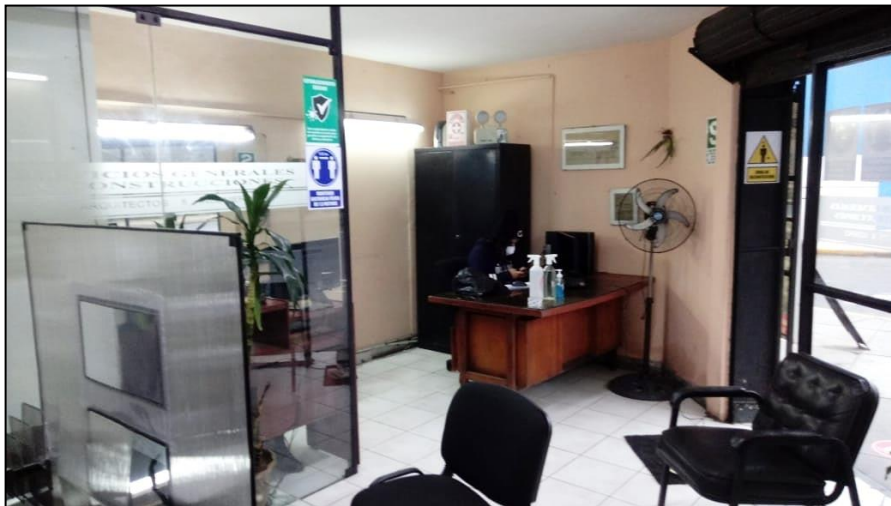
1.2.1. Antecedentes históricos.

La empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros se especializa en construcción edificios completos fue creada y fundada el 04 de Junio de 1998 se dedica en el rubro de desarrollo de proyectos de arquitectura e ingeniería. La empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros tiene su oficina principal ubicada en la avenida Alfredo Mendiola N°200 en el distrito de San Martin de Porres, Lima

En las oficinas laboran diversos colaboradores (entre ayudantes, proyectistas e ingenieros)

Figura 1.4

OFICINAS DE BV SERGECON - ARQUITECTOS E INGENIEROS.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

1.2.2. Filosofía empresarial.

Misión

La empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros tiene como misión ser reconocidos como los líderes innovadores de la industria especializada en construcción edificios, logrando la satisfacción de nuestros clientes y usuarios finales.

La calidad en todos nuestros diseños y edificaciones, así como la disponibilidad en las entregas, es el crecimiento a largo plazo de nuestra empresa por lo que cada uno de nuestros colaboradores está proyectado hacer su trabajo con todo esfuerzo posible a fin de garantizar los requerimientos de los clientes.

Visión

Construir edificaciones y viviendas verdes - eco amigables para las futuras generaciones a través de nuestros diseños generando ambientes para una mejor convivencia.

Valores

- ✓ Innovación.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Sustentabilidad.
- ✓ Impacto social.

1.2.3. Estructura organizacional.

El organigrama estructural de la empresa de BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros está liderado por el Gerente General el Ing. Miguel Burgos que supervisa la Gerencia Técnica, Gerencia Comercial y Gerencia de Recursos Humanos (véase Figura N° 1.5, en la página 17)

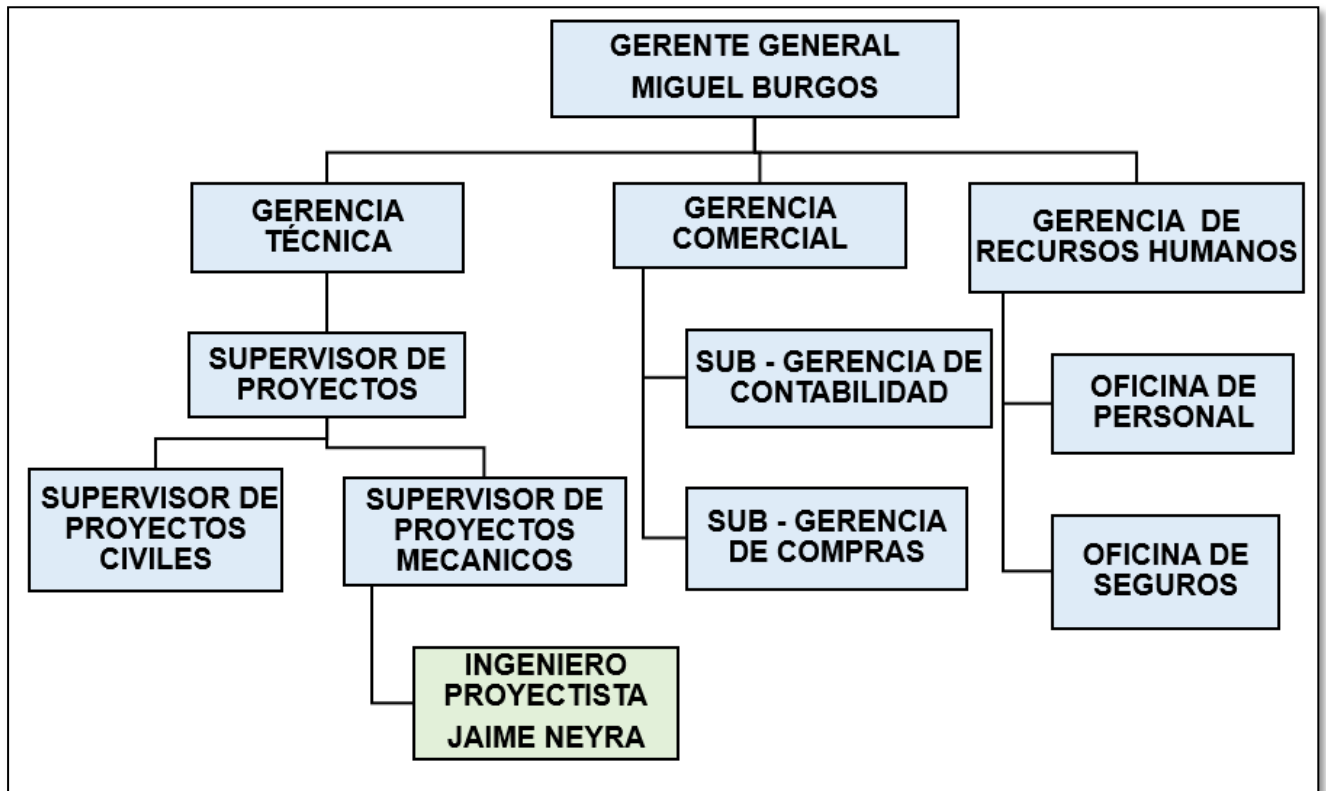
Me desempeñe en el cargo de Ingeniero proyectista y reporte el progreso de mis actividades al Supervisor de proyectos mecánicos.

Teniendo como objetivos del puesto:

- Desarrollo el diseño de elementos mecánicos, redactar las listas de materiales y posterior seguimiento de la implementación y fabricación.

Figura 1.5

ORGANIGRAMA DE BV SERGECON - ARQUITECTOS E INGENIEROS.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Antecedentes del informe.

Antecedentes nacionales.

Los siguientes antecedentes nos permitió evaluar estudios nacionales anteriores con la finalidad de lograr un mayor enfoque.

- En el Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Ingeniería se encuentra la tesis: “Estudio Técnico Económico para la aplicación del Gas Natural en Viviendas Multifamiliar”, cuyo autor es Juan Freddy Ortega Zegarra, quien presento y sustento para obtener el grado de ingeniero de petróleo, en el año 2012, de cuyo trabajo de investigación se deduce la conclusión final: “La inversión se recupera en el 17 y 18 mes de iniciado las operaciones”
- En el Repositorio Digital de la Pontificia Universidad Católica del Perú se encuentra la tesis: “Planeamiento Estratégico del Gas Natural en el Perú”, cuyos autores son Arce, Espinoza, Castillo y Rubén Vásquez, quienes presentaron y sustentaron para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas, en el año 2013, de cuyo trabajo de investigación se deduce la conclusión final: “La industria del gas natural tiene también limitaciones sobre todo en su alcance. No se puede trazar tuberías de gas natural más allá de su “distancia económica” y esta no suele pasar de 2000 kilómetros. Se están desarrollando cada vez mejores tecnologías de transporte, inclusive, existen propuestas de usar gasoductos virtuales de gas licuado.”
- En el Repositorio Digital de la Universidad Privada Antenor Orrego se encuentra la tesis: “Planificación estratégica de abastecimiento de gas natural en construedes S.A.C, en la ciudad Trujillo”, cuyos autores son Juan Contreras y Sandra Sigüenza Torres, quienes presentaron y sustentaron para obtener el grado de ingeniero civil, en el año 2019, de

cuyo trabajo de investigación se deduce la conclusión final: “Se lograr establecer las siguientes estrategias: Establecer nexos con los entes reguladores y normativos para proponer cambios en la normatividad y Establecer nuevo plan de inversión y crecimiento del número de conexiones para los sectores residenciales y comerciales buscando un crecimiento no menor al 15% con respecto al promedio de nuevas conexiones”

Antecedentes internacionales.

Los siguientes antecedentes nos permitio evaluar estudios internacionales anteriores con la finalidad de lograr un mayor enfoque.

- En el Repositorio Digital de la Universidad de Medellín se encuentra la tesis: “Evaluación económica en el uso del PE-AL-PE para la instalación de redes de gas natural domiciliario en vivienda multifamiliar en construcción”, cuyo autores son Paola Cerón y Néstor Castro, quienes presentaron y sustentaron para obtener: el grado de especialización en gerencia de construcciones., en el año 2011, de cuyo trabajo de investigación se deduce la conclusión final: “Debido a las características físicas como flexibilidad, continuidad, peso, tamaño, el PE-AL-PE genera un buen rendimiento comparado con el material tradicional. Lo que hace que el técnico en instalación de redes realice mayor cantidad de redes en menos tiempo, aportando a la entrega oportuna de la obra global”
- En el Repositorio Digital de Universidad Industrial de Santander se encuentra la tesis: “Diseño y documentación del sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para la empresa INGASOIL S.A. E.S.P”, cuyo autor es Pedro Rios , quien presento y sustento para obtener el grado de ingeniero físico-químico, en el año 2010, de cuyo trabajo de investigación se deduce la conclusión final: “La instalación de redes de gas en tubería PE AL PE podría garantizar una mejor organización y mejora continua dentro de la empresa, haciendo que los asuntos de

seguridad y salud ocupacional que hoy día son factores indispensables en toda empresa, se puedan integrar en toda la organización”

- En el Repositorio Digital de Universidad Mayor de San Andrés se encuentra la tesis: “Diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional bajo la norma OHSAS 18001:2008 Caso: Empresa Bumer Instaladora de Gas”, cuyo autor es Jorge Ríos, quien presentó y sustentó para obtener el grado de ingeniero industrial, en el año 2018, de cuyo trabajo de investigación se deduce la conclusión final: “La Gerencia administrativa encargada de los Recursos Humanos de la empresa Bumer Instaladora de Gas, el personal técnico y personal de apoyo deberá contribuir en el diseño de gestión de seguridad y salud ocupacional, así como velar por el cumplimiento de las normas, con el único fin de lograr ambientes de trabajo seguros a través de técnicas implementadas logrando la mejora continua y cumplimiento de la normativa ”

2.1.2. Bases teóricas.

Definición de términos.

Se definen los siguientes términos citados:

Norma: Principio que se impone o se adopta para dirigir el correcto desarrollo de una actividad.

NTP: Referente a la norma técnica peruana, documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos, servicios, terminología, métodos de ensayo, muestreo, envase y rotulado.

ASTM: American Society for Testing and Materials (Norma de Estados Unidos).

NFPA: National Fire Protection Association (Norma para la prevención contra incendio de Estados Unidos)

DIN: Deutsches Institut für Normung (Norma de Alemania).

AS: Australian Standard (Norma de Australia).

ISO: Internacional Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

BS: British Standard (Norma de Inglaterra).

PVC: Plástico sintético de cloruro de polivinilo de material económico y versátil que se aplica en las construcciones de edificaciones.

Combustión: Reacción química que se produce entre el oxígeno y un material oxidable, que va acompañada de desprendimiento de energía.

Viga peraltada: Elemento estructural de concreto armado (concreto simple más refuerzo) se caracteriza por tener una altura mayor al espesor de la losa, su construcción se realiza antes de encofrados.

Tabique: Muro no estructural que permite separar y sub-dividir recintos, siendo generalmente un elemento fijo y opaco que puede ser instalado en cualquier parte del interior siempre cuando no le aporte una sobrecarga.

Abrazadera: Pieza que se utiliza para sujetar algo, especialmente cables o tubos, ciñéndolo o rodeándolo.

Abrasión: Acción de quitar o arrancar algo mediante fricción.

Carbón black: Carbono elemental casi puro (mayor al 97%), que lo diferencia de lo que comúnmente se conoce como "hollín".

Plano P&ID: Diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías y equipos instalados. también conocido del idioma inglés como piping and instrumentation diagram/drawing (P&ID)

Plano isométrico: Diagramas de tuberías donde se representa el espacio, la dirección de ellas, se grafican en un plano con una inclinación de 30° donde se dibujan a escala cada uno de los accesorios.

Se exponen las definiciones conceptuales, teorías y principios científicos y términos de la Norma Técnica Peruana 111.011-2014.

Gas Natural.

Es un combustible fósil formado hace millones de años de plantas y animales, el principal componente es el metano (CH_4). El gas natural lo podemos encontrar como “gas natural asociado” cuando está acompañando de petróleo, o bien como “gas natural no asociado” cuando son yacimientos exclusivos de gas natural.

Composición.

La composición del gas garantiza el comportamiento de éste, en las tuberías, equipos y en su combustión. Es deseable que el gas esté compuesto principalmente por hidrocarburos livianos (metano y etano), aunque de menor poder calorífico que, el de los gases de hidrocarburos de mayor densidad que presentan menos problemas en su transporte y utilización. (Saavedra, 2011).

Cuadro 2.1

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL.

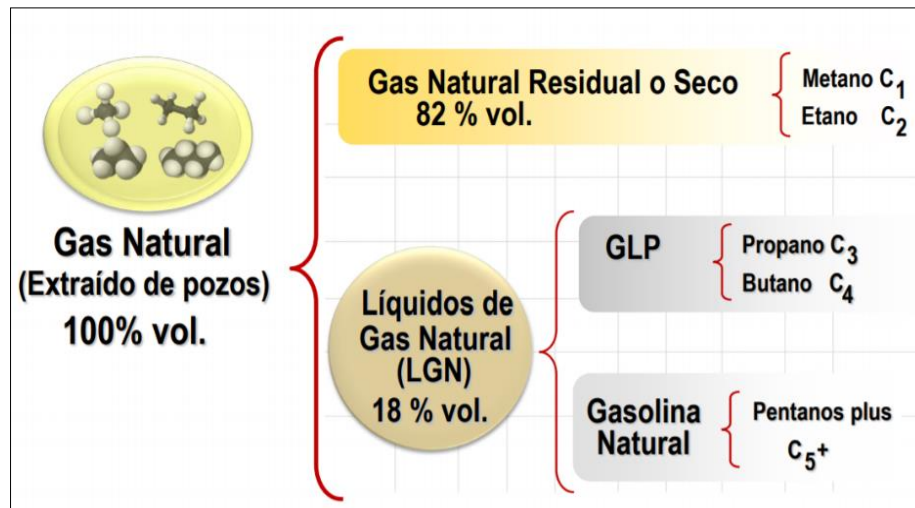
Componente	Fórmula Química	Variación de % Molar
Metano	CH_4	55.00 – 98.00
Etano	C_2H_6	0.10 – 20.00
Propano	C_3H_8	0.05 – 12.00
N – Butano	C_4H_{10}	0.05 – 3.00
Iso – Butano	C_4H_{10}	0.02 – 2.00
N – Pentano	C_5H_{12}	0.01 – 0.80
Iso – Pentano	C_5H_{12}	0.01 – 0.80
Hexano	C_6H_{14}	0.01 – 0.50
Heptanos y más pesados	C_7+	0.01 – 0.40
Nitrógeno	N_2	0.10 – 0.50
Dióxido de carbono	CO_2	0.20 – 30.00
Oxígeno	O_2	0.09 – 0.30
Sulfuro de Hidrógeno	H_2S	Trazas – 28.00
Helio	He	Trazas – 4.00

Fuente: Perú - Camisea Feasibility Study. Elaborado por Shell.

También podemos encontrar líquidos de gas natural (LGN), que una vez fraccionados producen gas licuado de petróleo (GLP), gasolinas naturales y diésel.

Figura 2.1

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL DE CAMISEA.



Fuente: <http://www.minem.gob.pe/>

Reservas.

Según la quinta versión del Informe del Sector Gas Natural en Perú (2020) Al cierre del 2019, Se precisa que las reservas probadas de gas natural del Perú se redujeron a 10.6 trillones de pies cúbicos (TPC) al cierre del 2018, una caída del 18% respecto a los 12.8 TPC de reservas probadas que existían un año antes, debido a que no se están generando nuevos proyectos que repongan la producción actual de gas natural. Por ese motivo, desde el 2017, el índice de reposición de reservas probadas (IRR) ha presentado resultados negativos. Aun así, el índice de Autonomía de Reservas alcanza los 22 años.

Cuadro 2.2

RESERVAS DEL GAS NATURAL DEL PERÚ.

RESERVAS DE HIDROCARBUROS							
Tipo de hidrocarburo	Unidad	2015	2016	2017	2018	TACC 2015-2018	Variación 2017-2018
Gas natural	MMstb	3.314	3.267	2.519	2.354	(11 %)	(7 %)
	Gpc	19.881	19.602	15.112	14.123		
Líquidos de gas natural	MMstb	987	979	762	696	(11 %)	(9 %)
Petróleo	MMstb	875	926	538	660	(9 %)	23 %
Total petróleo equivalente	MMstb	5.176	5.171	3.819	3.710	(11 %)	(3 %)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

Cadena de suministro del gas natural.

Para tener como resultado el aprovechamiento del gas natural en cada residencia pasa por una cadena de actividades definidas en el marco normativo del sector:

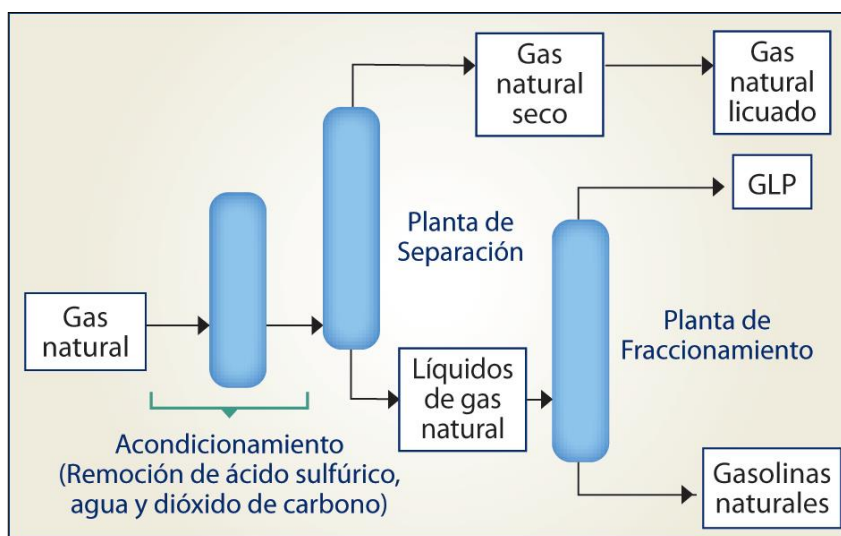
Primero las actividades de campo donde destacan la explotación, extracción, producción y la separación del gas natural seco de los líquidos de gas natural.

Explotación, extracción y producción.

Esta actividad se basa en explotar, extraer y producir el gas natural de los reservorios naturales subterráneos del yacimiento de Camisea y traerlo a la superficie terrestre. Se extraen los hidrocarburos para ser procesados en la Planta de Separación Malvinas. En esta planta, se eliminan el agua y las impurezas y además se separa el gas natural seco (metano y etano) de los denominados líquidos de gas natural (LGN).

Figura 2.2

PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL.



Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe>

Segundo se encuentran las actividades de transporte mediante dos sistemas de ductos para el gas natural seco y para los líquidos del gas natural.

Transporte.

El gas natural es transportado por selva, sierra y costa hasta el City Gate en Lurín, desde donde es distribuido a Lima y Callao.

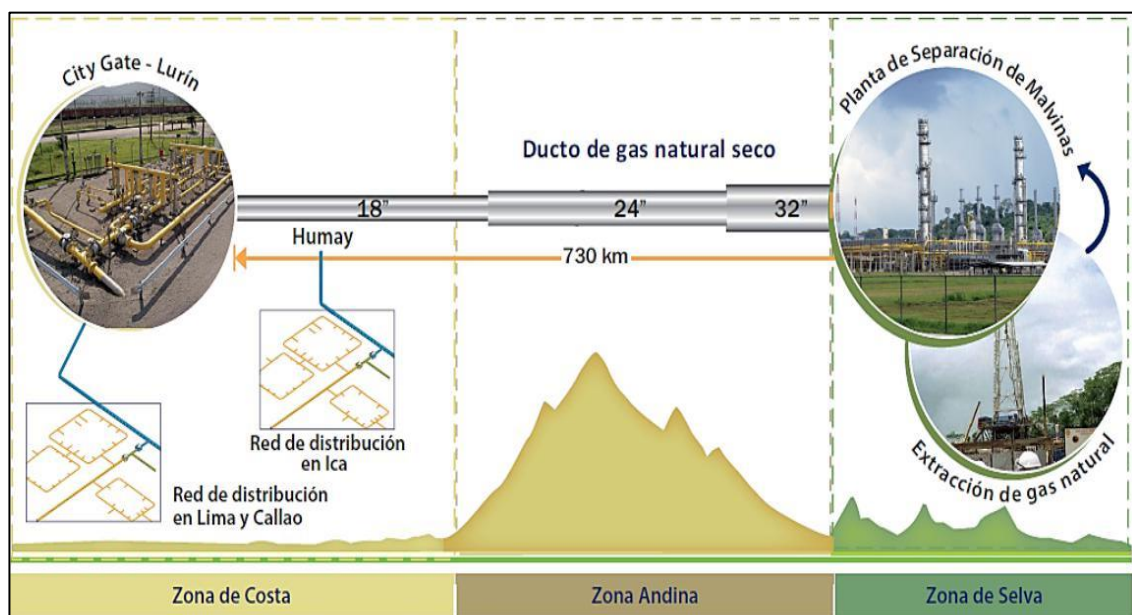
La concesión del Sistema de Transporte de gas natural y los líquidos de gas natural hacia la Costa está a cargo de la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP), quienes contratan a la Compañía Operadora de Gas del Amazonas (COGA) para la operación de los sistemas de transporte y a la empresa Techint S.A.C. para el mantenimiento operativo que incluyen las obras y los trabajos de revegetación están a cargo de Transporte de gas natural.

Se diseñó y construyó un ducto para traer el gas natural desde Camisea a Lima que tiene una longitud de 728 Km, cuyo trazo parte de Camisea y llega al City Gate ubicado en Lurín.

El diámetro del gasoducto es de 32" en la zona donde las condiciones del terreno son más difíciles, luego se reduce a 24" en la sierra y a 18" en la costa. Las reducciones del diámetro del ducto obedecen a razones técnicas, económicas y medioambientales.

Figura 2.3

ESQUEMA DEL TRANSPORTE DE GAS NATURAL.



Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe>

Tercero se muestran las actividades de distribución de gas natural en Lima y Callao que comprende la instalación y operación de una red de ductos de alta y baja presión que hace posible poner el hidrocarburo en la puerta del domicilio de los consumidores. En esta actividad de la cadena de suministro del gas natural se centra el presente informe.

Distribución.

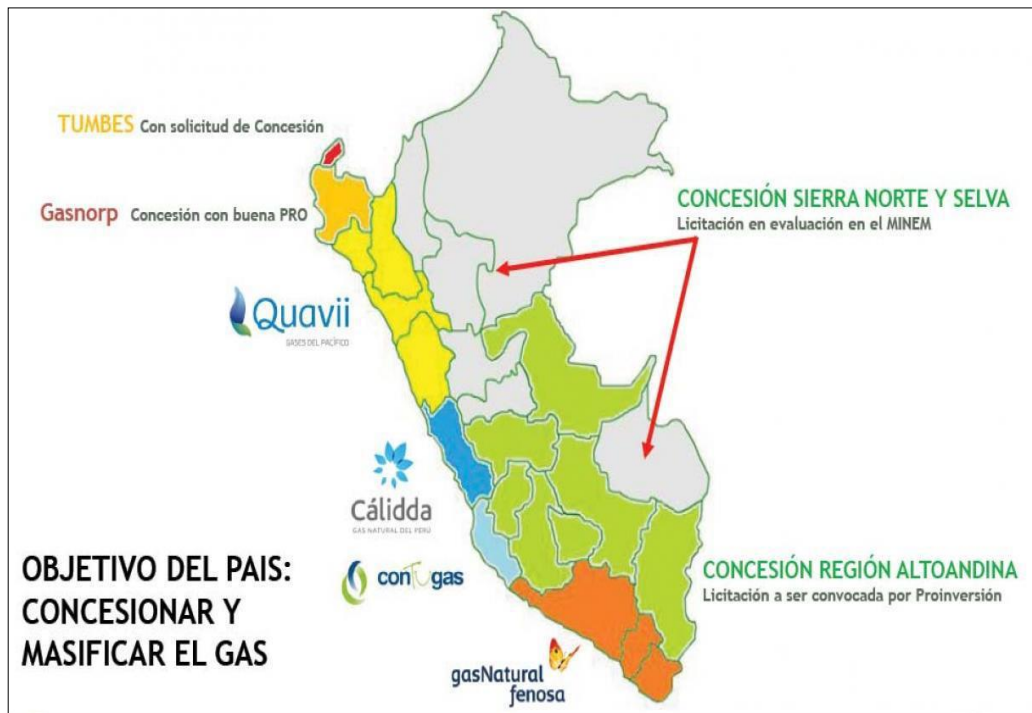
El sistema de distribución de gas natural en Lima y Callao está compuesto por un ducto principal y ductos secundarios operada por la empresa Cálidda.

La tubería principal consiste en una tubería de acero de 62 km. de longitud y 20 pulgadas de diámetro la cual une Lurín con Ventanilla atravesando 14 distritos.

Los ductos secundarios están comprendidos por tuberías de acero de 10 pulgadas de diámetro y tuberías de polietileno instaladas por la empresa concesionaria Gas Natural de Lima y Callao – Cálidda. Existen otras empresas que tienen la concesión de distribución de gas natural en el Perú. (véase figura N° 2.4).

Figura 2.4

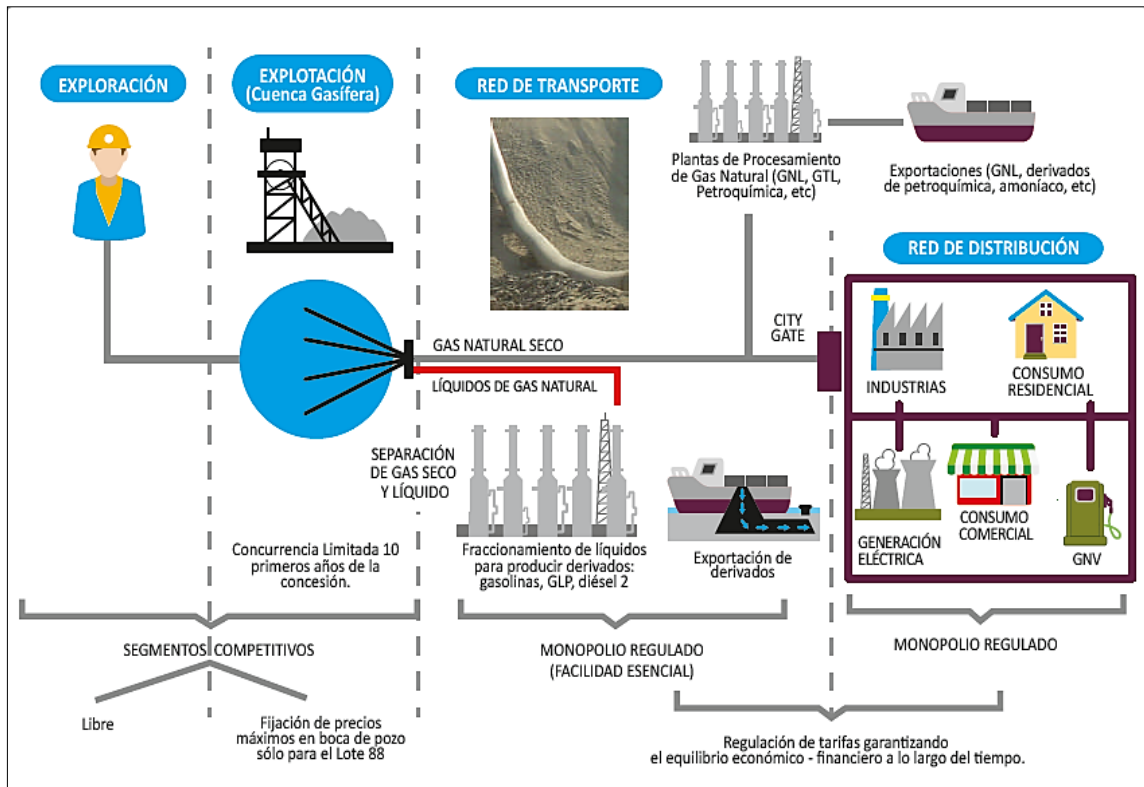
CONCESIONES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN EL PERÚ.



Fuente: <https://gestion.pe/economia/snmpe-masificar-gas-natural-peru-143141>

Figura 2.5

CADENA DE SUMINISTRO DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ.



Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe>.

Según el Plan de conexiones residenciales (2019) las instalaciones realizadas en tubería de PEALPE hasta el año 2019 son las siguientes:

Cuadro 2.3

INSTALACIONES RESIDENCIALES REALIZADAS.

GRUPO	SUBGRUPO	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
Gasoducto	Acero (m)	76,722	56,113	16,791	17,428	8,038	175,093
	Polietileno (m)	917,353	917,710	1'358,731	1'358,731	1'577,459	5'993,362
Tubería de conexión	Acero (m)	1,868	928	515	385	89	3,784
	Polietileno (m)	227,342	267,447	254,407	297,683	184,483	1'231,361

Fuente: Plan de conexiones residenciales.

Para el 2022 se tiene la proyección que se ejecute 2,400 kilómetros de red de gasoductos para alrededor de 1.5 millones de usuarios residenciales.

Precio del gas natural

El precio del gas natural para los usuarios finales se fija en base a tres componentes principales. (Véase figura N° 2.6)

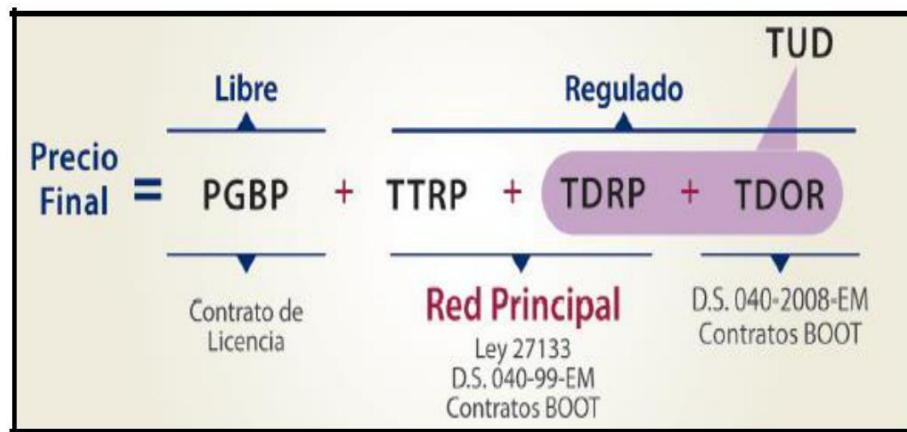
PGBP: Precio del gas natural en boca de pozo (No es regulado por Osinergmin)

TTRP: Tarifa de transporte por red principal (Regulado por Osinergmin)

TUD: Tarifa única de distribución (Regulado por Osinergmin)

Figura 2.6

COMPOSICIÓN DEL PRECIO FINAL DEL GAS NATURAL.



Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe/>

La estructura del precio de gas natural para usuarios finales incluye otros elementos como impuesto selectivo al consumo (ISC) e impuesto general de ventas (IGV). (Véase cuadro N° 2.4, en la página 30).

Cuadro 2.4

PRECIO DE GAS NATURAL EN LIMA METROPOLITANA.

(Comparación en equivalentes energéticos por dólar, US\$ / MMBTU)

US\$/MMBTU	Usuario Generación Eléctrica	CATEGORIA CLIENTE				
		A Residencial / Pequeño Comercio	B Comercial / Pequeña Industria	C Mediana Industria	D Gran Industria	D Estaciones GNV
PRECIO BOCADE POZO	1.00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
TARIFAS DE SERVICIO						
TRANSPORTE	0.89	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
DISTRIBUCIÓN AP	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
REDES SECUNDARIAS (1)	-	6.80	5.30	1.70	0.60	0.60
PRECIO SIN IMPUESTOS	2.03	10.06	8.56	4.96	3.86	3.86
IMPUESTOS						
ISC	-	1.62	1.62	-	-	1.62
IGV (19%)	0.39	2.22	1.94	0.94	0.73	1.04
PRECIO NETO (2)	2.42	13.91	12.12	5.91	4.60	6.53
MARGEN COMERCIAL						
MARGEN ESTACIONERO						2.52
IGV MARGEN (19%)						0.48
PRECIO FINAL GAS NATURAL	2.42	13.91	12.12	5.91	4.60	9.53
% Total Impuestos / Precio Final	16%	28%	29%	16%	16%	33%

Fuente: Comité para el desarrollo del proyecto gas de Camisea.

Propiedades del Gas Natural

Se expone las principales propiedades del gas natural:

- **Poder Calorífico**

Cantidad de calor generada en la completa combustión del gas por unidad de masa o de volumen, a una presión constante de 1013 mbar. (unidad de presión)

La combustión completa de un metro cúbico de gas natural genera alrededor de 9.300 kilocalorías.

El poder calorífico se mide en unidades de energía sobre volumen o unidades de energía sobre masa:

Por unidad de masa: Mj /kg, kwh / kg, kcal / kg

Por unidad de volumen: Mj /m³; kwh /m³, kcal /m³ 1

Se distinguen dos tipos de poder calorífico:

– **Poder Calorífico Superior (PCS)**

Poder calorífico del gas, bajo el supuesto de que toda el agua de combustión se encuentra condensada (Símbolo Pp)

– **Poder Calorífico Inferior (PCI)**

Poder calorífico del gas, bajo el supuesto de que toda el agua de combustión se encuentra en estado de vapor (Símbolo Ip)

• **Densidad relativa.**

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

$$\delta_{GN} = \frac{\text{Densidad del gas}}{\text{Densidad del Aire}}$$

Si $\delta < 1$, el gas es menos denso que el aire, y en caso de una fuga tendería a subir.

Si $\delta > 1$, el gas es más denso que el aire, y en caso de una fuga, tendería acumularse en el suelo como, por ejemplo, tenemos al gas butano, el gas propanol y gases licuados de petróleo.

Cuadro 2.5

DESCRIPCIÓN DENSIDAD RELATIVA Y PCS DEL GAS NATURAL

DESCRIPCION	VALOR	UNIDADES
Densidad relativa del gas natural.	0.62	
PCS Gas Natural.	9500	(Kcal/m ³)

Fuente: <https://www.calidda.com.pe>

Características del gas natural.

El gas natural se consume como se encuentra en la naturaleza desde su extracción de los yacimientos hasta que llega a los hogares y puntos de consumo, el gas natural no se somete por ningún proceso de transformación.

La estructura molecular más simple del gas natural facilita que queme limpiamente, por ello su combustión no produce partículas sólidas ni azufre

El gas natural es una de las fuentes de energía fósiles más limpia ya que es la que emite menos gases contaminantes (SO_2 , CO_2 , NO_x y CH_4) por unidad de energía producida

- **Peso.**

El gas natural es entre 35% a 40 % más liviano que el aire, lo que significa que se disipa en la atmósfera en caso de fuga, disminuyendo el peligro de explosión.

- **Autoignición.**

El gas natural necesita llegar a una temperatura de 639 °C para estallar.

- **Combustión.**

La combustión del gas natural se produce cuando los elementos combustible y oxígeno estén en una proporción correcta. La combustión sólo se produce si la mezcla aire-gas tiene entre un 4,5% y un 14,5% de gas la cual genera una llama de color azul bien definido. Una cantidad menor o superior de gas en la mezcla, no producirá combustión.

