

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,  
MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**



**“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GAS NATURAL A BAJA PRESIÓN EN LA URB.  
PIEDRA SANTA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - PERÚ”**

Tesis presentada por los bachilleres en

Ingeniería Mecánica:

Herrera Zeballos,

Percy Alberto

León Luna,

Nicolás Ignacio

## PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Pongo a vuestra consideración el Proyecto de Tesis titulado:

“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GAS NATURAL A BAJA PRESIÓN EN LA URB. PIEDRA SANTA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – PERÚ”.

Con el presente Proyecto de Tesis pretendemos obtener el Título Profesional de “Ingeniero Mecánico”.

Así mismo se pretende conseguir que el presente proyecto constituya un aporte significativo para la masificación de GAS NATURAL en la parte sur del país, en específico la ciudad de Arequipa.

Se espera conseguir que el presente proyecto, cumpla con las expectativas deseadas y que sirva como estímulo para el estudio relacionado a la distribución de GAS NATURAL en instalación residenciales.

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis representa el final de mi vida universitaria y el inicio de mi vida profesional, Las grandes experiencias que obtuve a lo largo de la carrera profesional fueron muchas, las cuales me han enseñado a nunca abandonar nuestros ideales y mucho menos las metas que nos proponíamos en la vida.

Agradezco a mis padres Luis y Antonieta.

Por haberme guiado en este camino tan difícil, por haberme brindado la confianza en la realización de mis sueños por brindarme esta educación de la cual pueden sentirse orgullosos.

A mis hermanos por la amistad, apoyo y todos esos buenos momentos que hemos compartido.

Agradezco a mis padrinos Félix y Lina.

Por todo el apoyo que me ofrecieron, la ayuda y los buenos ánimos para poder seguir adelante, en especial a mi tío Félix por ser esa guía y ese ejemplo a seguir ya que gracias a él fue por quien elegí esta carrera.

Agradezco a las personas que han creído en mí.

A toda mi familia y amigos les agradezco lo que han hecho por mí, saben que cuentan conmigo.

Agradezco a mis profesores.

Que me compartieron sus conocimientos e hicieron posible mi desarrollo profesional.

**PERCY ALBERTO HERRERA ZEBALLOS**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre Aymé. Por haberme enseñado lo que es la perseverancia, el sacrificio y que para conseguir algo se requiere esfuerzo y dedicación.

A mi padre Guillermo, por ayudarme a descubrir el potencial que hay en mí y que las mejores lecciones de la vida no las encontraba dentro de un libro.

A mi hermano por la amistad, apoyo y por siempre ser un modelo a seguir.

Y agradezco a mis profesores. Que me guiaron durante mi formación como profesional.



**IGNACIO NICOLAS LEON LUNA**

## INDICE

Resumen.....	01
Summary.....	02
1. Introducción.....	03
1.1 Introducción.....	03
1.2 Nombre del Proyecto.....	04
1.3 Problema.....	04
1.4 Hipótesis.....	04
1.5 Objetivos.....	04
1.5.1 Objetivo General.....	04
1.5.2 Objetivos Específicos.....	05
1.6 Justificación.....	05
1.7 Alcance.....	05
2. Marco Conceptual.....	06
2.1 Gas Natural.....	06
2.2 Procesamiento del Gas Natural.....	08
2.3 Gas Natural en el Mundo.....	09
2.4 Gas Natural en el Perú.....	11
2.4.1 Yacimiento de Aguaytía.....	11
2.4.2 Yacimiento de la Costa y el Zócalo del Norte.....	13
2.4.3 Proyecto de Camisea.....	15
2.5 Método de Cálculo de Tuberías.....	23
2.6 Normatividad.....	30
2.7 Accesorios para Instalaciones de Gas Natural.....	31
2.7.1 Armarios de Regulación para Media Presión B.....	31
2.7.2 Reguladores de Abonado para Media Presión A.....	32
2.7.3 Válvulas de Seguridad por Defecto de Presión.....	34
2.7.4 Contadores de Gas.....	35
2.7.5 Vainas, Conductos y Pasa Muros.....	36
2.7.6 Elementos de Sujeción de Tuberías.....	37
2.7.7 Tomas de Presión.....	38

3. Ingeniería de Proyecto.....	40
3.1 Plan de Acción.....	40
3.2 Ubicación.....	41
3.3 Población.....	42
3.3.1 Resultados de la Encuesta.....	54
3.4 Requisitos Generales.....	55
3.4.1 Red de Baja Presión Distribuidora.....	55
3.4.2 ERM – Estación de Regulación y Medida.....	56
3.4.3 Trazado.....	62
3.4.4 Profundidad.....	63
3.4.5 Cálculos.....	63
3.4.6 Datos Previos.....	65
3.5 Diseño de Tuberías de Distribución.....	67
3.6 Características de Tuberías de Polietileno.....	75
3.7 Ubicación de Válvulas para Seccionamiento.....	75
3.8 Características Técnicas de Polietileno.....	76
3.9 Característica para Obra Civil para la Instalación Bajo Tierra de Tuberías de Polietileno.....	78
3.10 Característica para Obra Mecánica para la Construcción del Sistema de Tuberías de Polietileno.....	90
3.11 Unión por Electrofundición.....	96
3.12 Control de Calidad.....	100
3.13 Pruebas de Presión.....	101
3.14 Prevención de Daños.....	102
3.15 Detección de Fugas.....	103
3.16 Diseño de Tuberías Internas (Línea Montante y Línea Interna).....	104
3.16.1 Vivienda Unifamiliar.....	104
4. Análisis Económico.....	106
4.1 Introducción.....	106
4.2 Costo del Gas Natural Residencial.....	106
4.3 Análisis de Precios Unitarios.....	108

4.4 Curva S.....	108
4.5 Gráfico de Curva S.....	109
4.6 Análisis de Costo por Familia.....	110
4.7 Valor Actual Neto del Proyecto.....	112
Conclusiones.....	124
Bibliografía.....	126
Anexos.....	128

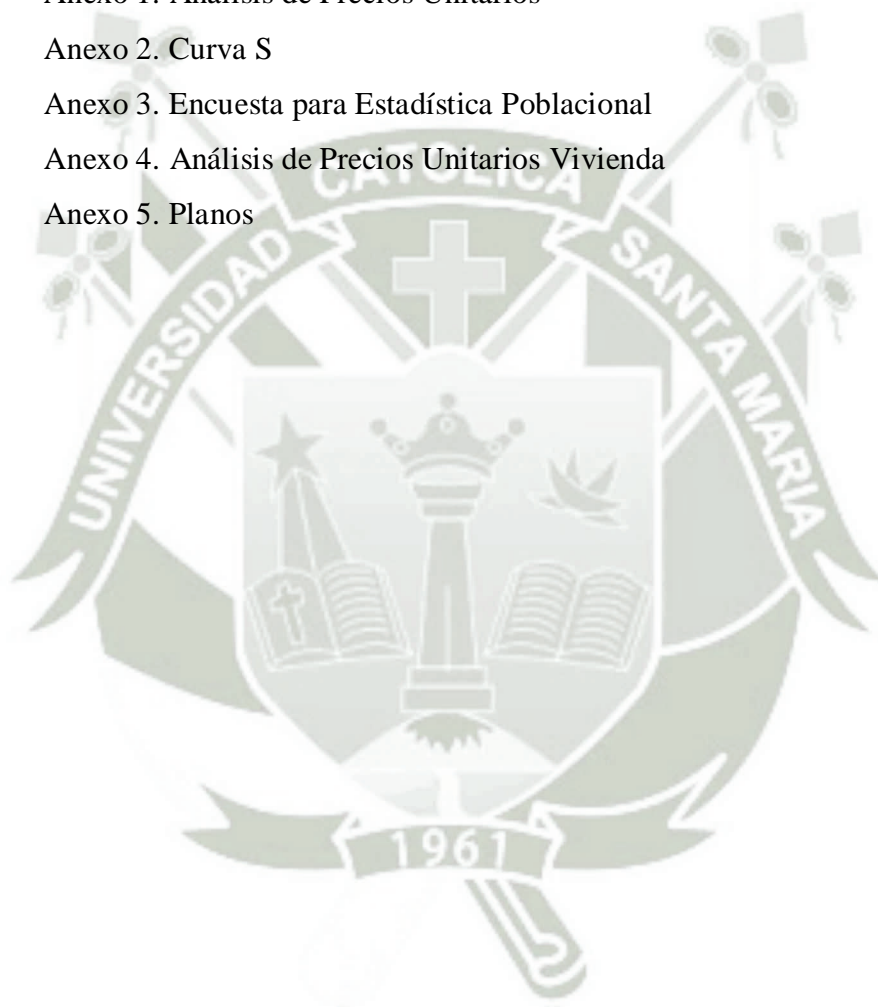
Anexo 1. Análisis de Precios Unitarios

Anexo 2. Curva S

Anexo 3. Encuesta para Estadística Poblacional

Anexo 4. Análisis de Precios Unitarios Vivienda

Anexo 5. Planos



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Gas Natural.....	08
Figura 2 Procesamiento del Gas Natural.....	09
Figura 3 Proceso de Gas Natural de Aguaytía.....	13
Figura 4 Composición accionaria de Aguaytía Energy.....	13
Figura 5 Localización geográfica de los yacimientos gasíferos de la Costa y el Zócalo Norte.....	15
Figura 6 Producción fiscalizadora de GN y LGN de la Costa y Zócalo Norte.....	15
Figura 7 Era SHELL – MOVIL.....	19
Figura 8 Consumo de GN sin tope.....	19
Figura 9 Tarifa anual para garantizar el ROA.....	21
Figura 10 Sistema Típico de regulación para media presión B.....	32
Figura 11 Sistema Típico de regulación para media presión A.....	33
Figura 12 Válvula de seguridad.....	34
Figura 13 Contadores de gas.....	35
Figura 14 Vainas y conductos.....	36
Figura 15 Elementos de Sujeción de Tuberías.....	37
Figura 16 Toma de presión roscada.....	38
Figura 17 Toma de presión para $P > 150$ mbar.....	39
Figura 18 Vista de Planta de la Urb. Piedra Santa.....	41
Figura 19 Vista de la entrada de la Urbanización Piedra Santa.....	41
Figura 20 Cuadro de porcentaje entre casas vs edificios – Primera Etapa.....	42
Figura 21 Cuadro de porcentaje por personas en una familia – Primera Etapa.....	43
Figura 22 Cuadro de porcentaje que tipo de cocina utilizan – Primera Etapa.....	43
Figura 23 Cuadro de porcentaje que tipo de terma utilizan – Primera Etapa.....	44
Figura 24 Cuadro de porcentaje sobre gasto mensual en gas – Primera Etapa.....	44
Figura 25 Cuadro de porcentaje sobre si están dispuestos a realizar el cambio – Primera Etapa...	45
Figura 26 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión – Primera Etapa.....	45
Figura 27 Cuadro de porcentaje cuanto esperan ahorrar al mes – Primera Etapa.....	46

Figura 28 Cuadro de porcentaje entre casas vs edificios – Las Casuarinas.....	46
Figura 29 Cuadro de porcentaje por personas en una familia - Las Casuarinas.....	47
Figura 30 Cuadro de porcentaje que tipo de cocina utilizan - Las Casuarinas.....	47
Figura 31 Cuadro de porcentaje que tipo de terma utilizan - Las Casuarinas.....	48
Figura 32 Cuadro de porcentaje sobre gasto mensual en gas - Las Casuarinas.....	48
Figura 33 Cuadro de porcentaje sobre si están dispuestos a realizar el cambio - Las Casuarinas...49	
Figura 34 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión - Las Casuarinas.....	49
Figura 35 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo ahorrar al mes - Las Casuarinas.....	50
Figura 36 Cuadro de porcentaje entre casas vs edificios – Segunda Etapa.....	50
Figura 37 Cuadro de porcentaje por personas en una familia - Segunda Etapa.....	51
Figura 38 Cuadro de porcentaje que tipo de cocina utilizan - Segunda Etapa.....	51
Figura 39 Cuadro de porcentaje que tipo de terma utilizan - Segunda Etapa.....	52
Figura 40 Cuadro de porcentaje sobre gasto mensual en gas - Segunda Etapa.....	52
Figura 41 Cuadro de porcentaje sobre si están dispuestos a realizar el cambio - Segunda Etapa...53	
Figura 42 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión – Segunda Etapa.....	53
Figura 43 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo ahorrar al mes - Segunda Etapa.....	54
Figura 44 Imagen 3 del Anexo norma UNE-60620-3, ERM para la instalación de gas natural en piedra santa 2.....	58
Figura 45 Imagen 4 del Anexo norma UNE-60620-3, ERM para la instalación de gas natural en piedra santa 2.1, las casuarinas y piedra santa 1 etapa.....	59
Figura 46 Sección isométrica de la zanja para un relleno.....	80
Figura 47 Alineación de tubos.....	99
Figura 48 Pasos para realizar una unión.....	99
Figura 49 Procedimiento para realizar una unión por electrofusión.....	100
Figura 50 Esquema de distribución de una vivienda unifamiliar.....	104
Figura 51 Esquema referencial del sistema de tuberías de conexión, acometida y una instalación interna – casa unifamiliar.....	105
Figura 52 Cuadro de equivalencias para producir 1 MMBTU.....	107
Figura 53 Tarifas de distribución de GN en Lima y Callo.....	108

Figura 54 Grafico Curva S Semanal.....109

Figura 55 Significado de los valores obtenidos por la VAN.....112



## INDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Tabla de composición del Gas Natural.....	07
Tabla. 2 Reservas Probadas de Gas Natural América Latina.....	10
Tabla. 3 Reservas de Gas Natural en el Mundo.....	10
Tabla. 4 Cuadro de factibilidad respecto a las tarifas.....	16
Tabla. 5 Dimensiones de los tubos de cobre (según UNE 37.141).....	24
Tabla. 6 Dimensiones de los tubos de acero (según UNE 19.040).....	25
Tabla. 7 Dimensiones de los tubos de acero inoxidable (según UNE 19.049).....	26
Tabla. 8 Dimensiones de los tubos de acero inoxidable (según UNE 19.049).....	27
Tabla. 9 Caudales de aparatos.....	28
Tabla. 10 Tabla de resultados cuantitativos.....	54
Tabla. 11 Características del sistema de distribución del gas natural.....	55
Tabla. 12 Presiones en el sistema de redes de distribución del gas natural.....	56
Tabla. 13 Tabla de selección de ERM Anexo B de la norma UNE-60620-3 para presiones de medición mayores a 0.4bar.....	57
Tabla. 14 Tabla de selección de ERM para cada etapa del proyecto.....	57
Tabla. 15 Tabla de presiones de salida de la ERM norma UNE-60620-3.....	60
Tabla. 16 Tabla de consumos en Kcal/h y caudal en m <sup>3</sup> /h de artefactos a gas.....	65
Tabla. 17 Tabla de factor de fricción.....	69
Tabla. 18 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Piedra Santa I.....	71
Tabla. 19 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Las Casuarinas.....	72
Tabla. 20 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Piedra Santa II.1.....	73

Tabla 21	Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Piedra Santa II.2.....	74
Tabla 22	Tabla de coeficiente de reducción vs temperatura promedio.....	77
Tabla 23	Distancia mínima para cruce entre líneas.....	81
Tabla 24	Calculo de todos los tramos de una vivienda unifamiliar.....	105
Tabla 25	Tabla de cuotas a cobrar por instalación red e instalación interior.....	111
Tabla 26	Calculo de Tasas de descuento a utilizar.....	113
Tabla 27	Calculo de gastos por semana del proyecto.....	113
Tabla 28	Calculo ingresos por semana del proyecto.....	114
Tabla 29	Calculo ingresos subvencionando el proyecto.....	115
Tabla 30	Calculo VAN según ingresos y gastos del proyecto.....	115
Tabla 31	Calculo VAN según ingresos y gastos del proyecto y capital inicial.....	116
Tabla 32	Cuota a cobrar por instalación de gas natural.....	118
Tabla 33	Gastos e Ingresos a una proyección de 9 años.....	119

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla a partir de la masificación del uso de gas natural en la zona sur de Perú y diseñar una instalación de gas natural en la Urb. Piedra Santa en la ciudad de Arequipa.

Esta Tesis desarrolla un proyecto de diseño de una instalación interna para residenciales en la urbanización de Piedra Santa, en la cual cuenta con 669 familias, el proyecto cumple con las normas técnicas peruanas referentes sobre la instalación de gas natural a residenciales, incluye un plano de lotización de la urbanización, el cual se usó para poder calcular los diámetros de las tuberías y luego los accesorios necesarios.

Las tuberías y accesorios a instalarse son de polietileno clase PE 80, con los siguientes diámetros 20 mm, 32 mm, 63mm, 110mm y 200mm. Que son los diámetros comerciales para instalaciones residenciales.

El tipo de unión entre tuberías y a accesorios se realiza por electro fusión.

La red de distribución principal la cual pasa por la avenida metropolitana tendrá una presión mayor igual a 5 bares según norma ASME B31.8 y reduciéndose la presión a través de una estación de regulación y medida a 4 bares presión para distribución de gas residencial.