La mezcla ideal de gas, para que se produzca una combustión óptima, se compone de 10% de gas natural y 90% de aire. Las llamas amarillas, anaranjadas o rojizas, son señal de una mala combustión del gas natural.

Figura 2. 7

COLOR AZUL DE LLAMA DE UNA COMBUSTIÓN ÓPTIMA.



Fuente: <https://energiminas.com/>

- **Sabor, color y olor.**

En su estado original el gas natural es insípido, incoloro e inodoro, es decir, no tiene sabor, color, ni olor. Por ello se agrega un compuesto llamado mercaptano, que permite su detección ante una eventual fuga.

- **Suministro.**

Se da mediante tuberías o gaseoductos siendo segura, económica y para una demanda continua, en altas y bajas presiones. El precio del gas natural puede sostener los costos de instalación y operación de los ductos sin variar el precio final.

Usos del gas natural.

Su uso está distribuido en los siguientes sectores

Cuadro 2.6

USOS DEL GAS NATURAL POR SECTOR PRODUCTIVO.

SECTOR	COMBUSTIBLE QUE PUEDE SUSTITUIR	APLICACIÓN / PROCESO
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • fuel Oil • Gas Licuado • Kerosene • Leña 	<ul style="list-style-type: none"> ? Fundición de metales ? Hornos de Fusión ? Secado ? Industria del cemento ? Industria de alimentos ? Generación de vapor ? Tratamientos térmicos ? Temple y recocido de metales ? Cogeneración ? Cámaras de combustión ? Producción Petroquímicos ? Sistema de Calefacción
Generación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • fuel Oil 	<ul style="list-style-type: none"> ? Centrales térmicas ? Cogeneración eléctrica
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Gas ciudad • Gas licuado 	<ul style="list-style-type: none"> ? Aire acondicionado ? Cocción/preparación alimentos ? Agua caliente ? Calefacción central
Residencial	<ul style="list-style-type: none"> • Gas Ciudad • Gas licuado • Kerosene • Leña 	<ul style="list-style-type: none"> ? Cocina ? Calefacción ? Agua Caliente ? Aire Acondicionado
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Gasolina • Diesel 	<ul style="list-style-type: none"> ? Taxis ? Buses

Fuente: Revista Gas Natural

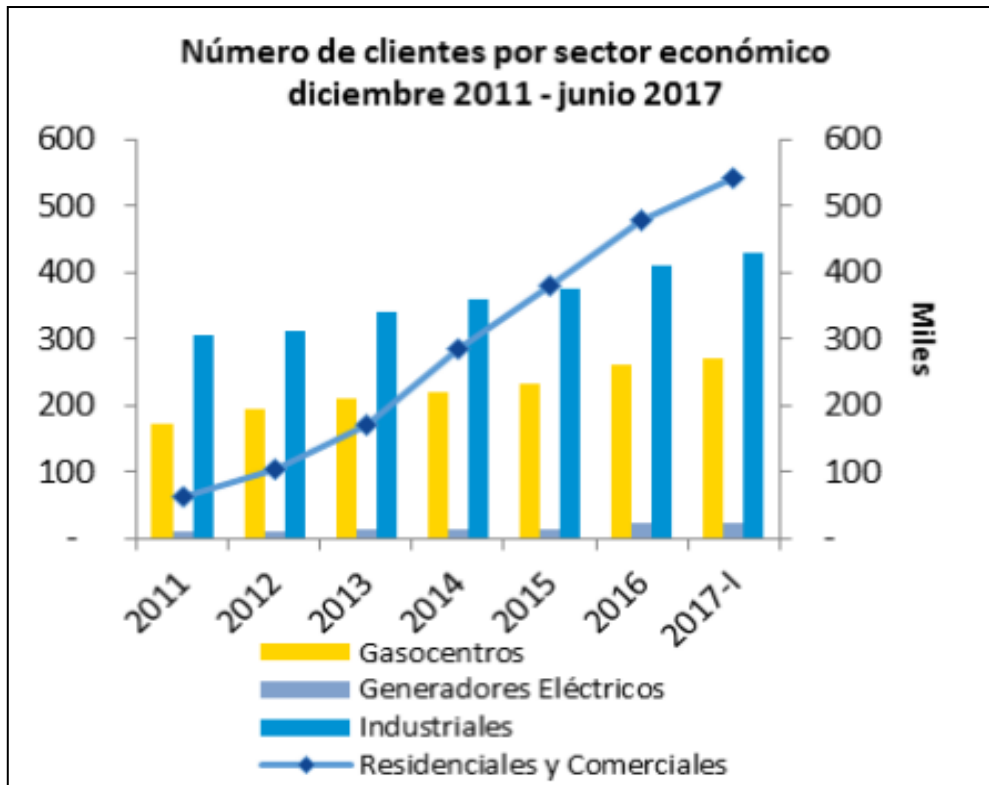
Demanda de gas natural.

La demanda de gas natural en los diversos tipos de sectores, categorías y rangos de consumo promedio hasta el año 2018 (véase gráfico N° 2.1, en la página 35)

En el sector residencial el gas natural se utiliza en los hogares, para la cocina, servicio de agua caliente y calefacción. En este sector es de aplicación del presente informe.

Gráfico 2.1

DEMANDA DE GAS NATURAL.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas - MINEM, DSGN-2017.

Diferencias gas natural y el GLP.

El gas natural es un combustible fósil transportado por ductos de polietileno o acero. Su consumo depende de la presencia de una red de distribución en la zona.

El gas GLP se comprime y se enfría para ser transportado en cilindros se le agrega un olor distintivo para poder identificar cualquier fuga. Ambos son combustibles limpios y menos contaminantes que otros de similar origen.

Cuadro 2.7

PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL GAS NATURAL Y EL GLP.

Propiedad	Gas natural	GLP
Composición	90% Metano	60% Propano 40% Butano
Fórmula química	CH ₄	C ₄ H ₁₀ C ₃ H ₈
Gravedad específica	0,60	2,05 1,56
Poder calorífico	9 200 kcal/m ³ (**)	22 244 Kcal/m ³ 6 595 Kcal/lit 11 739 Kcal/Kilo
Presión de suministro	21 mbar (***)	50 mbar
Estado físico	Gaseoso sin límite de compresión Líquido a -160°C y a presión atmosférica	Líquido a 20°C con presión manométrica de 2.5 bar
Color/olor	Incoloro/Inodoro	Incoloro/Inodoro

Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe/>

Norma Técnica Peruana. Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales. NTP. 111.011 – 2014.

Campo de Aplicación.

Su alcance es el sistema de tuberías, accesorios, elementos y otros componentes que van desde la salida de la válvula de servicio hasta los puntos de conexión de los artefactos de uso que funcionan con gas natural seco. La presión en estas instalaciones es de un máximo de 34 Kpa. incluido (340 mbar).

Grado de accesibilidad.

- **Accesibilidad.**

Grado de facilidad de manipulación que tiene un dispositivo en la instalación.

Grado 1: Acceso directo, sin cerraduras o algún medio mecánico.

Grado 2: Acceso con cerradura normalizada.

Grado 3: Acceso con escaleras o medios mecánico o pasando por zona privada.

Figura 2.8
GRADO DE ACCESIBILIDAD.

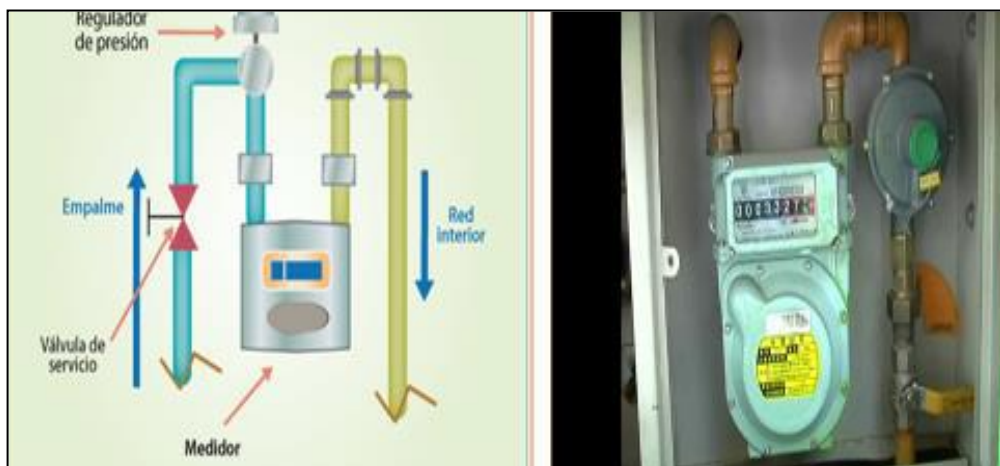


Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

Acometida.

Instalaciones que permiten el suministro de gas desde las redes de distribución hasta las redes internas formada por los equipos de regulación, el medidor, la caja de protección, accesorios y válvulas de protección.

Figura 2.9
ACOMETIDA EN RESIDENCIAS



Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

Camisa protectora.

Tubos de resistencia mecánica adecuados que alojan en su interior una tubería de conducción de gas para su protección.

Figura 2.10

CAMISA DE PROTECCIÓN.



Fuente: Grupo Dag Peru S.A.C.

Conector.

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

Figura 2.11

TIPO DE CONECTOR FLEXIBLE.



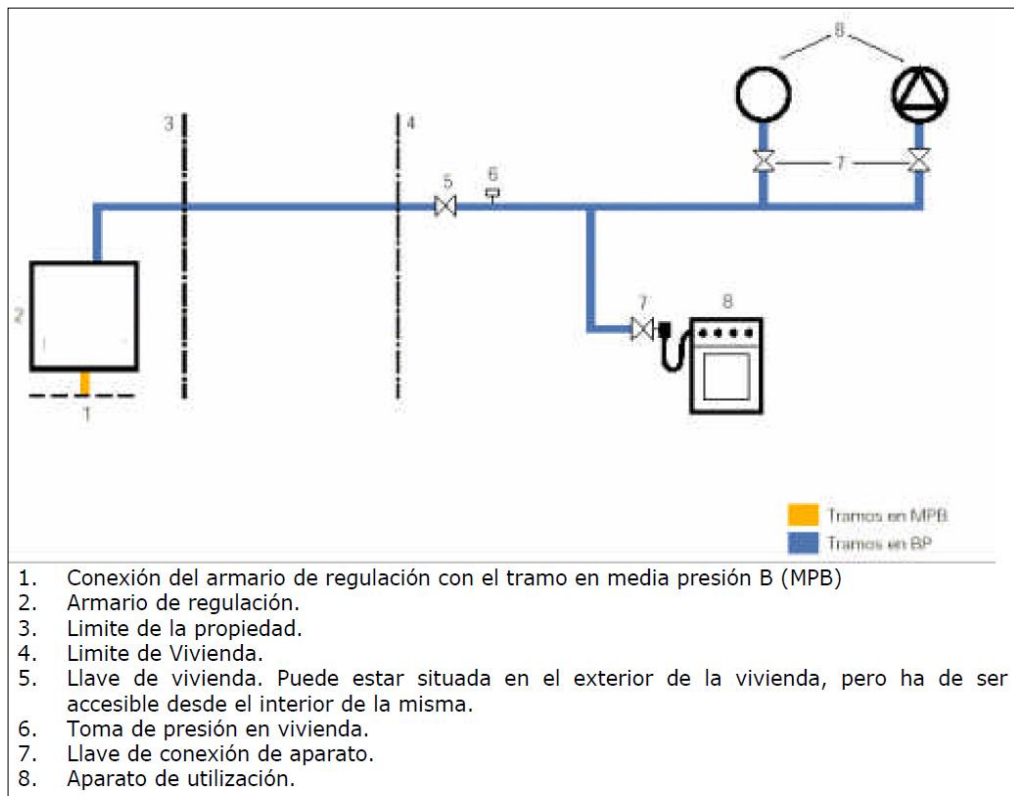
Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

Instalación interna.

Sistema de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que se inicia generalmente después del medidor o la acometida y con el cual se lleva gas natural seco hasta los diferentes artefactos a gas del usuario final.

Figura 2.12

PLANO ESQUEMÁTICO DE RED INTERNA DE GAS NATURAL.



Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

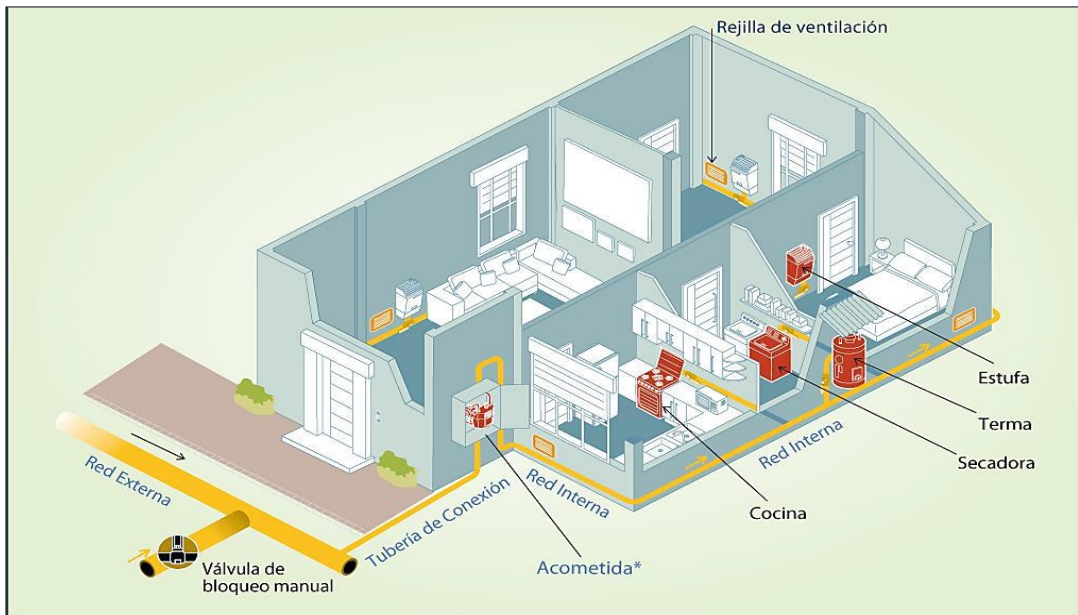
Nota:

MPB: Media presión B comprendida entre 0,4 y 4 bar.

MPA: Media presión A comprendida entre 0,05 y 0,4 bar.

BP: Baja presión menor o igual a 0,05 bar.

Figura 2.13
INSTALACIÓN DE RED INTERNA DE GAS NATURAL.

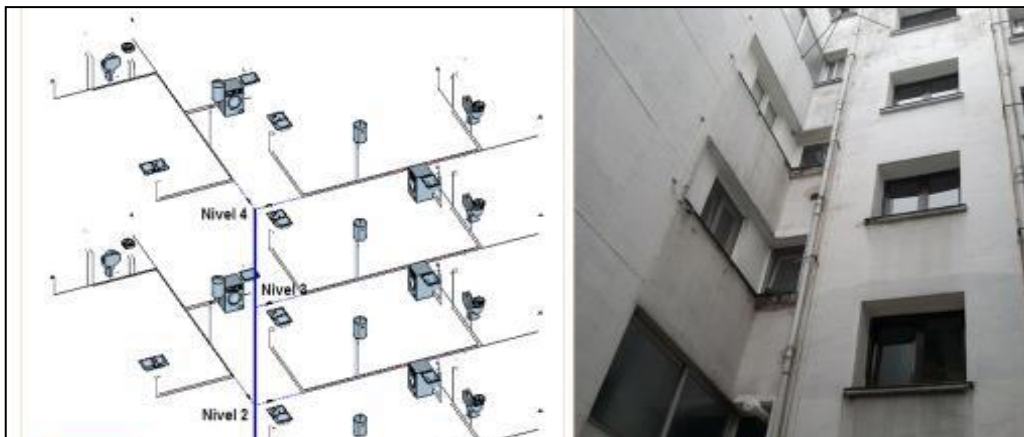


Fuente: <http://www.osinergmin.gob.pe>

Línea montante.

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

Figura 2.14
LÍNEA MONTANTE.



Fuente: Grupo Dag Peru S.A.C.

Tipos de tuberías para el diseño de una instalación interna residencial.

Según la Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales (2014), se pueden usar los siguientes materiales:

Tubería de cobre.

Según la Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales (2014), las tuberías de cobre para gas natural deberán ser conforme a la NTP 342.052, o ASTM (American Society for Testing and Materials) B88, con referencia principalmente a las tuberías tipo K y L.

Los tipos de temple de fabricación de las tuberías de cobre son el rígido y el flexible en comparación a otras tuberías que se fabrican en un solo temple.

- **Tuberías de cobre de temple rígido.**

Las tuberías rígidas de cobre tienen la característica de ser ideales en la conducción de fluidos en las instalaciones fijas; se fabrican 3 tipos las cuales son Tipo M, Tipo L, Tipo K.

- **Tuberías de cobre de temple flexible.**

Las características de las tuberías de cobre flexible difieren de tuberías rígidas, precisamente en el temple dado en su proceso de fabricación; por lo tanto, las condiciones de uso serán diferentes aun cuando las tuberías de los dos temple sean parte de una misma aleación.

Los dos tipos de tuberías de cobre que se fabrican en temple flexible, difieren tanto en los espesores de pared con que se fabrican como en sus diámetros.

Las tuberías de cobre flexible a diferencia de las rígidas se identifican solamente por el grabado (bajo relieve)

- **Tuberías de cobre de temple flexible tipo “L”.**

Es el tipo de tubería a analizar y comparar en este informe y siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana N° 111.011 – 2014.

Estas tuberías son dadas por la capacidad de movimientos y sus ventajas a la instalación en cuestión; las instalaciones de gas domiciliarias son una forma de su uso, sin embargo, en cualquier instalación que requiera de movilidad o en donde se requieran de curvados especiales, las tuberías de cobre son ideales.

Características de las tuberías de cobre de temple flexible tipo “L”

La longitud de los rollos de tuberías de cobre elimina en las instalaciones las uniones de acoplamiento, creando así una instalación continua y de una sola pieza.

El sistema de unión de estas tuberías es variado y da siempre flexibilidad a la misma, sin restar hermeticidad y resistencia a la presión.

Todas las tuberías de cobre tanto rígidas como flexibles resisten perfectamente a la corrosión, permite un excelente comportamiento frente a la totalidad de los materiales de instalación y de los fluidos a transportar. Debido gracias a la capa protectora que se forma en las paredes de la tubería denominada pátina asegura la vida útil a la instalación.

Las propiedades físicas del cobre de las tuberías permiten tener paredes interiores completamente lisas, dando al fluido a transportar mínimas de pérdidas de presión, obteniendo un flujo uniforme al no existir disminución de su diámetro interior por adherencias o incrustaciones.

Se pudo observar los diámetros internos según espesores de pared para las tuberías de cobre de temple flexible tipo “L” para instalaciones internas de gas. (véase cuadro N° 2.8, en la página 43)

Cuadro 2.8

DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍAS DE COBRE TIPO "L".

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Pared	Peso	Peso por rollo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	libras kilogramos
1/4"	0.375"	0.315"	0.030"	0.126	7.575
6.35 mm	9.525	8.001	0.762	0.188	3.439
3/8"	0.500"	0.430"	0.035"	0.198	11.907
9.5 mm	12.700	10.922	0.889	0.295	5.406
1/2"	0.625"	0.545"	0.040"	0.285	17.127
12.7 mm	15.875	13.843	1.016	0.424	7.776
5/8"	0.750"	0.666"	0.042"	0.363	21.760
15.785 mm	19.050	16.916	1.067	0.539	9.879
3/4"	0.875"	0.785"	0.045"	0.455	27.337
19 mm	22.225	19.939	1.143	0.678	12.411
1"	1.125"	1.025"	0.050"	0.655	39.341
25 mm	28.575	26.035	1.270	0.976	17.861

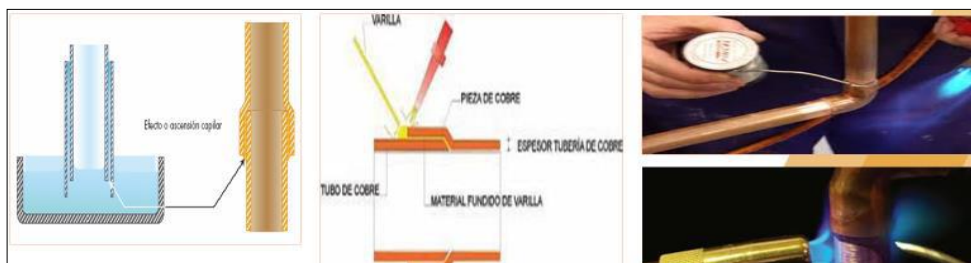
Fuente: NTP 342.552-1

Técnicas de soldadura en tuberías de cobre.

La técnica de soldadura aplicada en tuberías de cobre se realiza mediante operaciones en que las piezas metálicas se unen por capilaridad de un metal en estado líquido. Puede ser de dos tipos: Soldadura blanda (temperatura inferior a los 450°C), soldadura fuerte (temperatura superior a los 450°C)

Figura 2.15

SOLDADURA POR CAPILARIDAD.



Fuente: Manual técnico de cobre.

Diferencias entre soldadura blanda y fuerte.

- **Soldadura blanda.**

Es un proceso de unión mediante la acción capilar de un material de aporte con una temperatura de fusión (liquidus) del material de aporte inferior a 450°C. Los materiales de aporte podrán ser del tipo estaño-plata o estaño-cobre. (véase figura N°2.16, en la página 45)

- **Soldadura fuerte.**

Es un proceso de unión mediante la acción capilar de un material de aporte con una temperatura de fusión (liquidus) del material de aporte superior a 450°C.

El material de aporte será varillas que son de un porcentaje mayor en cobre. Normalmente estas varillas ya llevan incorporado el decapante.

Cuadro 2. 9

UNIONES DE TUBERÍAS DE COBRE.

Diámetro de tubería en mm	Soldadura fuerte	Soldadura blanda	Accesorio con anillo de ajuste (Pinch ring fitting)	Accesorios con anillos de presión (Press ring fitting)
	Espesor de pared mínima en mm			
12 – 15 – 18 - 22	1	(*)	1	1
28	1	1	1	1.5
35 – 42	1	-	Prohibido	Prohibido
54	1.2	-	Prohibido	Prohibido

Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 - 2014

Los accesorios unidos con soldadura fuerte por capilaridad cumplirán con lo establecido en la Norma Técnica Peruana N°342.522-1 Cobre y Aleaciones de Cobre; con referencia a dimensiones en milímetros.

Figura 2.16

SOLDADURA BLANDA.



Fuente: Revista Tubos de Cobre.

Figura 2.17

UNIÓN DE TUBERÍA DE COBRE SOLDADURA POR CAPILARIDAD.



Fuente: Revista Tubos de Cobre.

Tipos y usos de tubería de cobre (véase cuadro N° 2.10)

Cuadro 2.10

TIPOS Y USOS DE TUBERÍA DE COBRE.

Producto	Temple	Longitudes	Código	Usos
Tubo de cobre para agua, Tipo K (pared gruesa)	Duro Blando	10 pies, recto 20 pies, recto 20 pies, recto Bobinas de 40 pies Bobinas de 60 pies Bobinas de 100 pies	Verde	Servicio y distribución domésticos de agua, protección contra incendio, aplicaciones solares, combustible/fueloil, calefacción/ventilación/aire acondicionado, fusión de nieve, aire comprimido, gas natural, gas licuado de petróleo (LP), vacío
Tubo de cobre para agua, Tipo L (pared mediana)	Duro Blando	10 pies, recto 20 pies, recto 20 pies, recto Bobinas de 30 pies Bobinas de 40 pies Bobinas de 60 pies Bobinas de 100 pies	Azul	Servicio y distribución domésticos de agua, protección contra incendio, aplicaciones solares, combustible/fueloil, calefacción/ventilación/aire acondicionado, fusión de nieve, aire comprimido, gas natural, gas licuado de petróleo (LP), vacío
Tubo de cobre para agua, Tipo M (pared delgada)	Duro	10 pies, recto 20 pies recto	Rojo	Usos generales en plomería y calefacción, drenaje/desagüe/ventilación (DWV) y otros usos de baja presión.
Tubo de cobre para drenaje, Tipo DWV	Duro	10 pies, recto 20 pies, recto	Amarillo	Drenaje/desagüe/ventilación (DWV), tubos de bajada y otras aplicaciones sin presión.

Fuente: Revista Gas Natural.

Las tuberías de cobre tipo K son utilizadas para presiones de trabajo superiores a 1.37 mbar

Las tuberías de cobre tipo L son utilizadas para instalaciones de gas natural a presiones bajas hasta 1.37 mbar

Ventajas y propiedades de las tuberías de cobre.

Las ventajas del uso de tuberías de cobre son las siguientes:

- **Resistencia a la corrosión.**

Las tuberías de cobre no tienden a formar con el gas natural costras voluminosas de óxido u otros compuestos que pudiesen obstruir las tuberías.

- **Seguridad.**

Las tuberías de cobre son de alta seguridad porque en casos de incendios no propagan llamas por encima de paredes o pisos, no se descompone por el calor y no produce gases altamente tóxicos en comparación con las tuberías de materiales plásticos.

- **Acoplamiento.**

Los acoplamientos de las tuberías de cobre se realizan con uniones empleando soldadura blanda, acoplamientos mecánicos y adhesivos. Estos acoplamientos presentan alta hermeticidad.

- **Conformables.**

Las tuberías de cobre se pueden doblar adaptándolos a las condiciones de espacio disponible y realizar las instalaciones prescindiendo del empleo de un alto número de uniones y codos.

- **Material ligero.**

Las tuberías de cobre son ligeras esto ayuda al acoplamiento por soldadura evita requerir uniones con hilo y se usan tiras de tuberías con paredes mucho más delgadas aliviando los pesos del transporte.

- **Impermeable.**

Las tuberías de cobre soldadas son impermeables en comparación de las tuberías de otros materiales no metálicos que pueden ser dañadas por herramientas en la instalación.

- **Conductividad térmica.**

Las tuberías de cobre presentan una conductividad térmica de 390 W (m*K), 1000 veces más que la de los materiales plásticos. Las tuberías de cobre resisten altas temperaturas que prolongan su vida útil.

- **Capacidad.**

Las tuberías de cobre de igual diámetro presentan mayor capacidad de transporte de gas natural en comparación de las tuberías multicapa.

- **Pérdida de carga.**

Las tuberías de cobre presentan alta calidad superficial por tanto tienen una baja pérdida de carga es decir oponen muy poca resistencia al paso de los fluidos. A la par como presentan una alta resistencia a la corrosión, no se forman depósitos de sales que obstruyen el paso del gas natural.

Normas Técnicas de Fabricación de Tubos de Cobre.

Las tuberías de cobre se fabrican según las normas técnicas (véase cuadro N° 2.11, en la página 49)

Las instituciones normalizadoras son las que siguen en el listado:

AS: Australian Standard (Australia).

ASTM: American Society for Testing and Materials (Estados Unidos).

BS: British Standard (Inglaterra).

DIN: Deutsches Institut für Normung (Alemania).

Cuadro 2.11

NORMAS DE FABRICACIÓN DE TUBOS DE COBRE.

Producto	Material	Norma Técnica
Cañerías de cobre para conducción de agua y fluidos tipos K, L y M (sin costura)	Cobre DHP	ASTM-B 88 - 88a NCh 951
Tubería de cobre para desagüe Tipo DWV (sin costura)	Cobre DHP DLP	ASTM-B 306-88
Cañería standard de cobre SPS (sin costura)	Cobre DHP DLP	ASTM-B 42-88
Cañerías y tubos de cobre para uso eléctrico Redondos, cuadrados y rectangulares. (sin costura)	Cobre ETP DLP	ASTM-B 188 -88
Tubos de cobre para uso industrial (sin costura)	Cobre DHP DLP	ASTM-B 75-76
Tubos de cobre para refrigeración y aire acondicionado ACR (sin costura)	Cobre DHP	ASTM-B 280 88 ASTM-B 68 86
Tubos de latón de uso industrial Tipo SPS (sin costura)	CuZn 85/15 UNS C-23000	ASTM-B 43 88
Tubos de latón de uso industrial (sin costura)	CuZn 85/15	ASTM-B 135 86A
Tubos de latón almirantazgo y cuproniquel (sin costura)	CuNi 90/10 CuZnSn 30Cu29Zn1Sn C-4430	ASTM-B 111 88

Fuente: Revista Tubos de Cobre

Tubería de tres capas polietileno, aluminio y polietileno.

Según la Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 -2014 Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales, deben ser del tipo aprobado para gas y recomendadas para este tipo de servicio por el fabricante; adicionalmente, deberán cumplir con alguna de las siguientes normas técnicas:

Adicionalmente, deberán cumplir con alguna de los siguientes estándares de fabricación:

- ✓ **NTP-ISO 17484-1:** Sistemas de tuberías de plástico. Sistema de tubos multicapas para instalaciones de gas a interiores con una presión de operación máxima de hasta 5 bar (500 KPa). Parte 1: Especificaciones para los sistemas.

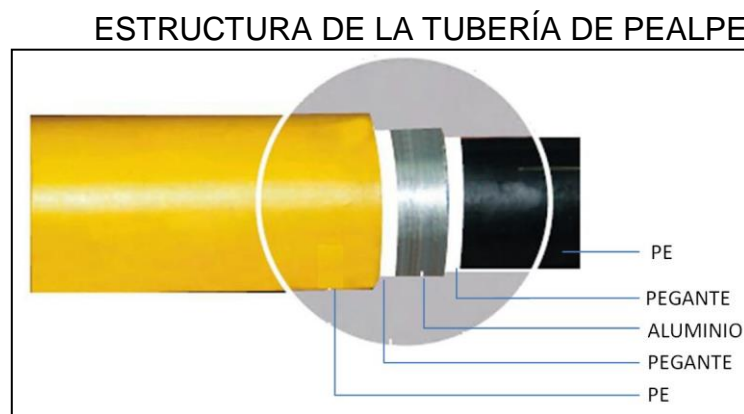
- ✓ **Norma Australiana:** AS 4176. Sistemas de tuberías de macrocompuestos de polietileno / aluminio y polietileno reticulado / aluminio para aplicaciones a presión.
- ✓ **Estándar de calidad:** GASTEC QA 198 – Sistemas de tuberías de aluminio / polietileno reticulado (PE-X) y de aluminio / polietileno para instalaciones de gas en interiores.

Las tuberías de tres capas polietileno, aluminio y polietileno son también denominados tubería de PEALPE hacia delante en el informe denominaremos de esta forma a las tuberías de tres capas.

- **Estructura de la tubería de PEALPE.**

La estructura de las tuberías de PEALPE se conforman de una estructura multicapa compuesta por un tubo flexible de aluminio recubierto en su interior y exterior por polietileno adherido por el sistema de extrusión, que es resistente a los rayos U.V. y a diferentes agentes químicos.

Figura 2.18



Fuente: <http://www.osinergmin.gob.pe>

- **Marcado de las tuberías.**

Todas las tuberías deberán estar marcadas de manera legible y clara con letras de una altura mínima de 3mm. Dicho rotulado debe repetirse a intervalos de tal

manera que la longitud de cualquier tramo de tubería no marcada no será superior a 1 m. La marca deberá comprender como mínimo lo siguiente:

- ✓ Nombre del Fabricante o marca registrada, o ambos.
- ✓ Tamaño nominal (DN) (por ejemplo: 12-16)
- ✓ Las palabras “GAS NATURAL PE/AL/PE” o similar
- ✓ La clase de tubería en la forma PN 5 (Denominación P=5 bar)
- ✓ La Norma de Fabricación
- ✓ La fecha de fabricación en el formato año/mes/día.

Los detalles de marca serán legibles a simple vista. La legibilidad se mantendrá durante el almacenaje, manipulación, instalación y uso. Las marcas no crearan grietas u otro tipo de fallas en el producto.

- **Color de las Tuberías.**

La tubería será de color amarillo (instalación a la vista o empotrado) o blanco (instalación a la vista), con el marcado de color negro y resistente a las operaciones de manipuleo, propios de la instalación (desenrollado, corte, doblado, etc.).

- **Compatibilidad.**

Las tuberías de PEALPE son fabricadas de manera tal que sean dimensionalmente compatibles con los accesorios y herramientas con los cuales son instalados, para este fin se debe utilizar la misma marca de tubería, accesorios, válvulas y herramientas. En caso que las herramientas no sean de las mismas marcas que la tubería, estas deben ser recomendadas por el fabricante de la tubería.

Figura 2.19

MARCADO EXTERIOR DE UNA TUBERÍA DE PEALPE.



Fuente: <http://www.osinergmin.gob.pe>

Ventajas y propiedades de las tuberías de PEALPE.

• **Conductividad térmica.**

La conductividad térmica de la tubería de PEALPE es 0,45W/mk, que representa 1/100 de la conductividad térmica de la tubería de acero.

• **Resistencia la corrosión.**

Las tuberías de PEALPE por ser de material plástico son de altamente resistentes a la corrosión.

• **Característica de flujo.**

La cubierta interna de la tubería de PEALPE es endurecida con carbón black para superior resistencia a la abrasión, manteniendo el flujo constante año tras año.

• **Instalación.**

La flexibilidad de la tubería de PEALPE permite fácil instalación y su característica maleable la hace ideal para:

- ✓ Redes internas de gas.
- ✓ Redes enterradas o embebidas a gas.
- ✓ Redes de gas a zonas remotas en el jardín de la casa
- ✓ Redes de iluminación a gas.

- **Vida útil.**

La tubería de PEALPE presenta una vida útil de no menos 50 años, en este periodo está permitido usarlo a presiones de 10 bar y temperaturas de 95°.

- **Costo.**

Menor costo de instalación frente a las tuberías de cobre y acero.

Cuadro 2.12

CARACTERÍSTICAS DE TUBERÍAS DE PEALPE Y TUBERÍAS DE COBRE.

Características	Tubos multicapa	Tubos de cobre rígido
Materiales	PE AL PE PEX AL PEX	Cobre
Peso	Ligero	Medio
Empaquetado	Se puede doblar	Recto
Cortar	Es el más fácil	Difícil
Conexión	Fácil	Difícil
Resistencia contra choque	Fuerte	General
Resistencia contra presión	Alta	Alta
Resistencia contra corrosión	Alta	Alta
Doblamiento	Es fácil de doblar y mantiene la forma	No se puede doblar
Permeabilidad	100% impermeable	No
Estabilidad	Alta	Alta
Instalación	Fácil y sin contaminación	Difícil
Resistencia al fuego	Buena	Buena
Durabilidad	La más larga	Larga
Higiene	La mejor	Buena
Perdida de temperatura	1°C x 15m	1°C x 1,5m.

Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe/>

Tipos de instalación de red interna de gas natural.

Instalación de red de tuberías empotrada.

- a) Para empotrar las tuberías no deben tener uniones roscadas y se tiene que tomar las medidas para el riesgo de daño, en caso las tuberías sean empotradas deben tener recubrimiento de 2 cm que concierne al tarrajeo de muros.

Si la tubería se empotra en piso debe quedar a 2 cm por debajo del nivel del contra piso, medido desde el lomo de la tubería, si la tubería es empotrada por el piso de una cochera, el recubrimiento debe ser mayor ,5 cm por debajo del contra piso.

Cuadro 2.13

DISTANCIAS ENTRE TUBERÍAS CON OTRO SERVICIO

Tubería de otros servicios	Curso paralelo Distancia mínima	Cruce Distancia mínima
Conducción de agua Caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de Vapor	5 cm	5 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm

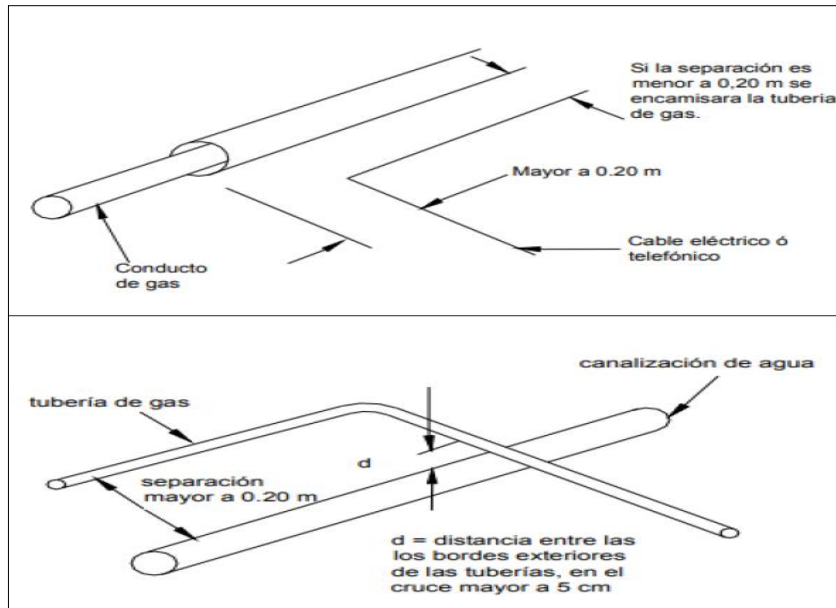
Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 - 2014.

- b) Las distancias con cables eléctricos o telefónicos serán de 20 cm si la distancia es menor se protegerá la tubería con PVC.
- c) Los tramos de las tuberías que pasen por una pared o suelo se instala una camisa protectora por ejemplo un tubo de plástico alrededor de la misma.

Si la tubería sea instalada contra una pared debe estar como mínimo 10 cm por encima del nivel del suelo terminado, para evitar el contacto con el agua o productos químicos que puedan ser vertidos produciendo corrosión en la tubería.

Figura 2.20

DISTANCIA ENTRE TUBERÍAS DE GAS NATURAL CON OTRO SERVICIO.

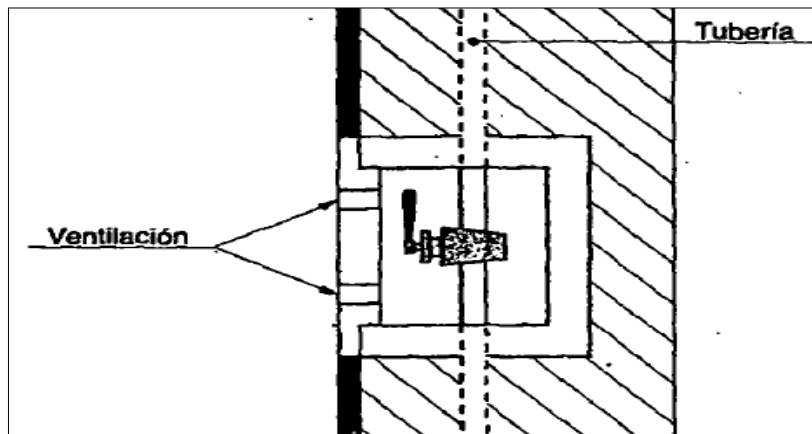


Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 111.011 - 2014.

- d) Las tuberías no deben atravesar elementos estructurales de la vivienda como columnas o vigas.
- e) Los accesorios de las tuberías roscadas como la válvula de cocina deben quedar en cajas abiertas para facilitar el mantenimiento.

Figura 2.21

CAJA PARA VÁLVULA DE SERVICIO.



Fuente: Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas.

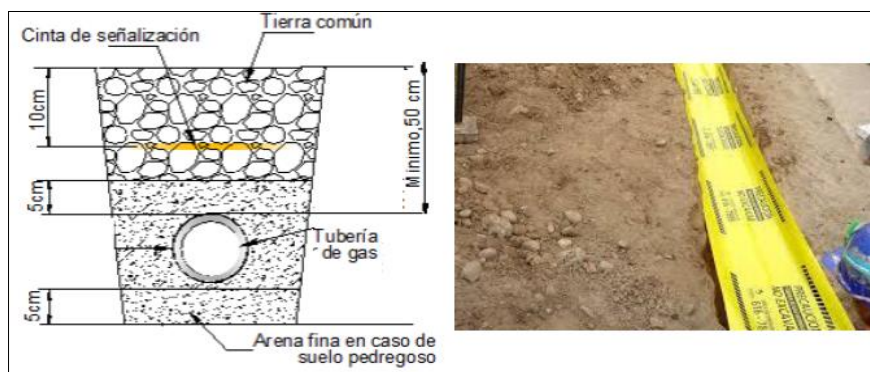
Instalación de red de tuberías enterradas.

Si las tuberías son enterradas; la profundidad mínima debe ser entre 0.50 m a 0.60 m. por 0.40 m de ancho, si no cumple la distancia mínima se coloca una losa de concreto sobre la tubería para reducir la carga, además se añade una cinta plástica de Peligro en la zanja para indicar el paso de la tubería.

El relleno de la zanja debe ser en capas de 0.20 m; la primera capa debe tener un material fino evitar dañar la tubería.

Figura 2.22

DETALLE DE TUBERÍA ENTERRADA.



Fuente: Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas.

Instalación de red de tuberías a la vista.

Si se instalan a la vista adosada a las paredes y sujeta con abrazaderas, la tubería tendrá un color amarillo para que pueda ser detectado.

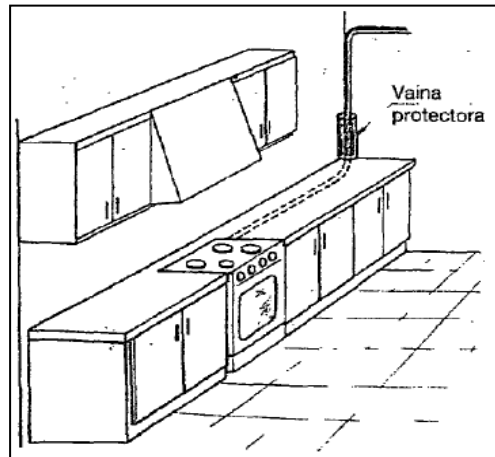
Si la tubería pasa por tabiques terminados el recorrido es adosado por las esquinas superiores de los ambientes con una abrazadera.

Si la tubería tiene que pasar por una viga peraltada del techo, tendrá que bordear la viga con accesorios tipo codo de 90 °

Si se instala la tubería a la vista por dentro del mesón en la cocina y cruza por el techo del mesón se recubre con tubería de PVC (camisa protectora) para evitar daños a la tubería.

Figura 2.23

INSTALACIÓN DE GAS NATURAL A LA VISTA.



Fuente: Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas.

Según Norma técnica peruana NTP 111.011-2014. Las tuberías instaladas contra una pared deberán sujetarse con abrazaderas, soportes o grapas con distancias entre los dispositivos de anclaje (véase cuadro 2.14)

Cuadro 2.14

DISTANCIAS ENTRE LOS DISPOSITIVOS DE ANCLAJE.

Tubería	Diámetro nominal		Separación máxima (m)	
	mm	Pulgada	Horizontal	Vertical
Rígida de cobre	12,7	½	1,0	1,5
Rígida de acero	12,7	½	1,5	2,0
	19,05	¾	2,0	3,0
	25,40	1	2,0	3,0
	31,75	1 ¼	2,5	3,0
	> 31,75	> 1 ¼	3,0	4,0
Flexible de cobre	9,53	3/8	1,0	Un soporte en cada piso
Tubería corrugada flexible de acero	9,53	3/8	1,2	3
	12,7	½	1,8	3
	19,05	¾	2,5	3
	25,40	1	2,5	3
Tubería	Diámetro interno	Denominación	Separación máxima(m)	
	mm		Horizontal	Vertical
PE-AL-PE y PEX-AL-PEX	12	1216	2,5 m (98")	Un anclaje en la base de cada piso. Una guía a mitad del piso y una guía en la parte superior.
	14	1418		
	16	1620		
	20	2025 – 2026		
	25	2532		
	>32	3240		

Fuente: Norma técnica peruana NTP 111.011- 2014.

Gasodoméstico.

Un gasodoméstico es un artefacto que funciona con gas natural o con GLP. Sin embargo, para que un gasodoméstico de GLP funcione con gas natural es necesario adaptarlo para asegurar su correcto funcionamiento, ya que cada combustible es suministrado a diferente presión.

En el mercado nacional existe una gama de artefactos (de fábrica) que funcionan con GLP o gas natural. Para convertir los artefactos que trabajan con GLP al gas natural o viceversa, los quemadores deben ser modificados por una persona capacitada para hacerlo.

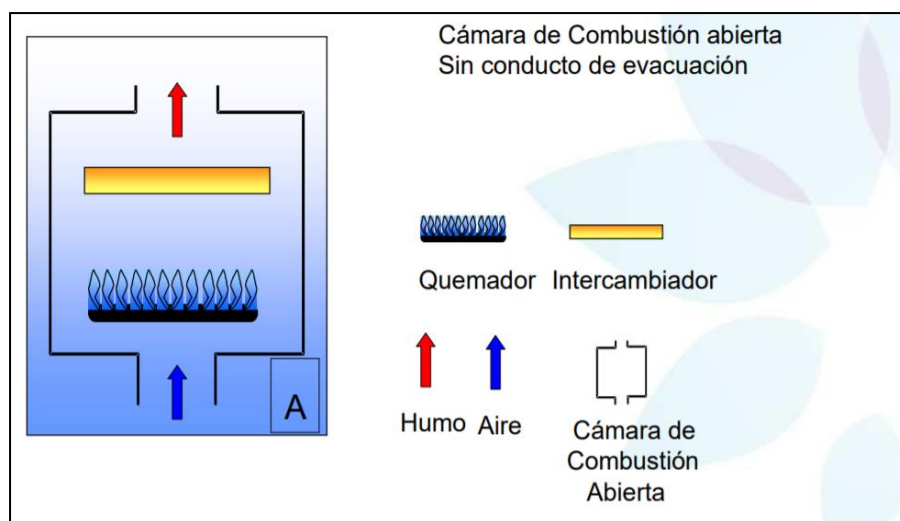
Estos artefactos se clasifican según la Norma técnica de edificación EM. 040 - Instalaciones de gas de la siguiente manera:

- **Artefactos de Gas -Tipo A.**

Artefacto diseñado para ser usado sin conexión a un conducto de evacuación de los productos de la combustión (sin chimenea para la expulsión de gases)

Figura 2.24

ESQUEMA DE ARTEFACTO TIPO A.



Fuente: Norma EM.040 Diseño de Edificaciones con Instalaciones a Gas.

Ejemplos de unos artefactos del tipo A:

- ✓ Cocinas domésticas.
- ✓ Hornos domésticos.
- ✓ Calentadores de agua de paso que no necesitan tubos de evacuación (caudal=5 litros /minuto o de menos de 11 Kw de potencia térmica).

• **Artefactos de Gas -Tipo B.**

Es el artefacto diseñado para ser usado con conexión a un sistema de conducto de evacuación de los productos de la combustión hacia el exterior del recinto.

Se clasifican en dos tipos de artefactos tipo B:

Tipo B1:

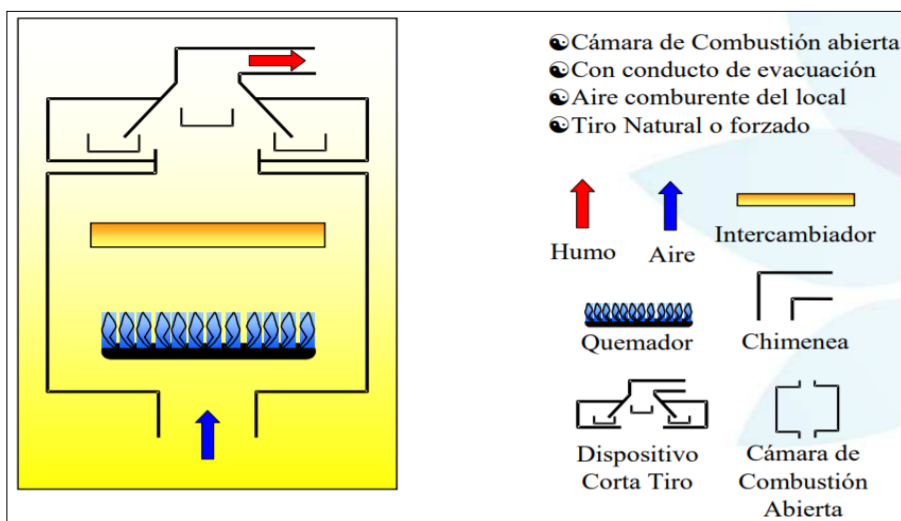
Artefactos para conductos de evacuación naturalmente (sin extractor)

Tipo B2:

Artefactos para conductos de evacuación por tiro mecánico (con extractor)

Figura 2.25

ESQUEMA DE ARTEFACTO TIPO B.



Fuente: Norma EM.040 Diseño de Edificaciones con Instalaciones a Gas.

Ejemplos de unos artefactos del tipo B:

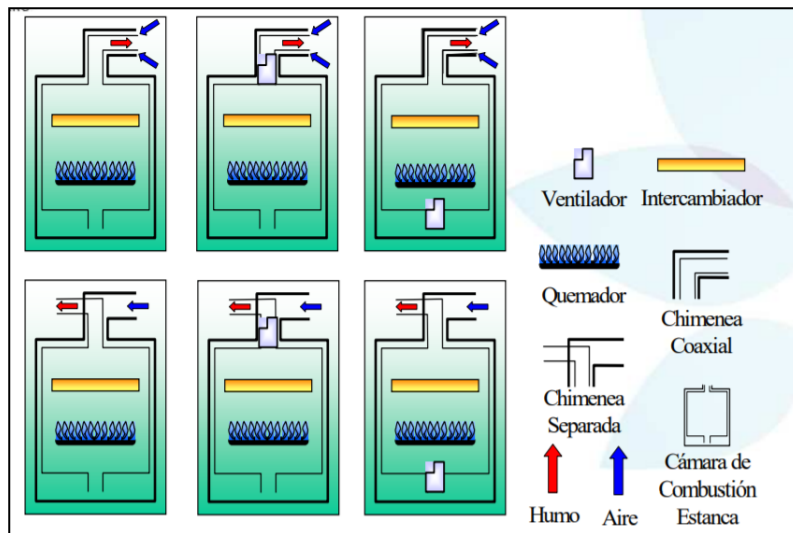
- ✓ Calentadores de agua de paso de 25 kw
- ✓ Acumuladores de aguas mayores o iguales a 30 galones
- ✓ Cocinas comerciales según su potencia
- ✓ Hornos industriales de pan, de pollo, etc.

- **Artefactos de Gas -Tipo C.**

Artefacto diseñado para usarse con chimenea y el aire para la combustión se obtiene desde el exterior del recinto.

Figura 2. 26

ESQUEMA DE ARTEFACTO TIPO C.



Fuente: Norma EM.040 Diseño de Edificaciones con Instalaciones a Gas.

Accesorios de las instalaciones.

- **Accesorios para la tubería de cobre.**

En el caso de tener dimensiones en pulgadas estos deberán cumplir con lo establecido en las NTP 342.522-2 a NTP 342.522-20, o norma técnica equivalente ANSI B 16.18 y ASME B 16.22.

- **Accesorios para las tuberías de PE-AL-PE.**

Los Accesorios para las tuberías de PEALPE deben ser del tipo aprobado para gas y recomendados para este tipo de servicio por el fabricante; adicionalmente, deberán cumplir con alguna de las siguientes normas técnicas: NTP-ISO 17484-1 o ISO 17484-1.

Los accesorios para las tuberías de PE ALPE están fabricados principalmente de latón recubierto con una capa de Zn, para ser usadas en tuberías multicapa de PEALPE, disponibles en las medidas 14; 16; 18; 20 y 25 mm. Estos accesorios de unión y conexión deberán asegurar el apriete y la hermeticidad propia de la unión, en condiciones de operación. Los accesorios se dividen en dos grupos:

Accesorios con anillos de compresión.

Figura 2.27

ACCESORIOS CON ANILLOS DE COMPRESIÓN.



Fuente: <https://tuvalrep.com>.

Accesorios prensados.

Figura 2.28

ACCESORIOS PRENSADOS.



Fuente: <https://tuvalrep.com>.

El marcado de accesorios deberá estar en forma legible y permanente en el cuerpo del accesorio o en sus extremos, lo que significa que deberá ser grabado en relieve lo siguiente:

- a) Nombre de fabricante, marca registrada o el logo.
- b) Las dimensiones nominales de las conexiones.

Válvulas.

Las válvulas son del tipo bola, de cierre rápido de un cuarto de vuelta con tope, de accionamiento manual con extremos roscados y cuerpo de bronce.

Las válvulas de la instalación deben cumplir lo establecido en la Norma ISO 17484-1:

Válvula de servicio.

Es una válvula de cierre general del suministro del gas natural seco, instalada fuera del predio del usuario final y ubicado en la tubería de conexión de la distribuidora. La válvula de servicio constituye el punto de entrega del gas del distribuidor al usuario residencial o comercial.

Las válvulas de corte deben ser de cierre rápido de un cuarto de vuelta con tope

Las válvulas de corte y de servicio deben tener una clasificación de resistencia de 1000 KPa (10bar).

El material de las válvulas debe tener correspondencia con el material del sistema de tuberías de la instalación interna.

Figura 2. 29

VÁLVULA DE SERVICIO.



Fuente: <https://www.policonstruccionperu.com.pe>

La válvula de corte que se intercala en una tubería de la instalación interna, antes del artefacto a gas para abrir o cerrar el suministro de gas natural.

Figura 2. 30

VÁLVULA DE CORTE.



Fuente: Revista Gas Natural.

Medidores de gas.

Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural seco que fluirá en un sistema de tuberías

Figura 2. 31

TIPOS DE MEDIDORES.



Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

Los medidores deben estar verificados y se recomienda someterse a la evaluación de la conformidad.

Sistema de Regulación.

Sistema que permite reducir y controlar la presión del gas en un sistema de tuberías hasta una presión especificada para el suministro a los artefactos de consumo. La regulación puede efectuarse en unas dos o tres etapas de acuerdo al diseño.

Figura 2.32

SISTEMA DE REGULACIÓN.



Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

Reguladores de presión.

Son aparatos mecánicos empleados para disminuir la presión de entrada y regular uniformemente la presión de salida del sistema.

Cuadro 2.15

CARACTERÍSTICAS DE LOS REGULADORES DE PRESIÓN.

CARACTERÍSTICAS	MODELOS REGULADORES				
	B6	B10	B25	BCH30	B40/50
Pe Min (bar)	0.1	0.1	0.1	0.7	0.5
Pe Max (bar)	5	5	5	5	5
Ps Min (mbar)	9	20	9	150	9
Ps Max (mbar)	150	150	150	400	400
Caudal	6	10	25	30	40/50
Diámetro entrada	3/4"			3/4"	
Diámetro salida	3/4"			3/4"	

Fuente: <https://blog.openclima.com/reguladores-de-gas-natural/>

Caja de Protección.

Recinto con dimensiones suficientes y ventilación adecuada para la instalación, mantenimiento y protección del sistema de regulación de presión y medición con el propósito de controlar el suministro de servicios por cada uno o varios usuarios puede ser un gabinete, un armario, una caseta, un nicho o un local

Figura 2.33

TIPOS DE CAJA DE PROTECCIÓN.

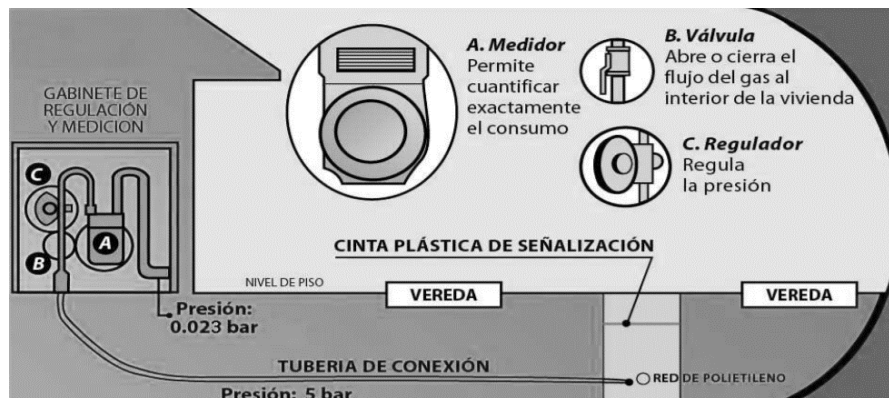


Fuente: Grupo Dag Perú S.A.C.

El conjunto caja de protección, regulador de presión y medidor debe tener fácil acceso para su inspección, reemplazo, toma de lectura y adecuado mantenimiento. (véase figura 2.34)

Figura 2.34

CAJA DE PROTECCIÓN, REGULADOR Y MEDIDOR.



Fuente: <https://www.calidda.com.pe>

Conceptos de cálculos aplicados en el informe.

Cálculo del diámetro de tuberías de gas natural a baja presión

Según la norma técnica peruana 111.011 (2014) para gas natural seco para instalaciones internas residencial y comercial para el cálculo de tuberías de gas a baja presión podría aplicarse la fórmula de Poole:

$$\Phi = \sqrt[5]{\frac{L}{\Delta p} \left(\frac{PCT}{\text{coeficiente} \times K} \right)^2} \dots\dots \text{Formula 1}$$

Dónde:

Ø: Diámetro interior real (cm)

L: Longitud (m)

ΔP: Pérdida de presión (Pa)

PCT: Potencia de cálculo total (Mcal/hr)

K: Factor de fricción (ver cuadro N° 2.16)

Para los cálculos de diámetros de tuberías de baja presión.

- Presión inicial: (Pi) = 1,8 KPa => 180 mm columna de agua, aprox.

- 1mm columna de agua = 10 Pascal, aprox.

Cuadro 2.17
FACTOR DE FRICCIÓN.

Φ	k
3/8 – 1”	1.800
1 ¼” – 1 ½ ”	1.980
2” – 2 ½ ”	2.160
3”	2.340
4”	2.420

Fuente: NTP 111.011 - 2014

Para presiones bajas hasta 50 mbar se utiliza la formula simplificada de Poole:

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 X H}{2 x s L}} \dots\dots \text{Formula 2}$$

Donde:

Q: caudal en m^3/h

D: diámetro en cm

H: pérdida de carga en mm, de columna de agua

S: densidad relativa del gas

L: longitud de tubería en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

Fórmula de Renouard (lineal)

Para presiones bajas y de media presión hasta 100mbar.

$$\Delta P = 22.759 * d * L * Q^{1.82} * D^{4.82} \dots\dots \text{Formula 3}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de presión (mbar)

d: densidad gas natural seco

L: Longitud (m)

Q: Caudal m^3/h a condición estándar

D: Diámetro (mm)

De Fórmula de Renouard se obtiene el diámetro “D” el cual sería:

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * \rho * L_{equiv} * Q^{1.82}}{P_{teorica}}} \dots\dots \text{Formula 4}$$

Caudal nominal de un aparato a gas (Qn)

Para determinar el caudal nominal de un aparato a gas (Qn) tenemos la siguiente formula:

$$Q_n = \frac{\text{Potencia termica}}{PCS} \dots\dots \text{Formula 5}$$

Donde:

Q_n en m^3/h

Potencia térmica en kcal/h

Densidad del Gas Natural (ρ)

$$\rho = 0.62 \text{ kg/m}^3$$

Longitud Equivalente (L. equiv.)

Para determinar la longitud equivalente tenemos la siguiente formula:

$$\text{Lequiv} = \text{Longitud real} \cdot (1.2) \dots\dots \text{Formula 6}$$

Caída de presión teórica (P teórica)

Para determinar la caída de presión teórica tenemos la siguiente formula:

$$P_{\text{teorica}} = 1.8 \left(\frac{L_{\text{real}}}{L_{\text{total}}} \right) \dots\dots \text{Formula 7}$$

Diámetro Nominal(D)

Para determinar el diámetro nominal tenemos la siguiente formula:

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 \cdot \rho \cdot \text{Lequiv} \cdot Q^{1.82}}{P_{\text{teorica}}}} \dots\dots \text{Formula 8}$$

Caída de presión real (P. real)

Para determinar la caída de presión real tenemos la siguiente formula:

$$P. \text{ real} = \frac{2759 * \rho * Lequiv * Q_n^{1,82}}{D^{4,82}} \dots\dots \text{Formula 9}$$

La presión a la salida del regulador deberá tener una presión máxima de 23 mbar y en la llave de aparato deberá tener una presión mínima de 18 mbar para artefactos a gas natural para uso residencial.

Cálculo de Espacio Confinado en cada recinto

Según la Norma Técnica Peruana NTP - 111.022 Gas Natural Seco. Requisitos y métodos para ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial (2008), se debe determinar el tipo de espacio, es decir:

Espacio No Confinado: Reciento cuyo volumen es mayor o igual a $4,8 \text{ m}^3/\text{kw}$ de potencia nominal de todos los artefactos de gas instalados en ese ambiente.

Espacio Confinado: Recinto cuyo volumen es menor de $4,8 \text{ m}^3/\text{kw}$ de potencia nominal de todos los artefactos de gas instalados en ese ambiente

Cálculo de espacio confinado:

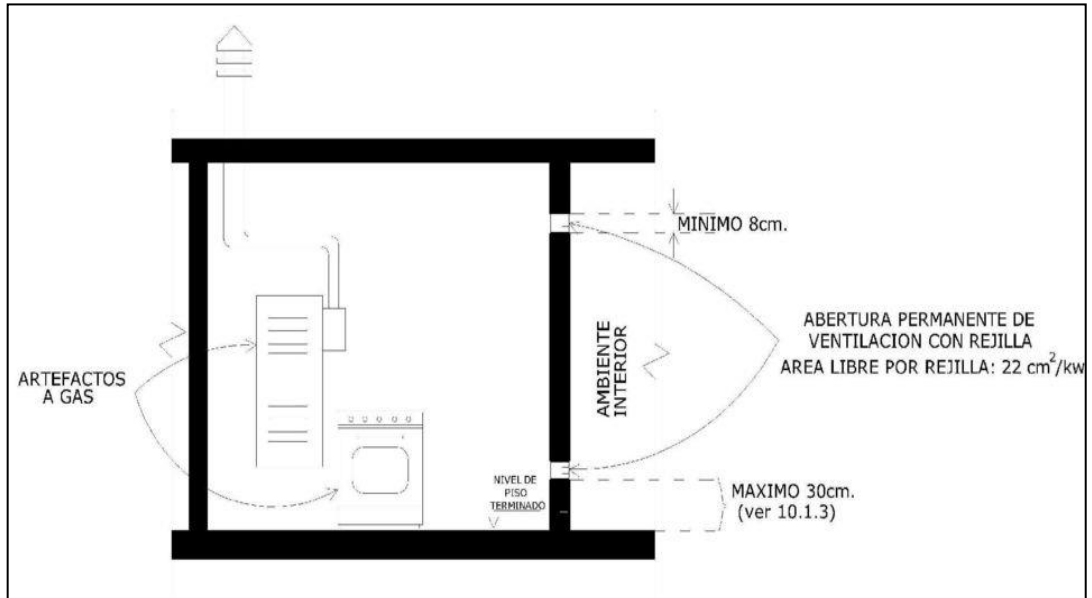
$$\Delta = \frac{\text{Volumen Total}}{\text{Potencia Total}} \dots\dots \text{Formula 10}$$

Diseño de Rejillas de Ventilación

Según la Norma Técnica Peruana NTP - 111.022 Gas Natural Seco. Requisitos y métodos para ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial (2008) para modelos de ventilación por espacios en un mismo piso por cada 22 cm^2 de rejilla equivale a 1 kw de potencia y abertura de rejilla $> 645 \text{ cm}^2$. El área mínima de rejilla libre debe ser 645 cm^2 .

Figura 2.35

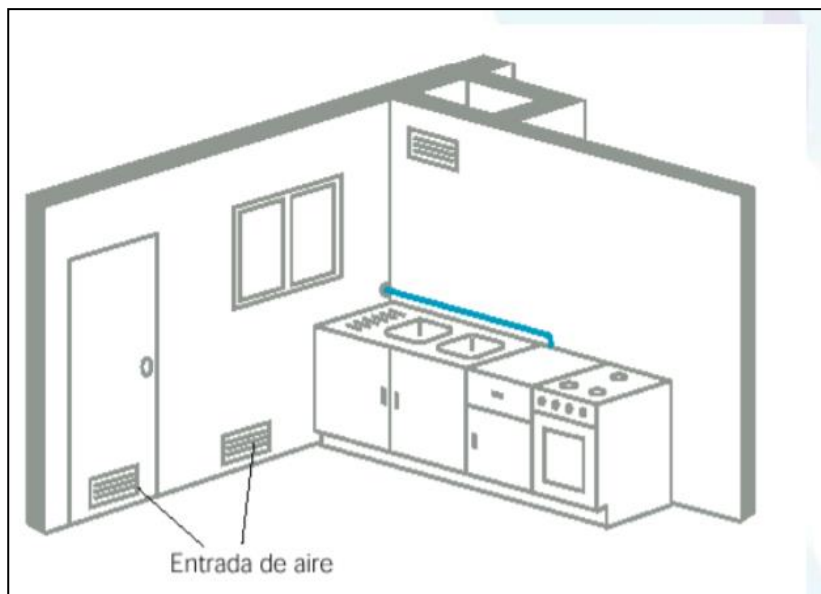
MODELO DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS UN MISMO PISO.



Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 -2014

Figura 2.36

REJILLAS DE VENTILACIÓN.



Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 -2014.

Dimensionamiento de los tramos de las Tuberías

Donde:

Longitud Real:

Representa la cantidad en metros lineales de la tubería instalada.

Longitud Equivalente:

Cuando circula el gas por la tubería se produce una disminución de la presión por el roce del gas con las paredes de la tubería y por el roce los accesorios de la misma.

Para compensar la disminución de la presión se toma la longitud del tramo real incrementada en un 20%.

$$\text{Longitud Equivalente} = 1.2 \times \text{Long. Real}$$

Caudales nominales que pasa por cada tramo de tubería

El caudal nominal de un artefacto viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Caudal} = Q_n = \frac{\text{Potencia Termica de Cada Artefacto}}{\text{PCS del Gas Natural}}$$

Donde:

PCS: Poder calorífico superior o bruto

Caída de presión y diámetros nominales internos

Para determinar la caída de presión y diámetros nominales internos se utilizan las siguientes expresiones:

$$\Delta P_{\text{Real}}(\text{mbar}) = \frac{22759 * \text{Dens.Relat.GN} * L_{\text{ong.Equiv}} * Q^{1.82}}{(\text{Diametro de Tabla})^{4.82}} \dots\dots \text{Formula 11}$$

2.1.3. Aspectos normativos.

Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 - 2014 Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.

Esta Norma Técnica Peruana tiene por objetivo establecer los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de tuberías para el suministro de gas natural seco en las instalaciones residenciales y comerciales en referencia a la especificación de los materiales, el diseño, el dimensionamiento y la construcción, entre otros, para una operación confiable.

Norma Técnica Peruana NTP 111.022 - 2008 Gas Natural Seco. Requisitos y métodos para ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos y los métodos para ventilación de los recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial.

Norma Técnica Peruana NTP 111.023 – 2008 Gas natural seco. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural

Esta Norma Técnica Peruana establece el dimensionamiento, construcción, montaje y evaluación de los requisitos básicos de funcionamiento de sistemas colectivos e individuales para la evacuación hacia la atmósfera exterior de los productos de la combustión generados por los artefactos Tipo B.1, Tipo B.2 o Tipo C, que funcionan con gas natural en aplicaciones de uso residencial y comercial, instalados en recintos interiores.

Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas.

La presente norma establece los mínimos requerimientos técnicos que se deben incluir en el diseño y construcción de una edificación en la que se instale redes internas de gas natural y/o redes de media y baja presión de gas licuado de petróleo.

Norma Técnica Peruana N°342.522 Cobre y Aleaciones de Cobre; con referencia a dimensiones en milímetros.

Norma Técnica Peruana NTP 399.013 - Colores de identificación de gases, industriales contenidos en envases a presión, tales como cilindros, balones, botellas y tanques

Esta Norma Técnica Peruana establece un conjunto de colores destinados a identificar cada gas o mezcla de gases contenidos en envases a presión destinados a usos industriales.

NTP-ISO 17484-1

Sistemas de tuberías de plástico. Sistema de tubos multicapas para instalaciones de gas a interiores con una presión de operación máxima de hasta 5 bar (500 KPa). Parte 1: Especificaciones para los sistemas.

Norma Australiana: AS 4176.

Sistemas de tuberías de Macrocompuestos de polietileno / aluminio y polietileno reticulado / aluminio para aplicaciones a presión.

Estándar de calidad: GASTEC QA 198

Sistemas de tuberías de aluminio / polietileno reticulado (PE-X) y de aluminio/polietileno para instalaciones de gas en interiores.

Normas legales que rigen las actividades de la industria del gas natural en el Perú

Las actividades en el Subsector Hidrocarburos en el Perú están normadas por:

- La Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos y sus Reglamentos.
- Ley 27133, Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural y su Reglamento D.S. N° 040-99-EM.
- Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos D.S. N° 041-99-EM.
- Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos D.S. N° 042-99-EM.
- Resolución N° 164-2005-OS/CD, el OSINERGMIN ha aprobado el Procedimiento para la Habilitación de Suministros en Instalaciones Internas de Gas Natural.
- Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, aprobada por Decreto Supremo N° 064-2010-EM.
- Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural, y sus normas modificatorias, reglamentarias y complementarias.
- Ley N° 29852, Ley que crea el sistema de seguridad Energética en Hidrocarburos y el fondo de Inclusión Social Energético (FISE) y sus normas modificatorias, reglamentarias y complementarias.
- Ley N° 29969, Ley que dicta disposiciones a fin de promover la masificación del gas natural y sus normas modificatorias, reglamentarias.

2.1.4. Simbología técnica.

Para la simbología técnica de instalaciones residenciales usamos las guías anexadas de la Norma Técnica Peruana. Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales NTP. 111.011 (2014).

Cuadro 2.18

SIMBOLOGÍA DE ACCESORIOS 1.

ACCESORIO	DE BRIDAS	ROSCADO	SOLDADO	MACHO Y HEMBRA (Acople Rápido)	CAPILAR O ESTANADO
BUSHING REDUCTOR					
DOBLE T					
CODO DE 45 GRADOS					
90 GRADOS					
HACIA ABAJO					
HACIA ARRIBA					
CODO MACHO Y HEMBRA					
JUNTA (ACOPLAMIENTO) UNION TUBERÍA DE CONEXIÓN					
TAPÓN MACHO					

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.011- 2014.

Cuadro 2.19

SIMBOLOGÍA DE ACCESORIOS 2.

ACCESORIO	DE BRIDAS	ROSCADO	SOLDADO	MACHO Y HEMBRA (Acople Rápido)	CAPILAR O ESTAÑADO
REDUCTOR CONCENTRICO					
ECÉNTRICO					
TE RECTA					
UNION UNIVERSAL					
VALVULAS DE CHEQUE PASO RECTO					
VALVULA DE AGUJA					
VALVULA DE COMPUERTA					
VALVULA DE BOLA					
VALVULA DE GLOBO					

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.011- 2014.

Para la simbología técnica de accesorios, artefactos e instrumentos usamos las guías anexadas de la Norma Técnica Peruana 111.011- 2014.

Cuadro 2.20

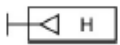




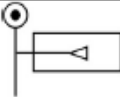



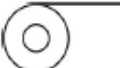











SIMBOLOGÍA TÉCNICA PARA ARTEFACTOS E INSTRUMENTOS 1.

ACCESORIOS, ARTEFACTOS E INSTRUMENTOS			
PARRILLA DE DOS QUEMADORES		COCINA DE UN QUEMADOR	
PARRILLA DE TRES QUEMADORES A GAS		COCINA DE CUATRO QUEMADORES Y HORNO A GAS	
PARRILLA DE CUATRO QUEMADORES A GAS		COCINA DE CUATRO QUEMADORES, ASADOR Y HORNO A GAS	
HORNO A GAS		COCINA DE TRES QUEMADORES A GAS	
QUEMADOR BUNSEN		BAÑO A MARIA	
MANÓMETRO CON VÁLVULA DE AGUJA		INSTRUMENTO MEDIDOR	
TUBERIA EMPOTRADA (ENTERRADA)		TUBERIA VISIBLE	
TUBERÍA EMPOTRADA (EN MURO)		CALENTADOR DE AGUA DE (AL) PASO	
CALENTADOR DE AGUA AL PASO (CAPACIDAD NOMINAL)		CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO	
CALENTADOR DE AGUA DE ALMACENAMIENTO		OTROS APARATOS A GAS	
TUBO FLEXIBLE METALICO		VALVULA DE CORTE MANUAL	

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.011- 2014.

Cuadro 2.21

SIMBOLOGÍA TÉCNICA PARA ARTEFACTOS E INSTRUMENTOS 2.