El costo total del proyecto asciende USD \$ 192,744.87, el cual al ser prorrateado alcanza un costo de USD \$ 288.11 por familia (instalación de red principal). El costo por instalación interna se calculó en USD \$ 492.2 obteniendo un costo total por familia de USD \$ 780.31.

El costo por familia se valoró en 96 cuotas mensuales (8 años), aplicando el método del Valor Actual Neto y se calculó el pago mensual de 29.96 nuevos soles (S/. 11.26 instalación de red de distribución, S/. 18.7 instalación interna).

## SUMMARY

This project is based on the mass use of natural gas in the south of Peru and design a natural gas distribution in Piedra Santa's suburb in the city of Arequipa.

This thesis develops a design project of an internal installation for Piedra Santa's suburb, which has 669 families, the project meets the referents Peruvian technical standards for installation of natural gas to residential, includes a plane of the suburb, which was used to calculate the diameters of the pipes and then the necessary accessories.

Pipes and fittings to be installed are made of polyethylene PE 80 class, with the following diameters 20mm, 32mm, 63mm, 110mm and 200mm. Which they are commercial diameters for residential installations.

The type of connection between pipes and fittings is done by electro fusion.

The main pipe distribution network which passes through the metropolitan avenue will have a higher pressure equal to 5 bar according to ASME B31.8 standard and reducing the pressure through a regulation and metering station at 4 bar pressure for residential gas distribution.

The total project cost is USD \$ 192,744.87, which when prorated reaches a cost of \$ 288.11 per family (primary pipe network installation). The internal installation cost was estimated at USD \$ 492.2 obtaining a total cost of USD \$ 780.31 family.

The cost per family was assessed in 96 monthly installments (8 years), applying the method of Net Present Value and monthly payment calculated of 29.96 soles (S /. 11.26 installation distribution network, S /. 18.7 internal installation).

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

Desde que el gas llegó al Perú, o mejor dicho, fue encontrado (Gas de Camisea), se comenzó a realizar proyectos tanto para cambiar de combustible a las industrias, y para crear líneas de gas a través de la comunidad y poder llegar hasta todas las viviendas, tras investigar un poco, el sistema para las viviendas no es muy costosa, pues solo aumentaría hasta 1500 soles el precio de está.

El presente proyecto servirá como referencia para motivar a las personas al consumo masivo de gas natural y también motivar a empresarios a invertir en desarrollar este tipo de proyectos, esto permitirá darnos independencia energética o disminución de la dependencia de otras fuentes de energía más costosas.

Este proyecto instruirá al público en general sobre el gas natural, sus fuentes, composición, ventajas y desventajas y finalmente la ingeniería de la instalación y diseño de un sistema y red de tuberías se realizara en una Urbanización "Piedra Santa" primera y segunda etapa, en el distrito de Yanahuara, Ciudad de Arequipa, Departamento de Arequipa.

## 1.2 NOMBRE DEL PROYECTO

“ PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GAS NATURAL A BAJA PRESIÓN EN LA URB. PIEDRA SANTA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – PERÚ ”.

## 1.3 PROBLEMA

El problema a resolver es el diseño e instalación de un sistema de gas natural en la urbanización “Piedra Santa” ubicada en el distrito de Yanahuara provincia de Arequipa, cumpliendo todas las normativas y reglamentos vigentes.

## 1.4 HIPOTESIS

El proyecto podrá demostrar que el costo de instalación de gas natural en una vivienda podrá ser recuperado en pocos años y que realizar un proyecto de instalación en una urbanización es rentable.

## 1.5 OBJETIVO

### 1.5.1OBJETIVO GENERAL

- Realizar la memoria de cálculo y la selección de los componentes y equipos necesarios de la instalación de gas natural para la Urb. Piedra Santa en Arequipa.

## 1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un presupuesto de toda la instalación de distribución de gas natural en la urb. Piedra Santa (no acometida)
- Determinar el tiempo de recuperación de la inversión.
- Realizar un análisis económico del proyecto
- Determinar los costos adecuados para que sea rentable.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

- Debido a los grandes beneficios económicos del gas natural en las viviendas, se tiene la necesidad de implementar un proyecto rentable para la empresa y que brinden un suministro cómodo y económico al cliente.
- Además el gas natural es un combustible limpio, económico y menos contaminante y su instalación brinda comodidad al estar disponible las 24 horas los 365 días del año.

## 1.7 ALCANCE

- Se cumplirá con todas las normas que solicita el estado peruano para instalaciones de gas natural.
- El proyecto abarcara la instalación de gas natural para la Urb. Piedra Santa primera y segunda etapa.
- Todos los materiales a utilizar dentro de la instalación se podrán conseguir en el mercado nacional.
- Cumplirá con su análisis económico para demostrar la rentabilidad del proyecto.



## CAPITULO II

### MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1 GAS NATURAL

El gas natural constituye una fuente importante de energía fósil liberada por su combustión. Es una mezcla de hidrocarburos gaseosos ligeros que se extrae, bien de yacimientos independientes (gas libre), bien junto a yacimientos petrolíferos o de carbón (gas asociado a otros hidrocarburos y gases).

De composición similar, el biogás se genera por digestión anaeróbica de desechos orgánicos, destacando los siguientes procesos: depuradoras de aguas residuales (estación depuradora de aguas residuales), vertederos, plantas de procesamiento de residuos y desechos de animales (SANDACH [Subproductos de origen Animal No Destinados A Consumo Humano]). Como fuentes adicionales de este recurso natural, se están

investigando los yacimientos de hidratos de metano, que podrían suponer una reserva energética superior a las actuales de gas natural.

La composición del gas natural varía según el yacimiento:

<b>Componente</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Composición(%)</b>	<b>Estado Natural</b>	
Metano	(CH <sub>4</sub> )	95,08	gas	
Etano	(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	2,14	gas	
Propano	(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0,29	gas licuable	} GLP
Butano	(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,11	gas licuable	
Pentano	(C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0,04	líquido	
Hexano	(C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0,01	líquido	
Nitrógeno	(N <sub>2</sub> )	1,94	gas	
Gas carbónico	(CO <sub>2</sub> )	0,39	gas	

Impurezas como son, helio, oxígeno, vapor de agua.

Las propiedades del gas natural según la composición del cuadro anterior son:

Densidad relativa: 0,65      Poder calorífico: 9,032 kcal/m<sup>3</sup>

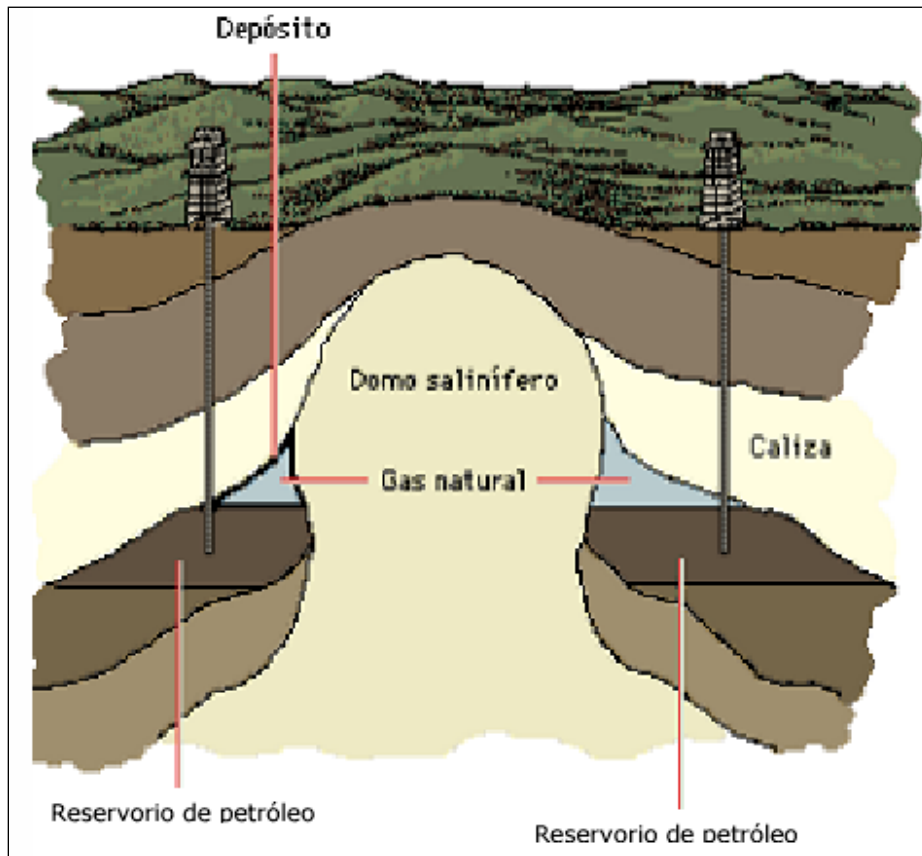
Cp (presión Cte): 8,57 cal/mol.°C      Cv (volumen Cte): 6,56 cal/mol.°C.

Ref.: Osinerming Perú – La industria del gas natural en el Perú

Tabla. 1 Tabla de composición del Gas Natural

Los depósitos de gas se encuentran en el subsuelo en estructuras geológicas denominadas trampas. Dentro de éstas, los hidrocarburos o el gas, están contenidos en una roca porosa llamada roca yacimiento.

La trampa de hidrocarburos es una condición geológica de las rocas del subsuelo que permite la acumulación del petróleo o del gas natural. Las trampas pueden ser de origen estructural (pliegues y fallas), estratigráfico (lentes, acunamiento de rocas porosas contra rocas no porosas denominadas rocas sellos) y mixto (una combinación de pliegues y/o fallas con cambios de porosidad de las rocas).



Ref.: Osinerning Perú – La industria del Gas Natural

Fig. 1 Ubicación del Gas Natural

## 2.2 PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL

El gas natural una vez extraído de los reservorios se somete a un proceso de separación.

### Proceso de separación

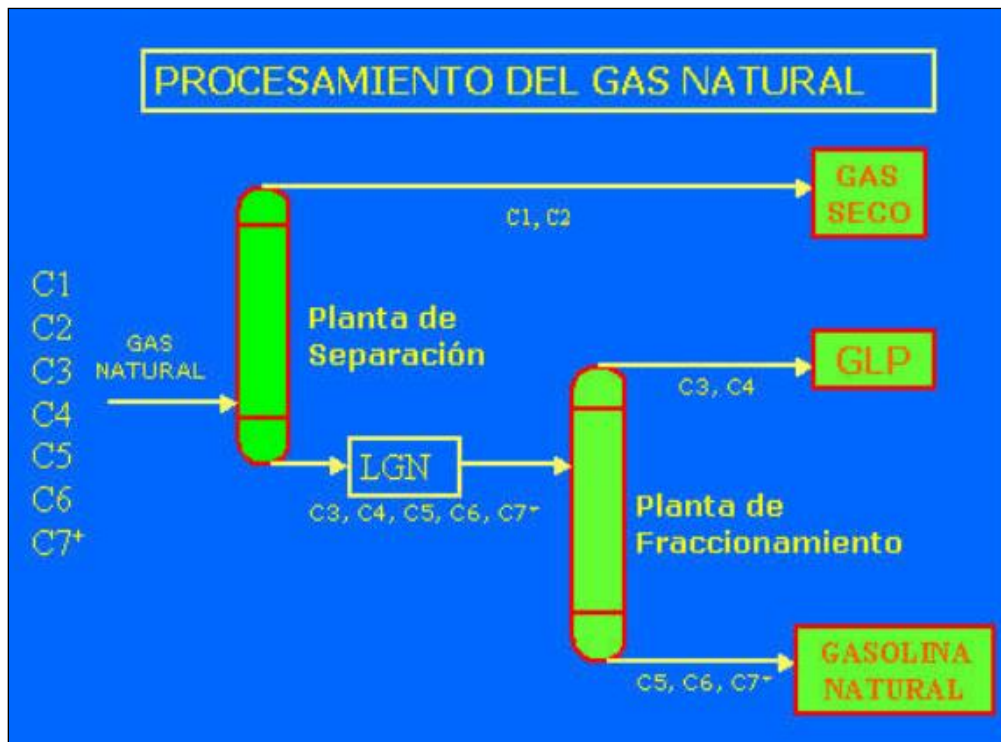
Mediante este proceso se obtiene:

- Gas natural seco (metano y etano) que se transporta por gasoductos a los centros de consumo.

- Líquidos de gas natural (propano, butano, pentano y más pesados) que se transporta por poliductos hasta una planta de fraccionamiento.
- Otros componentes: Agua, azufre y otras impurezas que no tiene valor comercial.

### Proceso de fraccionamiento

Es un proceso que consiste en separar los líquidos del gas natural (LGN) en gas licuado de petróleo (GLP) y gasolina natural.



Ref.: Osinerming Perú - ¿Cómo se procesa el Gas Natural?

Fig. 2 Procesamiento del Gas Natural

## 2.3 GAS NATURAL EN EL MUNDO

En todos los continentes del planeta hay yacimiento de gas natural. Los yacimientos más importantes descubiertos se encuentran en los siguientes países: Estados Unidos y Canadá en América del Norte; Argentina, Venezuela y Trinidad y Tobago en América del Sur; Alemania, Dinamarca, Finlandia, Noruega, Italia, Holanda o Gran Bretaña en

Europa; la Federación Rusa, Uzbekistán, Kazakstán y Turkmenistán; Argelia, Libia, Nigeria o Egipto en África; Arabia Saudí, Kuwait, Irak, Qatar, Emiratos Árabes o Irán en Oriente Medio; y Australia, India o China en Asia-Oceanía.

Europa representa el 3,5% del total de reservas mundiales. Los tres grandes países productores son Gran Bretaña, Noruega y Holanda este último con las reservas probadas más importantes de todo el continente, gran parte de estas han sido descubiertas en el Mar del Norte. Las primeras explotaciones fueron las de los yacimientos encontrados en Austria, Italia y Francia.

Si bien en el estado español la producción de gas natural no es importante, se han encontrado bolsas en diversos puntos de la Península como es el caso de las provincias de Álava y Sevilla, la costa vasca o el golfo de Cádiz. Así, prácticamente la gran parte del gas natural que se utiliza en nuestro país proviene del extranjero, exactamente de Libia, Argelia y Abu Dhabi, entre otras.

América Latina						
<b>RESERVAS PROBADAS DE GAS NATURAL 2012</b>						
Billones de Metros Cúbicos						
	País	2008	2009	2010	2011	2012
1	Venezuela	4,983	5,065	5,525	5,528	5,563
2	Brasil	380	365	358	417	434
3	México	359	359	339	349	360
4	Perú	415	415	345	353	359
5	Argentina	428	399	379	359	333
6	Bolivia	750	750	695	281	281
7	Colombia	114	124	134	153	155
8	Chile	46	46	45	43	41
9	Ecuador	8	8	8	6	6

Fuente: OPEP  
Elaboración: Desarrollo Peruano

<b>Reservas de gas natural en el mundo</b>	
(10 principales países)	
País	Reservas
RUSIA	41,0 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
IRAN	13,8 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
ESTADOS UNIDOS	5,3 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
ABU DHABI	5,2 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
KATAR	4,4 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
ARABIA SAUDITA	4,0 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
NORUEGA	3,0 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
ARGELIA	3,0 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
VENEZUELA	2,8 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos
CANADA	2,8 x 10 <sup>12</sup> metros cúbicos

Ref.: Gas Natural Madrid Innova – Gas Natural en el mundo

Tabla. 2 Reservas Probadas de Gas Natural América Latina y

Tabla. 3 Reservas de Gas Natural en el Mundo.

## 2.4 GAS NATURAL EN EL PERU

### 2.4.1 YACIMIENTO DE AGUAYTIA

Tiene un área total de 16,630 Ha. Está localizado en el Lote 31C en la provincia de Curimaná, departamento de Ucayali, aproximadamente a 75 Km al oeste de la ciudad de Pucallpa, 77 km al noreste de la ciudad de Aguaytía y a 475 Km al noreste de la ciudad de Lima. Ver figura 3.

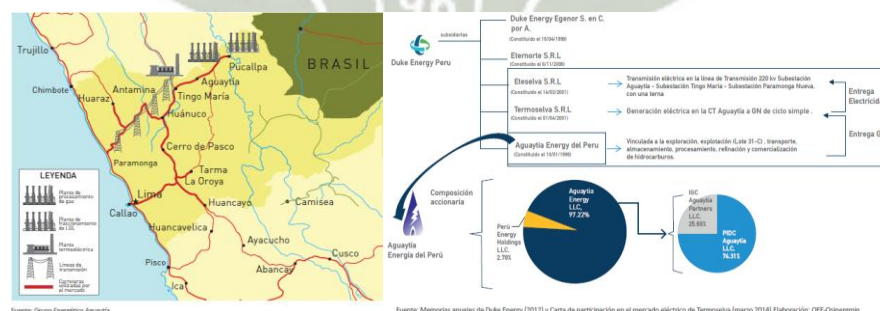
El yacimiento fue encontrado por la Compañía Mobil Oil Co. en el año 1961. El pozo AG-1X fue posteriormente devuelto al Estado peruano hasta el año 1993 en que se realizó la licitación para la extracción del GN en Aguaytía. Más adelante, el 30 de marzo de 1994, se firmó el “Contrato de Licencia para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 31-C” entre The Maple Gas Corporation del Perú y PERUPETRO S.A. El operador inicial del campo de Aguaytía fue Maple Gas Corp (1994), que seguidamente cedió el control del proyecto a la empresa Aguaytía Energy del Perú S.R.L. (luego, Aguaytía Energy), mediante una modificatoria del contrato de licencia firmada el 25 de julio de 1996. Véase la figura 4.