ACCESORIOS, ARTEFACTOS E INSTRUMENTOS			
HORNO CON QUEMADOR ATMOSFERICO		DETECTOR DE GAS	
QUEMADOR		PUNTA TAPONADA	
REGULADOR		VÁLVULA AUTOMÁTICA	
APARATO CON QUEMADOR		INCINERADOR	
HORNO INDUSTRIAL CON QUEMADOR ATMOSFERICO		NODO	
VENTILADOR		TUBERÍA DE COBRE (Cu) (diámetro exterior por espesor)	Cu25X1
MANÓMETRO		TUBERÍA DE FIERRO (Fe) (diámetro exterior por espesor)	Fe42X2
CALENTADOR DE AMBIENTE		TUBERÍA DE POLIETILENO (diámetro exterior por espesor)	PE60X30
		MEDIDOR DE GAS	
CAMBIO NIVEL-SUBE		INSTALACIÓN	
VÁLVULA ANGULAR DE GLOBO		CAMBIO NIVEL-BAJA	
VÁLVULA DE SOLENOIDE		PASAMUROS	
CONECTOR FLEXIBLE		FILTRO	

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.011- 2014.

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.

2.2.1. Etapa de las Actividades.

Las etapas de las actividades desarrolladas en la empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros en la implementación de redes internas de gas natural con tuberías de PEALPE y tuberías de cobre la conforman cinco etapas que fueron las siguientes:

Etapa I: Ingeniería preliminar del proyecto - parámetros de diseño.

- Reconocimiento de la ubicación del proyecto.
- Replanteo de los planos del proyecto.
- Determinar el diseño de la línea de distribución

Etapa II: Selección de los componentes de ventilación y dimensionamiento de tuberías.

- Diseño de rejillas de ventilación
- Dimensionamiento de los tramos de las tuberías

Etapa III: Ingeniería de las redes internas de gas.

- Caudales nominales para cada tramo de tubería
- Caída de presión y diámetros nominales internos

Etapa IV: Selección de material de la red interna y selección de accesorios.

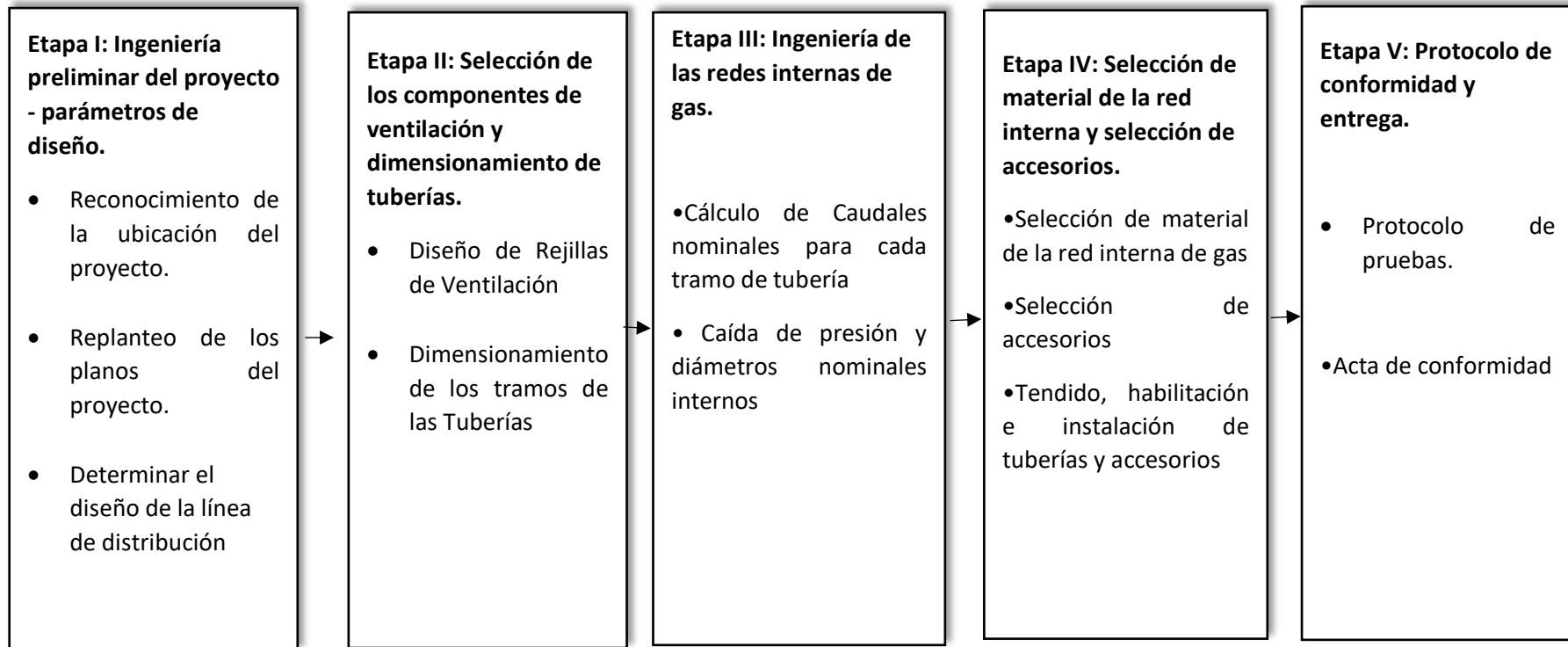
- Selección de material de la red interna de gas
- Selección de accesorios
- Tendido, habilitación e instalación de tuberías y accesorios

Etapa V: Protocolo de conformidad y entrega.

- Protocolo de pruebas.
- Acta de conformidad.

Secuencia de la etapa de las actividades. (véase figura N° 2.37)

Figura 2.37
ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES.



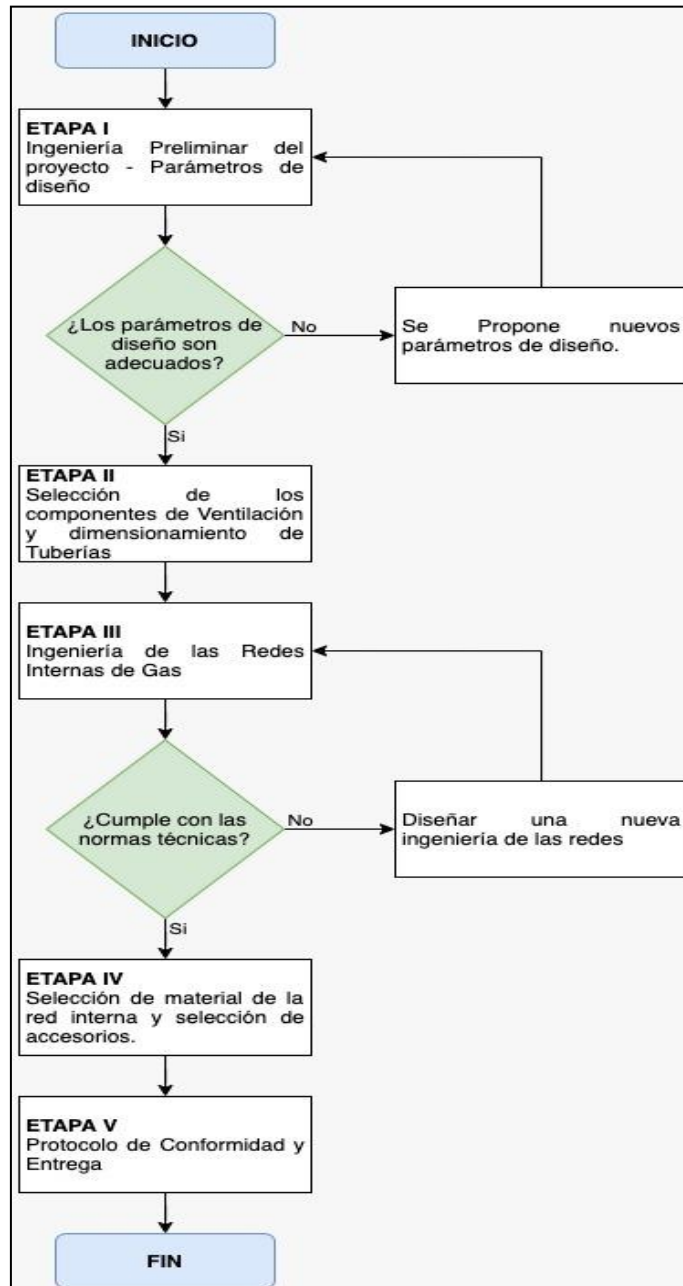
Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo de las etapas de actividades fue el siguiente:

Figura 2.38

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ETAPAS DE ACTIVIDADES.



Fuente: Elaboración propia.

III. APORTES REALIZADOS.

Los aportes realizados en la implementación de redes internas de gas natural empleando las tuberías de PEALPE y tuberías de cobre fueron:

3.1. Planificación, ejecución y control de etapas.

La planificación, ejecución y control de etapas siguió una secuencia (véase figura N° 3.1)

Figura 3.1

DIAGRAMA DE LA PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DE ETAPAS.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Etapas de Planificación.

Las etapas de planificación fueron:

Evaluación de las condiciones del proyecto.

Se evaluó las condiciones del proyecto se realizó una matriz de análisis FODA (Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para conocer lo que se estaba haciendo correctamente y todo aquello que representó un reto.

El análisis FODA consistió en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que en su conjunto evaluaron las condiciones internas del proyecto, así como su condición externa.

Cuadro 3.1

MATRIZ FODA Y ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS.

Oportunidades	Fortalezas	Debilidades
<p>1. El MINEN establece un marco legal normativo en el que desarrolla la distribución del gas natural, y el OSINERGMIN vela por el cumplimiento de las normas técnicas, comerciales y ambientales.</p> <p>2. El MINEN contempla el Proyecto Siete Regiones para distribución de gas natural en regiones del centro y sur peruano, tiene la meta de cubrir todos los domicilios, industrias y comercios en las 14 ciudades.</p> <p>3. El MINEN mediante DS 008-2021 habilita recursos del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) y el Sistema de Seguridad Energética en Hidrocarburos (SISE) a la cobertura de los costos de infraestructura de distribución de gas natural.</p> <p>4. Ejecución del gaseoducto del norte del Perú para la distribución del gas natural en residencias de las regiones del norte del Perú.</p> <p>5. Reservas probadas de 12,462 TPC, que cubren la demanda interna y externa de los próximos 30 años</p>	<p>1. La empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros cuenta con profesionales con alto grado de preparación los cuales conforman un sólido equipo de trabajo.</p> <p>2. La empresa BV Sergecon Arquitectos e Ingenieros cuenta con 20 años experiencia en el giro.</p> <p>3. El personal cumple con estándares de calidad y capacitaciones que indican en la norma NTP 111.011- 2014.</p> <p>4. Constante adiestramiento a los colaboradores y profesionales en seguridad en el trabajo promoviendo el autocuidado</p>	<p>1. Ambiente de trabajo tenso la cual retraso en las actividades programadas.</p> <p>2. Los operarios no se sienten satisfecho con las máquinas y herramientas ya que son de mala calidad.</p> <p>3. No apegarse a presupuesto lo que ocasiona genera paralización en las actividades programadas</p> <p>4. La empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros cuenta recursos limitados de personal tecnico</p> <p>5. Falta de areas para mayor control.</p>

Fuente: Elaboración propia

Amenazas	FO Explote	DO Busque
<p>1. Conflictos políticos, sociales, ambientales y económicos dentro del Perú.</p> <p>2. El covid-19 genero una crisis a la economía mundial y, por tanto, al sistema energético que suministra el gas natural y de producción de bienes y servicios.</p> <p>3. Competencia consolidada en el mercado.</p>	<p>FO1 Establecer nexos con los entes reguladores y normativos para proponer cambios en la normatividad. F1, O1</p> <p>FO2 Diseñar un plan de crecimiento del número de conexiones para los sectores residenciales y comerciales buscando un crecimiento no menor al 10% F2, F3</p> <p>FO3 Descubrir nuevos clientes potenciales y reabrirse a nuevos mercados F2, F3, O2, O3</p>	<p>DO1 Modificar las metodologías de las actividades de proyectos para generar un mejor ambiente grato en próximos proyectos O1, D1</p> <p>DO2 Establecer criterios adecuados para selección de buena calidad de las maquinas - herramientas para la ejecución de futuros proyectos. O2, D2</p> <p>DO3 Establecer una persona especializada en el área de tesorería para cumplir presupuestos y proyectos programados O2, O3, D4, D5</p>
	<p style="text-align: center;">FA Confronte</p> <p>FA1 Establecer unas tarifas atractivas para diversos sectores de bajos ingresos. A2, F2</p> <p>FA2 Elevar el valor de competitividad de la industria de instalación de redes internas para posicionarnos en el mercado ingenieril A3, F2, F3</p>	<p style="text-align: center;">DA Evite</p> <p>DA1 Plantear las alternativas de control de riesgos producidos por el covid - 19 para ejecución de futuros proyectos. D2, A2</p> <p>DA2 Implementar programas de subsidios mediante alianzas estratégicas con el estado. D4, A1, D3, A3</p>

Fuente: Elaboración propia.

Objetivos y metas.

Los objetivos estratégicos para la implementación de una red interna de tuberías de gas natural para una edificación de dos pisos fueron los siguientes:

- Garantizar el diseño e instalación seguro de la red interna de tuberías gas natural según la norma técnica peruana NTP 111.011 (2014)
- Seleccionar el tipo de material de la tubería de gas natural técnicamente viable para la edificación de dos pisos.
- Evaluar el costo por metro lineal según el tipo de material la red interna de tuberías gas natural
- Optimizar los tiempos de instalación según el tipo de material la red interna de tuberías gas natural

Las metas fueron:

- Contar con un diseño e implementación de una red interna de tuberías de gas natural certificado.
- Asegurar la garantía, vida útil de las tuberías y accesorios implementados.
- Satisfacer las necesidades y requerimientos solicitados de nuestro cliente a la empresa BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Plan de Acción

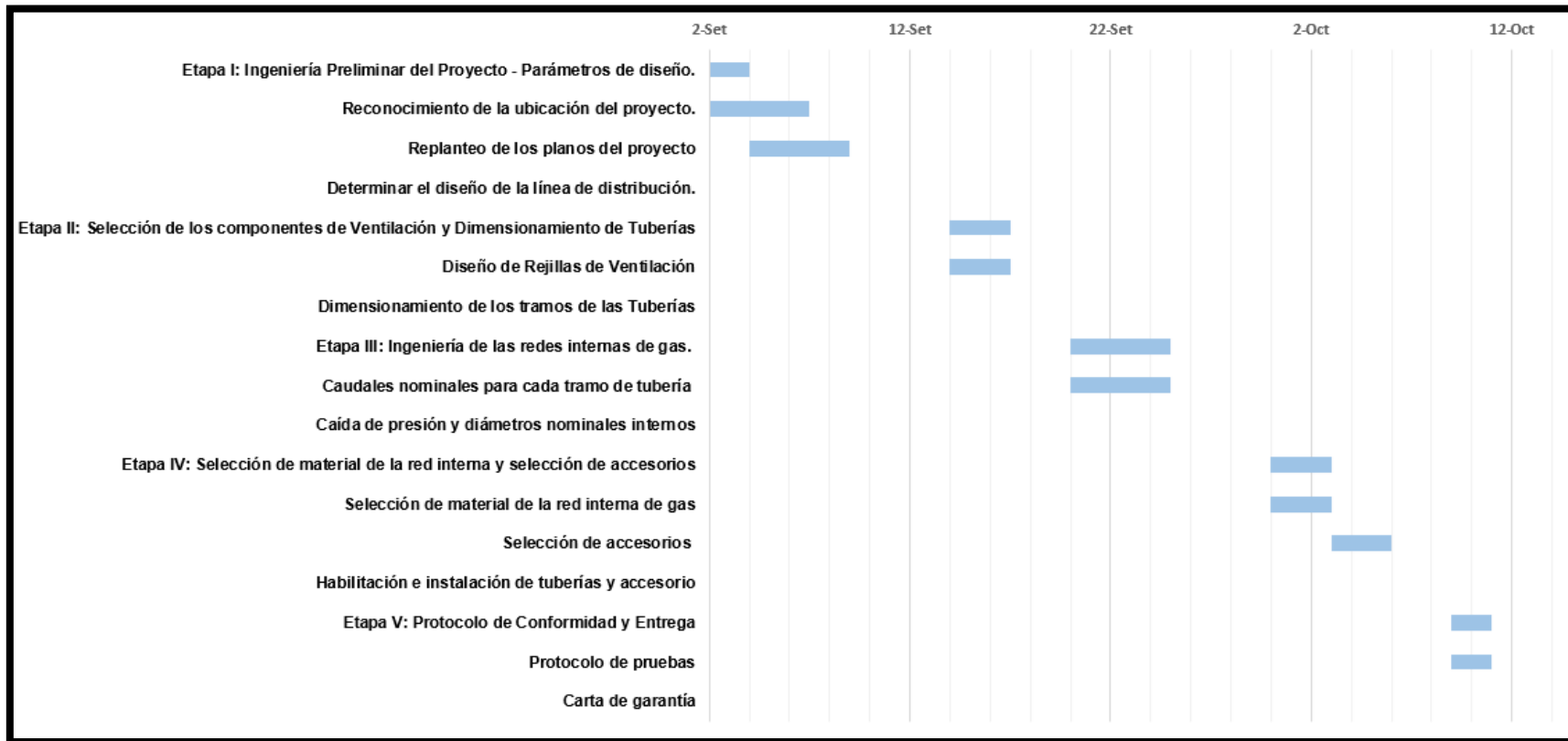
El plan de acción de BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros para la implementación de una red interna de tuberías de gas natural fue la planificación de las actividades con el fin de cumplir los objetivos y metas del proyecto.

Esta planificación traza los plazos para planificar de forma correcta las actividades y mejora del rendimiento del proyecto.

El plan de acción para el proyecto siguió las etapas de actividades con las fechas de los plazos programados en cada etapa. (véase gráfico N° 3.1, en la página 88)

Gráfico 3. 1

PLAZOS DEL PLAN DE ACCIÓN



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Asignación de Recursos – Financiación

El propósito y justificación de este informe fue establecer la posibilidad de mejorar la masificación de la implementación de un sistema de gas natural residencial al menor costo y mejores características tecnológicas para cumplir este objetivo realizamos una comparación y evaluación de las tuberías de cobre y tuberías de PEALPE. Hemos considerado un caso de estudio en una edificación unifamiliar.

En nuestro caso de estudio el usuario proporcionó el financiamiento para la instalación de sistema de gas natural.

Aparte del financiamiento particular el estado lo puede realizar a través de sus organizaciones como el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) que se crea con el objetivo de llevar energía menos contaminante en todo el país a la población bajo la Ley N° 29852 en abril del año 2012 bajo la administración del MINEM.

Ejecución

En la ejecución del proyecto se procedió a programar las actividades a desarrollar (véase cuadro N° 3.2)

Cuadro 3.2

ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES.

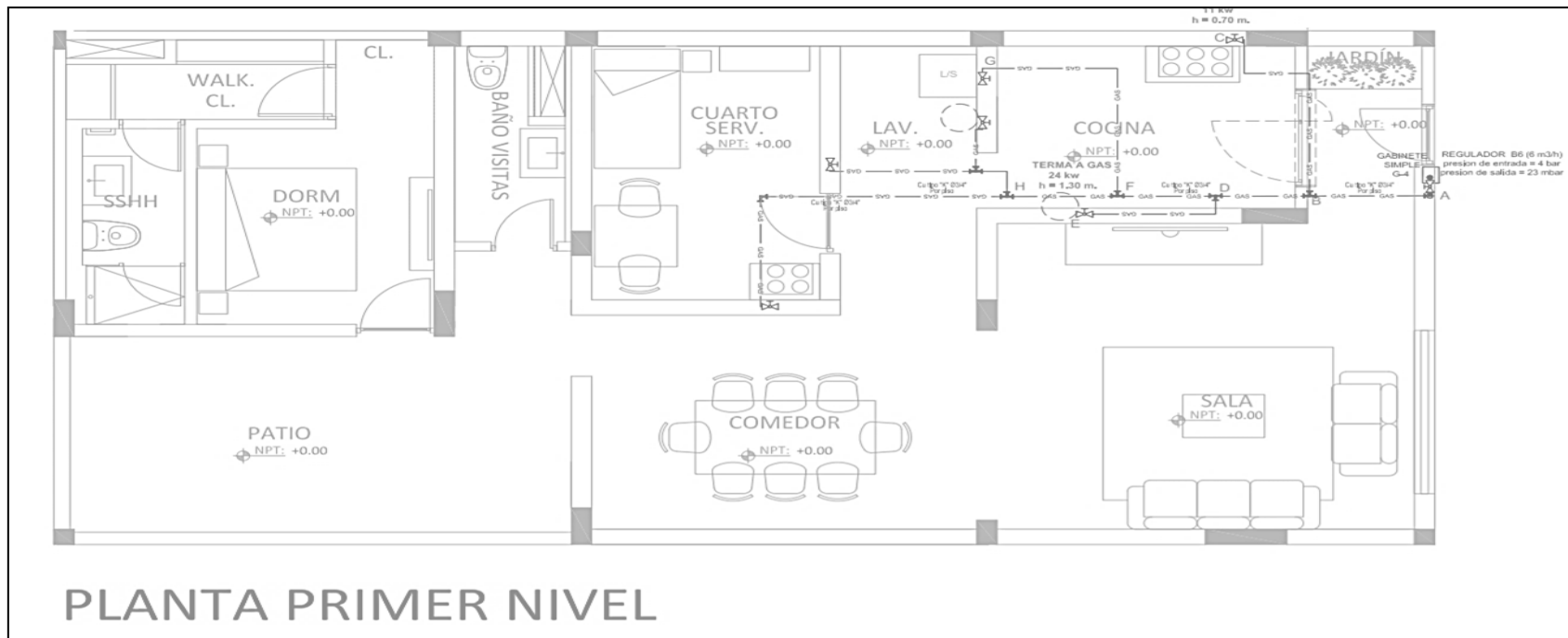
Etapas de Actividades	Responsable
Etapa I: Ingeniería Preliminar del Proyecto - Parámetros de diseño.	Miguel Burgos Varela
Etapa II: Selección de los componentes de Ventilación y Dimensionamiento de Tuberías	Jaime Neyra Rodríguez
Etapa III: Ingeniería de las redes internas de gas.	Jaime Neyra Rodríguez
Etapa IV: Selección de material de la red interna y selección de accesorios	Miguel Burgos Varela
Etapa V: Protocolo de Conformidad y Entrega	HIDROGAS SAC

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros

Replanteo de los planos del proyecto.

Esta actividad se verificó los planos con la posibilidad de modificarlo de ser necesario en caso de obstrucción, se ubicó la ubicación en donde se instalarán los componentes como tuberías, válvulas, reguladores de presión.

Figura 3. 3
PLANOS PRIMARIOS



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Determinar el diseño de la línea de distribución.

Se siguió las siguientes actividades:

a) Identificación del tipo de edificación.

Según nuestro protocolo de instalación la identificación del tipo de edificación es según el uso de los ambientes estos pueden ser oficinas, viviendas, bodegas, fabricas, museos, centros de conferencia, etc.

El tipo de edificación es un inmueble de 2 pisos con azotea que fue diseñado para su uso actual de vivienda unifamiliar con 1 sótanos bajo la superficie destinado esencialmente al funcionamiento de estacionamiento vehicular y otras áreas donde se ubican cocina, lavandería, servicios higiénicos, vestuarios y servicios diversos.

b) Identificación del tipo de riesgo

Según nuestro protocolo de identificación del tipo de riesgo que potencialmente se pueden presentar en la instalación de gas natural las son:

1. Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por un tropiezo o resbalón.
2. Golpes/Cortes por objetos o herramientas: Posibilidad de lesión producida por objetos o herramientas que se mueven por fuerzas diferentes a las de la gravedad.
3. Contactos eléctricos: Este riesgo puede producirse; del contacto con partes normalmente en tensión (contacto directo) o accidentalmente en tensión (contacto indirecto).

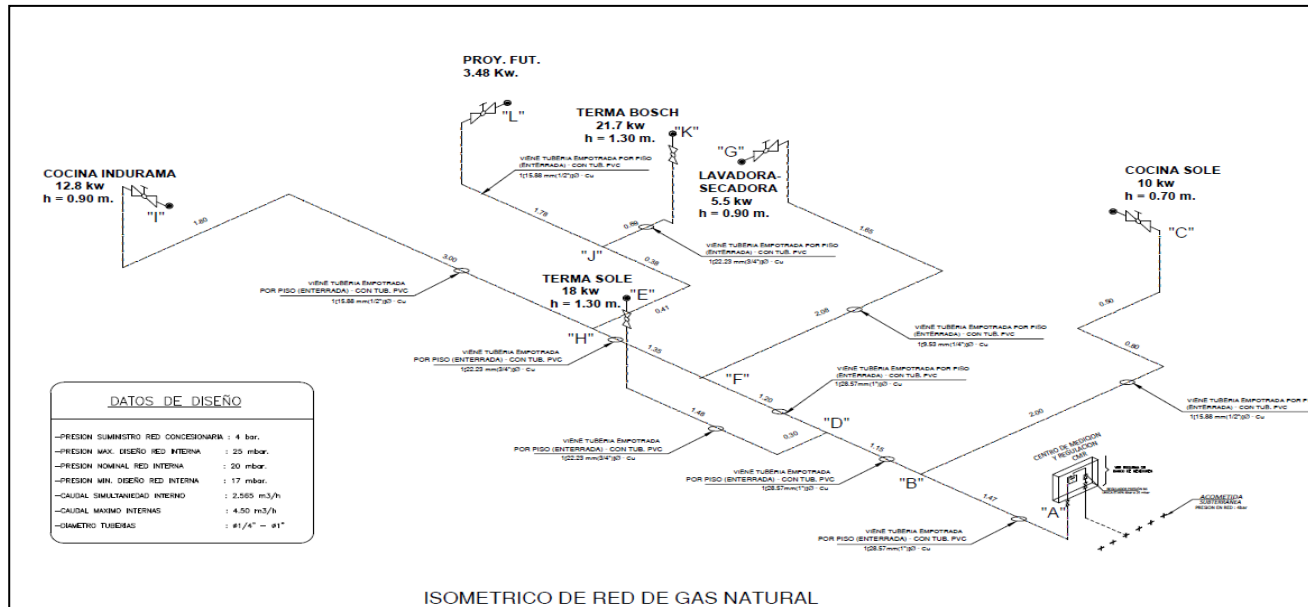
Por tanto, según la identificación de la edificación, las características y equipamiento corresponden a un riesgo ordinario nivel 1.

c) Realizar el plano de la red interna de gas natural sobre los planos.

Se estableció el recorrido final de la red interna de gas natural el cual se proyecta en un plano isométrico de instalación de la red interna de gas natural. Incluyendo los siguientes datos: artefactos, ventilaciones, medidor y puntos de consumos el cual debe quedar en conformidad y aprobados por el cliente.

Figura 3.4

PLANO ISOMÉTRICO DE INSTALACIÓN DE LA RED INTERNA DE GAS NATURAL.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

d) Cálculo de Espacio Confinado en cada recinto

Se determinó el tipo de espacio, según la Norma Técnica Peruana NTP - 111.022 Gas Natural Seco. Requisitos y métodos para ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial.

Recinto N°1:

Cocina Sole:

Figura 3.5

COCINA MARCA SOLE PARA RECINTO EL N°1.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Terma Sole:

Figura 3.6

TERMA MARCA SOLE PARA RECINTO N°1.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Para el cálculo de la potencia total en el recinto N°1, tenemos los siguientes datos

Cuadro 3.3

CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTEFACTOS DEL RECINTO N°1.

ARTEFACTO	POTENCIA (Kw)	POTENCIA (Kcal/h)
Cocina Sole	10	8598.45
Terma Sole de 10 litros	18	15477.21
Potencia Total	28	

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cálculo del Volumen del recinto N°1:

$V = \text{ancho} * \text{largo} * \text{altura}$

$V = 2.65 \times 3.4 \times 2.40 = 21.7 \text{ m}^3$

Cálculo de Espacio Confinado:

$$\Delta = \frac{\text{Volumen Total}}{\text{Potencia Total}} = \frac{21.7 \text{ m}^3}{28 \text{ kw}} = 0.78 \text{ m}^3/\text{kw} < 4.8 \text{ m}^3/\text{kw}$$

Por lo tanto, el recinto N°1 es espacio confinado y necesitara rejillas de ventilación.

Recinto N°2:

Lavadora – secadora:

Figura 3.7

LAVADORA – SECADORA PARA RECINTO N°2.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cocina Indurama:

Figura 3.8

COCINA MARCA INDURAMA PARA RECINTO N°2.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Terma Bosch:

Figura 3.9
TERMA BOSCH DE 10 LITROS RECINTO N°2.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Para el cálculo de la potencia total en el recinto N°2, tenemos los siguientes datos:

Cuadro 3.4

CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTEFACTOS DEL RECINTO N°2.

ARTEFACTO	POTENCIA (Kw)	POTENCIA (Kcal/h)
Cocina Indurama	12.8	11006.02
Terma Bosch	21.7	18658.64
Lavadora -secadora	5.5	4729.15
Potencia Total	40	

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cálculo del Volumen del recinto N°2:

$V = \text{ancho} * \text{largo} * \text{altura}$

$V = 4.2 * 4.48 * 2.40 = 45.16 \text{ m}^3$

Cálculo de Espacio Confinado:

$$\Delta = \frac{\text{Volumen Total}}{\text{Potencia Total}} = \frac{45.16 \text{ m}^3}{40 \text{ kw}} = 1.129 \text{ m}^3/\text{kw} < 4.8 \text{ m}^3/\text{kw}$$

Por lo tanto, el recinto N°2 es espacio confinado y necesitara rejillas de ventilación

Se determinó si el espacio total que contiene a los dos recintos es confinado o no, se determinó de la siguiente manera:

Datos del espacio total de los dos recintos:

Altura (H) = 2.4 m

Largo = 16.9 m

Ancho = 8.4 m

Volumen total= ancho * largo* altura= 340.8 m³

Potencia total = R1 +R2

Cuadro 3.5
POTENCIA TOTAL EN LOS RECINTOS INTERNOS.

RECINTO	POTENCIA (KW)
1	28
2	40
Potencia Total (KW)	68

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Calculo Total de Espacio de los dos recintos:

$$\Delta = \frac{\text{Volumen Total}}{\text{Potencia Total}} = \frac{340.8 \text{ m}^3}{68 \text{ kw}} = 5.01 \text{ m}^3 / \text{kw} > 4.8 \text{ m}^3 / \text{kw}$$

El recinto total de la planta 1, es espacio No Confinado, por lo tanto, se puede extraer aire de dicho espacio, para el diseño de las rejillas de ventilación de los recintos menores.

Cuadro 3.6

DATOS DE VERIFICACIÓN DE ESPACIO CONFINADO DE RECINTO N°1.

VERIFICACIÓN DE ESPACIO CONFINADO		El recinto es confinado <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<small>Vrec: Volumen del recinto - Mayor que Vmin. Volumen mínimo</small>			
VOLUMEN DEL RECINTO Vrec. =	Alto <u>2.4</u>	Ancho <u>2.65</u>	prof. <u>3.4</u> = <u>21.8</u> M ³
Número conjunto de hornillas en estufas =	<u>1</u>	X	Kw = <u>10</u> Kw
Número conjunto de hornos =		X	Kw = _____ Kw
Número conjunto de calentadores =	<u>1</u>	X	Kw = <u>18</u> Kw
Número conjunto de secadoras =		X	Kw = _____ Kw
Otro Equipo adicional =		X	Kw = _____ Kw
SUMATORIA TOTAL DE LA POTENCIA CONJUNTA EN ARTEFACTOS A GAS =			<u>28</u> Kw
(Multiplicar por) x			<u>0.78</u> M ³ /Kw
Vmin. = Volumen Mínimo que debe tener el Recinto x			<u>135</u> M ³
RECINTO ADYACENTE 1			
Area de la sección transversal de comunicación permanente			
VOLUMEN DEL RECINTO ADYACENTE	= Alto	Ancho	prof. = _____ M ³
OBSERVACIONES			
<u>Recinto confinado. Rejilla</u>			

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cuadro 3.7

DATOS DE VERIFICACIÓN DE ESPACIO CONFINADO DE RECINTO N°2.

VERIFICACIÓN DE ESPACIO CONFINADO
Vrec: Volumen del recinto. Mayor que Vmin. Volumen mínimo

El recinto es confinado SI NO

VOLUMEN DEL RECINTO Vrec. = Alto 2.4 Ancho 4.2 prof. 4.48 = 45.16 M³

Número conjunto de hornillas en estufas = 1 X _____ Kw = 12.8 Kw

Número conjunto de hornos = _____ X _____ Kw = _____ Kw

Número conjunto de calentadores = 1 X _____ Kw = 26.7 Kw

Número conjunto de secadoras = 1 X _____ Kw = 55 Kw

Otro Equipo adicional = _____ X _____ Kw = _____ Kw

SUMATORIA TOTAL DE LA POTENCIA CONJUNTA EN ARTEFACTOS A GAS = 40.0 Kw

(Multiplicar por) = 1.129 M³/Kw

Vmin. = Volumen Mínimo que debe tener el Recinto = 192. M³

RECINTO ADYACENTE 1
 Área de la sección transversal de comunicación permanente

VOLUMEN DEL RECINTO ADYACENTE = Alto _____ Ancho _____ prof. _____ = _____ M³

OBSERVACIONES

Perm. de Recinto

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Etapa II: Selección de los componentes de ventilación y dimensionamiento de Tuberías

Diseño de Rejillas de Ventilación

Según NTP 111.022 (2008) para Modelos de ventilación por espacios en un mismo piso por cada 22 cm^2 de rejilla equivale a 1 kw de potencia y abertura de rejilla $> 645 \text{ cm}^2$

El área mínima de rejilla libre debe ser 645 cm^2 .

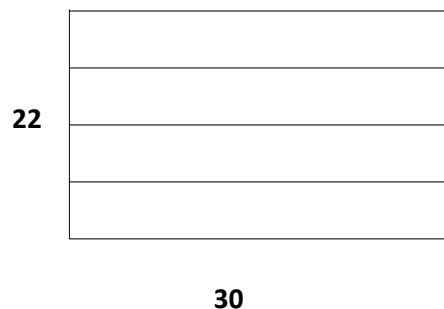
Entonces pasaremos a realizar los cálculos de las rejillas de ventilación para los Recinto 1 y 2:

Recinto N°1:

Potencia Total: 28 kw

$$\text{Área de la rejilla} = \frac{28 \text{ kw} \times 22 \text{ cm}^2}{1 \text{ kw}} = 616 \text{ cm}^2 < 645 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se instalarán 1 rejilla de área mínima de 645 cm^2 de dimensiones de 22 cm de alto y 30 cm de ancho

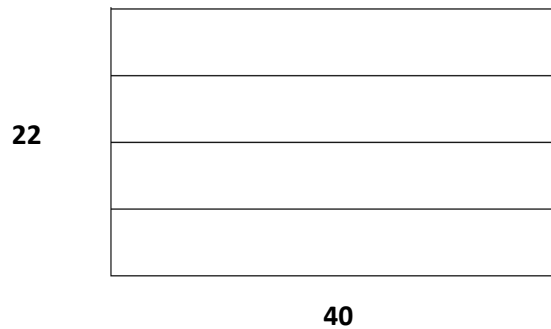


Recinto N°2

Potencia Total: 40 kw

$$\text{Área de la rejilla} = \frac{40 \text{ kw} \times 22 \text{ cm}^2}{1 \text{ kw}} = 880 \text{ cm}^2 \geq 645 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se instalarán 1 rejilla de dimensiones de 22 cm de alto y 40 cm de ancho.



Se muestra las rejillas de ventilación implementadas.

Figura 3.10

REJILLAS DE VENTILACIÓN PARA LOS RECINTOS.



Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

- **Dimensionamiento de los tramos de las Tuberías**

La implementación se dividió en once tramos para la planta del primer piso donde se realizará la implementación de tuberías de PEALPE y tuberías de cobre.

Donde: Longitud Equivalente = 1.2 x Long. Real

Las medidas para cada tramo de los recintos son las siguientes:

Cuadro 3.8

TRAMOS Y LONGITUD EQUIVALENTE.

Tramo	Longitud real (m)	Longitud equivalente (m)
AB	1.47	1.764
BC	3.35	4.02
BD	1.15	1.38
DE	1.85	2.22
DF	1.2	1.44
FG	3.65	4.38
FH	1.35	1.62
HI	4.18	5.016
HJ	0.85	1.02
JK	0.75	0.9
JL	1.78	2.136
Long. total tubería montante (m)	21.6	25.9

Fuente: Elaboración propia.

El medidor se encuentra fuera de los recintos por lo que se tomó las medidas para cada tramo desde la válvula de cierre general hasta la conexión de los gasodomésticos.

Etapas III: Ingeniería de las redes internas de gas.

Caudales nominales para cada tramo de tubería

El caudal nominal de un artefacto viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Caudal} = Q_n = \frac{\text{Potencia Termica de Cada Artefacto}}{\text{PCS del Gas Natural}}$$

PCS: Poder calorífico superior o bruto

Para las potencias de cada gasodoméstico y el poder calorífico superior (véase cuadro 3.9),

Cuadro 3.9
VALORES DE LAS POTENCIAS DE LOS GASODOMÉSTICOS Y PCS.

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Densidad relativa del gas natural	0.62	
PCS gas natural	9500	(Kcal/m ³)
01 cocina Sole	8598.45	(Kcal/h)
01 terma Sole	15477.21	(Kcal/h)
01 lavadora Samsung	4729.15	(Kcal/h)
01 cocina Indurama	11006.02	(Kcal/h)
01 terma Bosch	18658.64	(Kcal/h)
Proyección (fuente de reserva para un artefacto)	3000	(Kcal/h)

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó la ecuación de caudal nominal, los caudales para cada tramo fueron los siguientes:

$$Q_{JL} = \frac{3000 \text{ Kcal/h}}{9500 \text{ Kcal/m}^3} = 0.315 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{JK} = \frac{18658.64 \text{ Kcal/h}}{9500 \text{ Kcal/m}^3} = 1.964 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{HJ} = Q_{JL} + Q_{JK} = 0.315 + 1.964 = 2.279 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{HI} = \frac{11006.02 \text{ Kcal/h}}{9500 \text{ Kcal/m}^3} = 1.158 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{FH} = Q_{HI} + Q_{HJ} = 1.158 + 2.279 = 3.437 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{FG} = \frac{4729.15 \text{ Kcal/h}}{9500 \text{ Kcal/m}^3} = 0.497 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{DF} = Q_{FG} + Q_{FH} = 0.497 + 3.437 = 3.934 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{DE} = \frac{15477.21}{9500} = 1.629 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{BD} = Q_{DE} + Q_{DF} = 1.629 + 3.934 = 5.563 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{BC} = \frac{8598.45}{9500} = 0.9051 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{AB} = Q_{JL} + Q_{HI} + Q_{FG} + Q_{DE} + Q_{BC}$$

$$Q_{AB} = 0.315 + 1.158 + 0.497 + 1.629 + 0.9051$$

$$Q_{AB} = 4.5041 \frac{m^3}{h}$$

Caída de presión y diámetros nominales internos

Se determinó los diámetros nominales internos y la caída de presión de cada tramo, se utilizó las siguientes formulas:

$$\Delta_{P.Teórico} \text{ (mbar)} = 1.8 \left(\frac{\text{Longitud Real de Tramo de Tubería}}{\text{Longitud Total de Tubería Montante}} \right)$$

$$\text{Diámetro Teórico (mm)} = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * \text{Dens.Relat.GN} * L_{ong.Equiv} * Q^{1.82}}{\Delta \text{Potencial Teorico}}}$$

$$\Delta_{P.Real} \text{ (mbar)} = \frac{22759 * \text{Dens.Relat.GN} * L_{ong.Equiv} * Q^{1.82}}{(\text{Diámetro de Tabla})^{4.82}}$$

Densidad del Gas Natural (ρ)

$$\rho = 0.62 \text{ kg/m}^3$$

Estos cálculos se complementaron con los siguientes cuadros para los diámetros nominales de tubería de PEALPE y tubería de cobre.

Cuadro 3.10
DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA DE PEALPE.

Referencia	Diámetro nominal pulg.	Diámetro externo mm	Diámetro interno mm	Espesor pared mm	Radio mín. de curvatura mm	Presión máx. de trabajo PSI	Temp. máx. de trabajo °C	Peso estándar Kg x m	Metros x Rollo
1216	½"	16	12	2	80	150	40	0.11	200
1418	5/8"	18	14	2	90	150	40	0.12	100
1620	¾"	20	16	2	100	150	40	0.16	100
2026	1"	26	20	3	125	150	40	0.23	100
2632	1¼"	32	26	3	160	150	40	0.34	50

Fuente: AS 4176

Cuadro 3. 11
DIÁMETROS DE INSTALACIONES INTERNAS DE TUBERÍA DE COBRE.

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Pared	Peso	Peso por rollo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	libras kilogramos
1/4"	0.375"	0.315"	0.030"	0.126	7.575
6.35 mm	9.525	8.001	0.762	0.188	3.439
3/8"	0.500"	0.430"	0.035"	0.198	11.907
9.5 mm	12.700	10.922	0.889	0.295	5.406
1/2"	0.625"	0.545"	0.040"	0.285	17.127
12.7 mm	15.875	13.843	1.016	0.424	7.776
5/8"	0.750"	0.666"	0.042"	0.363	21.760
15.785 mm	19.050	16.916	1.067	0.539	9.879
¾"	0.875"	0.785"	0.045"	0.455	27.337
19 mm	22.225	19.939	1.143	0.678	12.411
1"	1.125"	1.025"	0.050"	0.655	39.341
25 mm	28.575	26.035	1.270	0.976	17.861

Fuente: NTP 342.552-1

Tener en cuenta las condiciones del gas natural:

Los cálculos de la red interna de gas natural pueden resolverse en condiciones promedio estándar (de referencia) y condiciones normales. (véase cuadro N° 3.12, en la página 107)

Cuadro 3.12

CONDICIONES DEL GAS.

Condiciones	Presión absoluta	Temperatura
Normales	1,01325 bar	0°C (273,15 K)
Estándar	1,01325 bar	15°C (288,15 K)

Fuente: <https://www.ingenierosindustriales.com/>

Para cada tramo se tuvo:

TRAMO AB

$$P_{teorica} = 1.8 \left(\frac{1.47}{21.58} \right) = 0.127 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 1.764 * 4.5041^{1.82}}{0.127}} = 22.119 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 22.119 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 32 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4} \text{ ''}$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 22.119 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 28.575 \text{ mm} = 1 \frac{1}{8} \text{ ''}$$

Para el cálculo de P_{real} tenemos:

$$P_{real} = \frac{22759 * 0.62 * 1.764 * 4.5041^{1.82}}{(26^{4.82})} = 0.058 \text{ mbar}$$

TRAMO BC

$$P_{teorica} = (1.8 - 0.058) \left(\frac{3.35}{21.58} \right) = 0.270 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 4.02 * 0.9051^{1.82}}{0.270}} = 12.242 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 12.242 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 14 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 18 \text{ mm} = 5/8 \text{ ''}$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 22.119 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 13.843 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 15.875 \text{ mm} = 5/8 \text{ ''}$$

Para el cálculo de P_{real} tenemos:

$$P_{real} = \frac{22759 * 0.62 * 4.02 * 0.9051^{1.82}}{(14^{4.82})} = 0.142 \text{ mbar}$$

TRAMO BD

$$P_{teorica} = (1.8 - 0.058) \left(\frac{1.15}{21.58} \right) = 0.093 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 1.38 * 5.563^{1.82}}{0.093}} = 24.285 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 24.285 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 32 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4} \text{ ''}$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 24.285$ mm (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 28.575 \text{ mm} = 1 \frac{1}{8} "$$

$$P_{real} = \frac{22759 * 0.62 * 1.38 * 5.563^{1.82}}{(26^{4.82})} = 0.067 \text{ mbar}$$

TRAMO DE

$$P_{teorica} = (1.8 - 0.058 - 0.067) \left(\frac{1.85}{21.58} \right) = 0.143 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 2.22 * 1.629^{1.82}}{0.143}} = 15.417 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 15.417$ mm (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 16 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 20 \text{ mm} = \frac{3}{4} "$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 15.417$ mm (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 16.916 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 19.050 \text{ mm} = \frac{3}{4} "$$

$$P_{real} = \frac{22759 * 0.62 * 2.22 * 1.629^{1.82}}{(16^{4.82})} = 0.119 \text{ mbar}$$

TRAMO DF

$$P_{teorica} = (1.8 - 0.058 - 0.067) \left(\frac{1.20}{21.58} \right) = 0.093 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 1.44 * 3.934^{1.82}}{0.093}} = 21.496 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 21.496 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{\text{tabla}}} = 32 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4} \text{ "}$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 21.496 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{\text{tabla}}} = 28.575 \text{ mm} = 1 \frac{1}{8} \text{ "}$$

$$P_{\text{real}} = \frac{22759 * 0.62 * 1.44 * 3.934^{1.82}}{(20^{4.82})} = 0.037 \text{ mbar}$$

TRAMO FG

$$P_{\text{teorica}} = (1.8 - 0.058 - 0.067 - 0.037) \left(\frac{3.65}{21.58} \right) = 0.277 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 4.38 * 0.497^{1.82}}{0.277}} = 9.88 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 9.88 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 12 \text{ mm}, D_{ext_{\text{tabla}}} = 16 \text{ mm} = 1/2 \text{ "}$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 9.88 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 10.9 \text{ mm}, D_{ext_{\text{tabla}}} = 12.7 \text{ mm} = 3/8 \text{ "}$$

$$P_{\text{real}} = \frac{22759 * 0.62 * 4.38 * 0.497^{1.82}}{(12^{4.82})} = 0.108 \text{ mbar}$$

TRAMO FH

$$P_{teorica} = (1.8 - 0.058 - 0.067 - 0.037) \left(\frac{1.35}{21.58} \right) = 0.103 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 1.62 * 3.437^{1.82}}{0.103}} = 20.5 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 20.5 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 32 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4}''$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 20.5 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 26 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 28.575 \text{ mm} = 1 \frac{1}{8}''$$

$$P_{real} = \frac{22759 * 0.62 * 1.62 * 3.437^{1.82}}{(26^{4.82})} = 0.032 \text{ mbar}$$

TRAMO HI

$$P_{teorica} = (1.8 - 0.058 - 0.067 - 0.037 - 0.032) \left(\frac{4.18}{21.58} \right) \\ = 0.311 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 5.016 * 1.158^{1.82}}{0.311}} = 13.66 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 13.66 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{tabla}} = 14 \text{ mm}, D_{ext_{tabla}} = 18 \text{ mm} = \frac{5}{8}''$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 13.66 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 13.843 \text{ mm}, D_{\text{ext}_{\text{tabla}}} = 15.875 \text{ mm} = 5/8 \text{ "}$$

$$P_{\text{real}} = \frac{22759 * 0.62 * 5.016 * 1.158^{1.82}}{(14^{4.82})} = 0.276 \text{ mbar}$$

TRAMO HJ

$$P_{\text{teorica}} = (1.8 - 0.058 - 0.067 - 0.037 - 0.032) \left(\frac{0.85}{21.58} \right) \\ = 0.063 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 1.02 * 2.279^{1.82}}{0.063}} = 17.65 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 17.65 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 20 \text{ mm}, D_{\text{ext}_{\text{tabla}}} = 26 \text{ mm} = 1 \text{ "}$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 17.65 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 19.939 \text{ mm}, D_{\text{ext}_{\text{tabla}}} = 22.225 \text{ mm} = 7/8 \text{ "}$$

$$P_{\text{real}} = \frac{22759 * 0.62 * 1.02 * 2.279^{1.82}}{(20^{4.82})} = 0.034 \text{ mbar}$$

TRAMO JK

$$P_{\text{teorica}} = (1.8 - 0.058 - 0.067 - 0.037 - 0.032 - 0.034) \left(\frac{0.75}{21.58} \right) \\ = 0.055 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 0.9 * 1.964^{1.82}}{0.055}} = 16.72 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 16.72 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 20 \text{ mm}, D_{e_{\text{tabla}}} = 26 \text{ mm} = 1''$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 16.72 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 19.939 \text{ mm}, D_{e_{\text{tabla}}} = 22.225 \text{ mm} = 7/8''$$

$$P_{\text{real}} = \frac{22759 * 0.62 * 0.9 * 1.964^{1.82}}{(20^{4.82})} = 0.023 \text{ mbar}$$

TRAMO JL

$$P_{\text{teorica}} = (1.8 - 0.058 - 0.067 - 0.037 - 0.032 - 0.034) \left(\frac{1.78}{21.58} \right) \\ = 0.130 \text{ mbar}$$

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 * 0.62 * 2.136 * 0.315^{1.82}}{0.130}} = 8.390 \text{ mm}$$

Para la tubería de PEALPE:

Por lo tanto, para un $D_i = 8.390 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.10, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 12 \text{ mm}, D_{e_{\text{tabla}}} = 16 \text{ mm} = 1/2''$$

Para la tubería de cobre:

Por lo tanto, para un $D_i = 8.390 \text{ mm}$ (véase cuadro 3.11, en la página 106)

$$D_{i_{\text{tabla}}} = 10.9 \text{ mm}, D_{e_{\text{tabla}}} = 12.7 \text{ mm} = 1/2''$$

$$P_{\text{real}} = \frac{22759 * 0.62 * 2.136 * 0.315^{1.82}}{(12^{4.82})} = 0.023 \text{ mbar}$$

La presión de distribución a la cual se distribuye el gas natural en una red de distribución troncal principal, de acuerdo a la reglamentación nacional técnica es de 72.5 PSI o 5 BAR.

Las presiones máximas en las líneas internas de suministro de gas natural para uso residencial son las siguientes:

Cuadro 3.13

PRESIONES MÁXIMAS EN LAS LÍNEAS PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL PARA USO RESIDENCIAL.

Líneas para suministro de gas natural para uso residencial	Presión máxima KPa (mbar)
Línea montante (red principal)	34 KPa (340 mbar)
Línea individual interior	2.3 KPa (23 mbar)

Fuente: Norma técnica peruana NTP 111.011- 2014.

El resumen de los cálculos de diseño para la implementación de redes internas de gas natural con tuberías de PEALPE y tubería de cobre que se realizó en la Etapa III (véase cuadro N° 3.14)

Cuadro 3. 14
CÁLCULOS DE DISEÑO DE TUBERÍAS DE PEALPE Y TUBERÍA DE COBRE.

TRAMO	Long. Real (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m ³)	Presion Teór. (mbar)	Presion. Real (mbar)	Diám. int. Calc. (mm)	Tubería de PEALPE		Tubería de cobre	
							Diám. ext. Tabla (mm)	Diám. ext (pulg)	Diám. ext. Tabla (mm)	Diám. ext. (pulg)
AB	1.47	1.764	4.5041	0.127	0.058	22.119	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
BC	3.35	4.02	0.9051	0.27	0.142	12.242	18	5/8"	15.875	5/8"
BD	1.15	1.38	5.563	0.093	0.067	24.285	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
DE	1.85	2.22	1.629	0.143	0.119	15.417	20	3/4"	19.05	3/4"
DF	1.2	1.44	3.934	0.093	0,037	21.496	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
FG	3.65	4.38	0.497	0.277	0.108	9.88	16	1/2"	12.7	3/8"
FH	1.35	1.62	3.437	0.103	0.032	20.5	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
HI	4.18	5.016	1.158	0.311	0.276	13.66	18	5/8"	15.875	5/8"
HJ	0.85	1.02	2.279	0.063	0.034	17.65	26	1"	22.225	7/8"
JK	0.75	0.9	1.964	0.055	0.023	16.72	26	1"	22.225	7/8"
JL	1.78	2.136	0.315	0.13	0.023	8.39	16	1/2"	12.7	1/2"

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

El primer tramo de la línea individual interior que sale del centro de medición y conduce el caudal total es el tramo más crítico que alimenta a todos los gasodomésticos; debe tener un diámetro nominal igual o superior a ½ pulgada de acuerdo a los cálculos de diseño y a la norma técnica peruana NTP 111.011-2014.

Etapa IV: Selección de material de la red interna y selección de accesorios

Selección de material de la red interna de gas

Para seleccionar el material de red observamos los diferentes factores que intervienen en una instalación tipo de material, peso, empaquetado, conexiones permeabilidad y otros factores (véase cuadro N° 3.15)

Cuadro 3.15

COMPARACIÓN DE TUBERÍAS.

Características	Tubos multicapa	Otro tubos plásticos	Tubos galvanizados	Tubos de cobre rígido
Materiales	PE AL PE PEX AL PEX	PCC, PE, PB, UPVC, etc.	Acero	Cobre
Peso	Ligero	Ligero	Pesado	Medio
Empaquetado	Se puede doblar	Se puede doblar ó mantener recto	Recto	Recto
Cortar	Es el más fácil	Fácil	Difícil	Difícil
Conexión	Fácil	Fácil	Difícil	Difícil
Resistencia contra choque	Fuerte	General	Fuerte	General
Resistencia contra presión	Alta	General	Alta	Alta
Resistencia contra corrosión	Alta	Alta	Mala	Alta
Doblamiento	Es fácil de doblar y mantiene la forma	Es fácil pero se vuelve a redoblar	No se puede doblar	No se puede doblar
Permeabilidad	100% impermeables	Difusión de oxígeno	No	No
Estabilidad	Alta	Más baja	Alta	Alta
Instalación	Fácil y sin contaminación	Fácil	Difícil	Difícil
Resistencia al fuego	Buena	Mala	La mejor	Buena
Durabilidad	La más larga	Larga	Corta	Larga
Higiene	La mejor	Buena	Mala	Buena
Perdida de temperatura	1°C x 15m	1°C x 1.5m	1°C x 1.5m	1°C x 1.5m

Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe/>


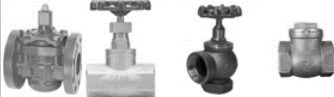

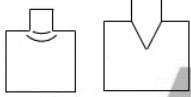
Por beneficios técnicos se selecciona a la tubería de PEALPE por su fácil cortado, fácil conexión, alta estabilidad, fácil instalación.

Selección de accesorios

Para la selección de accesorios se siguió las recomendaciones de la NTP 111.011-2014 en base a resistencia de codos, accesorios, y válvulas para gas natural.

Cuadro 3.16

RESISTENCIA DE CODOS, ACCESORIOS, Y VÁLVULAS.

		Accesorios roscados			Válvulas (roscado, bridado o soldado)				Soldadura codo de 90° y codo doblado	Soldadura de T	
		Codo			Válvula				R/d ϕ = 1-1/2	Soldado en	
		45°	90°	Te	Tapón	Globo	Ángulo	Check		Forjado	Ángulo **
Factor k		0,42	0,9	1,8	0,9	10	5	25	0,36	1,35	1,8
N=L/D radio ++=		14	30	60	30	333	167	83	12	45	60
Tamaño de la tubería pulgada	Diámetro interno (d) mm										
3/8	12,52	0,18	0,37	0,75	0,37	4,18	2,09	1,04	0,15	0,56	0,75
1/2	15,80	0,22	0,47	0,94	0,47	5,27	2,64	1,29	0,19	0,17	0,94
3/4	20,93	0,29	0,63	1,26	0,63	6,98	3,47	1,74	0,25	0,94	1,26
1	26,64	0,37	0,80	1,60	0,80	8,87	4,45	2,22	0,32	1,20	1,60
1-1/4	35,05	0,49	1,05	2,10	1,05	11,67	5,82	2,92	0,42	1,58	2,10
1-1/2	40,89	0,49	1,23	2,45	1,23	13,62	6,83	3,41	0,49	1,84	2,45
2	52,50	0,73	1,58	3,14	1,58	17,50	8,75	4,39	0,63	2,36	3,14
2-1/2	62,71	0,88	1,88	3,75	1,88	20,88	10,45	5,21	0,75	2,82	3,75
3	77,93	1,09	2,34	4,66	2,34	25,97	12,98	6,49	0,94	3,51	4,66
4	102,3	1,23	3,08	6,16	3,08	34,14	17,07	8,53	1,23	4,60	6,16
5	128,2	1,79	3,84	7,68	3,84	42,67	21,33	10,67	1,54	5,76	7,68

Fuente: NTP 111.011-2014

Para la tubería de PEALPE y tubería de cobre como material de la red interna de gas se seleccionó los accesorios para acoplarlos a la red.

Accesorios.

Cuadro 3.17

ACCESORIOS UTILIZADOS EN LA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PEALPE Y TUBERÍA DE COBRE

Accesorios en instalación en tubería de PEALPE.	Accesorios en instalación en tubería de cobre.
Adaptador H 1418 x 1/2" NPT	Tubería cobre SCH-40 1/2"
Adaptador M 1418 x 1" NPT	Anclaje Seno
Tee PE AL PE 1418x1418	Válvula de paso de 1/2"
Válvula 1418 PE AL PE	Tapón en cobre de 1/2"
Tee AG 1/2 NPT	Tee en cobre de 1/2"
Camisa conduxflex	Codo 90° en cobre de 1/2"
Codo 90° AG 1/2 NPT	Unión en cobre de 1/2"
Tapón AG 1/2 NPT	Riel de fijación
Avisos de señalización	Avisos de señalización
Sellante fuerza media	Sellante fuerza alta
Abrazaderas ATG	

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Tendido, habilitación e instalación de tuberías y accesorio.

Para las condiciones de los recintos 1 y 2 la implementación se dio por una instalación de red interna mixta, con tramos de tuberías empotrados y tramos de instalación de red la vista.

Se empleó abrazaderas en los tramos de la instalación de red de tuberías a la vista y se aseguró la tubería a los muros por medio de anclajes que garanticen la seguridad y estabilidad de la tubería.

Para habilitar los accesorios y tubería de PEALPE y tubería de cobre se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cumplir con la norma técnica la NTP- N°111.011-2014 aplicable.
- Verificar las condiciones de instalación.
- Revisar que las tuberías y accesorios estén libres de impurezas.
- Utilizar las herramientas adecuadas y estén en buenas condiciones

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1) Se reconoció la tubería de PEALPE y tubería de cobre, según los diámetros a utilizar (16,20 y 26 mm) indicadas en el plano a construir.
- 2) Se cortó la tubería y preparar los accesorios, según las siguientes indicaciones:
 - **Corte**

Se reconoció la tubería de PEALPE y la tubería de cobre marcar longitud requerida y proceder a cortar formando un ángulo recto.
 - **Biselar y abocardar**

Al finalizar de cortar la tubería de PEALPE y la tubería de cobre queda su sección transversal queda en forma elíptica se corrigió con el biselador ejerciendo presión y se abocarda el extremo para su unión con los accesorios.
 - **Curvar**

Se curvó en tramos cortos para en el interior de la tubería de PEALPE y la tubería de cobre para ello coloca un resorte interno en los extremos en tramos prolongados.
 - **Doblado**

Usar la palanca multifunción para doblar la, evitar para radios menores de 2,5 veces el diámetro exterior del tubo.
 - **Introducir el accesorio**

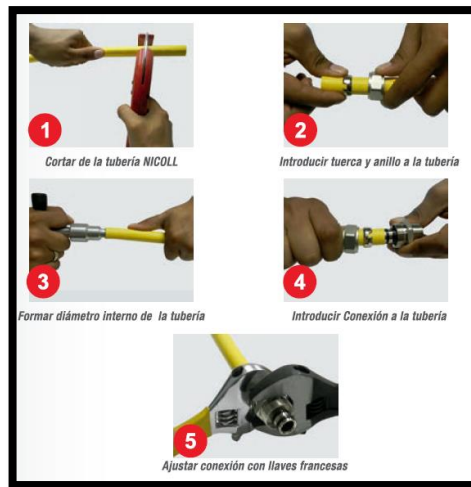
El casquillo y el accesorio se introducen por los orificios del casquillo que llega al final de la tubería.
 - **Prensado**

Usar la mordaza según diámetro se colocó sobre el anillo plástico porta casquillos para fijar la posición y apretar hasta que la mordaza este cerrada.
 - **Introducir el accesorio y ajuste**

Se apretó y aseguró la tuerca con una llave ajustable.

Figura 3.11

PROCEDIMIENTO DE HABILITACIÓN DE TUBERÍA DE PEALPE.



Fuente: <https://www.policonstruccionperu.com.pe>

- 3) Se unió la línea montante de PEALPE y cobre mediante codos y accesorios a las demás derivaciones de tuberías.

Uniones para tuberías de cobre.

Se realizó según Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 (2014) según el tipo de unión y accesorios. Para nuestro caso usamos soldadura blanda y accesorio con anillo de ajuste.

Cuadro 3.18

UNIONES DE TUBERÍAS DE COBRE.

Diámetro de tubería en mm	Soldadura fuerte	Soldadura blanda	Accesorio con anillo de ajuste (Pinch ring fitting)	Accesorios con anillos de presión (Press ring fitting)
	Espesor de pared mínima en mm			
12 – 15 – 18 - 22	1	(*)	1	1
28	1	1	1	1.5
35 – 42	1	-	Prohibido	Prohibido
54	1.2	-	Prohibido	Prohibido

Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 -2014.

- 4) La línea montante se conectó con una tee reductora para unir las tuberías de PEALPE según lo indicado en el plano.

Figura 3.12

TEE REDUCTORA.



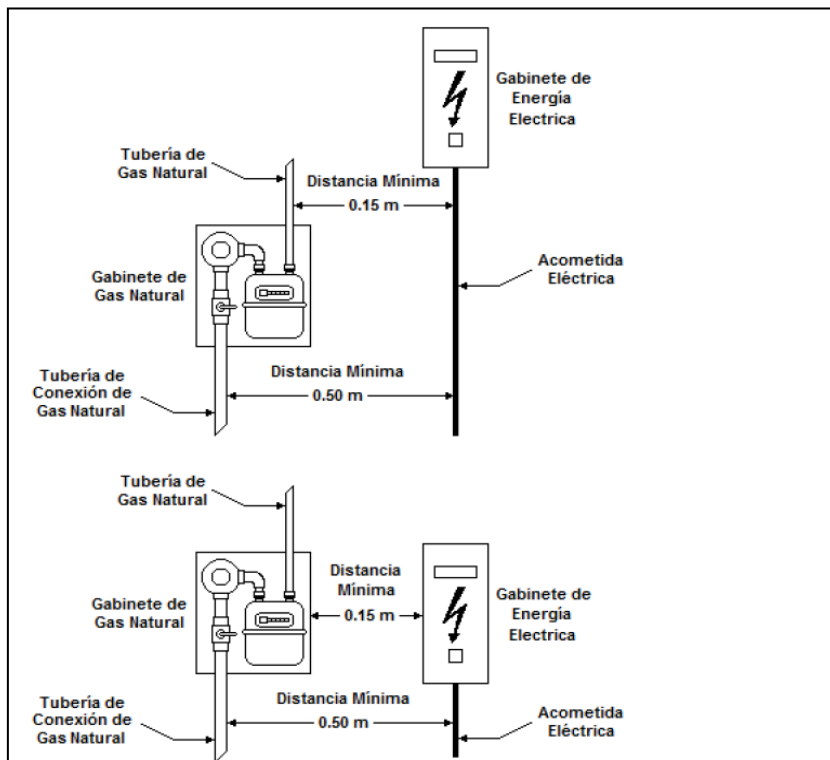
Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

- 5) Se abocinó la tubería de PEALPE y tubería de cobre luego se acopló un adaptador de presión y rosca que servirá para las pruebas de hermeticidad.
- 6) Se colocó de accesorios como las válvulas tipo bola y las válvulas de cierre general al inicio de la línea montante.

Se instaló la caja de protección y regulador de presión verificando las características técnicas del medidor y según la Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 -2014 (véase figura N° 3.13)

Figura 3.13

DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE ACOMETIDAS Y TUBERÍAS DE CONEXIÓN.



Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 - 2014

Etapas V: Protocolo de Conformidad y Entrega

Protocolo de pruebas.

En el protocolo de pruebas se documentó un certificado que verifique la correcta instalación de la red interna de tubería de gas natural.

Según la Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 (2014) Finalizada la implementación de la red interna y antes de ponerla en servicio se procede con la prueba de hermeticidad de la instalación que consiste en probar con aire o con gas inerte a presión de 32 psi las tuberías y accesorios para verificar su hermeticidad en las válvulas de corte de los gasodomésticos, las cuales se dejarán abiertas y cerradas durante la prueba.

En caso de tuberías con una presión de operación de 60 mbar o menos, la presión de hermeticidad deberá ser de 100 mbar como mínimo. Las presiones para el ensayo de hermeticidad. (véase cuadro N° 3.19)

Cuadro 3.19
PRESIONES PARA EL ENSAYO 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

Fuente: Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 – 2014.

Según la Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 - 2014 De concluir la prueba satisfactoriamente, se debe entregar un Acta de Conformidad por escrito indicando la fecha, la hora, la presión y la duración de dicha prueba.

Acta de Conformidad

El acta de conformidad lo realizó Hidrogas Sac. otorgó validez de la correcta instalación de los equipos y la red interna de tuberías de gas natural

BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros otorga la garantía y validez de la operatividad de las tuberías y accesorios durante el periodo de doce meses.

Limitaciones de garantía.

La garantía tiene una validez de 18 meses la cual comienza una vez entregada la implementación en funcionamiento y aprobado por el cliente.

La garantía no será cubierta en caso de agentes externos como:

- Golpes, aplastamiento.
- Manipulación de equipos por personal técnico y/o operario de otra institución o empresa.

Puesta en servicio.

Según Norma Técnica Peruana. NTP 111.011 (2014). El proceso de cargar con gas natural en una tubería que está llena de aire, requiere que dentro de la tubería no se generen mezclas inflamables o que estas no se liberen dentro de espacios confinados. Para ello se solicitó el certificado de calidad de tubería al proveedor.

Figura 3. 15
CERTIFICADO DE CALIDAD DE TUBERÍA.

INVERSIONES JM SAC

CERTIFICADO DE CALIDAD 10/09/20

EXPEDIDO A BV SERGECON - ARQUITECTOS E INGENIEROS

PRODUCTO TUBERIA DE PEALPE DE ALTA DENSIDAD HDPE 25mm PN 16 SDR 11 PE 100

ALCANCE

NTP-ISO 4427-2:2008 Sistema de Tuberías Plásticas. Tubos de PEALPE (PE) y conexiones para abastecimiento de agua y propósitos generales. Parte 2: Tubos

MÉTODOS

NTP-ISO 3126:1997 Tubos Plásticos. Medición de Dimensiones.
NTP-ISO 1167:2004 Tubos termoplásticos para el transporte de fluidos. Resistencia a la Presión Interna. Método de Ensayo.

RESULTADOS

REQUISITOS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS	EVALUACIÓN
DIMENSIONES (mm) DIÁMETRO EXTERNO ESPESOR OVALIDAD MÁXIMA	20- 25mm	25mm 23.60 - 23.87 mm. 2.0 mm.	CONFORME CONFORME CONFORME
RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA	NO SE PRESENTARON FALLAS AL MOMENTO DEL ENSAYO DEL TUBO A PRESIÓN DE 2.8 Mpa DURANTE 01 HORA A 20° C.	NO SE PRESENTARON FALLAS DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.	CONFORME
ASPECTO	INTERIOR Y EXTERIOR LISO	INTERIOR Y EXTERIOR LISO	CONFORME


RÓTULO

Inversiones JM SAC 25mm x 22.7 mm SDR 11 PE 100 PN 16 NTP-ISO 4427 170715TB

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos certifican que el lote de 72 m. de tubería de Polietileno de Alta Densidad de 250 mm PN 16 PE 100 SDR 11, suministrado con Factura N°: 001-045907, cumple con las especificaciones de la NTP-ISO 4427:2008.

FECHA DE EMISIÓN: 10/09/20



INVERSIONES JM S.A.C.
Organismo de Control de Calidad

ASECA-05 V01 10/09/20

C.T. N° 007307

Fuente: Inversiones JM SAC

Control de etapas.

El control de etapas se realizó mediante un análisis de criticidad de todos los sistemas que posee la red interna de tuberías de gas natural para luego ejecutar las acciones frente a las actividades críticas.

Análisis de criticidad.

Se determinó la criticidad de las actividades descritas en las etapas de actividades (véase figura N° 2.37, en la página 81) con la finalidad de determinar las actividades más críticas mediante el AMEF (Análisis Modo del Efecto de Falla)

Para el análisis de criticidad se utilizó el método de factores ponderados basado en el modo del efecto de la falla y el árbol lógico de fallas.

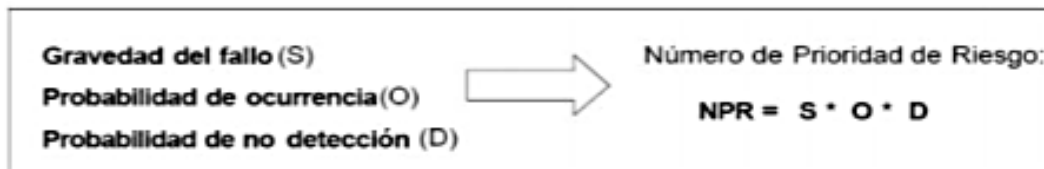
Análisis de criticidad aplicando el método de factores ponderados basado en el modo del efecto de falla y el árbol lógico de fallas.

Este análisis de criticidad se dio por jerarquización de criterios de índices de evaluación basado en el modo del efecto de la falla cuyo objetivo es emprender medidas correctivas y/o preventivas por ello evaluamos factores que afectan el proceso de instalación de tuberías.

Índices de evaluación basado en el modo del efecto de la falla.

Existen tres tipos de índice de evaluación los cuales son:

Índice de gravedad (S) , Índice de ocurrencia (O), Índice de no detección (D).



Índice de gravedad (S)

Evalúa la gravedad del efecto o la consecuencia en el caso de plantearse un fallo. Este índice valora lo anterior en una escala de 1 al 10 según la siguiente escala.

Cuadro 3.20

ESCALA SEGÚN IMPACTO.

Criterio	Valor de S
Ínfima. El defecto sería imperceptible por el cliente	1
Escasa. El cliente puede notar un fallo menor, pero solo provoca una ligera molestia	2-3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo	4-5
Moderada. El fallo produce insatisfacción del cliente	6-7
Elevada. El fallo es crítico, genera un alto grado de insatisfacción del cliente	8-9
Muy elevada. El fallo genera problemas de seguridad o no cumplimiento de la norma	10

Fuente: AMEF (Metodología de análisis de criticidad)

Índice de Ocurrencia (O)

Evalúa la probabilidad de que se produzca el Modo de fallo, por cada una de las causas potenciales. Este índice valora lo anterior en una escala de 1 al 10 según la siguiente escala.

Cuadro 3.21

ESCALA SEGÚN LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.

Criterio	Valor de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado.	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares.	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente.	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado con frecuencia en el pasado.	8-9
Muy elevada probabilidad de ocurrencia. Es seguro que el fallo se producirá con frecuencia.	10

Fuente: AMEF (Metodología de análisis de criticidad)

Índice de no detección (D)

Evalúa para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de fallo resultante, antes de llegar al cliente. Este índice valora lo anterior en una escala de 1 al 10 según la siguiente escala.

Cuadro 3.22

ESCALA SEGÚN LA PROBABILIDAD DE NO DETECCIÓN.

Criterio	Valor de D
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Escasa. El defecto es fácil detectable, podría escapar a algún control primario, pero después sería detectado.	2-3
Moderada. El defecto es una característica de bastante detección.	4-5
Frecuente. El defecto es de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	6-7
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales.	8-9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegara al cliente, por ser muy difícil detectable.	10

Fuente: AMEF (Metodología de análisis de criticidad)

Definido los índices de evaluación basado en el modo de efecto de la falla en las etapas de actividades de implementación de red interna de gas natural, se tiene la condición previa que la etapa con NPR (Número de prioridad de riesgo) más altos es la etapa IV: Selección de material de la red interna y Selección de accesorios. Dicha etapa contiene las siguientes actividades.

- Selección de material de la red interna de gas.
- Selección de accesorios.
- Habilitación e instalación de tuberías y accesorio.

Seguidamente se realizó la evaluación del número de prioridad de riesgo de la etapa IV. (véase cuadro 2.23)

Cuadro 3.23

NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO DE LA ETAPA IV.

Actividades de la Etapa	Modo de falla	Gravedad (S)	Ocurrencia (O)	Controles	Detección (D)	NPR
Selección de material de la red interna de gas.	Consideracion de los efectos de entalla de forma inadecuada	8	8	NA	3	192
Selección de accesorios.	Fuga de gas en valvulas	7	3	NA	5	105
Habilitación e instalación de tuberías y accesorio.	Demora en el tiempo estimado de instalacion	7	5	NA	8	280
	Material insuficiente para culminar la instalacion	7	6	NA	6	252
	Instalacion de rejillas de ventilacion de forma inadecuada	7	4	NA	4	112
	Instalacion de gasodomestico de forma inadecuada	5	6	NA	6	180
	Fuga de gas en uniones soldadas y roscadas	7	7	NA	8	392

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Después de evaluar el indicador de prioridad de riesgo de la etapa IV se pudo observar que las actividades donde se generan NPR más altos no se ejerce ningún tipo de control. Se procedió a la selección de los sistemas para el análisis de criticidad para la etapa IV.