Aguaytía entró en operación a partir de julio de 1998, tras una inversión de US\$ 300 millones. Se tasó una duración de las reservas entre 30 a 40 años; por lo que el tiempo de ejecución se fijó en 30 años.

A la fecha, Aguaytía Energy cuenta con nueve pozos perforados, de los cuales dos están desamparados (entre ellos el pozo inicial AG-1X), dos son productores de gas, cuatro inyectores de gas y uno es para agua. Sin embargo, el pozo AG-2X que es considerado a la fecha como pozo inyector de gas, también actúa como pozo productor cuando se requiere. El Lote 31-C cuenta con reservas probadas del orden de 0.44 TCF de GN y 20 MMBls de LGN. La producción promedio de GN es de 70 MMPCD. El procesamiento de GN con condensados es de 65 MMPCD de gas seco y 4.4 MBPD de LGN. El fraccionamiento de los LGN es de 1.4 MBPD de GLP y 3 MBPD de gasolina natural. La

producción fiscalizada promedio entre el año 2000 y 2013 fue de 28 MMPCD de GN y de 2.8 MBPD de LGN. Véase la figura 3.

En la Planta de Procesamiento de gas de Curimaná es tratado el gas extraído del lote 31-C, en donde es separado en GN seco y LGN. De ahí, los LGN son transportados hacia la Planta de Fraccionamiento “Pucallpa”, donde se modifica en productos de utilidad comercial. Por otra parte, el GN es trasladado hacia dos destinos: la Planta Eléctrica Aguaytía y la Planta de Fraccionamiento, pertenecientes al grupo Aguaytía, para ser usado como combustible. El proyecto consta con 124 km de gasoducto y 113 km de poliducto, lo cual permite el traslado de GN seco, GLP y gasolina natural. Los ductos de GN y LGN del sistema de transporte de la empresa Aguaytía inician desde la Planta de Separación de Curimaná hasta la estación de medición Neshuya, que se encuentra en el km 60 de la carretera Federico Basadre. Desde este punto el ducto de LGN se dirige hacia la Planta de Fraccionamiento “Pucallpa”, emplazado en Yarinacocha, y se bifurca, dirigiéndose un tramo hacia el Oeste, a la Central Térmica de Aguaytía, y el otro tramo hacia la Planta de Fraccionamiento. Asimismo, suministra con GN seco a la Central Termoeléctrica a GN de ciclo simple de Aguaytía (CT Aguaytía), concesionada y operada por Termoselva S. R. L. desde el 1° de mayo del 20019; cuya potencia efectiva de los grupos (TG) 1, 2 y 3 son 78.2, 78.5 y 156.6 MW, respectivamente. Es preciso señalar que la construcción del gasoducto de Aguaytía a Pucallpa se realizó con el interés básico de alimentar la Central de Yarinacocha (que se mantenía inoperativa). Gracias a ello el combustible se está utilizando para generar energía eléctrica al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.



Fuente: Osinermining Perú - Grupo Energético Aguaytía

Fig. 3 Proceso de Gas Natural de Aguaytía y Fig. 4 Composición accionaria de Aguaytía Energy

## 2.4.2 YACIMIENTOS DE LA COSTA Y EL ZOCALO DEL NORTE

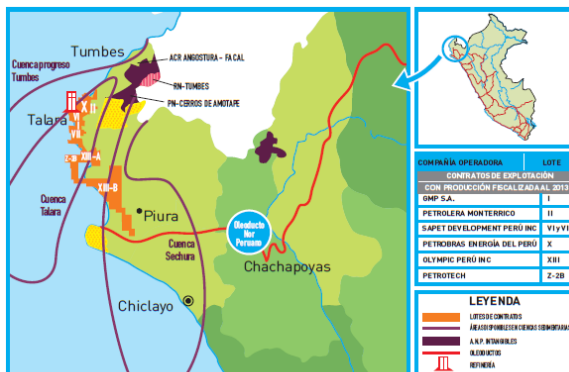
En los departamentos de Piura y Tumbes, en la cuenca petrolera se ubican localizados estos yacimientos. Dentro de la producción de petróleo en la mayoría de reservorios se presenta el GN, por lo que los costos de producción se muestran relativamente reducidos. El desarrollo del mercado es limitado, aunque el potencial energético es significativo para ambas regiones. Se mantiene solo en la productividad térmica de electricidad que también ha estado limitada por lo competencia de las centrales hidráulicas. Véase la figura 5.

El consumo potencial cerca del área se encuentra en los pozos productores de estos yacimientos. Por su continuidad, varias centrales eléctricas, refinerías, plantas de procesamiento y áreas urbanas aprovechan su producción; sin embargo, los volúmenes de adquisición se han mantenido constantemente debajo de los 40 MMPCD. La poca demanda se debe, por una parte, a la falta de apoyo del uso de GN en las zonas cercanas, tanto a nivel residencial, comercial e industrial y a la falta de financiamiento. Las reservas probadas de hidrocarburos en la zona son diminutas, lo cual restringe las posibilidad de una extracción a una mayor escala para proveer a todo el mercado interno regional. Entre los años 2004 y 2012 las reservas probadas de GN en dicha región se acrecentaron de 0.2 a 1.0 TCF, y el total de reservas (probadas más probables y posibles) se acrecentaron de 1.5 a 2.3 TCF.

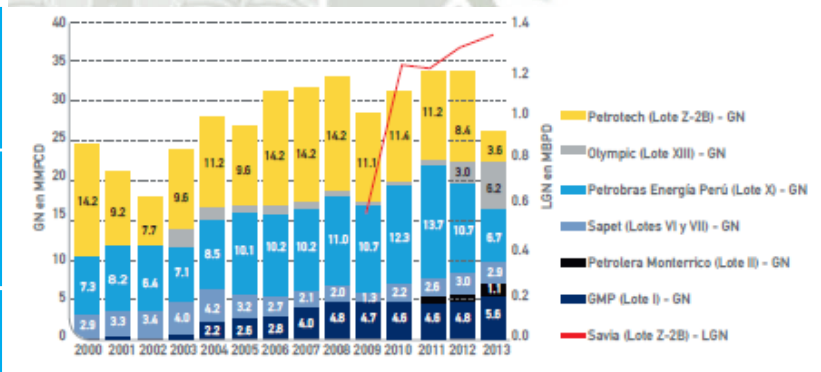
La producción fiscalizada de GN se halla repartida entre las compañías GMP (Lote I), Petrolera Monterrico (Lote II), Sapet (Lote VI y VII), Petrobras Energía del Perú (Lote X) y Olympic (Lote XIII) en la zona de la Costa Norte, y Petrotech (Lote Z-2B) en la zona del Zócalo Norte. Entre los años 2000 y 2013 la producción fiscalizada promedio de GN fue de 28 MMPCD, oscilando entre un mínimo de 18 MMPCD en el año 2002 y un máximo de 34 MMPCD en el año 2011 y entre los años 2009 y 2013 la producción fiscalizada promedio de LGN fue de 1.1 MBPD correspondiente a la empresa Savia del Lote Z-2B. Véase el figura 6.

Una parte importante del gas extraído es reinyectado en los pozos debido a la escasa demanda de la zona. El principal comprador del GN de estos yacimientos es la Empresa Eléctrica de Piura S.A. (EEPSA), de propiedad del Grupo Endesa de España.

Hasta inicios del año 2004 se habían realizado iniciativas infructuosas para desarrollar la industria del GN en el Perú; sin embargo, éstas no prosperaron y se continuaba con la limitada operación de los pozos en el zócalo y costa norte del país. La entrada en operación comercial de Camisea impulsó el desarrollo del sector energético en nuestro país, promoviendo la industria peruana de GN y definiendo su horizonte futuro. En general, el proyecto Camisea se convirtió en el hito más importante en la industria peruana de GN, el cual dinamizó más de lo esperado su desarrollo, a través de la reestructuración de la matriz energética del país. El uso de GN en diferentes sectores económicos posibilitó la obtención de ingresos fiscales por parte del Gobierno Central y gobiernos locales. Todo esto ha implicado una mejora en la calidad de vida de los peruanos, teniendo acceso a una fuente energética eficiente y económica. El siguiente Capítulo detalla la historia del Proyecto Camisea, desde el descubrimiento inicial de reservas, en el año 1981, hasta el desarrollo de las diferentes actividades de la industria: exploración y explotación, transporte, distribución, y exportación de GNL.



Fuente: PERUPETRO, MINEM, Subsección OEE-Osinergmin



Fuente: MINEM, Elaboración: OEE-Osinergmin

Fuente: MINEM OEE-Osinergmin – Masificación del Gas Natural en el Perú

Fig. 5 Localización geográfica de los yacimientos gasíferos de la Costa y el Zócalo Norte y

Fig. 6 Producción fiscalizadora de GN y LGN de la Costa y Zócalo Norte

### 2.4.3 PROYECTO CAMISEA

En julio de 1981, la compañía Shell firmó un contrato para realizar operaciones petrolíferas en la selva sur del Perú (explorar la existencia de hidrocarburos en los lotes 38 y 42). Entre los años 1984 (segundo gobierno del Arq. Fernando Belaunde Terry) y 1988 (primer gobierno del Dr. Alan García Pérez) la compañía descubrió reservas de gas natural en la región de Camisea (Cusco), en los yacimientos de San Martín, Cashiriari, Mipaya y Pagoreni.

En marzo de 1988, se firmó un acuerdo de bases entre Petroperú y Shell, donde se establecían los términos de un contrato de operaciones para la explotación de gas natural, estimando una inversión aproximada de 2 500 millones de dólares. Lamentablemente, el contrato no prosperó y Shell tuvo que abandonar los yacimientos, no quedando claro los derechos sobre el desarrollo futuro de los mismos. Al inicio del primer gobierno del Ing. Alberto Fujimori (1990 - 1995), se suscribió un convenio entre Perupetro y Shell para la evaluación del potencial comercial de las reservas descubiertas. Como parte de este convenio Shell debería efectuar un estudio de factibilidad que sirviera de base para la definición del contrato. En mayo de 1996 se firma el contrato de Licencia entre Perupetro como representante del Estado peruano y el consorcio Shell – Mobil.

El contrato definía tres etapas:

- Etapa 1: duración 2 años; desarrollo de estudios y perforación de pozo exploratorios; garantía de 19,5 millones de dólares.
- Etapa 2: duración 4 años, desarrollo del yacimiento (construcción de plantas y tuberías); garantía de 79,5 millones de dólares.
- Etapa 3: duración 34 años, producción de gas natural y líquidos.

Los resultados del estudio de factibilidad en lo que respecta a las tarifas se muestran en la tabla 4.

Desde Camisea a ...	Capacidad	Distancia Km.	Diámetro de la tubería en pulgadas	Costo de la tubería en Millones US\$	Tarifa de Transporte
Lima (líquidos)	70 Mbd <sup>10</sup>	595	10/8	370	3,90 US\$ / bbl
Lima (gas)	250 MMpcd <sup>11</sup>	595	16	390	1,14 US\$ / MMBTU
Quillabamba	150 MMpcd	140	16	110	0,53 US\$ / MMBTU
Ilo	50 MMpcd	970	12	550	8,03 US\$ / MMBTU
Acre - Rondonia	60 MMpcd	600	14	325	3,93 U S\$ / MMBTU
Santa Cruz	900 MMpcd	1 530	26	1 510	1,22 US\$ / MMBTU

Fuente.: Ministerio de Energía y Minas – Proyecto Camisea

Tabla 4 Cuadro de factibilidad respecto a las tarifas

Para pasar a la segunda etapa, el consorcio sólo debía manifestar su opción de continuar y entregar la fianza exigida. El 15 de julio de 1998, el consorcio decidió no pasar a la segunda etapa por lo que todos los derechos sobre el yacimiento retornaron al Estado peruano.

a) **PARTIDA DE SHELL**

Una semana antes del 15 de julio de 1998, el consorcio Shell-Mobil presentó al gobierno un requerimiento de tres puntos para poder acceder a la segunda etapa del proyecto:

- Desarrollo de la Distribución de Gas Natural en el área de Lima. Hasta ese momento el contrato establecía, como una obligación del consorcio, la ejecución del campo y el transporte hasta Lima; la distribución estaba a cargo de un comité de privatización (CEPRI) quién encontraría una empresa que desarrollaría esta parte del negocio. El costo estimado de la distribución no superaba los 100 millones de dólares.
- Modificación de la Ley de Concesiones Eléctricas (publicada en noviembre de 1992, antes de la firma del Contrato del Siglo) para permitir la generación privilegiada de las centrales termoeléctricas que operen con el gas de Camisea y, además, que en las reglas de formación de tarifas de generación se incluyan todos los costos del gas natural sin restricción alguna

(tal como figuran en el contrato entre el productor de gas y el generador eléctrico). Por otra parte solicitaban reducir la injerencia del regulador (Comisión de Tarifas Eléctricas).

- Permitir la “libre” exportación de gas natural a Brasil. El consorcio solicitaba un Decreto Supremo que le garantice la libre venta de gas a Brasil sin controles de precios ni restricciones en volumen.

#### **b) LA DEFINICION DEL “NUEVO CAMISEA”**

Luego de la partida de Shell, el gobierno se abocó a la tarea de definir el esquema de desarrollo del “Nuevo Camisea”. Para este fin se formó un Comité Especial de Alto Nivel de Camisea (CEANC), que tenía por objetivo definir el esquema para promocionar el proyecto. Luego de la definición, la tarea de promoción recaería en la Comisión de Inversión Privada (COPRI).

Básicamente existían dos propuestas: Desarrollo de Camisea como un proyecto único (tal como lo tenía Shell, pero agregándole la distribución) y el otro segmentado donde se separaba en producción, transporte y distribución. En mayo del año 1999, el gobierno definió como opción para desarrollar Camisea el esquema segmentado, es decir, el desarrollo de la producción, transporte y distribución por compañías diferentes que podrían tener cierta participación cruzada.

#### **c) CONTRATO CON PLUSPETROL**

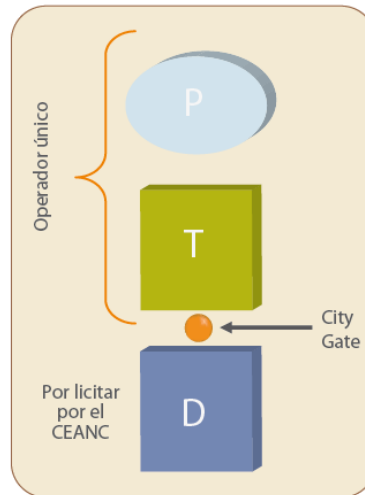
En diciembre del año 2000, a los inicios del gobierno de transición presidido por Valentín Paniagua Curaçao, todavía estaba pendiente la suscripción de los decretos supremos que aprobaban los contratos de Licencia y de Concesión entre el Estado peruano y los ganadores de los concursos 16 que los originaron. Este estado de cosas motivó una semana de discusiones entre el gobierno y el postor ganador (Pluspetrol), así como con el postor perdedor (Total-Fina-Elf de Francia). Periodo en que se hicieron una serie de denuncias en algunos medios de comunicación demandas del postor perdedor y propuso mejoras a los contratos de Licencia y de

Concesión, las que fueron aceptadas por Pluspetrol, antes de dar su fallo final. Además, existían aspectos de naturaleza jurídica (respeto a un concurso) e imagen política ante la comunidad internacional que no podían ser soslayados. Al final, el 5 de diciembre del año 2000, el gobierno firmó los Decretos Supremos respectivos y se concluye con los procesos de concesión de Camisea.

#### **d) ESTRUCTURA DEL PROYECTO**

El Proyecto Camisea, en la era del consorcio Shell – Mobil, estaba conceptualizado como un proyecto de hidrocarburo más, donde el licenciatario tenía derecho a construir, y a depreciar como parte de su inversión, las infraestructuras de transporte de gas natural y de líquidos. En esa época el proyecto estaba dividido en dos partes: la producción, transporte y refinación en manos del consorcio, y la distribución en manos del Comité Especial de Alto Nivel de Camisea (CEANC), que estaba encargado de llevar a cabo la licitación de esta parte.

El contrato no especificaba la política de precios que debía seguir el consorcio, tanto para el gas natural seco como para los líquidos, apelando a la libertad de precios consagrada en la Ley Orgánica de Hidrocarburos. Además, no se señalaba la reserva comprometida con el mercado interno, a fin de garantizar la transformación de la industria nacional y permitir un horizonte razonable para dicha conversión. (Ver Figura 7).

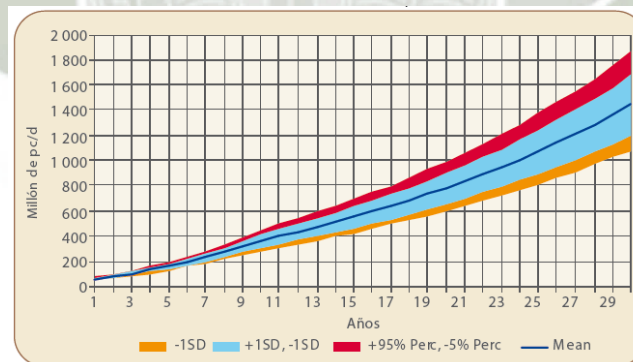


Fuente: Propia

Fuente: Ministerio Energía y Minas – Proyecto Camisea

Fig. 7 Era SHELL – MOVIL

Durante el desarrollo del proyecto, por parte del consorcio SM, existió diversidad de hipótesis respecto de la evolución de la demanda de gas natural en el mercado interno. En la figura 8 se aprecia la divergencia que existe en el desarrollo del mercado interno de gas natural, en el que se considera un posible escenario de inicio (70 millones de pies cúbicos por día).



Ref.: Osinerming Perú – La industria del Gas Natural en el Perú

Fig. 8 Consumo de GN sin tope

Ciertamente, el desarrollo de un mercado virgen del gas natural, como es el peruano, requiere de una serie de políticas públicas que ayuden a reducir los riesgos

futuros para así obtener un proyecto viable para todos. El problema principal del esquema de Camisea era que la volatilidad del mercado de gas natural debía ser cubierta con el negocio de líquidos. Al ser el transporte parte del negocio del consorcio SM, éste no estaba obligado a segmentar los precios a los consumidores, sino a mostrar un precio único al cliente (si además, no se quería desagregar la distribución entonces debía obtenerse este segmento como parte del negocio del consorcio). Además, para el cálculo de las regalías, el transporte interviene descontado dicho costo al valor de venta, con lo que se tendría el valor del gas en el campo (punto de fiscalización). Por lo tanto, si el transporte es caro, entonces la regalía es mínima o inexistente (si el transporte es mayor al valor de venta). La fórmula para determinar la tarifa de transporte refleja el costo medio de corto plazo (1 año) de acuerdo a un balance contable, tal como se muestra:

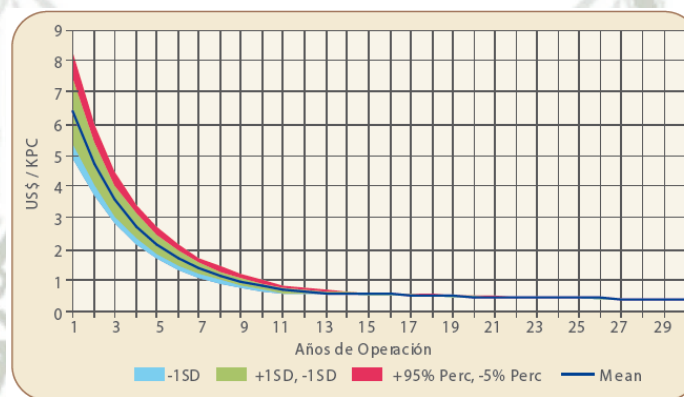
$$T = \frac{CO + D + (I + CT) \times R}{V}$$

Dónde:

- T: Tarifa Máxima de transporte, expresada en dólares por millar de pies cúbico.
- CO: Costo operativo anual, expresado en dólares.
- D: Depreciación anual de la inversión, expresada en dólares. Se calcula con 20 años, pero puede ser un plazo diferente.
- I: Inversión, expresada en dólares. El texto original señalaba que era la inversión neta (descontado la depreciación acumulada) pero en la última modificación se dejó sólo Inversión (no se descuenta la depreciación acumulada).
- CT: Capital de trabajo requerido para operar el ducto, expresado en dólares.
- R: Tasa de Rentabilidad expresada en porcentaje. La tasa trata de buscar una rentabilidad neta después del impuesto a la renta.

- V: Volumen anual de gas natural transportado, expresado en miles de pies cúbicos.

Si esta fórmula se aplicara a los costos actuales del transporte de Camisea, con la condición que la inversión a considerar es la inversión neta, entonces la tarifa de transporte el primer año debería ser superior a los 5 dólares por millar de pies cúbicos (equivalente al millón de BTU), con lo que los precios netos en el campo serían negativos (Ver figura 9).



Fuente: Propia

Fuente: Osinerming Perú – La industria del Gas Natural en el Perú

Fig. 9 Tarifa anual para garantizar el ROA

Este esquema del desarrollo del yacimiento con el subsidio cruzado de la producción de líquidos, hace que al final los posibles beneficiarios de las regalías sean los que financian el desarrollo del negocio, postergando en forma no definida sus esperanzas de ingresos por el proyecto. Durante el periodo que el proyecto Camisea estuvo liderado por el consorcio Shell – Mobil éste era concebido como un proyecto más de exploración y explotación, entre los muchos que tenía Perupetro, lo cual se observa al analizar las diversas partes del contrato en las que no se percibe las implicancias del proyecto en el desarrollo del país.

Posteriormente, en la época Pluspetrol – Hunt – SK, se establecen las bases de la política energética para el desarrollo del gas natural, las cuales se plasman en la Ley N° 2713318 y se resumen a continuación:

- Licitación de lotes con reservas probadas de gas natural.
- Las reservas probadas de gas natural, entregadas en licitación, deben garantizar en forma permanente el desarrollo interno del mercado nacional por el plazo definido en el mismo.
- La política de precios del gas natural debe evitar la discriminación de precios en consumidores del mismo ramo industrial, tal como lo señala el D.L. 701 (Artículo 5°).
- Los precios del gas natural deben separarse en toda la cadena del negocio, y los contratos de suministro deben ser públicos y no contener cláusulas de discriminación.
- Existe un precio mínimo y máximo para el gas natural a fin de proteger a los consumidores de un abuso por parte del monopolio y, por otro lado, evitar que el consorcio venda el gas a un precio muy bajo que perjudique las ganancias del Estado (Regalías).
- La actividad de transporte y distribución de gas natural por ductos en alta presión se harán merecedores de un esquema de ingresos garantizados en caso se demuestre que el costo de cubrir esta garantía sea menor que los beneficios que traería el menor precio del gas natural. La Ley señala que el sector garante es el eléctrico por ser el de mayor impacto en el proyecto.

Todas estas medidas configuran una serie de restricciones que deben de tomarse en cuenta al momento de estructurar un contrato para el desarrollo de reservas probadas. Además, el proyecto actual está configurado en tres partes: producción, transporte y distribución, donde cada una de ellas tiene un operador estratégico.

## 2.5 METODOLOGIA DE CALCULO DE TUBERIAS

### a) TIPOS DE TUBERIAS

Las tuberías que abarcan parte de las instalaciones receptoras suelen ser de materiales con las características mecánicas adecuadas al cargo que han de desempeñar y que soporten daños por el gas distribuido ni por el medio exterior con el que están en relación. Si lo dicho anteriormente no se ejecuta, deberán estar protegidos por un recubrimiento eficiente. Por ello, las tuberías que conformen parte de las instalaciones receptoras, con las restricciones que más adelante se manifestaran, podrán ser de los siguientes materiales:

- Cobre
- Acero
- Acero inoxidable
- Polietileno

A continuación, se desarrollan las características y limitaciones de cada uno de estos materiales.

### **TUBERIAS DE COBRE**

Para la construcción de instalaciones receptoras de gas se utilizara el tubo de cobre que ha de ser tubo redondo de precisión estirado en frío sin soldadura, para su empleo con accesorios (manguitos, codos, etc.) soldados por capilaridad. Según la norma UNE 37.141 el tubo de cobre ah de estar compuesto por cobre desoxidado con fósforo con gran contenido en fósforo residual, denominado C-1130 y con un espesor mínimo de 1 mm. Se determina según indica en la norma UNE 37.141, las caracterices mecánicas, así como las medidas y tolerancias, y han de suministrarse en barra (estado sólido), no permitiéndose el empleo de tubo en estado recocado (blando) suministrado en rollo. Según norma ISO 1338 (bronce y latón) o UNE 37.103 Parte 1 Ref. 6440 (latón), los accesorios para la ejecución de uniones,

reducciones, derivaciones, codos, curvas, conexiones por junta plana, etc., mediante soldadura por capilaridad estarán fabricados de tubo de cobre de las mismas características que el tubo al que han de unirse o podrán ser accesorios mecanizados de bronce o latón de características y propiedades similares. Preparados para soldar al tubo de cobre por capilaridad. Las características dimensionales del tubo al que han de unirse serán acordes a las medidas y tolerancias de los accesorios de cobre, bronce o latón.

Díametro exterior (mm)	Díametro interior (mm)	Espesor (mm)	Denominación usual (o <sub>int</sub> x o <sub>ext</sub> )
12	10	1	10 x 12
15	13	1	13 x 15
18	16	1	16 x 18
22	20	1	20 x 22
	19,6	1,2	19,6 x 22
	19	1,5	19 x 22
28	26	1	26 x 28
	25,5	1,2	25,6 x 28
	25	1,5	25 x 28
35	33	1	33 x 35
	32,6	1,2	32,6 x 35
	32	1,5	32 x 35
42	40	1	40 x 42
	39,6	1,2	39,6 x 42
	39	1,5	39 x 42
54	51,6	1,2	51,6 x 54
	51	1,5	51 x 54
64	61	1,5	61 x 64
	60	2	60 x 64
76	73	1,5	73 x 76
	72	2	72 x 76
89	85	2	85 x 89
	84	2,5	84 x 89
108	104	2	104 x 108
	103	2,5	103 x 108

Ref.: Fenosa – Tuberías para distribución Gas Natural

Tabla. 5 Dimensiones de los tubos de cobre (según UNE 37.141)

## TUBERIAS DE ACERO

Para la construcción de instalaciones receptoras de gas será de la calidad y dimensiones adecuadas a la instalación y al sistema previsto de unión entre tubos será utilizado el tubo de acero. El tubo de acero se hace normalmente a partir de banda de acero laminada en caliente y soldada longitudinal o helicoidalmente. Según lo establecido por la norma UNE 36.090 se debe cumplir la composición del tubo de acero soldado, helicoidal o longitudinalmente y el tubo de acero sin soldadura debe cumplir con la norma UNE36.080.

Los tubos de acero deberán cumplir la norma UNE 19.040 en lo relativo a dimensiones y las normas UNE 19.045 o 19.046, según sean con soldadura o sin soldadura, respectivamente, en lo relativo a las características de los mismos. Los accesorios para la realización de uniones, derivaciones, codos, curvas, conexión por junta plana, etc., mediante soldadura, estarán hechos con acero de las mismas características que las del tubo al que han de juntarse. Las medidas y tolerancias de los accesorios de acero serán acordes con las características dimensionales del tubo al que han de unirse. En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones más usuales de los tubos de acero según la citada norma UNE 19.040.

Diametro nominal (Dn)	Diametro exterior (mm)	Diametro interior (mm)	Espesor (mm)	Denominación usual (por ø rosca)
10	17,2	12,6	2,3	3/8"
15	21,3	16,1	2,6	1/2"
20	26,9	21,7	2,6	3/4"
25	33,7	27,3	3,2	1"
32	42,4	36	3,2	1 1/4"
40	48,3	41,9	3,2	1 1/2"
50	60,3	53,1	3,6	2"
65	76,1	68,9	3,6	2 1/2"
80	88,9	80,9	4,0	3"
100	114,3	105,3	4,5	4"
125	139,7	129,7	5,0	5"
150	165,1	155,1	5,0	6"

Ref.: Fenosa – Tuberías para distribución Gas Natural

Tabla. 6 Dimensiones de los tubos de acero (según UNE 19.040)

## TUBERA DE ACERO INOXIDABLE

Las instalaciones receptoras se fabrican normalmente por conformación mecánica de banda de acero inoxidable soldada longitudinalmente mediante soldadura eléctrica utilizando el tubo de acero inoxidable. Según norma UNE 36.016 la composición del tubo de acero inoxidable será del tipo F 3504 (X 6 Cr Ni 19-10). En lo prescrito en la norma UNE 19.049 indica lo relativo a características y dimensiones respecto al tubo de acero inoxidable. Los accesorios

para la ejecución de uniones, derivaciones, codos, curvas, conexión por junta plana, etc., mediante soldadura, estarán fabricados con acero inoxidable de las mismas características que las del tubo al que han de unirse mediante soldadura por capilaridad. Las características dimensionales del tubo al que han de unirse serán acordes a las medidas y tolerancias de los accesorios de acero inoxidables. En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones más usuales según la citada norma UNE 19.049.

Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Denominación usual ( $\sigma_{ext}$ x espesor)
12	10,8	0,6	12 x 0,6
15	13,8	0,6	15 x 0,6
18	16,6	0,7	18 x 0,7
22	20,6	0,7	22 x 0,7
28	26,4	0,8	28 x 0,8
35	33	1	35 x 1
42	39,8	1,1	42 x 1,1

Ref.: Fenosa – Tuberías para distribución Gas Natural

Tabla. 7 Dimensiones de los tubos de acero inoxidable (según UNE 19.049)

## POLIETILENO

Se deberá cumplir las prescripciones que se indican en la norma UNE 53.333 y las empresas suministradoras asesoraran en todo lo relativo a características dimensionales y técnica de unión con respecto al tubo de polietileno utilizado para la construcción de instalaciones receptoras, limitado a tramos enterrado o empotrados en paredes exteriores protegidos con vaina. Se realizará por soldadura a tope o por soldadura por electrofusión, utilizando los accesorios adecuados en cada caso para la unión de los tubos de polietileno. Se clasifican por su diámetro exterior y por el SDR, que es la relación existente entre el diámetro exterior y el espesor del tubo para los tubos de polietileno. Los tramos en polietileno que deban estar sometidos a media presión A o media presión B deberán ser, como mínimo, de

SDR 11 y los tramos que deban estar sometidos a baja presión deberán ser, como mínimo, SDR 17,6. Es criterio del Grupo Gas Natural que las acometidas interiores enterradas se realicen en polietileno y sean propiedad de las Empresas Suministradoras del Grupo Gas Natural, por lo que siempre que sea necesario realizar una acometida interior enterrada en una instalación, la Empresa Instaladora deberá comunicarlo a la Empresa Suministradora para que ésta se responsabilice de la construcción de dicha acometida interior enterrada. Los accesorios para la ejecución de uniones, derivaciones, codos, curvas, etc., mediante soldadura, estarán fabricados con polietileno de las mismas características que las del tubo al que han de unirse mediante soldadura a tope o por electrofusión. Las medidas y tolerancias de los accesorios de polietileno serán acordes con las características dimensionales del tubo al que se han de unirse. Los accesorios de polietileno preparados para realizar soldadura por electrofusión y los accesorios preparados para realizar soldadura a tope deberán ser compatibles con el tubo al que han de soldarse. Debido a las especiales características del tubo de polietileno, las Empresas Suministradoras asesorarán en todo lo relativo a características de los accesorios, técnicas de unión y maquinaria a utilizar y podrán suministrar los materiales necesarios (tubo, accesorios, maquinaria, etc.).

Diámetro exterior (mm)	Baja presión		Media presión	
	SDR	Diámetro interior (mm)	SDR	Diámetro interior (mm)
20	11	14	11	14
32	11	26,2	11	26,2
40	11	32,7	11	32,7
63	11	51,5	11	51,5
90	11	73,6	11	73,6
110	17,6	97,5	11	90

Ref.: Fenosa – Tuberías para distribución Gas Natural

Tabla. 8 Dimensiones de los tubos de acero inoxidable (según UNE 19.049)

b) CALCULO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DOMESTICA

- Primer paso: Condiciones de diseño, ver la perdida de carga en los tramos de tuberías que sea menor a 10 mmca y la velocidad en la tuberías menor o igual a 20 m/seg.
- Segundo paso: Caudales de los aparatos, se calcula según la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{q}{PC}$$

Dónde:

Q: Caudal circulante por la tubería, m<sup>3</sup>/h.

q: Consumo calorífico del aparato, Kcal/h.

PC: Poder calorífico del gas natural, Kcal/m<sup>3</sup>.