Selección de los sistemas para el análisis de criticidad para la etapa IV

Para la selección de los sistemas del análisis de criticidad para la etapa IV se ha tomado en cuenta el registro de fallas de la tubería de instalación interna de gas natural ya que en ella se encuentran ciertos componentes que tienen la condición previa de deficiencias operacionales, disponibilidad de repuestos en las tuberías de PEAPE y tuberías de cobre. Se toma los siguientes criterios de impacto.

Criterios de Impacto.

Impacto en Seguridad.

MUERTE	10
PRODUCE INCAPACIDAD	8
PRODUCE LESION LEVE	4
SIN IMPACTO EN LA SEGURIDAD	1

Impacto Ambiental.

PROVOCA IMPACTO EN CONTRA DE LAS NORMAS TECNICAS	8
DAÑO SEVERO EN EL AMBIENTE	6
DAÑOS MEDIOS EN EL AMBIENTE	4
PROVOCA LEVE IMPACTO	2
SIN DAÑO AMBIENTAL	0

Impacto en Producción.

PARADA INMEDIATA DE SUMINISTRO DE LA RED INTERNA	10
IMPACTA EN NIVELES DE SUMINISTRO DE LA RED INTERNA	5
NO AFECTA EL SUMINISTRO DE LA RED INTERNA	1

Flexibilidad Operacional

NO HAY STOCK DE REPUESTO	4
STOCK SUFICIENTE, PRODECEMIENTO DE REPARACIÓN COMPLEJO	2
STOCK SUFICIENTE, TIEMPOS DE REPARACION BAJOS	1

Frecuencia de Fallas

PROMEDIO MAYOR A 5 FALLAS/AÑO	6
PROMEDIO 2-4 FALLAS/AÑO	4
PROMEDIO 1-2 FALLAS/AÑO	3
MENORES A 1 FALLA/AÑO	1

Impacto Costos de Mantenimiento

MAYOR O IGUAL A 3000 SOLES	9
ENTRE 2000 - 3000 SOLES	6
ENTRE 1500 - 2000 SOLES	4
ENTRE 5 00- 1000 SOLES	3
ENTRE 0 - 500 SOLES	1

Tiempo Promedio para Reparar

MAYOR A 7 DIAS	6
ENTRE 5 - 7 DIAS	4
ENTRE 3 -4 DIAS	2
ENTRE 1 - 2 DIAS	1

Fuente: The woodhouse partnership limited (Consultora inglesa)

Tenemos luego los siguientes conceptos para desarrollar la tabla de criticidad de sistemas.

Se define:

Consecuencia = (Flexibilidad operacional * Impacto operacional) + (Costos de mantenimiento + Impacto seguridad + Impacto ambiental)

Impacto operacional = (Impacto en Producción* Tiempo promedio para reparar

Criticidad Total = (Frecuencia de fallas*Consecuencia)

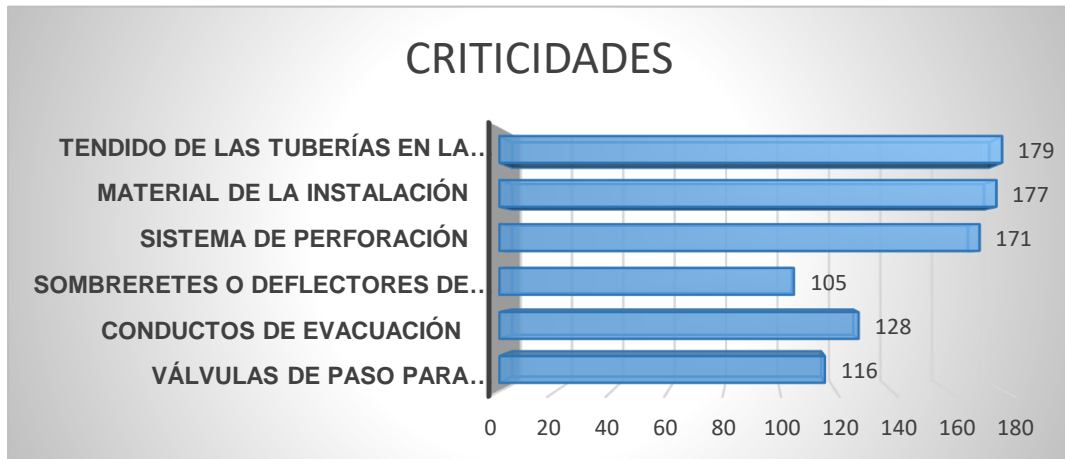
Cuadro 3.24

CRITICIDAD DE SISTEMAS DE LA IMPLEMENTACIÓN.

SISTEMA O SUBSISTEMA		IMP. SEGURIDAD	IMP. AMBIENTE	FLEXIBILIDAD OP.	TPPR	IMP. PROD	IMP. MANTTO	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL	CRITICIDAD
SISTEMA DE ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE GASODOMÉSTICOS	VÁLVULAS DE PASO PARA ARTEFACTOS A GAS	4	2	2	2	5	3	29	4	116	CRÍTICO
	CONDUCTOS DE EVACUACIÓN	1	8	2	1	10	3	32	4	128	CRÍTICO
SISTEMA DE ACCESORIOS UTILIZADOS EN LAS REDES INTERNAS	TUBERÍA DE CONEXIÓN	4	2	2	1	10	2	28	1	28	NO CRÍTICO
	VÁLVULAS DE CORTE	4	2	2	1	5	3	19	3	57	SEMI CRÍTICO
	MEDIDORES DE GAS	10	2	2	1	10	1	33	1	33	NO CRÍTICO
	SISTEMA DE REGULACIÓN DE PRESIÓN	4	2	2	1	5	3	19	2	38	NO CRÍTICO
	CAJA DE PROTECCIÓN	8	4	2	2	10	3	55	1	55	SEMI CRÍTICO
SISTEMA DE VENTILACIÓN	REJILLAS DE VENTILACIÓN	4	4	2	2	5	1	29	3	87	SEMI CRÍTICO
	SOMBRERETES O DEFLECTORES DE CONDUCTOS	4	8	2	2	5	3	35	3	105	CRÍTICO
SELECCIÓN DE MATERIAL DE LA RED INTERNA DE GAS.	CONSIDERACIÓN DE LOS EFECTOS DE ENTALLA DE FORMA INADECUADA	8	6	2	4	10	1	95	1	95	SEMI CRÍTICO
HABILITACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIO.	SISTEMA DE PERFORACIÓN	10	4	2	2	10	3	57	3	171	CRÍTICO
	SISTEMA DE EMPERNADO Y SUJETADORES	8	4	2	1	5	1	23	3	69	SEMI CRÍTICO
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIO.	MATERIAL DE LA INSTALACIÓN	8	6	4	4	10	3	177	1	177	CRÍTICO
	TENDIDO DE LAS TUBERÍAS EN LA INSTALACIÓN INTERNA	8	8	4	4	10	3	179	1	179	CRÍTICO
	INSTALACIÓN DE GASODOMÉSTICOS	8	2	2	1	5	1	21	3	63	SEMI CRÍTICO
PROTOCOLO DE CONFORMIDAD	SISTEMA DE PRUEBAS DE HERMETICIDAD	6	2	2	1	5	1	19	1	19	NO CRÍTICO

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Gráfico 3.2
GRÁFICO DE CRITICIDADES.



Fuente: Elaboración propia.

Acciones frente a las actividades críticas.

Después de realizar el análisis de criticidad se determinó que la etapa más crítica fue la Etapa IV con las actividades de Tendido de las tuberías en la instalación, Material de instalación y Sistema de perforación tuvo factores de criticidad más altos por ello se estableció tomar acciones.

Estas acciones respondieron a establecer un control específico interno de la etapa IV para ello se asigna responsabilidad a la Gerencia técnica.

Cuadro 3. 25
ACCIONES FRENTE A LAS ACTIVIDADES CRÍTICAS.

Acciones frente a las actividades críticas		
Tendido de las tuberías	Capacitar y exhortar a todo el personal seguir el "Protocolo sanitario para la implementación de medidas de prevención y respuesta frente al covid-19 en las actividades de minería, hidrocarburos y electricidad"	Gerencia técnica. Ing. Miguel Burgos.
	Capacitar a todo el personal sobre la matriz de identificación de peligros y riesgos.	
Material de instalación	Revisar los planos de otro tipo de servicios o conductos que puedan verse afectados en la instalación	
Sistema de perforación	Supervisar la utilización de los equipos y elementos necesarios para la realización de la instalación .	

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

3.2. Evaluación Técnico – Económico.

La evaluación técnica – económico identificó los recursos que se pueden emplear de manera eficiente tomando en cuenta indicadores técnicos y económicos.

3.2.1. Evaluación de los indicadores técnicos.

Determinación de Tiempos de Instalación

Se elaboró un listado de actividades para instalación de tuberías de cobre y tuberías de PEALPE.

Redes internas de tuberías de cobre.

- Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la “T”.
- Corte de tubería desde el centro de medición hasta la “T”.
- Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la “T”.
- Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la “T”
- Verificación de dimensiones de la red desde la “T” hasta la salida de cocina.
- Corte de tubería desde la “T” hasta la salida de cocina.
- Roscado de Tubería a utilizar desde la “T” hasta la salida de cocina.
- Canchado de muro desde la “T” hasta la salida de cocina.
- Instalación de tubería desde la “T” hasta la válvula de paso.
- Corte de tubería desde la “T” hasta la salida del Terma Bosch
- Roscado de Tubería a utilizar desde la “T” hasta la salida de Terma Sole.
- Instalación de tubería desde la “T” hasta la válvula del calentador
- Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador
- Colocación de accesorios de salida de Terma Sole
- Prueba de hermeticidad.

Redes internas de tuberías de PEALPE

- Verificación de dimensiones de la red.
- Perforación de orificios para anclajes ATG.
- Colocación de anclajes
- Perforación de orificios para anclajes ATG.
- Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T"
- Colocación de accesorio "T"
- Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocina Sole
- Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de cocina.
- Instalación de tubería desde la válvula de paso hasta las salidas de Terma Bosch
- Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de lavadora Samsung
- Colocación de accesorio válvula de lavadora Samsung
- Instalación de tubería desde la válvula de Terma Sole
- Colocación de accesorio salidas de cocina Indurama
- Colocación de accesorio en salida de Terma Sole
- Prueba de Hermeticidad.

Se elaboró el registro de los tiempos de instalación de cada una de las redes internas.

Registro de tiempos en las redes internas de tuberías de cobre

Para la toma de tiempos de la tubería de cobre se tomó el registro de tiempos establecidos en instalaciones anteriores.

Por criterios de homogeneidad en la toma de los tiempos verificados. El área donde se realizará la instalación es de la misma dimensión tanto para la tubería de cobre y la tubería de PEALPE.

Cuadro 3.26

TOMA DE TIEMPOS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE COBRE.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN COBRE					
NOMBRE	JULIO RENE DIAS GOMEZ ROSA ROSARIO HUACHO PACCO		DISTRITO:	INDEPENDENCIA	
INSTALADOR:	VICTOR VALUARTE TORRES				
FECHA	04/10/20	TIPO:	RED INTERNA EN COBRE		
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES	
Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la "T".	07:15	07:29	00:14	00:05	
Corte de tubería desde el centro de medición hasta la "T".	07:34	08:04	00:30	00:10	
Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la "T".	08:14	08:55	00:41	00:06	
Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la "T"	08:47	09:45	00:58	00:13	
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de cocina.	09:58	10:20	00:22	00:18	
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida de cocina.	10:38	10:50	00:12	00:05	
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida de cocina.	10:55	11:30	00:35	00:05	
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida de cocina.	11:35	12:00	00:25	00:05	
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de paso.	12:05	12:57	00:52	00:05	
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida del Terma Bosch	13:02	14:07	01:05	00:06	
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida de Terma Sole.	14:13	14:47	00:34	00:06	
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula del calentador	14:53	15:29	00:36	00:07	
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador	15:36	15:52	00:16	00:05	
Colocación de accesorios de salida de Terma Sole	15:57	16:13	00:16	00:02	
Prueba de hermeticidad	16:15	17: 40	00:25	00:00	
		SUB-TOTAL	08:01	01:38	
		TOTAL	09:39		

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Registro de tiempos en las redes internas de tuberías de PEALPE.

Cuadro 3.27

TOMA DE TIEMPOS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PEALPE.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN PEALPE					
NOMBRE EDIFICIO:	JULIO RENE DIAS GOMEZ ROSA ROSARIO HUACHO PACCO		DISTRITO:	INDEPENDENCIA	
INSTALADOR:	MARTIN VIDAURRE MEJIA				
FECHA	05/10/20	TIPO	RED INTERNA EN PEALPE		
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES	
Verificación de dimensiones de la red.	08:16	08:26	00:10	00:04	
Perforación de orificios para anclajes ATG.	08:30	09:05	00:35	00:04	
Colocación de anclajes ATG.	09:09	09:14	00:05	00:05	
Perforación de orificios para anclajes ATG.	09:19	09:49	00:30	00:06	
Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T"	09:55	10:20	00:25	00:15	
Colocación de accesorio "T"	10:35	11:00	00:25	00:05	
Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocina Sole	11:05	11:30	00:25	00:05	
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de cocina.	11:35	11:45	00:10	00:05	
Instalación de tubería desde la válvula de paso hasta las salidas de Terma Bosch	11:50	12:10	00:20	00:05	
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de lavadora Samsung	12:15	12:45	00:30	00:10	
Colocación de accesorio válvula de lavadora Samsung	12:55	13:10	00:15	00:05	
Instalación de tubería desde la válvula de Terma Sole	13:15	13:35	00:20	00:05	
Colocación de accesorio salidas de cocina Indurama	13:40	13:50	00:10	00:05	
Colocación de accesorio en salida de Terma Sole	13:55	14:05	00:10	00:05	
Prueba de Hermeticidad en Red Interna	14:10	14:30	00:20	00:05	
	SUB-TOTAL		04:50	01:29	
	TOTAL		06:19		

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros

El resumen de los tiempos de instalación de tuberías de cobre y de PEALPE se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.28

TIEMPOS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE COBRE Y DE PEALPE.

Tiempos de instalación.		
Tipo de tubería	Tubería de cobre	Tubería de PEALPE
Tiempo de instalación (horas)	09:39	06:19

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

3.2.2. Evaluación de los indicadores económicos.

Análisis de Precios Unitarios

Se identificó las herramientas y materiales utilizados en la instalación de la tubería de PEALPE y tubería de cobre.

Para el cálculo de precio por metro lineal de la instalación con cada uno de los materiales utilizados, se determinó lo siguiente:

- Se registró los materiales utilizados en la instalación de cada una de las tuberías.
- Se calculó el valor por metro lineal de los equipos de acuerdo al valor del alquiler promedio.
- Se calculó la mano de obra de acuerdo a las personas que intervienen en la instalación de cada tubería.
- Se calculó el valor total de la red y se divide entre la cantidad de metros instalados en la red interna (25 metros)

Redes internas de tuberías de cobre

Se muestra una tabla de los precios de los materiales y herramientas utilizados en la instalación en la red interna de tubería de cobre.

Cuadro 3.29

PRECIOS DE LOS MATERIALES PARA TUBERÍAS DE COBRE.

Material	Unidad	Cantidad	PROVEEDORES			
			INVERSIONES JM SAC		ALYER Ltda.	
			Precio Base (S/.)	Precio Base + IGV (S/.)	Precio Base (S/.)	Precio Base + IGV (S/.)
Tubería cobre SCH-40 1/2"	m	25	1000	1180	1100	1298
Anclaje Seno	Unid.	24	20	23.6	22	25.96
Válvula de paso de 1/2"	Unid.	2	10	11.8	11	12.98
Tapón en cobre de 1/2"	Unid.	3	10	11.8	11	12.98
Tee en cobre de 1/2"	Unid.	2	15	17.7	16.5	19.47
Codo en cobre o de 1/2"	Unid.	7	10	11.8	11	12.98
Unión en cobre de 1/2"	Unid.	10	25	29.5	27.5	32.45
Riel de fijación	m	2	20	23.6	22	25.96
Avisos de señalización	Unid.	3	20	23.6	22	25.96
Sellante fuerza alta	Unid.	3	8	9.44	8.8	10.384

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cuadro 3.30

PRECIOS DE ALQUILER DE LOS EQUIPOS PARA TUBERÍAS DE COBRE.

Equipo	Marca	Precio Base (S/.)	Precio Base + IGV (S/.)	Precio Alquiler (Día) (S/.)	Proveedor
Taladro Rotopercutor 1"	Stanley	1500	1770	45	ALYER Ltda.
Cortadora de Disco	Stanley	500	590	30	ALYER Ltda.
Roscadora	Stanley	350	413	30	ALYER Ltda.
Manómetro de Prueba	-	900	1062	-	ALYER Ltda.
Martillo	Stanley	20	23.6	-	ALYER Ltda.
Llave de Tubo	Stanley	30	35.4	-	ALYER Ltda.
Alicate	Stanley	8	9.44	-	ALYER Ltda.

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Herramientas y Equipo.

Las herramientas y equipos utilizados en la instalación de una red interna de tubería de cobre son los siguientes:

- Taladro Roto Percutor de 1".
- Manómetro de Prueba.
- Cortadora de Disco.
- Herramienta menor (martillo, llave de tubo, alicate).
- Tarraja o roscadora.

Materiales

Los materiales utilizados en la instalación de una red interna de tubería de cobre son los siguientes:

Tubería de cobre SCH 40 de 1/2".

- Anclaje Seno.
- Válvula de paso de 1/2".
- Tapón en cobre de 1/2".
- Tee en cobre de 1/2".
- Codo en cobre de 1/2".
- Unión en cobre de 1/2".
- Riel de fijación.
- Avisos de señalización.
- Sellante.

Mano de Obra.

Se calculo el valor por metro lineal de la mano de obra en la instalación de una red interna de tubería de cobre, se tuvo en cuenta el salario mensual de las personas que intervienen en la instalación. Las personas que intervienen en la instalación de una red interna de gas natural en cobre son:

- Técnico en instalación de redes de gas natural.
- Ayudante.
- Supervisor.

Cuadro 3.31

MANO DE OBRA PARA UN TÉCNICO EN INSTALACIÓN.

Descripción	%	Mensual (S/.)	Diario (S/.)
Jornal Básico		1000	33.33
Jornal Dominical		0	0
BUC	30%	300	10
Bonificación por Movilidad	12%	120	4
O.N.P	13%	130	4.33
Descuento CONAF	2%	20	0.67
Bonificación por Alta especialización	10%	100	3.33
Utilidad	3%	30	1
Indemnización	12%	120	4
Asignación Escolar	0.25%	2.5	0.083
Vacaciones	10%	100	3.33
TOTAL		1922.5	64.0

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros

Cuadro 3.32

MANO DE OBRA PARA UN AYUDANTE DE INSTALACIÓN.

Descripción	%	Mensual (S/.)	Diario (S/.)
Jornal Básico		500	16.67
Jornal Dominical		0	0
BUC	30%	150	5
Bonificación por Movilidad	12%	60	2
O.N.P	13%	65	2.167
Descuento CONAF	2%	10	0.33
Bonificación por Alta especialización	10%	50	1.667
Utilidad	3%	15	0.5
Indemnización	12%	60	2
Asignación Escolar	0.25%	1.25	0.0417
Vacaciones	10%	50	1.667
TOTAL		961.25	32.10

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros

Cuadro 3.33

MANO DE OBRA PARA UN SUPERVISOR DE INSTALACIÓN.

Descripción	%	Mensual (S/.)	Diario (S/.)
Jornal Básico		1300	43.33
Jornal Dominical		0	0
BUC	30%	390	13
Bonificación por Movilidad	12%	156	5.2
O.N.P	13%	169	5.63
Descuento CONAF	2%	26	0.87
Bonificación por Alta especialización	10%	130	4.33
Utilidad	3%	39	1.3
Indemnización	12%	156	5.2
Asignación Escolar	0.25%	3.25	0.1083
Vacaciones	10%	130	4.33
	TOTAL	2499.25	83.30

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros

Análisis de Precio Unitario de la red interna en tubería de cobre

Cuadro 3. 34

PRECIO POR METRO LINEAL DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE COBRE.

Herramienta y equipo				
Descripción	Unidad	Precio Alquiler (S/.)	Uso (días)	Valor Unit. (S/.)
Cortadora Disco	Unid.	30	1.00	30
Taladro roto percutor	Unid.	45	1.00	45
Tarraja o Roscadora	Unid.	30	1.00	30
Manómetro de prueba	Unid.	5	1.00	5
Herramienta Menor	Unid.	20	0.50	20
			Sub - Total	130

Materiales en instalación				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (S/.)	Cantidad	Valor Unit. (S/.)
Tubería cobre SCH-40 1/2"	m	47.2	25	1180
Anclaje Seno	Unid.	0.98	24	23.6
Válvula de paso de 1/2"	Unid.	5.9	2	11.8
Tapón en cobre de 1/2"	Unid.	3.93	3	11.8
Tee en cobre de 1/2"	Unid.	8.85	2	17.7
Codo en cobre de 1/2"	Unid.	1.68	7	11.8
Unión en cobre de 1/2"	m	2,95	10	29.5
Riel de fijación	Unid.	11.8	2	23.6
Avisos de señalización	Unid.	7.86	3	23.6
Sellante fuerza alta	Unid.	3.14	3	9.44
Sub - Total				1342.84

Mano de obra				
Descripción	Jornal (S/.)	Prestaciones (S/.)	Liquidación (S/.)	Total (S/.)
Instalador	33.33	20,0	10,753	64.0
Ayudante	16.67	7,0	8,43	32.1
Supervisor	43.33	22,0	17,97	83.30
Sub - Total				179.4

Total costos directos	1652.24
Precio por metro lineal	66.09

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros

De manera similar hacemos el análisis para red interna de tubería de PEALPE

Redes internas de tuberías de PEALPE.

Se muestra una tabla de los precios de los materiales y herramientas utilizados en la instalación de una red interna de tubería de PEALPE.

Cuadro 3.35

PRECIOS DE LOS MATERIALES PARA TUBERÍAS DE PEALPE.

Material	Unidad	Cantidad	PROVEEDORES			
			INVERSIONES JM SAC		ALYER Ltda.	
			Precio Base (S/.)	Precio Base +IGV (S/.)	Precio Base (S/.)	Precio Base +IGV (S/.)
Tubería de PEALPE de 14.18 mm y 26 mm	m	25	175	206.5	201.25	237.48
Adaptador Hembra 14.18mm x ½" NPT	Unid.	1	5	5.9	5.75	6.79
Adaptador Macho 14.18mm x 1" NPT	Unid.	2	5.5	6.49	6.325	7.5
Tee PE - AL - PE 14.18 x 26 mm	Unid.	1	4	4.72	4.6	5.43
Válvula 20 mm PE – AL - PE	Unid.	2	4	4.72	4.6	5.43
Camisa Conduflex	m	4	30	35.4	34.5	40.71
Tee AG ½" NPT	Unid.	12	3	3.54	3.45	4.07
Codo AG ½" NPT	Unid.	2	4	4.72	4.6	5.43
Tapón AG ½" NPT	Unid.	3	3	3.54	3.45	4.071
Avisos de señalización	Unid.	1	25	29.5	28.75	33.93
Sellante fuerza media	Unid.	1	8.5	10.03	9.78	11.54
Abrazaderas ATG	Unid.	20	4	4.72	4.6	5.43

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cuadro 3.36

PRECIOS DE ALQUILER DE LOS EQUIPOS PARA TUBERÍAS DE PEALPE.

Equipo	Marca	Precio Base (S/.)	Precio Base +IGV (S/.)	Precio Alquiler (Día) (S/.)	Proveedor
Taladro Rotopercutor 1"	Stanley	1500	1770	45	ALYER Ltda.
Cortadora de Disco	Stanley	500	590	30	ALYER Ltda.
Manómetro	-	900	1062	-	ALYER Ltda.
Martillo	Stanley	20	23.6	-	ALYER Ltda.
Llave de Tubo	Stanley	30	35.4	-	ALYER Ltda.
Alicate	Stanley	8	9.44	-	ALYER Ltda.

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Herramientas y Equipo.

Las herramientas y equipos utilizados en la instalación de una red interna de tubería de PEALPE son los siguientes:

- Taladro Roto Percutor de 1”.
- Manómetro de Prueba.
- Cortadora de Disco.
- Herramienta menor (martillo, llave de tubo, alicate).

Materiales.

Los materiales utilizados en la instalación de una red interna de tubería de PEALPE son los siguientes:

- Tubería de PealPe de 14.18mm.
- Adaptador Hembra 14.18mm x ½” NPT.
- Adaptador Macho 14.18mm x ½” NPT.
- Tee PealPe 14.18 x 14.18mm.
- Válvula 14.18mm PealPe.
- Camisa Conduflex.
- Tee AG ½” NPT.
- Codo AG ½” NPT.
- Tapón AG ½” NPT.
- Avisos de señalización.
- Sellante fuerza media.
- Abrazaderas ATG.

Mano de Obra.

Se calculo el valor por metro lineal de la mano de obra de una red de tubería de PEALPE, se tuvo en cuenta el salario mensual de las personas que intervienen en la instalación.

Las personas que intervienen directamente en la instalación de una red interna de tubería de PEALPE son:

- Técnico en instalación de redes de gas natural.
- Supervisor.

Cuadro 3.37

MANO DE OBRA PARA UN TÉCNICO EN INSTALACIÓN.

Descripción	%	Mensual (S/.)	Diario (S/.)
Jornal Básico		1000	33.33
Jornal Dominical		0	0
BUC	30%	300	10
Bonificación por Movilidad	12%	120	4
O.N.P	13%	130	4.33
Descuento CONAF	2%	20	0.67
Bonificación por Alta especialización	10%	100	3.33
Utilidad	3%	30	1
Indemnización	12%	120	4
Asignación Escolar	0.25%	2.5	0.083
Vacaciones	10%	100	3.33
TOTAL		1922.5	64.08

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Cuadro 3. 38

MANO DE OBRA PARA UN SUPERVISOR DE INSTALACIÓN.

Descripción	%	Mensual (S/.)	Diario (S/.)
Jornal Básico		1300	43.33
Jornal Dominical		0	0
BUC	30%	390	13
Bonificación por Movilidad	12%	156	5.2
O.N.P	13%	169	5.63
Descuento CONAF	2%	26	0.87
Bonificación por Alta especialización	10%	130	4.33
Utilidad	3%	39	1.3
Indemnización	12%	156	5.2
Asignación Escolar	0.25%	3.25	0.1083
Vacaciones	10%	130	4.33
TOTAL		2499.25	83.30

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Análisis de Precio Unitario de la red interna de tubería de PEALPE.

Cuadro 3. 39

PRECIO POR METRO LINEAL DE INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PEALPE.

Materiales de instalación				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (S/.)	Cantidad	Valor Unit. (S/.)
Tubería 1418	m	8.26	25	206.5
Adaptador H 1418 x 1/2" NPT	Unid.	5.9	1	5.9
Adaptador M 1418 x 1" NPT	Unid.	6.49	2	12.98
Tee PE AL PE 1418x1418	Unid.	4.72	1	4.72
Válvula 1418 PE AL PE	Unid.	4.72	2	9.44
Tee AG 1/2 NPT	Unid.	8.85	4	35.4
Camisa conduflex	m	3.54	12	42.48
Codo AG 1/2 NPT	Unid.	4.72	2	9.44
Tapón AG 1/2 NPT	Unid.	3.54	3	10.62
Avisos de señalización	Unid.	29.5	1	59
Sellante fuerza media	Unid.	10.03	1	10.03
Abrazaderas ATG	Unid.	4.72	20	113.28
Sub - Total				519.79

Herramienta y equipo				
Descripción	Unidad	Precio Alquiler (S/.)	Uso (días)	Valor Unit. (S/.)
Cortadora Disco	Unid.	30	0.500	15
Taladro roto percutor	Unid.	45	0.500	22.5
Manómetro de prueba	Unid.	5	1.000	5
Herramienta Menor	Unid.	20	0.500	10
Sub - Total				52.5

Mano de obra				
Descripción	Jornal (S/.)	Prestaciones (S/.)	Liquidación (S/.)	Total (S/.)
Instalador	33.33	20.0	10.753	64.08
Supervisor	43.33	22.0	17.97	83.30
Sub - Total				147.38

Total de costos directos	719.67
Precio por metro lineal	28.8

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Fallas en la Instalación.

Se presentó fallas en dos accesorios al implementar la tubería de PEALPE generados por la manipulación de herramientas, defectos en el material las cuales presentaron un costo y tiempo adicional (véase cuadro 3.40)

Cuadro 3.40

CÁLCULO DEL VALOR DE LA REPARACIÓN.

Material	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
Adaptador Macho 14.18mm x 1” NPT	Unid.	2	6.49	12.98
Válvula 14.18mm PE- AL- PE.	Unid.	2	4.72	9.44
			Total	22.42

Fuente: Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Se dividió el costo de la reparación entre la longitud promedio de las redes (25 metros). Esto representó S/. 0.90 de incremento en el valor por metro lineal al implementar la tubería de PEALPE.

Resumen de la evaluación técnico – económico (véase cuadro 3.41, en la página 149) y de costos totales por metro lineal de la instalación (véase cuadro 3.42, en la página 149)

Cuadro 3.41
EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO.

Material	Precio por metro lineal (S/.)	Tiempo promedio de instalación (horas)	Costo de reparación (S/.)	Tiempo de reparación (horas)	Precio por metro lineal de herramientas y equipos (S/.)	Precio por metro lineal de materiales en instalación (S/.)	Precio por metro lineal de mano de obra (S/.)	Tiempo total (horas)	Costo total (S/.)
Tubería de cobre	66.09	09:39	-	-	5.2	53.7	7.2	09:39	66.09
Tubería de PEALPE	28.8	06:19	0.9	00:12:00	2.1	20.8	5.9	06:31	29.7

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.42
COSTOS TOTALES POR METRO LINEAL.

Material	Costo total por metro lineal (S/.)
Tubería de cobre	66.09
Tubería de PEALPE	29.7
Ahorro	36.39
Ahorro (25 m)	909.75

Fuente: Elaboración propia

Costos por hora de mano de obra en instalación:

Cuadro 3.43

COSTO POR HORA DE MANO DE OBRA EN INSTALACIÓN.

Material	Tiempo de instalacion (horas)	Jornal total de instaladores (S/.)	Costo por hora de mano de obra en instalación (S/.)
Tubería de cobre	09:39	179.4	22.43
Tubería de PEALPE	06:19	147.38	18.43
Ahorro	03:20	32.02	4

Fuente: Elaboración propia.

Costos totales de implementación con tuberías de cobre y tuberías de PEALPE.

Cuadro 3.44

COSTOS TOTALES PROMEDIOS.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TUBERÍA DE COBRE		TUBERÍA DE PEALPE	
		MONTO (S/.)	CON IGV	MONTO (S/.)	CON IGV
1	Ingeniería y permisología.	S/ 2,300.00	S/ 2,714.00	S/ 2,300.00	S/ 2,714.00
2	Instalaciones y tendido de tuberías.	S/ 1,652.30	S/ 1,949.71	S/ 719.70	S/ 849.25
3	Gastos generales.	S/ 117.70	S/ 138.89	S/ 71.00	S/ 83.78
4	Impuestos de ley. (IGV 18%)	S/ 732.60	S/ -	S/ 556.33	S/ -
COSTO TOTAL. (S/.)		S/ 4,802.60	S/ 4,802.60	S/ 3,647.03	S/ 3,647.03

Fuente: Elaboración propia.

Costos planificados por cada etapa en la implementación de tuberías de cobre y tuberías de PEALPE.

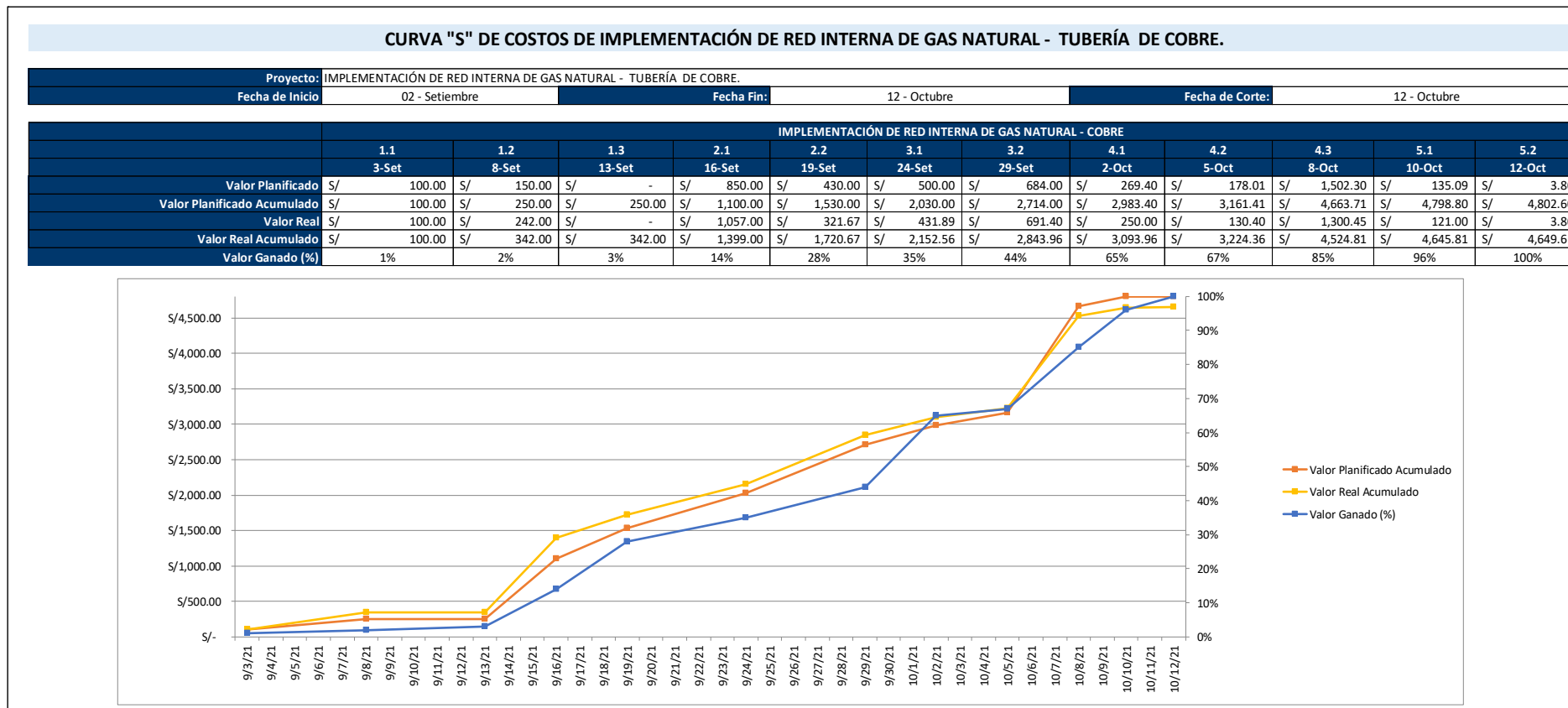
Cuadro 3.45
COSTOS TOTALES PLANIFICADOS.

		TUBERÍA DE COBRE	TUBERÍA DE PEALPE	
TOTAL		S/ 4,802.60	S/ 3,647.03	
1	Etapa I: Ingeniería Preliminar del Proyecto - Parámetros de diseño.	S/ 250.00	S/ 250.00	INGENIERÍA
1.1	Reconocimiento de la ubicación del proyecto.	S/ 100.00	S/ 100.00	
1.2	Replanteo de los planos del proyecto	S/ 150.00	S/ 150.00	
1.3	Determinar el diseño de la línea de distribución.	S/ -	S/ -	
2	Etapa II: Selección de los componentes de Ventilación y Dimensionamiento de Tuberías	S/ 1,280.00	S/ 1,280.00	
2.1	Diseño de Rejillas de Ventilación	S/ 850.00	S/ 850.00	
2.2	Dimensionamiento de los tramos de las Tuberías	S/ 430.00	S/ 430.00	
3	Etapa III: Ingeniería de las redes internas de gas.	S/ 1,184.00	S/ 1,184.00	INGENIERÍA
3.1	Caudales nominales para cada tramo de tubería	S/ 500.00	S/ 500.00	
3.2	Caída de presión y diámetros nominales internos	S/ 684.00	S/ 684.00	
4	Etapa IV: Selección de material de la red interna y selección de accesorios	S/ 1,949.71	S/ 849.25	INSTALACIONES
4.1	Selección de material de la red interna de gas	S/ 269.40	S/ 120.00	
4.2	Selección de accesorios	S/ 178.01	S/ 178.01	
4.3	Tendido, habilitación e instalación de tuberías y accesorioHabilitación e instalación de tuberías y accesorio	S/ 1,502.30	S/ 551.24	
5	Etapa V: Protocolo de Conformidad y Entrega	S/ 138.89	S/ 83.78	GASTOS G.
5.1	Protocolo de pruebas	S/ 135.09	S/ 79.98	
5.2	Carta de garantía	S/ 3.80	S/ 3.80	

Fuente: BV Sergecon - Arquitectos e Ingenieros.