Aparato	q (kcal/h)	Q(m <sup>3</sup> /h)
Calefón	24000	2.64
Cocina	16000	1.76

Fuente: GasNatural Fenosa – Instalación de gas natural en viviendas, Castellón 2009  
Tabla 9 Caudales de aparatos

- Tercer paso: Algoritmo de cálculo, estimar los diámetros de las tuberías con los caudales circulantes y las longitudes máximas (considerando para ello el aparato más alejado del medidor) según la ecuación de Pole.

$$d = \sqrt[5]{\frac{Q^2 * S * 2 * L}{h}}$$

Dónde:

Q= caudal circulante por la tubería, m<sup>3</sup>/h

h= Caída de presión, mmca

d= Diámetro estimado, cm

L= Longitud máxima de cálculo para el tramo, m

S= Gravedad específica del gas natural

- Cuarto Paso: Normalizar los diámetros calculados al inmediato superior.
- Quinto Paso: Calcular las longitudes equivalentes de accesorios de cada tramo con el diámetro normalizado
- Sexto Paso: Calcular las caídas de presión h para cada tramo, según la ecuación de pole.

$$h = \frac{Q^2 * S * 2 * L}{d^5}$$

Dónde:

Q= caudal circulante por la tubería, m<sup>3</sup>/h

h= Caída de presión, mmca

d= Diámetro estimado, cm

L= Longitud máxima de cálculo para el tramo, m

S= Gravedad específica del gas natural

- Séptimo Paso: Comparar si  $h \leq 10$  mmca ir al paso 9, caso contrario ir al paso 8.
- Octavo Paso: Calcular las velocidades en los tramos, según la ecuación:

$$V = 2.5 * \sqrt{\frac{d * h}{S * L}}$$

Dónde:

V= velocidad del gas en la tubería, m/s

h= Caída de presión, mmca

d= Diámetro de la tubería, cm

L= Longitud máxima de cálculo para el tramo, m

S= Gravedad específica del gas natural

- Noveno Paso: Comparar si las velocidades son menos de 20 m/s.
  - Si lo son, entonces fin del diseño.
  - Si no lo son, aumentar diámetros en los tramos que no cumplan y volver al paso 5.

## 2.6 NORMATIVIDAD

- **Normatividad Especifica del Sector Gas**
  - NTP 321.123/2009. Instalaciones para Consumidores Directos y Redes de Distribución.
  - NTP 321.121/2008. Instalaciones internas de GLP para consumidores directos y redes de distribución.
  - Reglamento Nacional de Edificaciones.
  - NTP 111.010 GAS NATURAL SECO Instalaciones internas industriales.
  - Reglamento de Distribución de Gas Natural por Ductos D.S. 042-99-EM y modificaciones (D.S. 038-2005-EM).
  - RTDUCG. Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos y sus Instrucciones Técnicas.
  - RD 1428/1995 Aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.

➤ **Normativa Complementaria**

- Reglamento aprobado por Res. Consejo Directivo N° 163-2005-OS/CD del 13/07/2005).
- Procedimiento de Habilitación de Suministros de Gas Natural – (Procedimiento aprobado por Res. Consejo Directivo N° 164-2005-OS/CD del 13/07/2005).
- RITE. Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios
- RAP. Reglamento de Aparatos a Presión
- REBT. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

## **2.7 ACCESORIOS PARA INSTALACIONES DE GAS NATURAL**

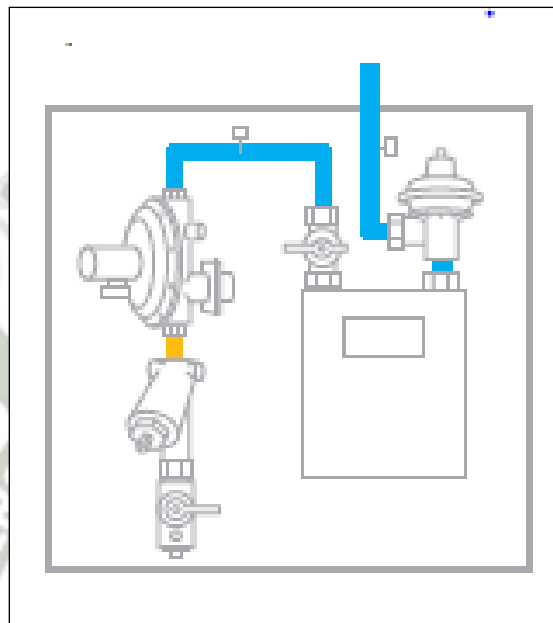
### **2.7.1 ARMARIOS DE REGULACIÓN PARA MEDIA PRESIÓN B**

Los componentes básicos de los armarios para media presión B son los siguientes:

1. Toma de presión a la entrada (zona MPB).
2. Llave de entrada (zona MPB).
3. Filtro Regulador que incorpora en todos los casos la seguridad por exceso de presión y puede incorporar en algunos casos la seguridad por defecto de presión y la seguridad por alivio Toma de presión a la salida del regulador (zona BP o MPA) excepto en unifamiliares y bifamiliares.
4. Llave de salida (zona BP o MPA) excepto en viviendas unifamiliares.
5. Toma de presión de salida (zona BP o MPA).

Los armarios de presión deben ser compactos y cumplir con las normas de materias y de características de funcionamiento.

Los armarios de regulación están normados según capacidades y el tipo de instalación receptora que alimentan. Estos deben ser aceptados por el distribuidor de Gas natural y contar con una contraseña de aprobación.



Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 10 Sistema Típico de regulación para media presión B

## 2.7.2 REGULADORES DE ABONADO PARA MEDIA PRESIÓN A

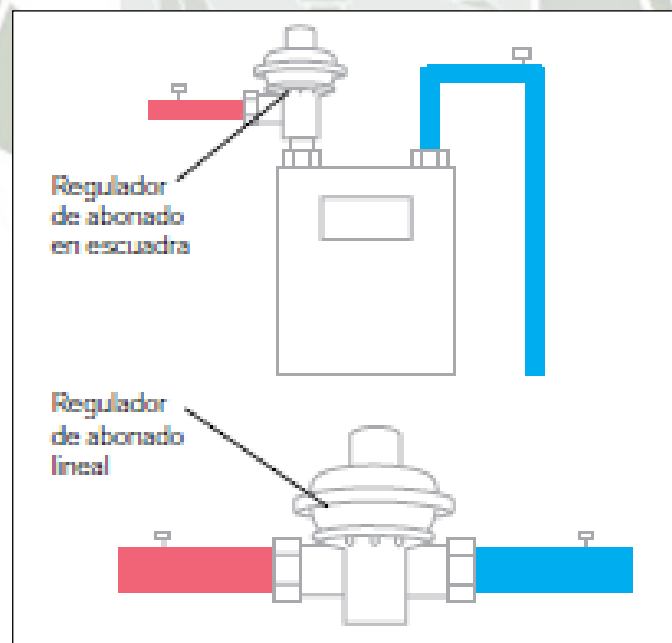
Componentes de los reguladores para media presión A

1. Toma de presión aguas arriba del regulador.
2. Llave de entrada al regulador.
3. Regulador (puede incorporar seguridad por defecto de presión de rearme automático).
4. Toma de presión aguas abajo del regulador.

Los reguladores para media presión A, se montan junto con la instalación receptora el regulador de presión se encuentra entre la llave de abonado y el contador, es decir no se encuentra formando un elemento compacto en comparación de los armarios de regulación para media presión B. Estos deben ser aceptados por el distribuidor de Gas natural y contar con una contraseña de aprobación.

La empresa distribuidora de gas natural asesoraran sobre las dimensiones y las características que deben tener los reguladores de abonado, así como los proveedores de los reguladores de abonado que cumplan con las normas, tengan un adecuado diseño y cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Los reguladores de abonado para el uso en instalaciones que se conectan a redes en media presión A, o instalaciones independientes alimentadas desde un armario de regulación conectado a una red en media presión B, con salida en media presión A, se clasifican según su caudal nominal este debe ser igual o inferior a 6 m<sup>3</sup>/h o es mayor a este.



Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 11 Sistema Típico de regulación para media presión A

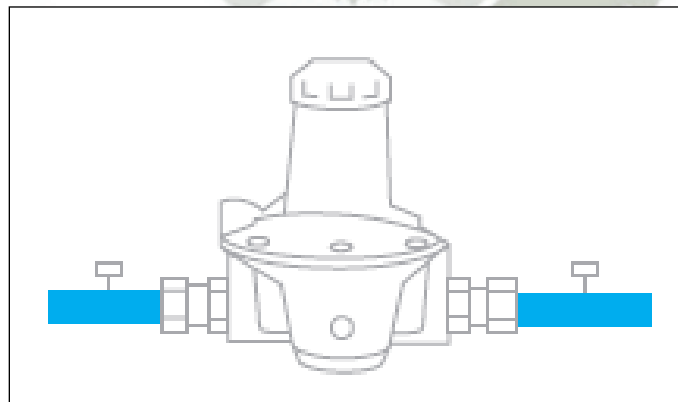
### 2.7.3 VÁLVULAS DE SEGURIDAD POR DEFECTO DE PRESIÓN

En instalaciones receptoras alimentadas de una red en media presión B o en media presión A, se debe de asegurar el corte de suministro por defectos en la presión. Si es una instalación receptora alimentada en baja presión, se tendrá que consultar a la empresa distribuidora si se requiere o no instalarla.

Ya que en las instalaciones receptoras alimentadas en baja presión, no existe un regulador se tiene que consultar al distribuidor mientras que en algunos tipos de instalaciones alimentadas en media presión las válvulas de seguridad son externas al regulador (válvulas seguridad de rearme automático y de rearme manual).

Las empresas distribuidoras asesoraran que dimensiones y características de las válvulas de seguridad deben utilizarse, los distribuidores han de indicar los puntos de distribución de estas válvulas de seguridad por defecto de presión. Estas tendrán un adecuado diseño y cumplir con los estándares de calidad requeridos.

Al igual que los reguladores de abonado, las válvulas de seguridad por defecto de presión se clasifican según su caudal nominal pueden de caudal igual o inferior a 6 m<sup>3</sup>/h o si es mayor a este. La presión de accionamiento de estas válvulas tiene que estar entre 10 y 15 mbar.



Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 12 Válvula de seguridad

## 2.7.4 CONTADORES DE GAS

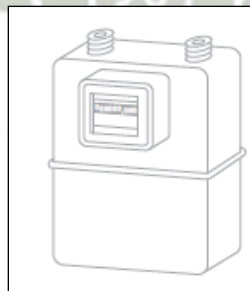
Los contadores de gas son equipos que miden y registran el volumen de gas consumido. Para medir el volumen de gas en las instalaciones individuales, locales de uso doméstico, colectivos o en comerciales, pueden usarse contadores de tipo volumétrico o de velocidad. Los contadores volumétricos, tienen un mecanismo de medida que desplaza un volumen constante de gas de forma cíclica, y lo registran en un totalizador cuando halla consumo. Los contadores de membrana o también llamados de paredes deformables y los de pistones rotativos también son contadores de tipo volumétrico.

Los contadores de tipo velocidad calculan el consumo según el caudal, ya que este es proporcional a la velocidad. Se mide el volumen según el caudal obtenido en un determinado tiempo. Los contadores de turbina entran en esta clasificación.

Se clasifican según el caudal nominal G-“caudal nominal”, los máximos y mínimos que corresponde a cada contador.

Para instalaciones individuales de uso doméstico se utiliza comúnmente el contador de paredes deformables es decir el contador de membrana G-4. Salvo algunos casos en los que la instalación requiera instalar un contador tipo G-6

Para seleccionar el contador requerido para su instalación debe ser asesorado o consultarse con la empresa distribuidora, que según los caudales máximos y mínimos de cada uno de los aparatos de gas que se desea instalar y las posibles ampliaciones, decidirá el contador que mejor se adapte a los requerimientos de la instalación.



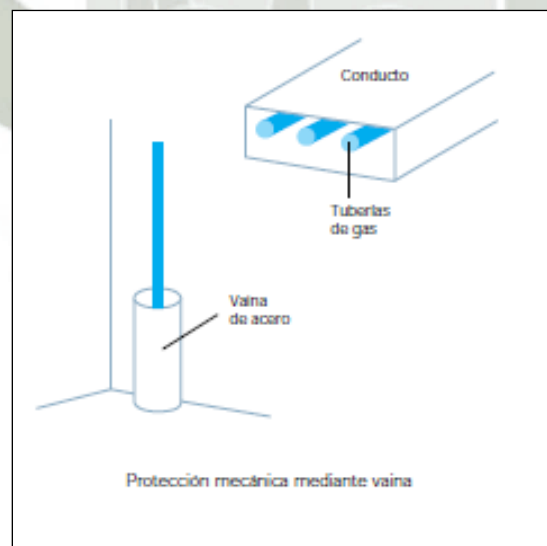
Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 13 Contadores de gas

## 2.7.5 VAINAS, CONDUCTOS Y PASA MUROS

Las Vainas, conductos y pasamuros son accesorios que se utilizan para enfundar un tramo de tubería de la instalación receptora para cumplir las siguientes funciones.

1. Protección mecánica de la tubería.(protección contra golpes , choques , aplastamientos, arañños, etc.)
2. Para proteger a los tubos de polietilenos del sol cuando van a ser conectados a armarios de regulación empotrados.
3. Para realizar la ventilación de tuberías que pasan por primeros otros cámaras, cielos rasos, etc.
4. Para atravesar muros o paredes.
5. Disimular las tuberías y darles un acabado más estético.



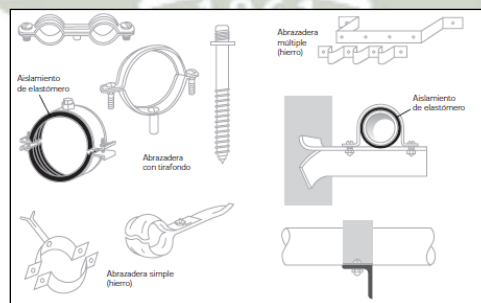
Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 14 Vainas y conductos

## 2.7.6 ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías deberán estar sujetas a las paredes o techos con elementos de sujeción tipo abrazaderas, soportes guías. Estos elementos según la tipología de la instalación pueden ser simples o múltiples, sujetan 1 sola tubería o varias. El diseño de estos elementos de sujeción mencionados, deberán cumplir las siguientes condiciones.

- Podrá anclarse la abrazadera a la pared directamente, por empotramiento o entornillándola con pernos de expansión. El soporte guía se empotrará de la misma forma a la pared o al techo.
- El sistema de fijación de la abrazadera o del soporte guía no deberá poder realizarse manualmente, sino que para montarlo y desmontarlo ha de requerirse una herramienta adecuada (destornillador, hexagonales, etc.)
- Las abrazaderas deberán de evitar que exista contacto directo entre la tubería y la pared, en el caso de abrazaderas múltiples deberán no solo de evitar el contacto entre tuberías y la pared, sino también evitar contacto directo entre tuberías.
- Deberán de ser construidos con materiales metálicos con resistencia certificada (acero galvanizado, acero, cobre, etc.) protegidas contra la corrosión y no tener contacto directo con la tubería, es decir contar con un revestimiento entre la abrazadera y la tubería, banda elastómera o plástico de preferencia, también puede encintarse la parte en contacto. Si el tubo es inoxidable los elementos de sujeción no pueden ser ferrítico.



Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 15 elementos de sujeción de tuberías

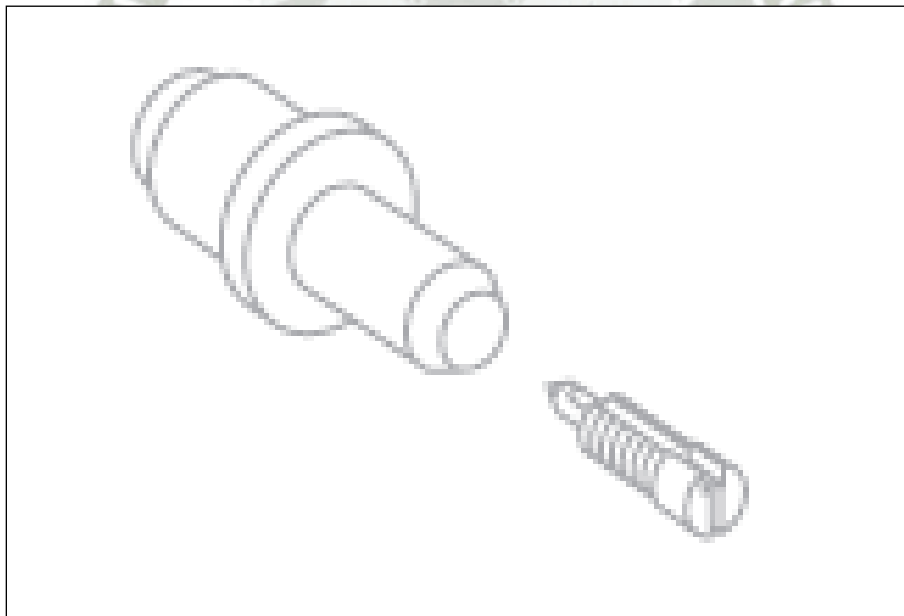
## 2.7.7 TOMAS DE PRESIÓN

La toma de presión que se utilizaran en la instalación donde se requiera, depende si la presión es inferior a 150mbar o superior.

### 1. Tomas de presión para $P \leq 150$ mbar

Las tomas de presión para presiones iguales o inferiores a 150 mbar están fabricadas de forma cilíndrica con un pequeño orificio en contacto con el gas y con un obturador cónico, realizando la estanqueidad por unión a compresión entre los 2 metales y el obturador que se rosca sobre el accesorio.

El obturador cónico tiene un canal longitudinal para canalizar el gas, el obturador se regula con un destornillador, hasta obtener una lectura de presión. En esta conexión se une un tubo flexible de elastómero o plástico para conectar el dispositivo de medida de presión manómetro. Las conexiones de toma de presión pueden ser de 2 tipos roscadas o soldadas.

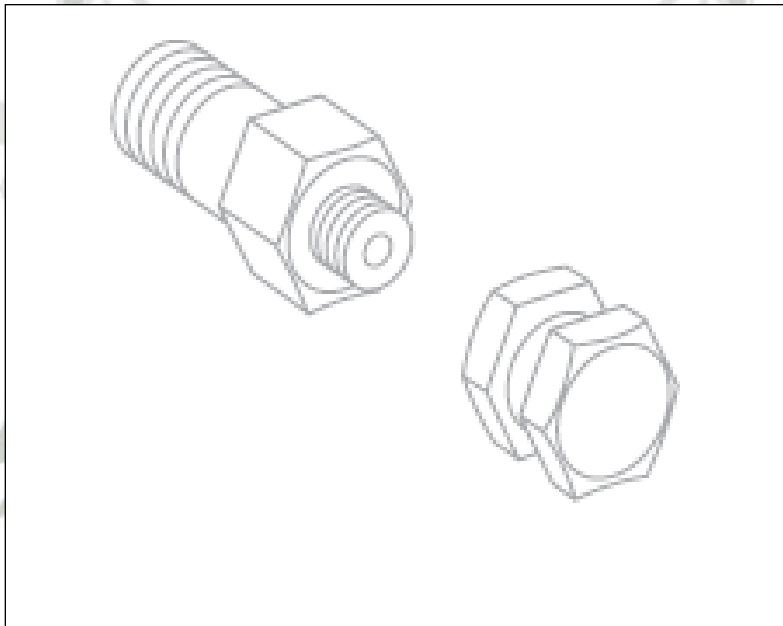


Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 16 Toma de presión roscada

## 2. Tomas de presión para $P > 150$ mbar

Las tomas de presión  $P > 150$  mbar, se forman por un accesorio tipo cilindro con una rosca macho 1/4" que contiene un empaque interno y un tapón de cierre roscado (rosca de 1/8") Esta toma cuenta con un accesorio especial que tiene una aguja perforadora que se clava en el elastómero perforando su espesor, Para que pueda tomar recién pueda tomarse la medida. En vez de instalar el tapón de ciérrrese conecta en el hilo los dispositivos de medida y de presión adecuado. Cuando se termine la medida, se deberá instalar el tapón de cierre.



Fuente: Fenosa – Accesorios para instalación de Gas Natural

Fig. 17 Toma de presión para  $P > 150$  mbar

## CAPITULO III

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 3.1 PLAN DE ACCIÓN

Se debe determinar las características geométricas, funcionales y estructurales de las canalizaciones subterráneas y elementos a ellas asociados, que se situaran en la Urbanización Residencial “Piedra Santa”.

A continuación se exponen los criterios seguidos para el desarrollo de la red de distribución de gas:

- Se parte del punto o puntos de acometida y enlace de la urbanización con la red de distribución.
- Basándose en la normativa vigente se calcula la previsión de cargas necesarias, procediéndose a diseñar en base a ellas los distintos componentes de la infraestructura.
- Realizar el cálculo de la demanda y pre-diseño del trazado.

### 3.2 UBICACIÓN

El proyecto se realizará en la urbanización `` Piedra Santa`` que está ubicada en la ciudad de Arequipa, departamento de Arequipa en la siguientes coordenadas (Norte - 16.396557°, Este -71.556798°).



Fuente: Google Earth - Sur 16.396181, Oeste 71.556461

Fig. 18 Vista de Planta de la Urb. Piedra Santa



Fuente: Google Earth – Street View

Fig. 19 Vista de la entrada de la Urbanización Piedra Santa

### 3.3 POBLACIÓN

La urbanización de Piedra Santa se divide en tres urbanizaciones dentro las cuales son:

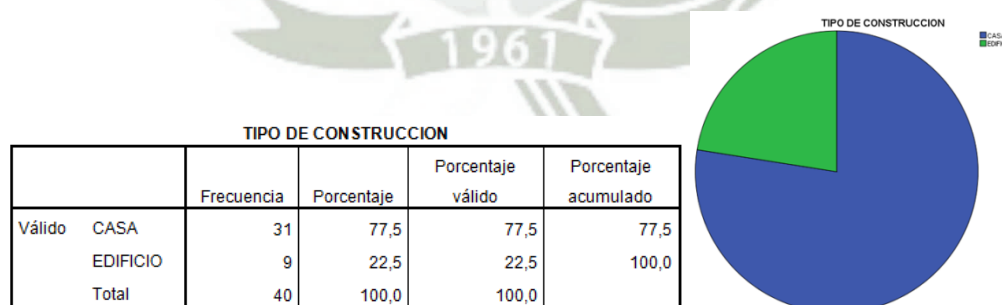
- Piedra Santa I
- Las Casuarinas
- Piedra Santa II

Donde las familias donde se instalará el gas natural son 197 familias para Piedra Santa I, 120 familias para Las Casuarinas y 352 familias para Piedra Santa II, con un total familias de 669.

Se realizó una encuesta para determinar algunos valores como, tipo de construcción sea casa o edificio, número de personas por familia, el gasto que realizan al mes con respecto al GLP, tipo de cocina que utilizan, tipo de terma que utilizan, si están dispuestos a realizar el cambio, en cuanto tiempo creen que podrán recuperar su dinero y cuanto de ahorro podrán tener al mes; para las 3 etapas se tuvo el siguiente número de encuestados 40 familias, 30 familias y 70 familias respectivamente y los resultados fueron los siguientes (Modelo de Encuesta ver Anexo 3):

#### a) Piedra Santa Primera Etapa

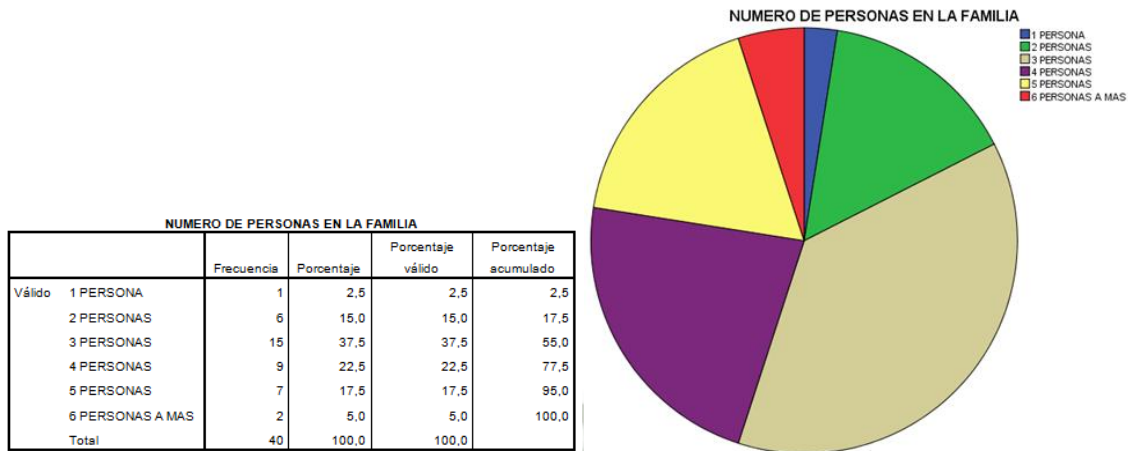
Según el tipo de construcción, se tuvo los siguientes resultados; aproximadamente un 77% de las familias viven en un casa unifamiliar.



Fuente: Propia

Fig. 20 Cuadro de porcentaje entre casas vs edificios – Primera Etapa

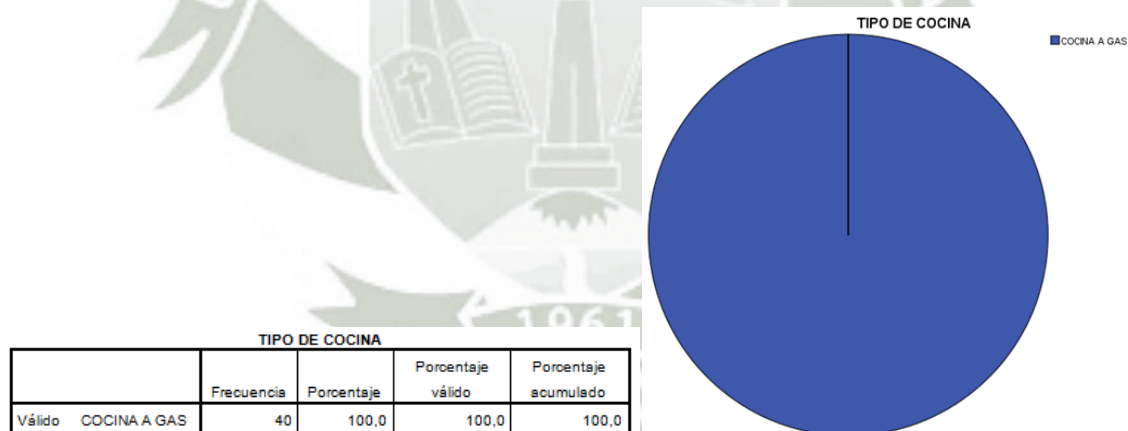
Según la cantidad de personas que viven en un familia, se tuvo los siguientes resultados; aproximadamente un 37% tiene 3 personas por familia.



Fuente: Propia

Fig. 21 Cuadro de porcentaje por personas en una familia – Primera Etapa

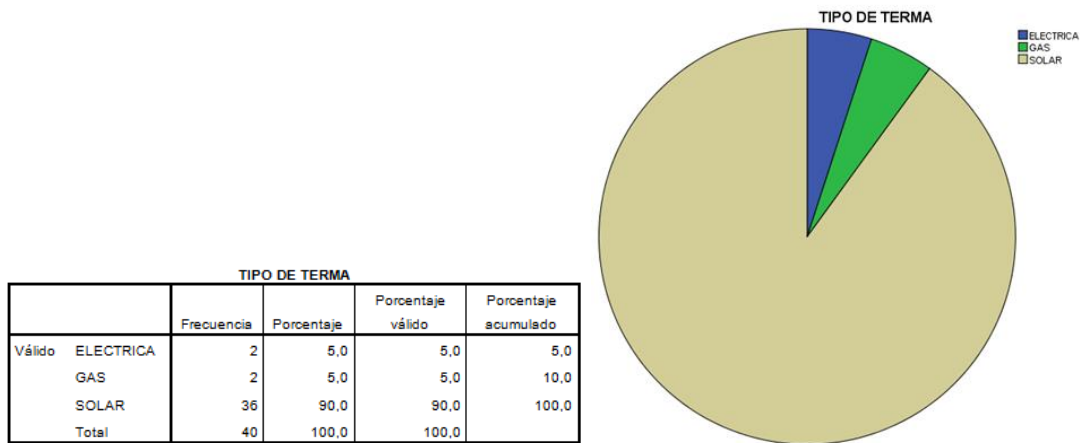
Según el tipo de cocina que utilizan, se tuvo los siguientes resultados; un 100% utiliza cocina a gas.



Fuente: Propia

Fig. 22 Cuadro de porcentaje que tipo de cocina utilizan – Primera Etapa

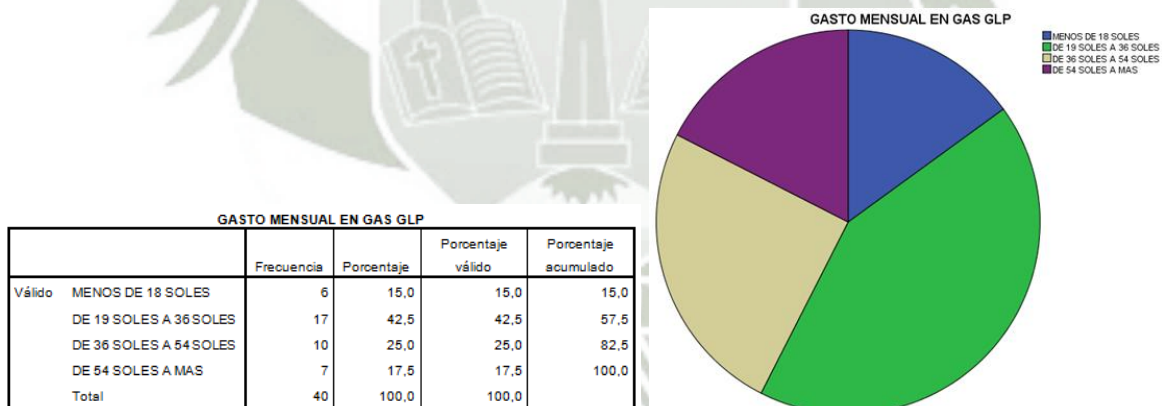
Según el tipo de terma que utilizan, se tuvo los siguientes resultados; un 90% utiliza termas solares.



Fuente: Propia

Fig. 23 Cuadro de porcentaje que tipo de terma utilizan – Primera Etapa

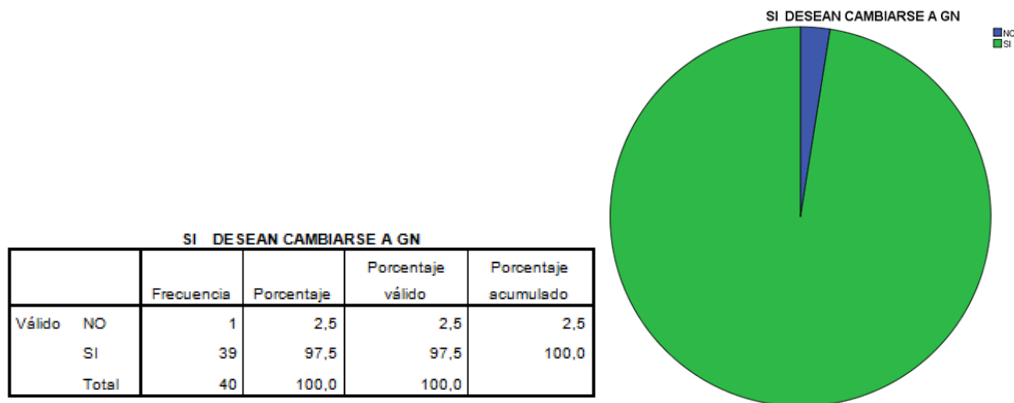
Según el gasto mensual de gas que tiene, se tuvo los siguientes resultados; un 42% tiene un gasto aproximado entre 19 a 36 soles mensuales.



Fuente: Propia

Fig. 24 Cuadro de porcentaje sobre gasto mensual en gas – Primera Etapa

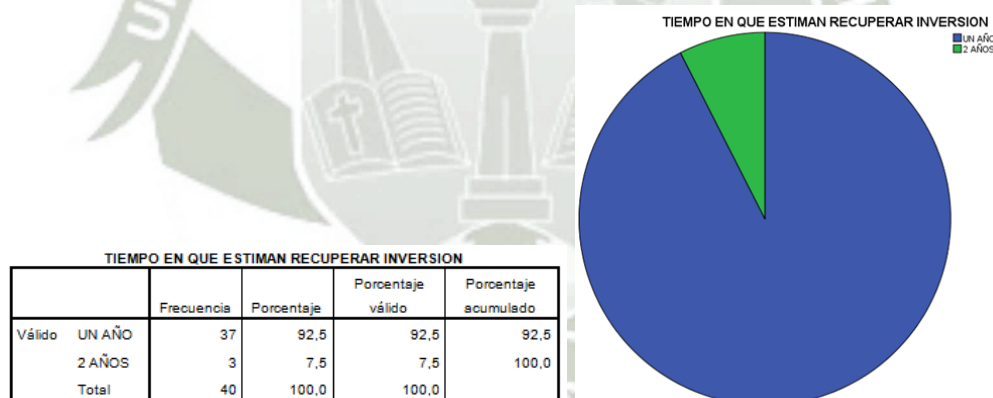
Según si desean cambiarse a GN, se tuvo los siguientes resultados; un 97% estarían dispuestos a realizar el cambio a GN.



Fuente: Propia

Fig. 25 Cuadro de porcentaje sobre si están dispuestos a realizar el cambio – Primera Etapa

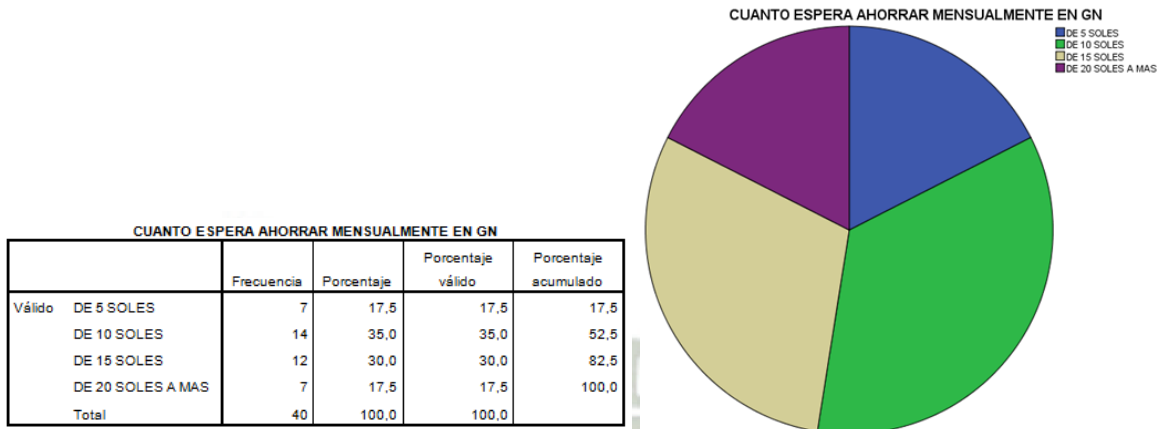
Según en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión, se tuvo los siguientes resultados; un 92% esperan recuperar su inversión en un año.