Gráfico 3.3

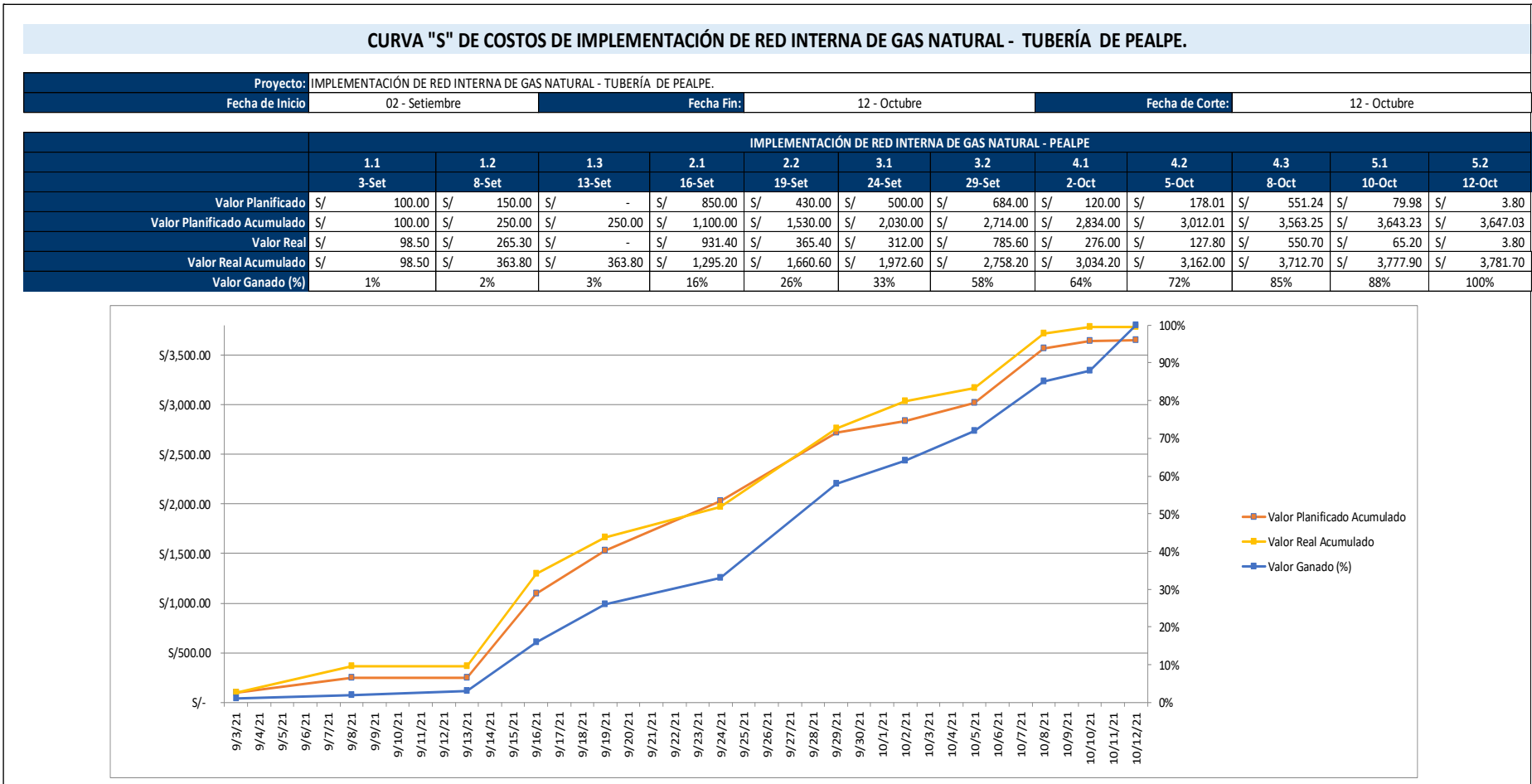
CURVA "S" DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON TUBERÍAS DE COBRE.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 4

CURVA "S" DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON TUBERÍAS DE PEALPE.



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Análisis de resultados.

Se realizó el análisis de resultados mediante los datos obtenidos.

3.3.1. Análisis de resultados de instalación

1. Se determinó que el tiempo de instalación de tuberías de PEALPE en comparación al tiempo de instalación de tuberías de cobre se logró con la menor cantidad de horas útiles, se ahorro y redujo los tiempos establecidos logrando mayor eficiencia de los tiempos de instalación en la tubería de PEALPE (véase cuadro N° 3.46)

Cuadro 3.46

COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE INSTALACIÓN.

TIEMPOS DE INSTALACIÓN		
Tipo de tubería	Tubería de cobre	Tubería de PEALPE
Tiempo de instalaciones (horas)	09:39	06:19
Tiempo Programado (horas)	08:00	08:00

Fuente: Elaboración propia.

2. Se verificó que el tiempo de instalación de la tubería de PEALPE es de 06:19 horas en comparación del tiempo de instalación de la tubería de cobre que es 09:39 lo cual genero un ahorro en el tiempo de instalación de 03:20 horas y así mismo produjo un ahorro en el costo por hora de mano de obra en instalación de S/. 4. por hora de instalación. (véase cuadro N° 3.43, en la página 150)
3. Se determinó que la línea montante se dividió en once tramos donde se calculó los diámetros de las tuberías se determinó para la tubería de PEALPE y la tubería de cobre en los tramos BC, DE, HI y JL presento diámetros iguales de 5/8", 3/4", 5/8", 1/2" respectivamente esto influyo en la cantidad de accesorios y uniones en la instalación para la línea individual interior. (véase cuadro N° 3.47, en la página 155)

Cuadro 3.47

DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA DE PEALPE Y TUBERÍAS DE COBRE.

TRAMO	Tubería de PEALPE		Tubería de cobre	
	Diám. ext. Tabla (mm)	Diám. ext (pulg)	Diám. ext. Tabla (mm)	Diám. ext. (pulg)
AB	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
BC	18	5/8"	15.875	5/8"
BD	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
DE	20	3/4"	19.05	3/4"
DF	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
FG	16	1/2"	12.7	3/8"
FH	32	1 1/4 "	28.575	1 1/8 "
HI	18	5/8"	15.875	5/8"
HJ	26	1"	22.225	7/8"
JK	26	1"	22.225	7/8"
JL	16	1/2"	12.7	1/2"

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados cumplen con el objetivo específico N°1, porque se calculó y seleccionó los componentes de la red interna de gas natural de acuerdo a los requerimientos de la norma técnica peruana NTP 111.011- 2014. y norma técnica de edificación EM 040 para ambos tipos tuberías.

3.3.2. Análisis de resultados económicos

1. Se ha verificado que con la implementación de la red interna de tubería de PEALPE generó un ahorro aproximado de S/. 36.39 por metro lineal instalado, frente al de la red interna de tuberías de cobre, se puede decir que el ahorro total por cada red interna de tubería de PEALPE instalada en la edificación fue de 25 m x S/. 36.39 = S/. 909.8 (véase cuadro N° 3.42, en la página 149)
2. Se determinó que el valor del metro lineal de la red interna de tubería de PEALPE equivale al 44.90 % del valor por metro lineal de la red interna de tubería de cobre.

3. Se determinó que los costos totales de implementación con tuberías de cobre son de S/4,802.60 y los costos totales de implementación con tuberías de PEALPE S/. 3,647.03 esto generó un ahorro de S/1 155.57 para una red interna de 25 metros lineales en comparación con la implementación con tuberías de cobre (véase cuadro N° 3.44, en la página 150)

Estos resultados económicos cumplen con el objetivo específico N°2, porque se determinó los costos de instalación y materiales de la red interna de gas natural con tuberías de PEALPE y tuberías de cobre.

3.3.3. Análisis de resultados de seguridad y operatividad.

1. Se ha verificado que en la implementación de tuberías de PEALPE se presentó fallos de accesorios en la instalación, su reparación generó un incremento en el tiempo de instalación. Para este caso la reparación tardó 12 minutos que equivale 3.16 % del tiempo útil promedio de la instalación. (véase cuadro N° 3.40, en la página 148)
2. Se verificó que las tuberías de PEALPE se entrega en presentaciones enrollables de 180 – 200 metros lo cual permite reducir posibles fugas ocasionadas por el transporte de tuberías herramientas. Lo que permite hacer tendidos verticales y horizontales reduciendo los accesorios desde el medidor hasta la válvula de cierre de punto de los gasodomésticos.

Estos resultados de seguridad y operatividad cumplen con el objetivo específico N°3, porque se garantizó la seguridad de la implementación de la red interna con tuberías de PEALPE. y tuberías de cobre de gas natural contando con un diseño certificado según la norma técnica peruana.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión de resultados.

En la discusión de resultados se ha realizado la contrastación de las opciones técnicas con los resultados, se comparó los beneficios técnicos-económicos de tuberías de PEALPE y tuberías de cobre.

- Se verificó que con la implementación con tuberías de PEALPE se redujo el tiempo de instalación necesario con respecto a la instalación de tubería de cobre en consecuencia se disminuye los tiempos y se aumenta la eficiencia de horas útiles de instalación en 40 %, esto equivale a una reducción de 3 horas y 20 minutos en tiempos de instalación (véase cuadro N° 3.46, en la página 154) y la conformidad del cliente de disponer de menor tiempo en verificar la correcta instalación.
- Se verificó que no se presentó fallos en la implementación de tuberías de cobre en comparación a la tubería de PEALPE que se comprobó su condición previa de riesgo a fugas por golpes o abolladuras producidas por los equipos y herramientas de la instalación, siendo el costo de reparación en la implementación de la red interna de tubería de PEALPE de S/. 22.42 que representa el 3.02 % del costo total por metro lineal instalado. (véase cuadro N° 3.40, en la página 148)
- Se verificó que en la implementación de tuberías de PEALPE la flexibilidad, peso y tamaño de su material produjo un aporte a la correcta entrega, no se presentó faltantes ni sobrantes en la instalación de tubería de PEALPE ya que permitió un acople rápido de sus accesorios, se redujo los tiempos en consecuencia el técnico en instalación de tubería de gas realizó mayor cantidad de redes internas instaladas en menor tiempo en comparación con la tubería de cobre.

4.2. Conclusiones

Las conclusiones a las que se llegó son las siguientes:

- Se realizó una evaluación y comparación en una implementación de red interna para gas natural entre tuberías de PEALPE y tuberías de cobre para instalaciones residenciales, se aplicó la norma técnica peruana NTP 111.011-2014, donde se ha obtenido indicadores favorables al uso de tuberías PEALPE tanto en tiempos la cual se redujo en 3 horas y 20 min el tiempo de instalación (véase cuadro N° 3.46, en la página 154) como en los costos lo cual se redujo en 24% que equivale S/. 1155.57 el costo total (véase cuadro N° 3.44, en la página 150) de la implementación de la red interna de gas natural.
- Se realizó el cálculo y selección de los componentes de la red interna de gas natural de acuerdo a la norma técnica peruana, se utilizó una hoja electrónica donde se calculó los diámetros internos, caudales, caídas de presión y dimensionamiento de tramos (véase cuadro N° 3.14, en la página 115) también se seleccionó los accesorios de la red interna (véase cuadro N° 3.17, en la página 118), luego se verificó que en la implementación de tuberías de PEALPE se redujo la cantidad de accesorios para la línea individual interior lo cual disminuyó costos de materiales. Además, se realizó los planos isométricos, planos P&ID de las instalaciones donde se usó el programa computacional Autocad (véase figura N° 3.4, en la página 93 y Anexo1)

- Se determinó los costos de instalación y materiales de la red interna de gas natural con tuberías de PEALPE. y tuberías de cobre donde se verificó que en las tuberías de PEALPE se obtiene menores costos totales (materiales y mano de obra) donde se redujo su costo en S/. 36.40 por metro lineal (véase cuadro N° 3.41, en la página 149) Además, se determinó que la implementación de tubería de PEALPE para una instalación típica con un tendido de tuberías de 25 metros lineales podríamos obtener un ahorro de S/. 909.8 respecto de instalación de tubería de cobre. (véase cuadro N° 3.42, en la página 149)
- Se garantizó la seguridad de la implementación de la red interna de tubería de PEALPE y tuberías de cobre de gas natural donde se usó sujetadores para ambas tuberías y cintas de color según la Norma Técnica Peruana NTP 399.013 - Colores de identificación de gases, siguiendo el Protocolo de prevención y respuesta frente al Covid-19 y con un diseño certificado mediante los protocolos de entrega (véase figura 3.14, en la página 124) no existiendo fugas de gas en la tuberías y accesorios de PEALPE ello evidenció mayores beneficios técnicos en la instalación de la tuberías de PEALPE.

V. RECOMENDACIONES.

- Según la Norma técnica peruana NTP 111.011-2014 toda instalación realizada con tubería de PEALP E, debe contar con una etiqueta de identificación del fabricante de la tubería instalada que indique la marca comercial utilizada.
- Según la Norma técnica peruana NTP 111.011-2014 no se pueden utilizar varias marcas de tuberías y accesorios de PEALPE en una misma instalación interna.
- Se recomienda no exponer las tuberías de PEALPE a los rayos del sol ya que los rayos infrarrojos y UV cristalizan la tubería perdiendo flexibilidad y produciendo reacciones adversas a la tubería a largo tiempo.
- Se recomienda realizar un programa de mantenimiento de la instalación de red interna de gas natural con la finalidad de preservar la disponibilidad de la tubería y accesorios.
- Se recomienda evitar instalar tuberías en espacios con poca ventilación y pocas facilidades de inspección de las personas, por ejemplo, que atraviesan sótanos, cisternas, entresuelos, por debajo de pisos de madera o losas.
- Se recomienda utilizar el código de color para las tuberías de PEALPE que conducen gas natural seco de color amarillo, mientras para las tuberías cobre es el amarillo ocre, con referencia en la NTP 399.012.
- Se recomienda seguir Protocolo Sanitario para la Implementación de medidas de prevención y respuesta frente al Covid-19 en las actividades de minería, hidrocarburos y electricidad.
- Se recomienda que el instalador debe estar registrado por Osinergmin, se debe contar con los siguientes requisitos:

Cuadro 5.1

REQUISITOS PARA INSTALADORES DE GAS NATURAL.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
IG -1	Poseer título a nombre de la nación de técnico en instalaciones de gas natural otorgado por una entidad pedagógica o haber recibido capacitación en construcción, reparación y mantenimiento de instalaciones internas de gas natural. En ambos casos la duración de la capacitación no será menor de 280 horas.
IG -2	Poseer el grado de bachiller de ingeniería mecánica, civil, industrial/ramas afines. Cuenta con conocimientos teóricos -prácticos en el diseño de instalaciones de tuberías de gas natural, según lo indicado en el reglamento de la NTP - 111.011.
IG -3	Poseer título profesional en ingeniería mecánica, civil, industrial / ramas afines. Habilita a diseñar, construir, reparar, mantener o modificar cualquier tipo de instalaciones internas residenciales, comerciales e industriales de gas natural, según lo establecido en la NTP - 111.011 y 111.010.

Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe/>

VI. BIBLIOGRAFIA.

1. ARCE, ESPINOZA, CASTILLO Y VÁSQUEZ. Planeamiento Estratégico del Gas Natural en el Perú. Tesis (Título de magíster en administración estratégica de empresas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013. 189 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8626>
2. Aplicación de la Tarifa Única de Distribución para Gas Natural. Osinergmin - GART, según CLS N° - 041 - 2014. Perú .2015.
3. BARREDA Beltran, Salvador. Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (R.C.M.) en la EDAR de Nules-Vilavella. Tesis (Título de ingeniero mecánico). Castellón: Universat Jaume-I. Castellón. 2015. 174 pp. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/128127>
4. BRUNO WONG, Edgar. Metodología de Instalaciones de Gas y Sanitarias, Aplicación para un Mercado en el Callao (Asociación de Trabajadores del Mercado 1ero. de Mayo). Tesis. (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Ricardo Palma. 2007. 121 pp. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/50>
5. CERÓN y CASTRO. Evaluación económica en el uso del PE-AL-PE para la instalación de redes de gas natural domiciliario en vivienda multifamiliar en construcción. Tesis. (Título de grado de especialización en gerencia de construcciones). Medellín: Universidad de Medellín. 2011. 64 pp. Disponible en: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/421>
6. CONTRERAS y SIGÜENZA. Planificación estratégica de abastecimiento de gas natural en construredes S.A.C, en la ciudad Trujillo. Tesis. (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2019. 88 pp. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4772>

7. DELGADO ACEVEDO, Aldo. Coyuntura del impacto económico del gas natural dentro de un contexto comercial eficiente en el mercado peruano. Tesis. (Título de Magister en Administración con mención en Gestión Empresarial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2011. 132pp. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2952>
8. El gas natural y sus diferencias con el GLP. Lima: Teps Group S.A.C. Osinergmin. 2015.
9. GARCÍA L. Alirio, Manual para el Diseño y Construcción de Redes de Gas Natural. Armenia Q. 2007.
10. Informe del Sector Gas Natural en Perú 2020. Disponible en: <http://www.promigas.com/Es/Noticias/Paginas/ISGNP%202020/Informe.aspx>
11. La industria del gas natural en el Perú, a diez años del Proyecto Camisea. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Osinergmin. Lima, Perú. 2017. Disponible en: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-Industria-Gas-Natural-Peru-10anios-Camisea.pdf
12. Manual Técnico de Cobre. Chile: Edit. NaCobre. 2016. Disponible en: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut208/manual_tecnico_cobre.pdf
13. Manual del Sistema OKA para PE-AL-PE / PEX-AL-PEX. Accesorios y Tubería para Gas y Agua. Disponible en: http://www.oka.com.co/img/uploads/MANUAL_SISTEMA_TUBERIA_PE_AL_PE_compressed22.pdf

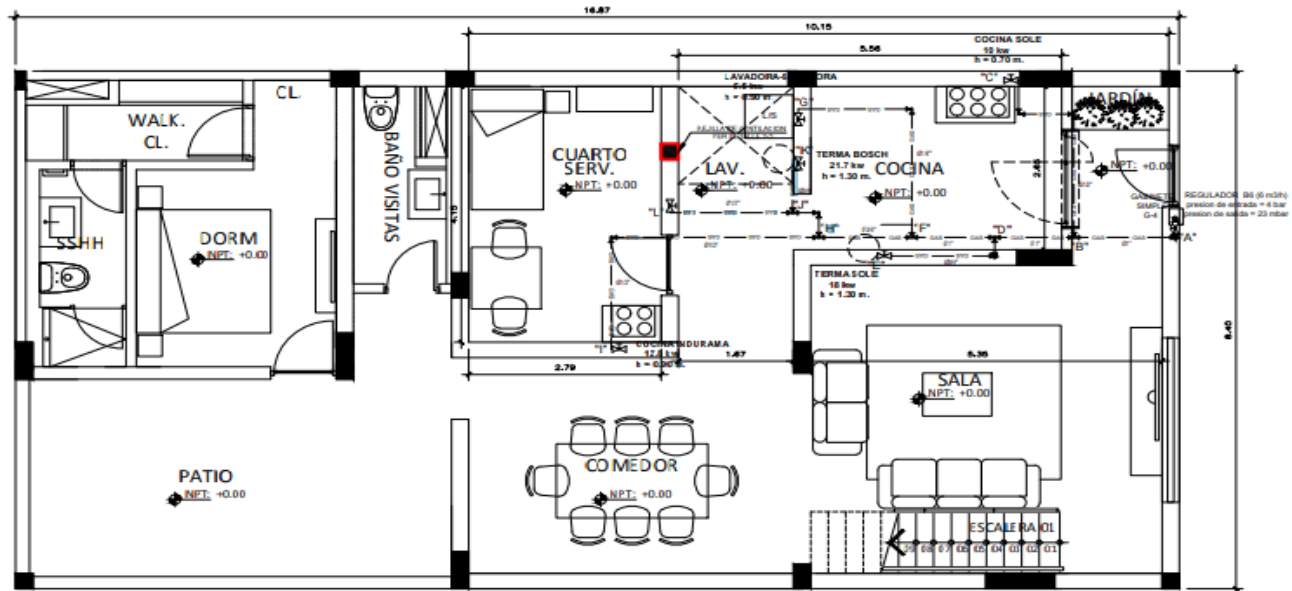
14. Masificación del uso de Gas Natural a nivel nacional. Boletín Informativo desarrollado por la Unidad de Supervisión de Distribución de Gas Natural de la División de Supervisión Regional del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Osinergmin. Lima. 2017.
15. Norma Técnica de Edificación EM 040. Instalaciones de gas.
16. Norma Técnica Peruana 111.011- 2014. Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.
17. ORTEGA ZEGARRA, Juan Freddy. Estudio técnico económico para la aplicación del Gas Natural en viviendas multifamiliar. Tesis (Título de ingeniero de petróleo). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2012. 170 pp. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1541>
18. PLAN DE PROMOCIÓN: Plan de Conexiones Residenciales a beneficiarse con los Gastos de Promoción en la Concesión de Distribución de Gas Natural de Lima y Callao Periodo 2018-2022. Disponible en: <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2018/Informe-Tecnico-179-2018-GRT.pdf>
19. Revista Tubos de Cobre. Disponible en: http://insanita.weebly.com/uploads/5/4/0/0/5400602/tubos_de_cobre.pdf
20. RÍOS BURGO A. Diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional bajo la norma OHSAS 18001:2008 Caso: Empresa Bumer Instaladora de Gas. Tesis. (Título de ingeniero industrial). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. 2018. 214 pp. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20798/TES-1115.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

21. RIOS Pedro. Diseño y documentación del sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para la empresa INGASOIL S.A. E.S.P. Tesis. (Título de ingeniero físico -químico). Santander: Universidad Industrial de Santander. 2010. 137pp. Disponible en: <http://noesis.uis.edu.co/handle/123456789/10262>
22. SAAVEDRA LÓPEZ. Técnicas experimentales de la alta capacidad aplicadas al desarrollo de nuevos materiales catalizador/adsorbente para su utilización en la desulfuración del gas natural. España: Universidad Politécnica de Valencia. 2011. 84 pp. Disponible en: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=TB N8Ymujof0%3D>
23. Zamora Torres María A. Conceptos Fundamentales de la Ingeniería de Producción de Gas Natural. Tesis. (Título de ingeniero de petróleo). México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2015. 159 pp. Disponible en: <https://docplayer.es/44974211-Conceptos-fundamentales-de-la-ingenieria-de-produccion-de-gas-natural.html>

ANEXOS

ANEXOS 1:

PLANOS DE INSTALACIONES DE TUBERÍAS PARA GAS NATURAL.



PLANTA PRIMER NIVEL

PROPIETARIO:	SR. JULIO RENE DIAS GOMEZ SRA. ROSA ROSARIO HUACHO PACCO	
SUBICACION:	Av. Ollantaytambo N° 456 - 468 - 470 - Mr. H5, Lote - 2, del Urb. Popular Tahuantinsuyo- parcela A. Distrito de Independencia	
PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR	
PROFESIONAL:	RENATO CHAVEZ CAJARIANCA ING. MECANICO Y ELECTRICICO	C.P. 32116
PLANO:	INST. GAS NATURAL - DISTRIBUCION 1er Piso	
ESCALA:	1:50	FECHA: SEPTIEMBRE 2020 DISEÑADO: JAME NEYRA RODRIGUEZ

IG-1

PLANO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

NOTAS GENERALES

- EL PROYECTO DE INSTALACIONES MECÁNICAS PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL SECO, CUMPLIRÁ CON LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES EM 040.
- LAS MONTANTES VERTICALES DE GAS NATURAL ESTARÁN INSTALADAS A LA VISTA.
- PARA EL GAS NATURAL, LAS TUBERÍAS PODRÁN TENDERSE POR ENTRE TECHOS.
- LAS TUBERÍAS EXPUESTAS A LA INTemperIE DEBERÁN IR PROTEGIDAS CONVENIENTEMENTE CONTRA CORROSIÓN.
- LAS TUBERÍAS A LA VISTA DEBEN SOPORTARSE CON DISPOSITIVOS DE ANCLAJE.
- LAS TUBERÍAS AERIAS SE DEBEN APOYAR SOBRE ELEMENTOS ESTABLES, RÍGIDOS Y SEGUROS DE LA EDIFICACIÓN.
- LA EMPRESA SUMINISTRADORA DEL GAS NATURAL DEBERÁ COLOCAR ANTES DEL MEDIDOR UNA LLAVE DE PASO (LLAVE DE CORTE) QUE PUEDA INTERRUPTIR EN FORMA SEGURA Y RÁPIDA EL FLUJO DE GAS A LA INSTALACIÓN INTERIOR.
- EN LOS CRUCES DE TUBERÍAS DE GAS CON CONDUCCIONES DE OTROS SERVICIOS DEBE DISPONERSE ENTRE LAS PARTES MÁS CERCANAS DE LAS DOS INSTALACIONES, DE UNA DISTANCIA, COMO MÍNIMO IGUAL A 5.30m, EN LOS PUNTOS DE CRUCE Y DE 5.30m, EN RECORRIDOS PARALELOS.
- LAS TUBERÍAS EMPOTRADAS O EMBEBIDAS EN PISOS DEBEN QUEDAR INSTALADAS COMO MÍNIMO A 25mm, POR DEBAJO DEL NPT.
- SE DEBEN TOMAR LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA PROCURAR LA LIBRE CONTRACCIÓN Y DILATACIÓN DE LOS TUBOS CON LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA.
- TODAS LAS TUBERÍAS EMPOTRADAS EN EL PISO, SE ORDENARÁN Y COORDINARÁN CON LAS TUBERÍAS SANITARIAS Y ELÉCTRICAS, PARA EVITAR INTERFERENCIAS.
- TODA TUBERÍA DE COBRE DEBE PROTEGERSE ANTE LA CORROSIÓN DEL TERRENO, ADEMÁS CUANDO SE INSTALAN TUBERÍAS DE COBRE EMPOTRADAS EN BAJA PRESIÓN, DEBERÁN LLEVAR UNA PROTECCIÓN DE PLÁSTICO (PVC O EQUIVALENTE) EN TODO EL TRAMO EMBUTIDO.

CONSIDERACIONES PARA INSTALACION DE TUBERIAS DE GAS C/ RESPECTO A OTROS SERVICIOS

DISTANCIAS MÍNIMAS TUBERÍA DE GAS INSTALADAS ENTERRADAS

TUBERÍAS DE OTRO SERVICIO	CURSO PARALELO	CRUCE
CONDUCCIÓN DE AGUA CALIENTE	25 cm	10 cm
CONDUCCIÓN ELÉCTRICA	25 cm	10 cm
CONDUCCIÓN DE AGUA O DESAGUE	25 cm	10 cm

DISTANCIAS MÍNIMAS TUBERÍA DE GAS INSTALADAS A LA VISTA

TUBERÍAS DE OTRO SERVICIO	CURSO PARALELO	CRUCE
CONDUCCIÓN DE AGUA CALIENTE	3 cm	1 cm
CONDUCCIÓN ELÉCTRICA	3 cm	1 cm
CONDUCCIÓN DE VAPOR	5 cm	5 cm
CHIMENEA	5 cm	5 cm

DISTANCIAS ENTRE BANCO MEDIDORES ELÉCTRICOS Y GAS

FIGURA 7 - DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE COMEDIDAS Y TUBERÍAS DE GAS

DETALLE 7-7
DETALLE DE REJILLA DE VENTILACION

Comunicación con el exterior a través de conductos horizontales

PROPIETARIO:	SR. JULIO RENE DIAS GOMEZ SRA. ROSA ROSARIO HUACHO PACCÓ	
UBICACION:	Av. Ochoseptiembre N° 498 - 498 - 470 - Stn. N3, Lote -2, Bar. Ldb. Popular Tahuantinsuyo parcela A. Distrito de Independencia	
PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR	
PROFESIONAL:	RENATO CHAVEZ CAJAMUNCA REG. PROFESIONAL N° 10410	CIP: 92118
PLANO:	INST. GAS NATURAL - DETALLES GENERALES	
ESCALA:	1:50	FECHA: 26/06/2020
		ELABORADO POR: JASSY NEYRA RODRIGUEZ

IG-1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN DE MEDIDORES Y REGULADORES DE GAS NATURAL.


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<p>TODO LO RELACIONADO CON CALIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES, ACCESORIOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN EL PROYECTO, DEBERÁN CUMPLIR CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA SEM 500 Y LA NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.011.</p>	
MATERIAL	DESCRIPCIÓN
TUBERÍAS	<ul style="list-style-type: none"> LA TUBERÍA A USAR SERÁN RÍGIDAS DE Cu-TIPO "C" PARA MEDIA PRESIÓN B, SEGÚN NORMA ASTM B-88. LA TUBERÍA FLEXIBLE SERÁ DE Cu-TIPO "C", SEGÚN NORMA ASTM B-280. LAS CONEXIONES ENTRE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DEBERÁN SER DEL MISMO MATERIAL. LAS UNIONES DE TUBERÍAS DE COBRE SERÁN SOLDADAS CON UN MÍNIMO DE 10% DE PLATA U OTRO TIPO DE SOLDADURA APROBADA. LAS TUBERÍAS SE SQUESTARÁN MEDIANTE ABRAZADERAS DE COBRE CON SEPARACIONES MÁXIMAS SEGÚN DIÁMETRO.
MEDIDORES Y REGULADORES	<ul style="list-style-type: none"> LOS REGULADORES DE GN PARA BAJA PRESIÓN SERÁN DE ACCIÓN DIRECTA A DIAFRAGMA, FLEXIBLE DE GOMA SINTÉTICA, RESISTENTE A LA ACCIÓN DE LOS HIDROCARBUROS. LOS MEDIDORES DE GN PARA USO DOMÉSTICO SERÁN DEL TIPO A DIAFRAGMA, CON DISPOSITIVO QUE MIDA EL VOLUMEN DE GAS QUE PASA A TRAVÉS DEL MEDIDOR Y EL MECANISMO INTEGRADOR COMPUESTO POR UN DISPOSITIVO INDICADOR CON VISOR, PARA UNA LECTURA ADECUADA.
VÁLVULAS DE CORTE Y SERVICIO	<ul style="list-style-type: none"> LA VÁLVULA DE SERVICIO DEBE SER TOTALMENTE DE METAL CON UNA CLASIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE 10 BAR, SERÁ DEL TIPO OBTURADOR ESFÉRICO. LAS VÁLVULAS DE CORTE O LLAVE DE PASO A INSTALAR EN CADA ARTÍCULO SERÁN DEL MISMO DIÁMETRO DE LA TUBERÍA QUE LO ALIMENTA, DEL TIPO DE CIERRE A 90° DE VUELTA CON TORNE DE CORTE RÁPIDO, UBICADO A LA VISTA DE MANERA TAL QUE SU MANIPULACIÓN Y REVISIÓN SEA EXPEDITA Y RÁPIDAMENTE ACCESIBLE.

CÁLCULO DEL GABINETE DE MEDIDORES Y REGULADORES GAS NATURAL.

- PARA LOS 4 PUNTOS DE LA EDIFICACION SE ESTA DISPONIBO 1 GABINETE METALICOS GRANDES CON 4 MEDIDORES.

GABINETE CON 4 MEDIDORES:

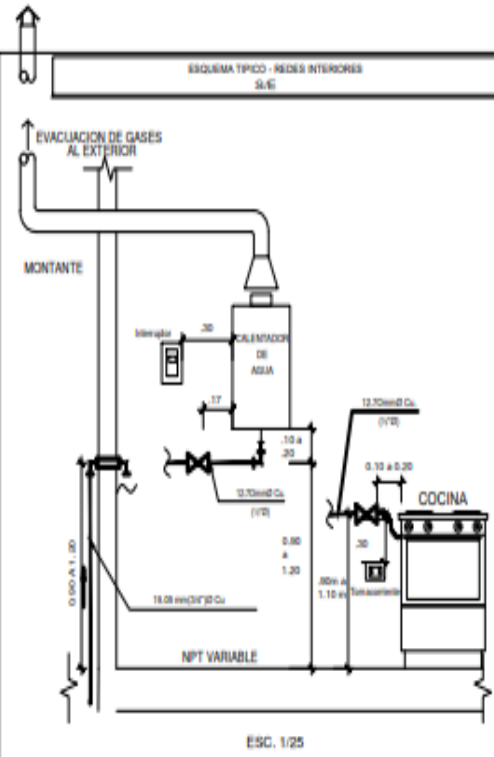
- CONSIDERANDO UNA BATERIA MEITA DE:
 - 2 MEDIDORES VERTICALES = 4 m
 - 2 MEDIDORES HORIZONTALES = 4 m
- LAS DIMENSIONES DEL GABINETE PARA MEDIDORES DE UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 12m³/h SON:
 - ALTIMA = 1800mm + 200mm.
 - ANCHO = 600mm + 200mm.
 - PROFUNDIDAD = 400mm.
- SE OBTIENE EL GABINETE DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:
 - ALTIMA GDE = 0.70 m.
 - ANCHO GDE = 0.85m. (1)
 - PROFUNDIDAD = 0.40m. (2)



EL GABINETE SERÁ CONSTRUIDO EN PLANCHAS DE FIERRO GALVANIZADO DE 1.80mm DE ESPESOR.

- TENDRÁN 1 PUERTA INDEPENDIENTE CON SU RESPECTIVA ABERTURA DE VENTILACIÓN.
- EL GABINETE SE INSTALARÁ AUTOSOPORTADO EN LA UBICACION MOSTRADA EN PLANO DE INSTALACIONES MECANICAS IS-01.

ESQUEMA TÍPICO - REDES INTERIORES SUE



EVACUACION DE GASES AL EXTERIOR

MONTANTE

REGULADOR DE AGUA

12.70mm Ø Cu (1/2")

0.10 a 0.20

30

1.20

0.80

1.20

18.00 mm Ø 1/2" Cu

NPT VARIABLE

COCINA

ESC. 1/25

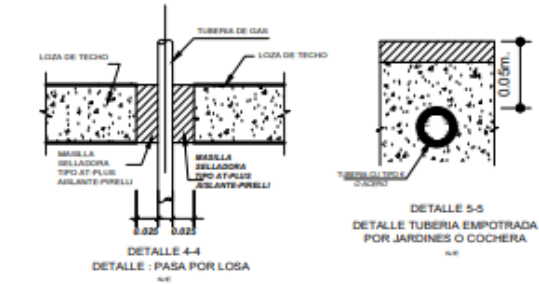
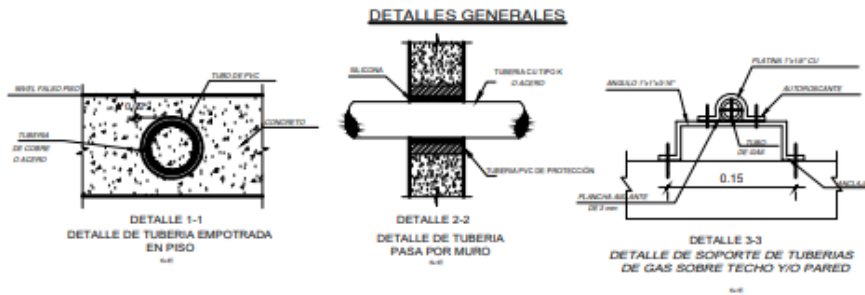
PROPIETARIO:		SR. JULIO RENE DIAS GOMEZ SRA. ROSA ROSARIO HUACHO PACCÓ	
UBICACION:		Av. Chiriquiyumbos N° 488 - 488 - Ma. H.S. Lote - 3, disto. Urb. Popular Talcahuamiruzgo, parvial A. Distrito de Independencia	
PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR	
PROFESIONAL:		RENATO CHAVEZ CAJAMUNCA	CP. 82118
PLANO:		INST. GAS NATURAL - DETALLES GENERALES	
FECHA:	1/09	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
		DESA:	JOSÉ NEYRA RODRIGUEZ

IG-1

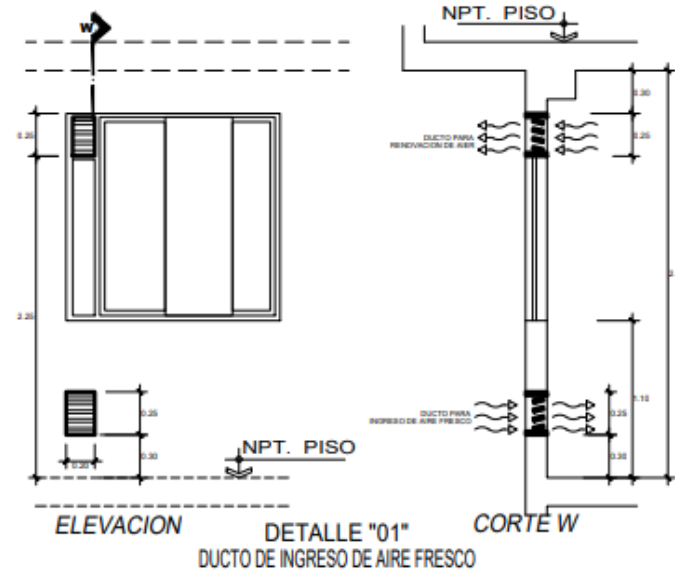
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TUBERÍAS EMPOTRADAS Y ENTERRADAS



NOTA.-
 EN LA NTP 111.011 EN SU NUMERAL 12.5 ESTABLECE: " EN EL CASO DE EMPOTRAR O ENTERRAR TUBERÍAS, ESTAS NO PODRÁN TENER UNIONES ROSCADAS Y CONTARÁN CON LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA NO CORRER EL RIESGO DE SER DAÑADAS (...) POR CUANTO LO QUE INDICA EN EL NUMERAL 12.2 SE REFIERE PREFERENTEMENTE EN EL INTERIOR DE LOS DEPARTAMENTOS, POR CUANTO LA NORMA NO PROHIBE EL ENTERRAR TUBERÍAS DE GAS NATURAL.