Fuente: Propia

Fig. 26 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión – Primera Etapa

Según cuanto esperan ahorrar al mes, se tuvo los siguientes resultados; un 35% esperan ahorrar 10 soles al mes.

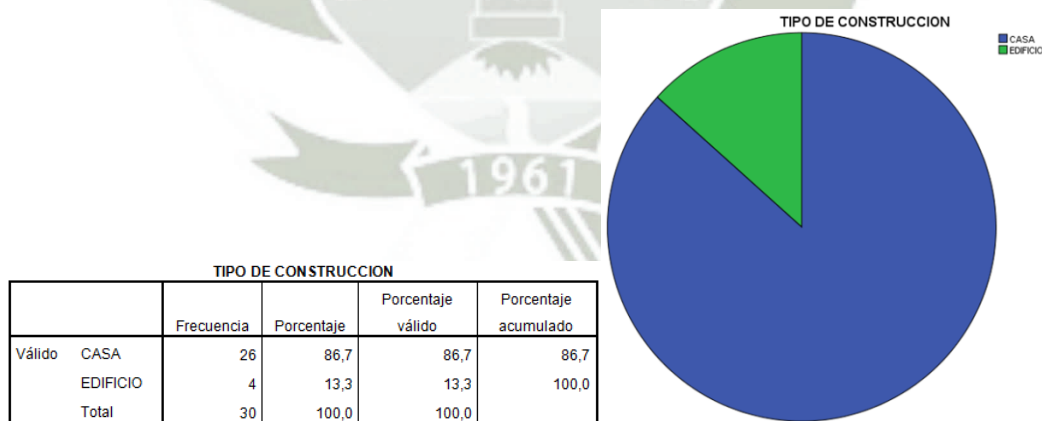


Fuente: Propia

Fig. 27 Cuadro de porcentaje cuanto esperan ahorrar al mes – Primera Etapa

### b) Las Casuarinas

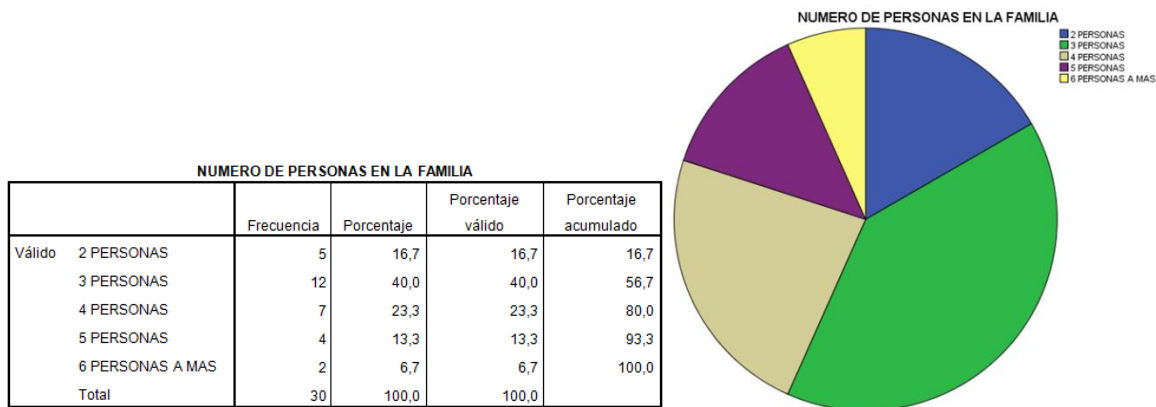
Según el tipo de construcción, se tuvo los siguientes resultados; aproximadamente un 86.7 % de las familias viven en un casa unifamiliar.



Fuente: Propia

Fig. 28 Cuadro de porcentaje entre casas vs edificios – Las Casuarinas

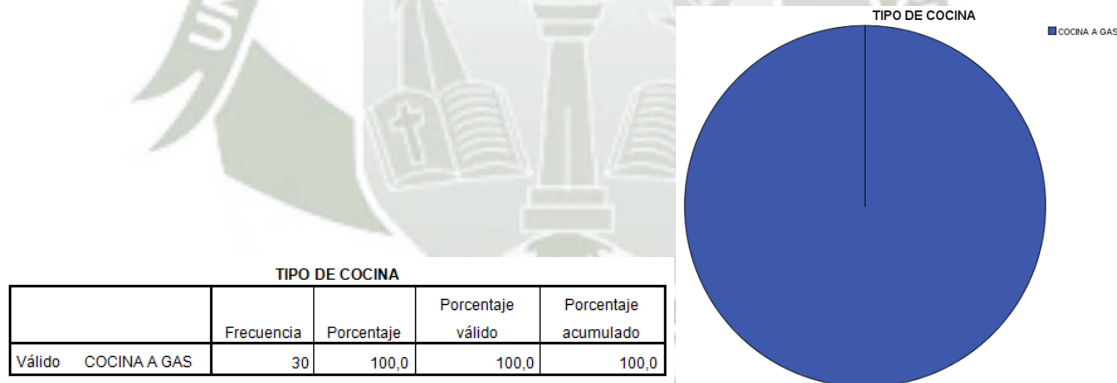
Según la cantidad de personas que viven en un familia, se tuvo los siguientes resultados; aproximadamente un 40% tiene 3 personas por familia.



Fuente: Propia

Fig. 29 Cuadro de porcentaje por personas en una familia - Las Casuarinas

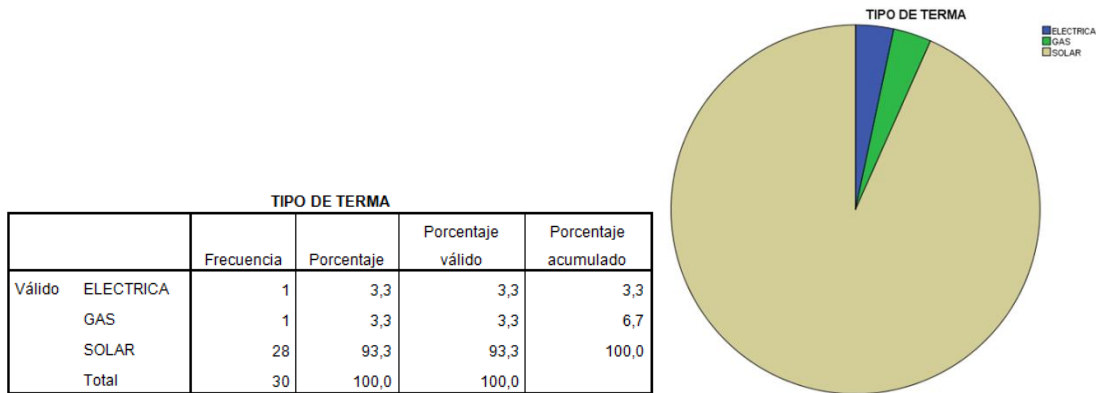
Según el tipo de cocina que utilizan, se tuvo los siguientes resultados; un 100% utiliza cocina a gas.



Fuente: Propia

Fig. 30 Cuadro de porcentaje que tipo de cocina utilizan - Las Casuarinas

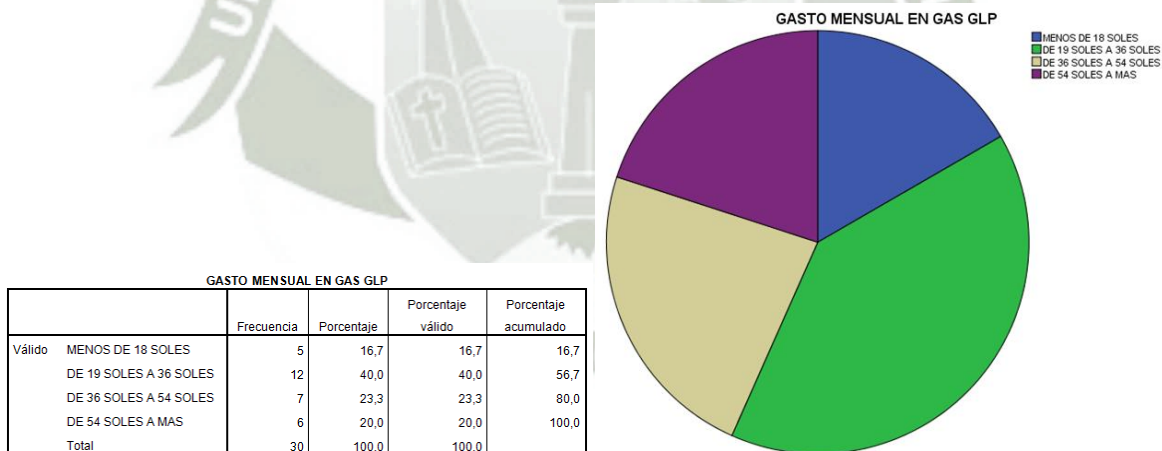
Según el tipo de terma que utilizan, se tuvo los siguientes resultados; un 93.3 % utiliza termas solares.



Fuente: Propia

Fig. 31 Cuadro de porcentaje que tipo de terma utilizan - Las Casuarinas

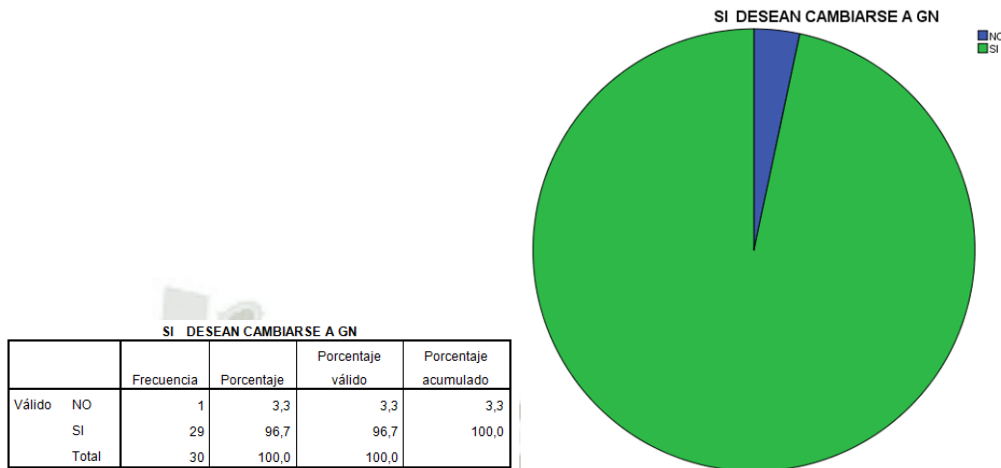
Según el gasto mensual de gas que tiene, se tuvo los siguientes resultados; un 50% tiene un gasto aproximado entre 19 a 36 soles mensuales.



Fuente: Propia

Fig. 32 Cuadro de porcentaje sobre gasto mensual en gas - Las Casuarinas

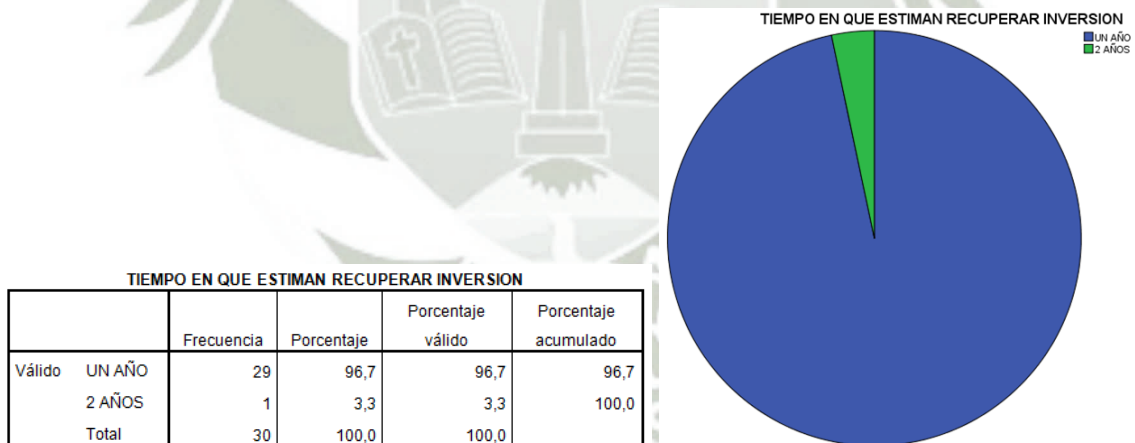
Según si desean cambiarse a GN, se tuvo los siguientes resultados; un 96.7 % estarían dispuestos a realizar el cambio a GN.



Fuente: Propia

Fig. 33 Cuadro de porcentaje sobre si están dispuestos a realizar el cambio - Las Casuarinas

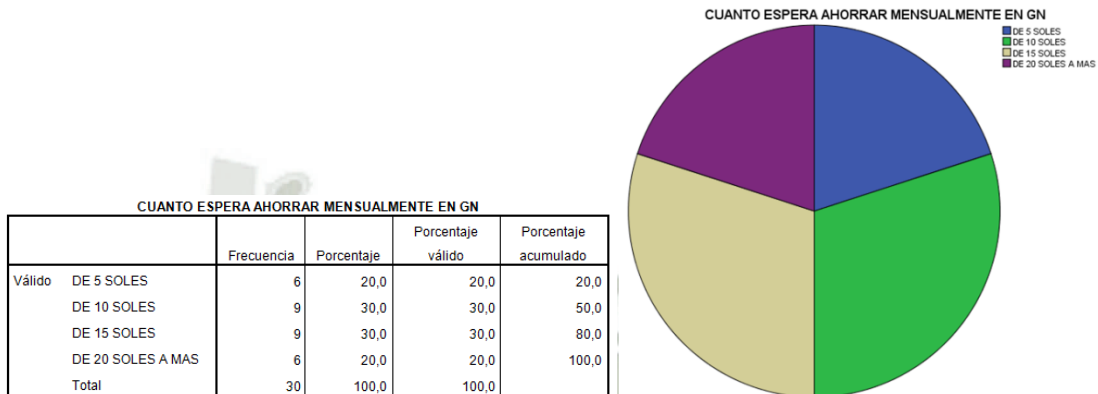
Según en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión, se tuvo los siguientes resultados; un 96.7 % esperan recuperar su inversión en un año.



Fuente: Propia

Fig. 34 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión - Las Casuarinas

Según cuanto esperan ahorrar al mes, se tuvo los siguientes resultados; un 30% esperan ahorrar 10 soles a 15 soles al mes.

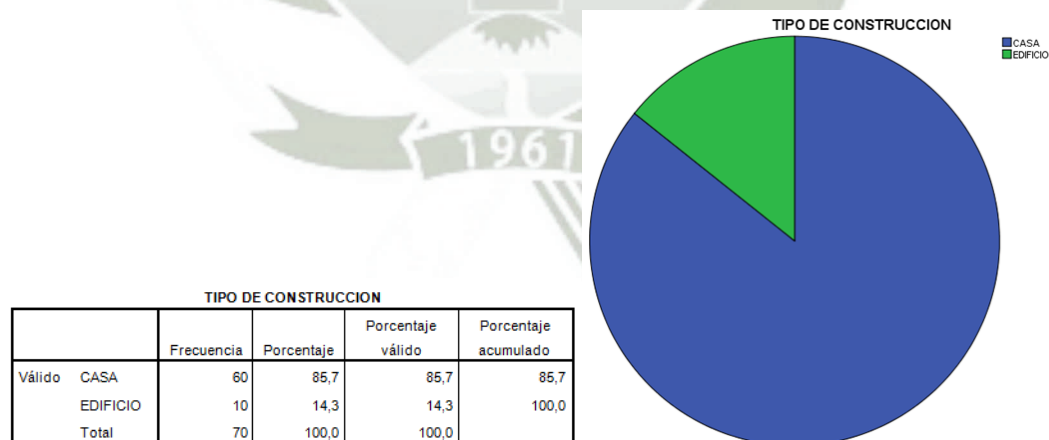


Fuente: Propia

Fig. 35 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo ahorrar al mes - Las Casuarinas

### c) Piedra Santa Segunda Etapa

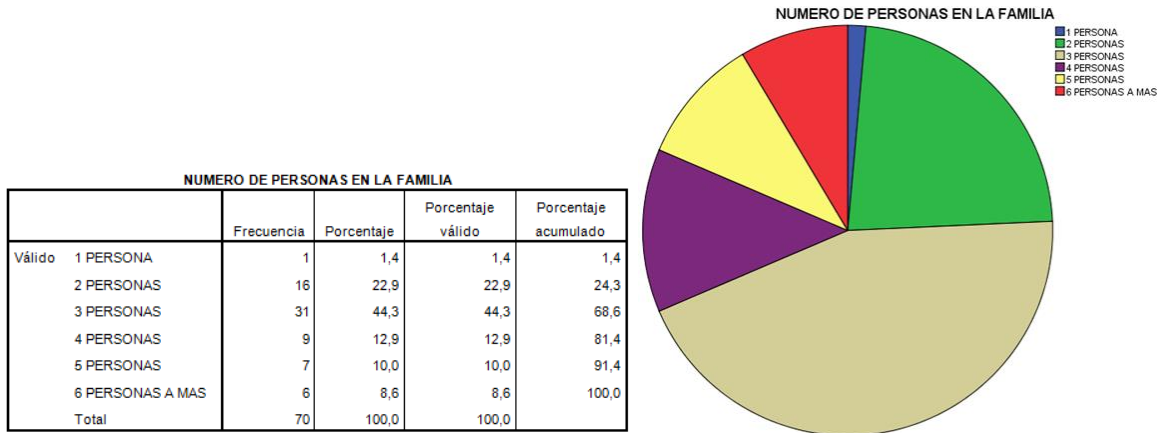
Según el tipo de construcción, se tuvo los siguientes resultados; aproximadamente un 85% de las familias viven en un casa unifamiliar.