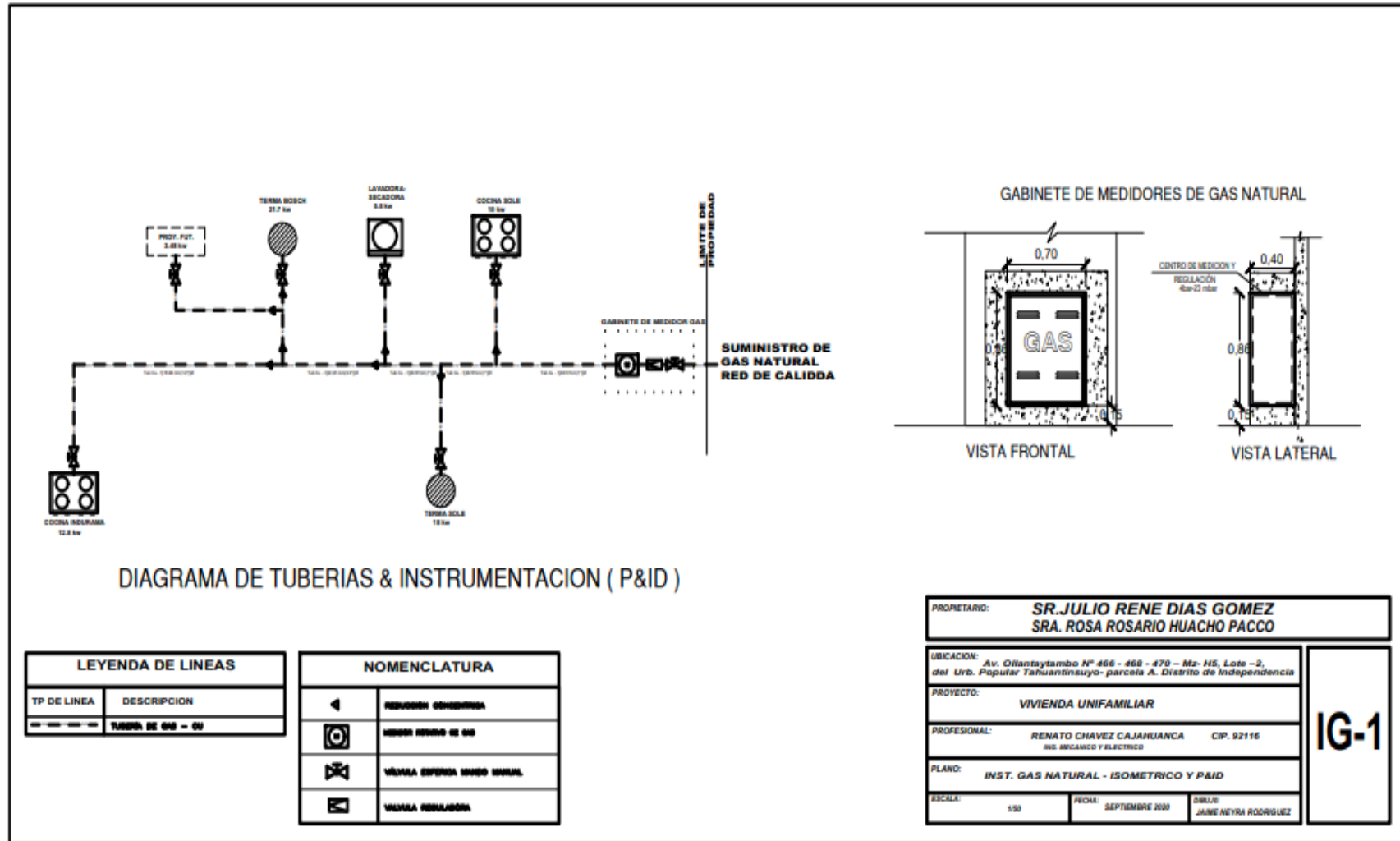
DETALLES DE TUBERIAS SOLDADAS



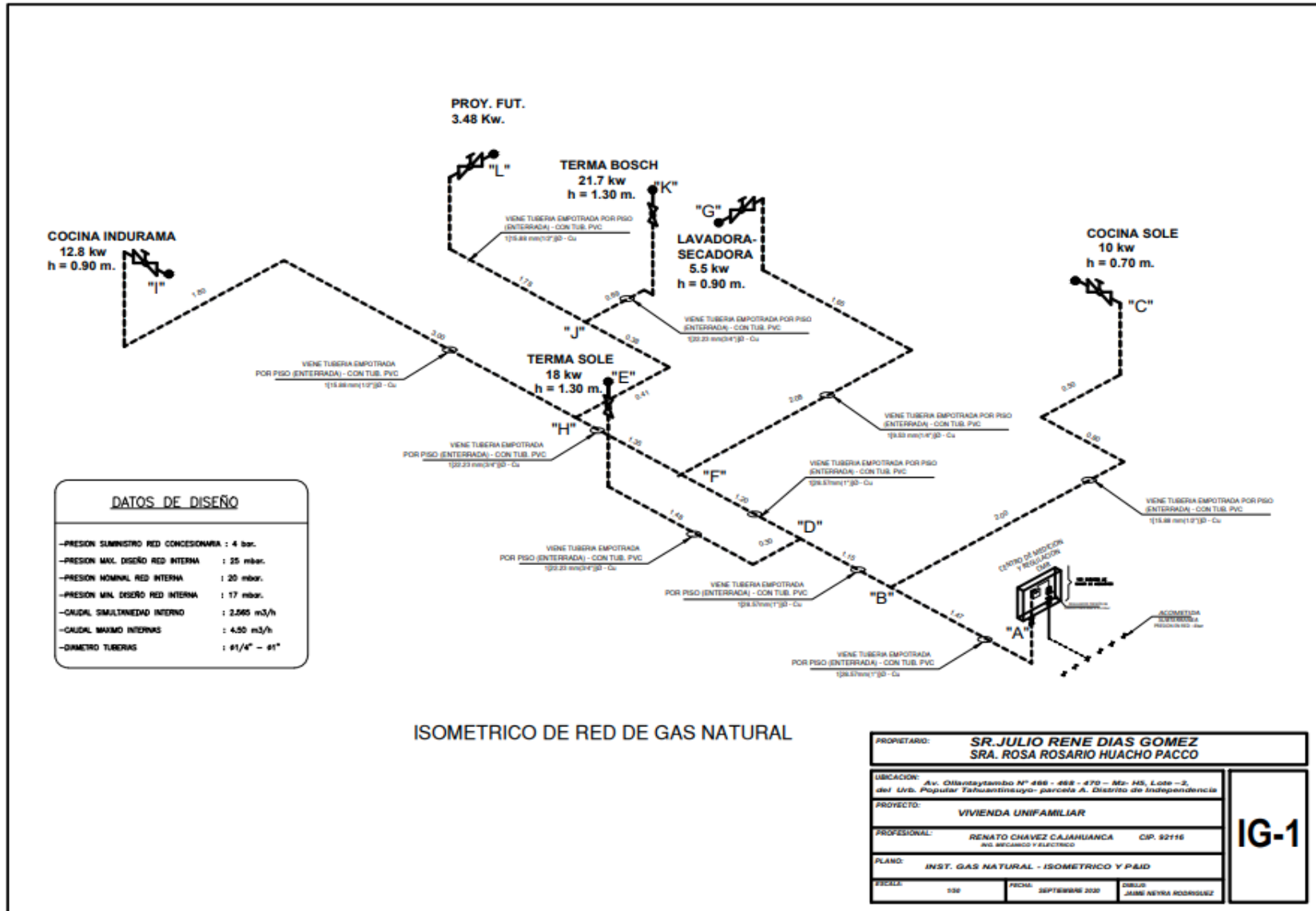
PROPIETARIO:	SR. JULIO RENE DIAS GOMEZ SRA. ROSA ROSARIO HUACHO PACCO	
UBICACION:	Av. Ollantaytambo N° 466 - 468 - 470 - Mz- H5, Lote -2, del Urb. Popular Tahuantinsuyo- parcela A. Distrito de Independencia	
PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR	
PROFESIONAL:	RENATO CHAVEZ CAJAHUANCA ING. MECANICO Y ELECTRICO	CIP. 92116
PLANO:	INST. GAS NATURAL - DETALLES GENERALES	
ESCALA:	1:50	FECHA: SEPTIEMBRE 2020
		DIBUJO: JAIWE NEYRA RODRIGUEZ

IG-1

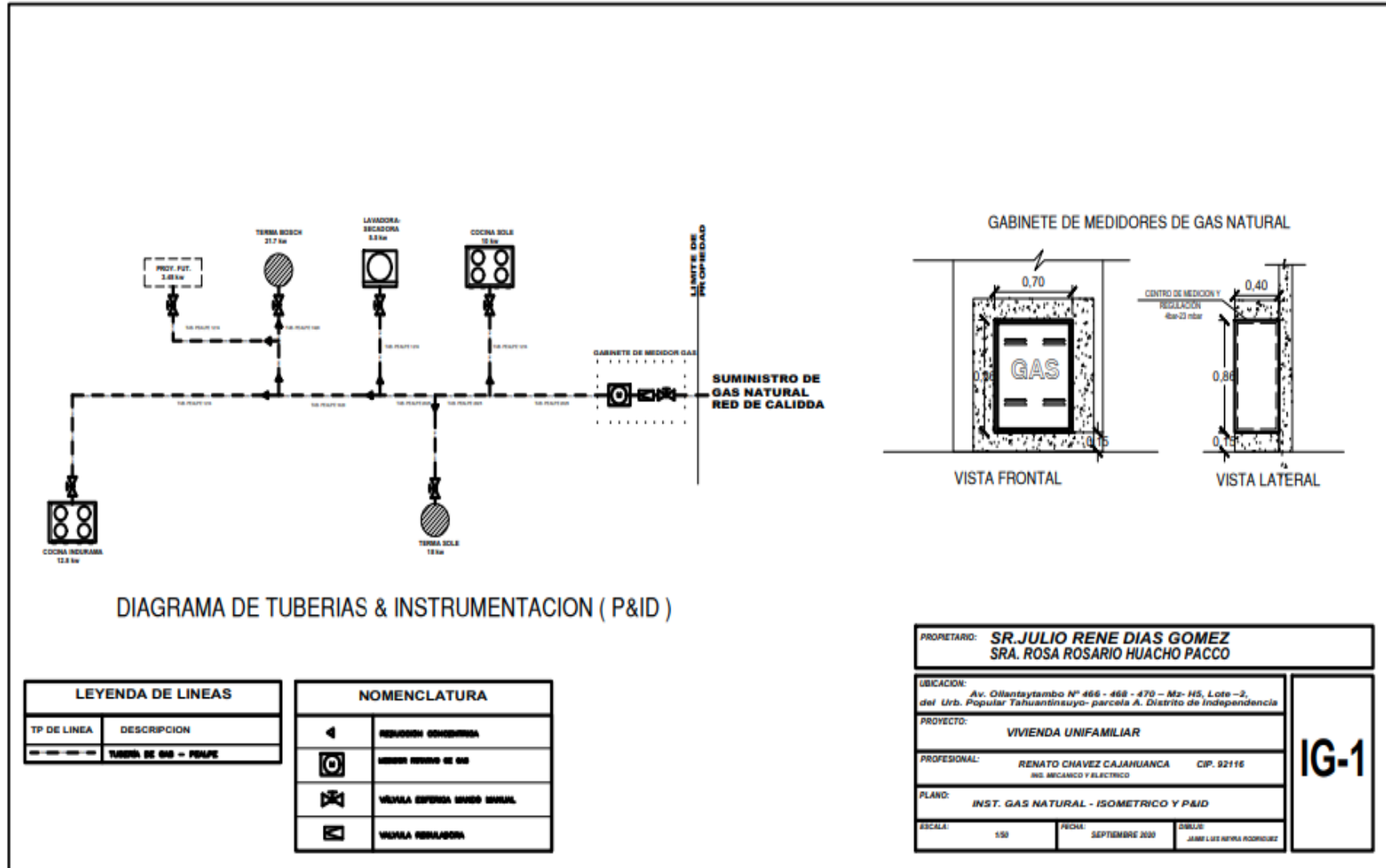
PLANO P&ID DE LA RED INTERNA DE TUBERÍA DE COBRE.



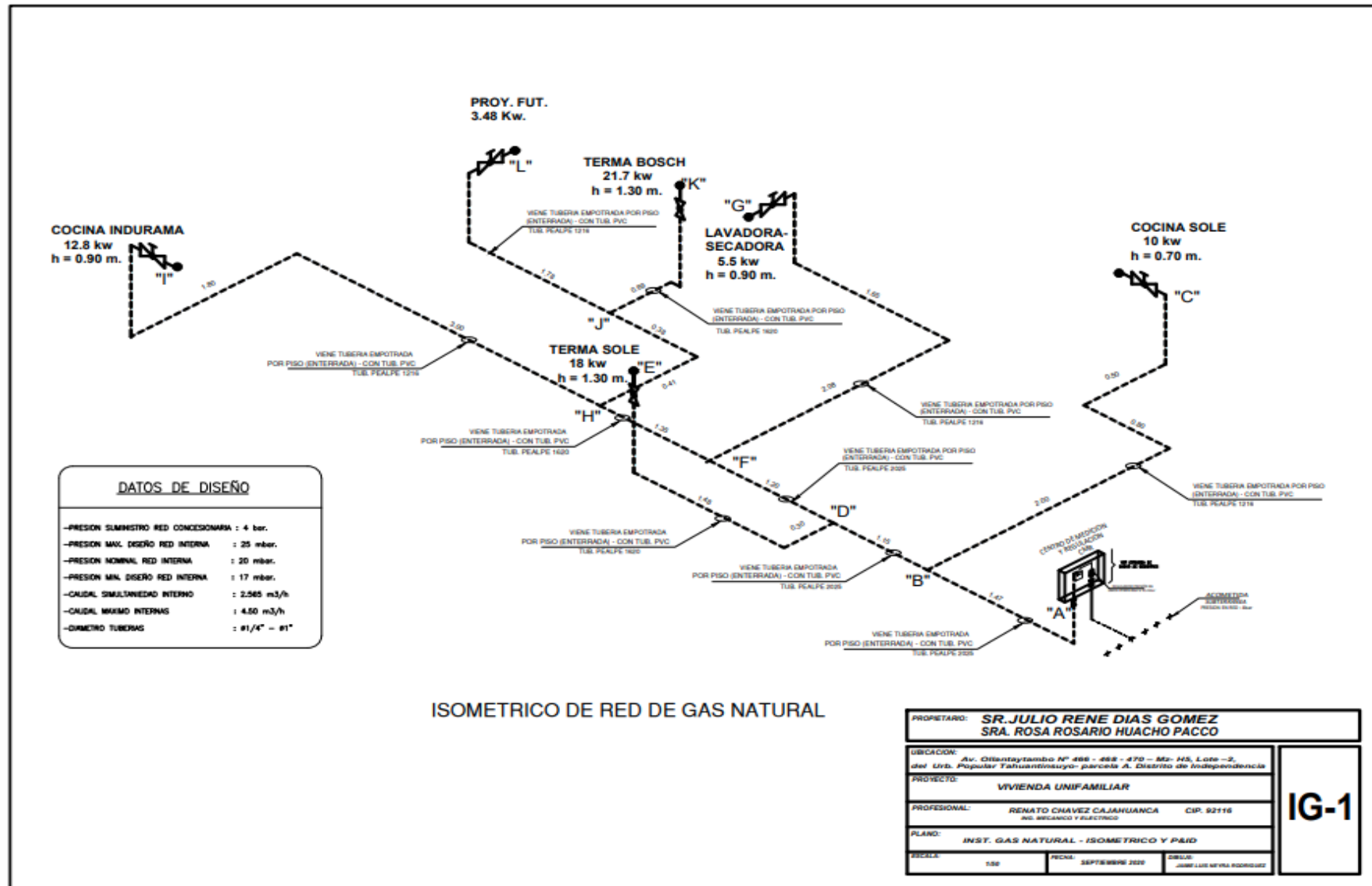
PLANO ISOMÉTRICO DE LA RED INTERNA DE TUBERÍA DE COBRE.



PLANO P&ID DE LA RED INTERNA DE TUBERÍA DE PEALPE.



PLANO ISOMÉTRICO DE LA RED INTERNA DE TUBERÍA DE PEALPE.



ANEXOS 2



**SERVICIOS GENERALES
& CONSTRUCCIONES**
ARQUITECTOS & INGENIEROS

PLANIFICACIÓN DE COSTOS

PROPIETARIO: SR. JULIO RENE DIAS GOMEZ

SRA. ROSA ROSARIO HUACHO PACCO

PROYECTO: INSTALACION DE RED INTERNA DE GAS NATURAL VIVIENDA UNIFAMILIARDE 2 PISOS Y AZOTEA.

UBICACIÓN: Urb. Popular Tahuantinsuyo- parcela A Av. Ollantaytambo N.º 466 - 468 - 470 – Mz- H5, Lote –2, del Distrito de Independencia.

	RED COBRE		RED PEALPE	
Reconocimiento de la ubicación del proyecto.	S/	100.00	S/	100.00
Replanteo de los planos del proyecto	S/	150.00	S/	150.00
Determinar el diseño de la línea de distribución.	S/	-	S/	-
	S/	1,280.00	S/	1,280.00
Diseño de Rejillas de Ventilación	S/	850.00	S/	850.00
Dimensionamiento de los tramos de las Tuberías	S/	430.00	S/	430.00
	S/	1,184.00	S/	1,184.00
Caudales nominales para cada tramo de tubería	S/	500.00	S/	500.00
Caida de presión y diámetros nominales internos	S/	684.00	S/	684.00
	S/	1,949.71	S/	1,949.71
Selección de material de la red interna de gas	S/	269.40	S/	120.00
Selección de accesorios	S/	178.01	S/	178.01
Tendido, habilitación e instalación de tuberías y accesorios/habilitación e instalación de tuberías y accesorios	S/	1,502.30	S/	551.24
	S/	139.99	S/	83.79
Protocolo de pruebas	S/	135.09	S/	79.98
Carta de garantía	S/	3.80	S/	3.80


JORGE ANGEL BURGOS VARELA
GERENTE GENERAL
SERGECON

AV. ALFREDO MENDIOLA N° 200 URB. INGENIERIA – S.M.P.
Teléfono: 6361601 celulares: 941087870 / 987335378
e-mail: inmobiliaria.sergecon@yahoo.es

ANEXOS 3

NORMA TÉCNICA PERUANA 111.011- 2014 GAS NATURAL SECO. SISTEMA DE TUBERÍAS PARA INSTALACIONES INTERNAS RESIDENCIALES Y COMERCIALES

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 111.011
1 de 67

GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales

1. OBJETO

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

Esta NTP también incluye referencias de normas internacionales reconocidas para las válvulas, los equipos de regulación de presión y de medición y consideraciones generales para la instalación de éstos.

En todas aquellas aplicaciones que están fuera del alcance de esta NTP como son el sistema de tuberías para instalaciones industriales, el sistema de tuberías para el transporte y la distribución de gas natural seco, el gas natural comprimido para uso vehicular y plantas de generación eléctrica, entre otros, se deberán utilizar las normas técnicas nacionales o internacionales adecuadas.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Norma Técnica Internacional

2.1.1 ISO 65:1981 Carbon steel tubes suitable for screwing in accordance with ISO 7-1

© INDECOPI 2014 – Todos los derechos son reservados

ANEXOS 4

NORMA TECNICA DE EDIFICACION EM 040 INSTALACIONES DE GAS

NORMA TECNICA DE EDIFICACION EM.040 INSTALACIONES DE GAS

1. GENERALIDADES

El gas constituye una importante fuente de energía para el país.

Mediante un correcto uso se pueden obtener grandes ventajas técnicas, económicas y ambientales.

Para una edificación, el adecuado funcionamiento de sus instalaciones internas implica necesariamente la conveniente ventilación de los ambientes y la apropiada evacuación de los productos de la combustión.

2. OBJETO

La presente norma establece los mínimos requerimientos técnicos que se deben incluir en el diseño y construcción de una edificación en la que se instale redes internas de gas natural y/o redes de media y baja presión de gas licuado de petróleo.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Para Instalaciones Internas de Gas Licuado de Petróleo la presente norma técnica regula la construcción de todo tipo de edificación desde el regulador de alta presión o regulador de primera etapa.

Para Instalaciones Internas de Gas Natural la presente norma técnica regula las condiciones constructivas para su uso en viviendas, hospedajes, establecimientos educativos, establecimientos de salud, comercios (solo restaurantes, locales comerciales y lavanderías), oficinas, servicios comunales así como establecimientos de recreación y deportes; desde el límite de propiedad.

4. REFERENCIAS NORMATIVAS

NFPA 54: 2006 National fuel gas code

NTC 3833:2002 Dimensionamiento, construcción, montaje y evaluación de los sistemas para la evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos que funcionan a gas.

NTC 3643:2003 Especificaciones para la instalación de artefactos a gas para la producción instantánea de agua caliente. Calentadores de paso continuo

NTC 3631: 2003 Ventilación de ambientes interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial

NTP 111.023:2006 Gas natural seco. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural.

NTP 111.022:2006 Gas natural seco. Ventilación y aire para combustión en recintos internos donde se instala artefactos a gas para uso residencial y comercial

NTP 111.011:2006 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales

NTP 111.001:2002 GAS NATURAL SECO. Terminología básica

UNE 60670-6: 1999 Instalaciones receptoras de gas suministrados a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y

ANEXOS 5

Prueba de Hermeticidad.



Fuente: Hidrogas Sac.

ANEXOS 6

PROTOCOLO SANITARIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA FRENTE AL COVID-19 EN LAS ACTIVIDADES DE MINERÍA, HIDROCARBUROS Y ELECTRICIDAD.

PROTOCOLO SANITARIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA FRENTE AL COVID - 19 EN LAS ACTIVIDADES DEL SUBSECTOR MINERÍA, EL SUBSECTOR HIDROCARBUROS Y EL SUBSECTOR ELECTRICIDAD



1

INDICE

I.	INTRODUCCION	3
II.	OBJETIVO	5
III.	ALCANCE	5
IV.	BASE LEGAL	5
V.	DEFINICIONES Y ACRONIMOS	6
VI.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL ANTE EL RIESGO DE PROPAGACIÓN E IMPACTO SANITARIO DEL COVID – 19	9
	VI.1. Elaboración del Plan para la vigilancia, prevención y control del COVID – 19 en el trabajo	9
	VI.2. Acciones previas al traslado e ingreso a las unidades, instalaciones y/o centros de control	10
	VI.2.1. Ficha de sintomatología del personal	10
	VI.2.2. Evaluación física presencial	10
	VI.2.3. Medidas en el transporte de personal hacia y desde las unidades, instalaciones y/o centros de control	12
	VI.3. Medidas en el ingreso a las unidades, instalaciones y/o centros de control	13
	VI.4. Estadía en las unidades, instalaciones y/o centros de control	13
	VI.4.1. Medidas de higiene continua / medidas de convivencia	13
	VI.4.2. Desinfección de las unidades, instalaciones y/o centros de control	15
	VI.4.3. Acciones enfocadas al sostenimiento adecuado al distanciamiento social	16
	VI.4.4. Difusión y comunicación de medidas preventivas a ser adoptadas en la empresa	17
	VI.5. Medidas de aislamiento temporal, evaluación de casos sospechosos o confirmados de COVID – 19, seguimiento y reincorporación al trabajo	17
	VI.5.1. Zonas de aislamiento temporal, evaluación de casos sospechosos o confirmados de COVID – 19, medidas de evacuación y seguimiento	17
	VI.5.2. Reincorporación al trabajo del paciente diagnosticado con COVID – 19	18
	VII. MEDIDAS PARA EL PERSONAL DEL GRUPO DE RIESGO	18
	VIII. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS	19
	VIII.1. Campamentos y alojamiento externo	19
	VIII.2. Servicio médico	19



I. INTRODUCCION

Los coronavirus (CoV) son una gran familia de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS, por sus siglas en inglés). El nuevo coronavirus (en adelante COVID - 19) es una cepa no identificada previamente en humanos, que se propaga de persona a persona, a través de gotitas o partículas acuosas que se quedan en el ambiente al toser o estornudar, o al tener contacto con personas contagiadas.

Los primeros casos reportados de COVID – 19 correspondían a cuarenta y cuatro (44) pacientes con neumonía de etiología desconocida procedentes de la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, que iniciaron síntomas entre el 31 de diciembre de 2019 y el 03 de enero de 2020.

Los primeros casos confirmados importados en el continente americano fueron notificados en los Estados Unidos de América y Canadá (el 23 y el 27 de enero de 2020, respectivamente).

A fines de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote de COVID – 19 como una "Emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional" (ESPII). El 11 de marzo de 2020 la OMS declaró que el mencionado virus había alcanzado niveles de diseminación a nivel mundial compatibles con una pandemia.

En el Perú, con fecha 05 de marzo de 2020, se confirmó el primer caso importado de COVID – 19. Al 29 de abril de 2020, se reportaron 33,931 casos confirmados de COVID – 19, con 943 fallecidos.

Entre las acciones realizadas por el Estado Peruano para prevenir y mitigar la propagación del COVID – 19, con Decreto Supremo N° 008-2020-SA, publicado el 11 de marzo de 2020, se declaró en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario, y se dictaron medidas de prevención y control del COVID-19.

Mediante Decretos de Urgencia N° 025-2020 y N° 026-2020, se aprobaron medidas urgentes y excepcionales, así como medidas adicionales extraordinarias a efectos de establecer mecanismos inmediatos para la protección de la salud de la población, y adoptar las acciones preventivas y de respuesta para reducir el riesgo de propagación y el impacto sanitario de la enfermedad causada por el COVID – 19 en el territorio nacional.

Con Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, publicado el 15 de marzo de 2020, se declaró el Estado de Emergencia Nacional por el plazo de quince (15) días calendario, disponiéndose el aislamiento social obligatorio (cuarentena), por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID -19. El estado de emergencia mencionado fue prorrogado a través del Decreto Supremo N° 051-2020-PCM, por trece (13) días calendario, contados a partir del 31 de marzo de 2020; mediante Decreto Supremo N° 064-2020-PCM, por catorce (14) días calendario, desde el 13 de abril de 2020 hasta el 26 de abril de 2020; y mediante Decreto Supremo N° 075-2020-PCM, por catorce (14) días calendario, desde el 27 de abril de 2020 hasta el 10 de mayo de 2020.



Respecto a las medidas relacionadas a la seguridad y salud en el trabajo, las empresas de los Subsectores Minería, Hidrocarburos y Electricidad deben cumplir las exigencias nacionales establecidas en la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su modificatoria, así como con su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR y sus modificatorias, a fin de implementar los más altos estándares requeridos para garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores y contratistas.

La Primera Disposición Complementaria Final de la Ley N° 29783 establece que los ministerios deben adecuar sus reglamentos sectoriales de seguridad y salud en el trabajo a la mencionada Ley. Tales medidas, en los sectores a cargo del Ministerio de Energía y Minas, se encuentran normadas, principalmente, por:

- El Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2007-EM.
- El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 111-2013-MEM/DM.
- El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 024-2016-EM.

En el caso específico del COVID – 19, mediante Resolución Ministerial N° 239-2020/MINSA, publicada el 29 de abril de 2020, se aprueba el Documento Técnico: "Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID -19", que establece los lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición al mencionado virus.

La Primera Disposición Complementaria del citado Documento Técnico establece que los Ministerios, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, a cargo de otorgar las autorizaciones para el desarrollo de las actividades económicas, en el marco de sus respectivas competencias, pueden aprobar las disposiciones que estimen convenientes para adecuarse a lo establecido en el Documento Técnico.

Sobre este punto, los artículos 4 y 5 de la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, señalan que el Ministerio ejerce competencias en materia de energía, que comprende electricidad e hidrocarburos, y minería, teniendo como competencias exclusivas: a) Diseñar, establecer y supervisar las políticas nacionales y sectoriales en materia de energía y de minería, asumiendo la rectoría respecto de ellas; b) Regular la infraestructura pública de carácter y alcance nacional en materia de energía y minería; y, c) Otorgar y reconocer derechos correspondientes en el ámbito de su competencia, con excepción de aquellos transferidos en el marco del proceso de descentralización.

Teniendo en cuenta lo descrito, y ante la emergencia declarada, resulta necesario establecer criterios específicos para la gestión de la seguridad y salud de los/las trabajadores/as y contratistas que realizan labores en los Subsectores Minería, Hidrocarburos y Electricidad, durante el período de emergencia sanitaria y el período posterior a la misma, y regular las medidas y acciones que las empresas de los mencionados Subsectores deben adoptar para enfrentar el riesgo de propagación e impacto sanitario provocado por el COVID – 19, acordes con el Documento Técnico:

4



"Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID – 19, aprobado por Resolución Ministerial N° 239-2020/MINSA, y demás normativa de la materia.

II. OBJETIVO

Regular e implementar las medidas y acciones de prevención, detección temprana y respuesta que deben realizar las empresas vinculadas a los Subsectores Minería, Hidrocarburos y Electricidad para enfrentar el riesgo de propagación e impacto sanitario provocado por el COVID – 19 durante el desarrollo de sus actividades operativas, con el fin de proteger la salud de sus trabajadores/as y contratistas.

III. ALCANCE

El presente protocolo es de aplicación por los/las empleadores/as y sus trabajadores/as y contratistas que laboran o prestan servicios en ellas, en todas las actividades de los Subsectores Minería, Hidrocarburos y Electricidad, a nivel nacional, así como el Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (en adelante COES).

IV. BASE LEGAL

- IV.1. Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su modificatoria.
- IV.2. Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas.
- IV.3. Decreto de Urgencia N° 025-2020, que dicta medidas urgentes y excepcionales destinadas a reforzar el Sistema de Vigilancia y Respuesta Sanitaria frente al COVID - 19 en el territorio nacional.
- IV.4. Decreto de Urgencia N° 026-2020, Decreto de Urgencia que establece diversas medidas excepcionales y temporales para prevenir la propagación del coronavirus (COVID - 19) en el territorio nacional.
- IV.5. Decreto Supremo N° 031-2007-EM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, y sus modificatorias.
- IV.6. Decreto Supremo N° 005-2012-TR, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y sus modificatorias.
- IV.7. Decreto Supremo N° 008-2020-SA, que declara en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID-19.
- IV.8. Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID - 19, y sus modificatorias.
- IV.9. Resolución Ministerial N° 193-2020/MINSA, que aprueba el Documento Técnico: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú, y sus modificatorias.
- IV.10. Resolución Ministerial N° 239-2020/MINSA, que aprueba el Documento Técnico: "Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID – 19".
- IV.11. Resolución Ministerial N° 055-2020-TR, que aprueba la "Guía para la prevención del Coronavirus en el ámbito laboral".



IV.12. Decreto Supremo N° 080-2020-PCM, Decreto Supremo que aprueba la reanudación de actividades económicas en forma gradual y progresiva dentro del marco de la declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del COVID-19.

V. DEFINICIONES Y ACRONIMOS

V.1. **Aislamiento COVID - 19:** Procedimiento por el cual a una persona caso sospechoso, reactivo en la prueba rápida o positivo en la prueba PCR para COVID-19, se le restringe el desplazamiento en su vivienda o en hospitalización, por un periodo indefinido, hasta recibir el alta clínica. Puede darse de la siguiente manera:

El aislamiento domiciliario, es el procedimiento por el cual a una persona sospechosa o confirmada COVID-19, se le restringe el desplazamiento fuera de su vivienda por un lapso de catorce (14) días, contados a partir de la fecha de inicio de síntomas.

El aislamiento hospitalario, es el procedimiento por el cual a una persona sintomática con complicaciones se le mantiene en un área separada de otros pacientes por un lapso de catorce (14) días a partir de la fecha de inicio de síntomas.

V.2. **Alta Epidemiológica COVID - 19:** Alta posterior a catorce (14) días calendario, al aislamiento individual domiciliario o en centros de aislamiento o posteriores a la evaluación clínica individual o alta hospitalaria según el Documento Técnico: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Personas afectadas por COVID-19 en el Perú, aprobado por Resolución Ministerial N° 193-2020/MINSA, o el que haga sus veces.

V.3. **Caso confirmado:** Persona con confirmación de infección por COVID - 19.

V.4. **Caso descartado:** Persona que tiene un resultado negativo para COVID - 19, ya sea por prueba rápida o por Prueba rt-PCR en tiempo real.

V.5. **COES:** Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

V.6. **Contacto directo:** Incluye cualquiera de las siguientes situaciones ante un caso confirmado: Persona que comparte o compartió el mismo ambiente de un caso confirmado de infección por COVID-19 en una distancia menor a 1.5 metros.

V.7. **Contratista:** Persona o empresa que presta servicios remunerados a una empleador/a con especificaciones, plazos y condiciones convenidos. Para el sub sector minero se utiliza la definición establecida en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobado por Decreto Supremo N°024-2016-EM.



V.8. Cuarentena COVID-19: Procedimiento por el cual a un trabajador sin síntomas de COVID-19 se le restringe el desplazamiento por fuera de su vivienda por el período que el gobierno establece como medida de prevención de contagio en el ámbito nacional. Es el aislamiento de personas durante el período de tiempo que el gobierno establece como medida de prevención de contagio en el ámbito nacional.

V.9. Desinfección: Reducción por medio de sustancias químicas y/o métodos físicos del número de microorganismos presentes en una superficie o en el ambiente, hasta un nivel que no ponga en riesgo la salud.

V.10. EPP: Equipo de Protección Personal para COVID-19.

V.11. Grupos de Riesgo: Conjunto de personas que presentan características individuales asociadas a mayor riesgo de complicaciones por COVID – 19. Personas mayores de sesenta (60) años y quienes cuenten con comorbilidades como: hipertensión arterial, diabetes, enfermedades cardiovasculares, enfermedad pulmonar crónica, cáncer u otros estados de inmunosupresión.

V.12. INS: Instituto Nacional de Salud.

V.13. Instalación: Infraestructura existente y en construcción utilizada para el desarrollo de las actividades eléctricas e hidrocarburos. Asimismo, se incluye toda la infraestructura utilizada para el desarrollo de las actividades comerciales y empresariales.

V.14. Limpieza: Eliminación de suciedad e impurezas de las superficies utilizando agua, jabón, detergente o sustancia química.

V.15. Mascarilla quirúrgica: Equipo de protección para evitar la diseminación de microorganismos normalmente presentes en la boca, nariz o garganta y evitar así la contaminación.

V.16. Mascarilla comunitaria: Equipo de barrera, que cubre boca o nariz, para reducir la transmisión de enfermedades.

V.17. MINEM: Ministerio de Energía y Minas.

V.18. MINSA: Ministerio de Salud. Es la Autoridad Nacional de Salud.

V.19. Profesional de la Salud: Profesional de la Salud del Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo, que cumple con la función de gestionar o realizar la vigilancia de la salud de los/las trabajadores/as, de acuerdo a lo estipulado en el Documento Técnico: "Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID – 19", aprobado con Resolución Ministerial N° 239-2020/MINSA, (medicina y enfermería).

V.20. Protector respiratorio: Equipo de protección personal destinado fundamentalmente a proteger al trabajador con muy alto riesgo y alto riesgo