Fuente: Propia

Fig. 36 Cuadro de porcentaje entre casas vs edificios – Segunda Etapa

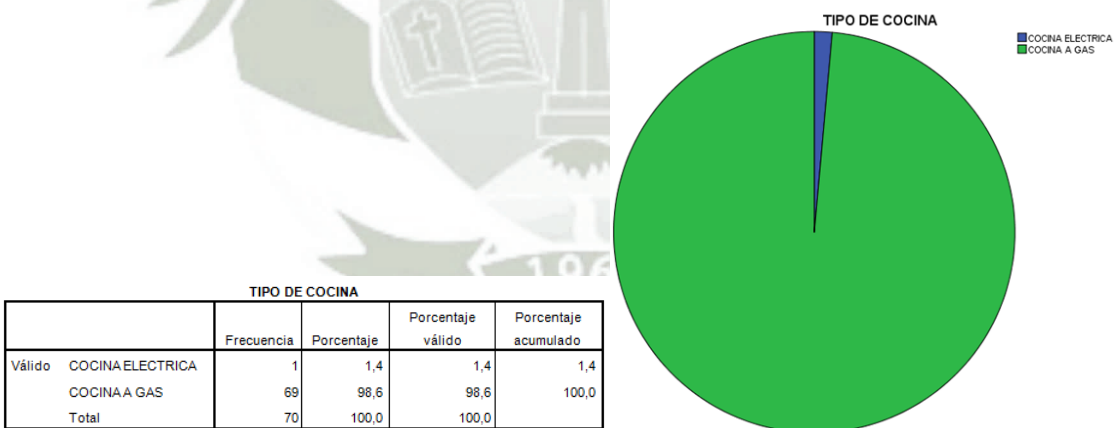
Según la cantidad de personas que viven en un familia, se tuvo los siguientes resultados; aproximadamente un 44% tiene 3 personas por familia.



Fuente: Propia

Fig. 37 Cuadro de porcentaje por personas en una familia - Segunda Etapa

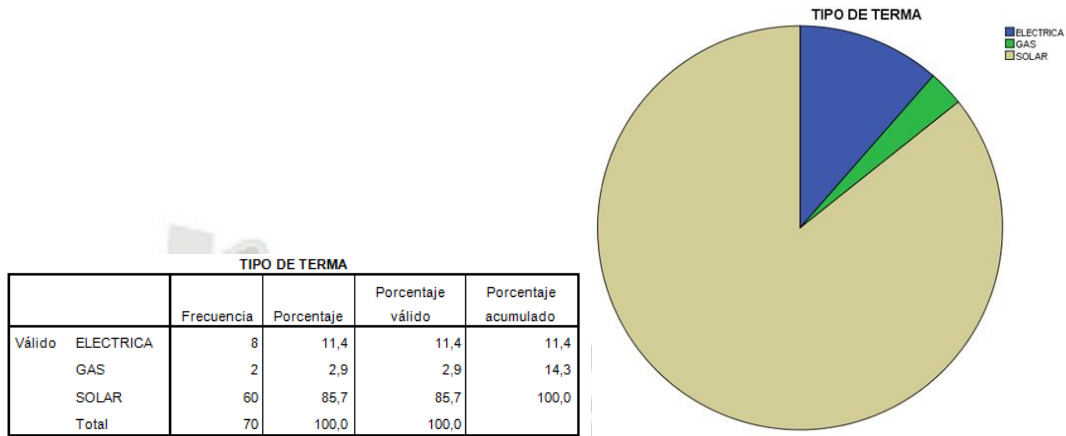
Según el tipo de cocina que utilizan, se tuvo los siguientes resultados; un 98% utiliza cocina a gas.



Fuente: Propia

Fig. 38 Cuadro de porcentaje que tipo de cocina utilizan - Segunda Etapa

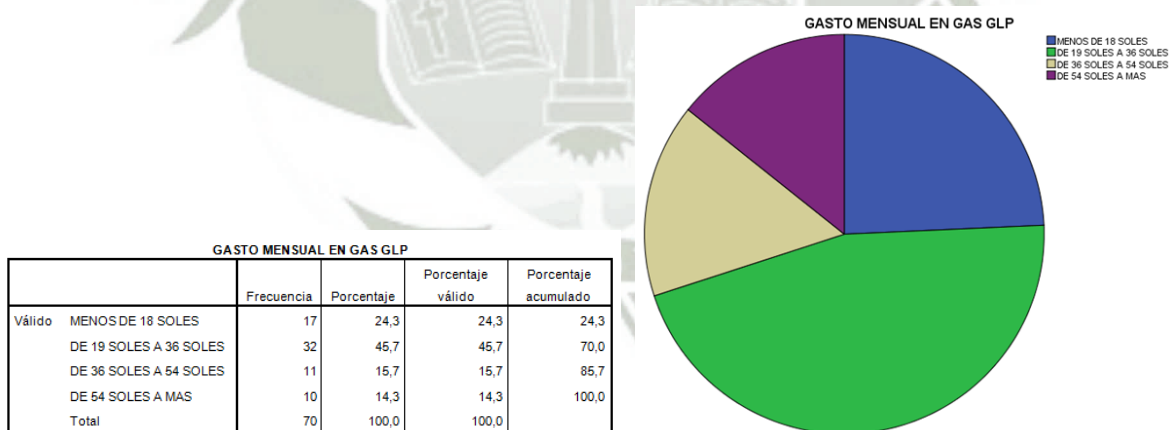
Según el tipo de terma que utilizan, se tuvo los siguientes resultados; un 85% utiliza termas solares.



Fuente: Propia

Fig. 39 Cuadro de porcentaje que tipo de terma utilizan - Segunda Etapa

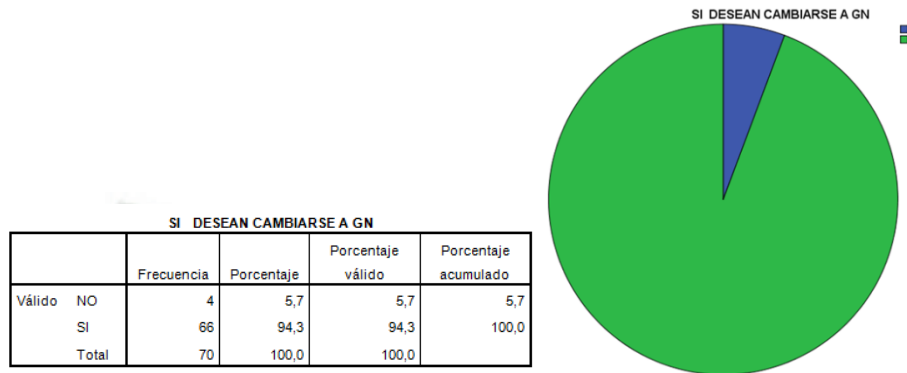
Según el gasto mensual de gas que tiene, se tuvo los siguientes resultados; un 45% tiene un gasto aproximado entre 19 a 36 soles mensuales.



Fuente: Propia

Fig. 40 Cuadro de porcentaje sobre gasto mensual en gas - Segunda Etapa

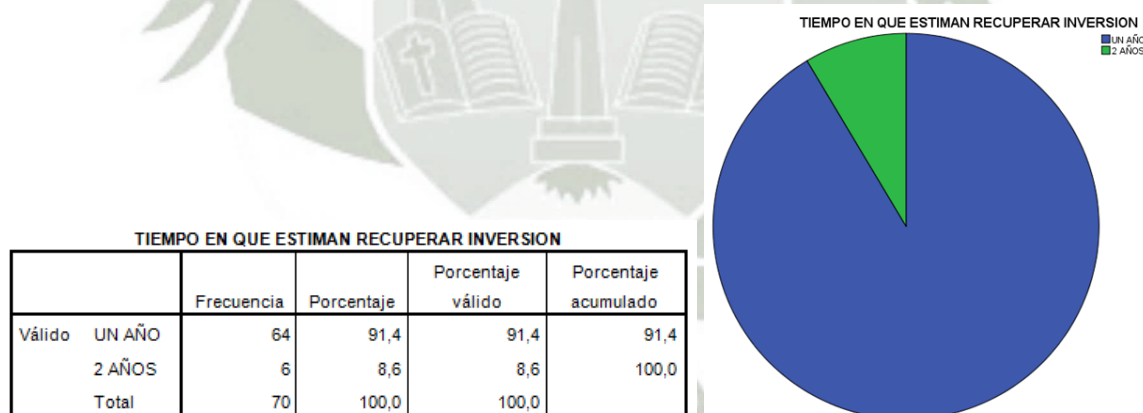
Según si desean cambiarse a GN, se tuvo los siguientes resultados; un 94% estarían dispuestos a realizar el cambio a GN.



Fuente: Propia

Fig. 41 Cuadro de porcentaje sobre si están dispuestos a realizar el cambio - Segunda Etapa

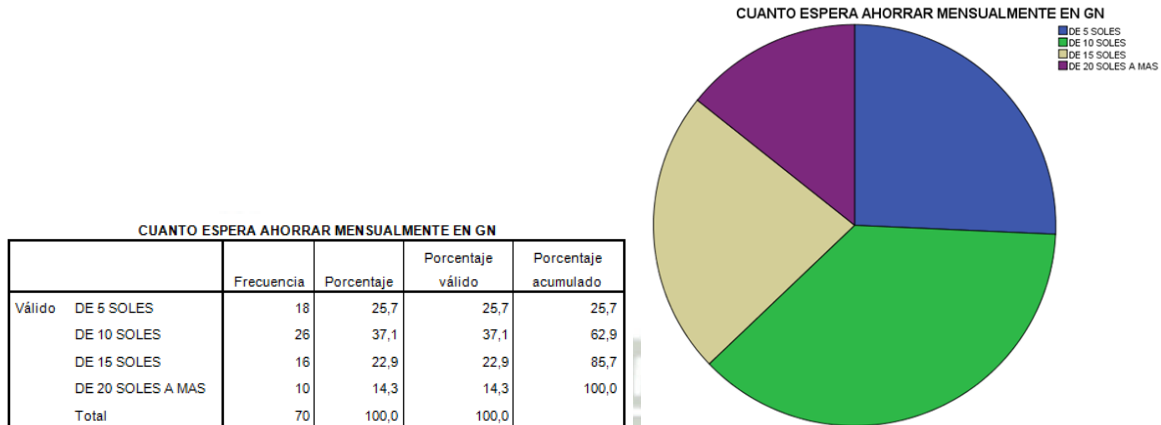
Según en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión, se tuvo los siguientes resultados; un 91% esperan recuperar su inversión en un año.



Fuente: Propia

Fig. 42 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo esperan recuperar su inversión - Segunda Etapa

Según cuanto esperan ahorrar al mes, se tuvo los siguientes resultados; un 37% esperan ahorrar 10 soles al mes.



Fuente: Propia

Fig. 43 Cuadro de porcentaje sobre en cuanto tiempo ahorrar al mes - Segunda Etapa

### 3.3.1 RESULTADOS DE ENCUESTA

#### a) Media de datos cuantitativos

RESULTADOS CUANTITATIVOS					
ETAPA	RESULTADOS	Numero de Personas por Familia	Gasto Mensual en Gas GLP	Tiempo que Estiman Recuperar la Inversion	Cuanto esperan Recuperar la Inversion
Primera Etapa	Cant. De encuestados	40	40	40	40
	Resultados	4.53	36.78	1 año	12.4
Segunda Etapa	Cant. De encuestados	70	70	70	70
	Resultados	4.33	30.60	1 año	11.30
Casuarinas	Cant. De encuestados	30	30	30	30
	Resultados	4.53	35.46	1 año	12.50

Fuente: Propia

Tabla 10 Tabla de resultados cuantitativos

### 3.4 REQUISITOS GENERALES

Los métodos de construcción que se utilizarán en la ejecución de las canalizaciones se ajustarán a la normativa de Gas Natural, siendo de aplicación la normativa técnica Obra civil para redes y acometidas con presión de servicio hasta 4 bares.

#### 3.4.1 RED DE BAJA PRESION DISTRIBUIDORA

Esta red opera a presión igual o inferior a 10 bares, comprendiendo básicamente dos sistemas, uno construido con tuberías de acero y otro con tuberías de polietileno. Estas redes permitirán llegar con la distribución del gas hasta las instalaciones de los clientes residenciales, comerciales y pequeñas industrias.

$$5 \text{ bar} < \text{MAPO} \leq 10 \text{ bar} \text{ ( tuberías de acero)}$$

$$\text{MAPO} \leq 5 \text{ bar} \text{ ( tuberías de polietileno)}$$

Para nuestro proyecto la red principal de baja presión pasara por la Av. Metropolitana por lo cual pasara una presión de 5 bares según la norma ASME B31.8, lo cual indica que la presión máxima de operación MAPO es de 5 bar, adicionalmente nos llegamos a comunicar con la empresa distribuido de gas FENOSA la cual nos confirmó los datos sacados de la norma.

Finalmente para comenzar a distribuir la red de gas natural a baja presión dentro de la urbanización se utilizarán 4 ERMs (estación de regulación y medición), las cuales serán explicadas posteriormente.

INFORMACION	RED PRINCIPAL (Red alta presión)	RAMALES (Red media presión)	Ramales (Red baja presión)	
			Acero	PE
Profundidad	1,20 m	1,20 m	1,20 m	0,6 m
Material	Acero	Acero	Acero	PE
Diámetro	2'' – 20''	2'' – 20''	2'' – 10''	20 mm – 160 mm
Presión	50 bar	19 bar	10 bar	5 bar

Fuente: ASME B31.8 – Tuberías de transporte y distribución de gas

Tabla.11 Características del sistema de distribución del gas natural

RED	PRESION DE DISEÑO	MAPO	PRESION DE PRUEBA
Red Principal (Acero)	50 bar	50 bar	75 bar
Red de Media Presión (Acero)	19 bar	19 bar	28.5 bar
Red de Baja Presión (Acero)	10 bar	10 bar	15 bar
Red de Baja Presión (Polietileno)	5 bar	5 bar	7.5 bar

Fuente: ASME B31.8 – Tuberías de transporte y distribución de gas

Tabla. 12 Presiones en el sistema de redes de distribución del gas natural

### 3.4.2 ERM – ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA

#### a) Introducción

La norma UNE 60620-3 tiene por objetivo establecer los requisitos mínimos a considerar en el proyecto y la construcción de las Estaciones de Regulación y Medida (ERM) en las instalaciones receptoras de gas natural a fin de obtener una forma apropiada de explotación y unos niveles de seguridad adecuados.

#### b) Determinación de los esquemas del sistema de medición.

La norma UNE-60620-3 nos indica la ERM requerida con los siguientes datos, el caudal máximo [m<sup>3</sup>(n)/h] y el consumo anual en (GWh).

Sistemas de medición en función del caudal máximo horario y el consumo final para presiones de medición > 0,4 bar

Caudal máximo [m <sup>3</sup> (n)/h]	Consumo anual (GWh)					
	< 2	≥ 2 y < 5	≥ 5 y < 10	≥ 10 y < 100	≥ 100 y < 150	≥ 150
Q < 150	Fig. Ia	Fig. Ib	Fig. Ib	–	–	–
150 ≤ Q < 350	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	–	–
350 ≤ Q < 600	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT
600 ≤ Q < 3 500		Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PTZ	Fig. IV con conversor PTZ
3 500 ≤ Q < 6 500			Fig. III con conversor PT	Fig. III con conversor PTZ	Fig. IV con conversor PTZ	Fig. IV con conversor PTZ
Q ≥ 6 500				Fig. IV con conversor PTZ	Fig. IV con conversor PTZ	Fig. IV con conversor PTZ

NOTA 1 – En las instalaciones de medición con esquema Ia, la conversión se puede efectuar mediante factor de conversión fijo.  
NOTA 2 – Los convertidores PTZ pueden actuar como PT, con factores de compresibilidad igual a 1, siempre que se asegure la disponibilidad de los mismos a través de los agentes autorizados del sistema gasista.

Fuente: Norma UNE-60620 – Instalaciones receptoras de gas natural

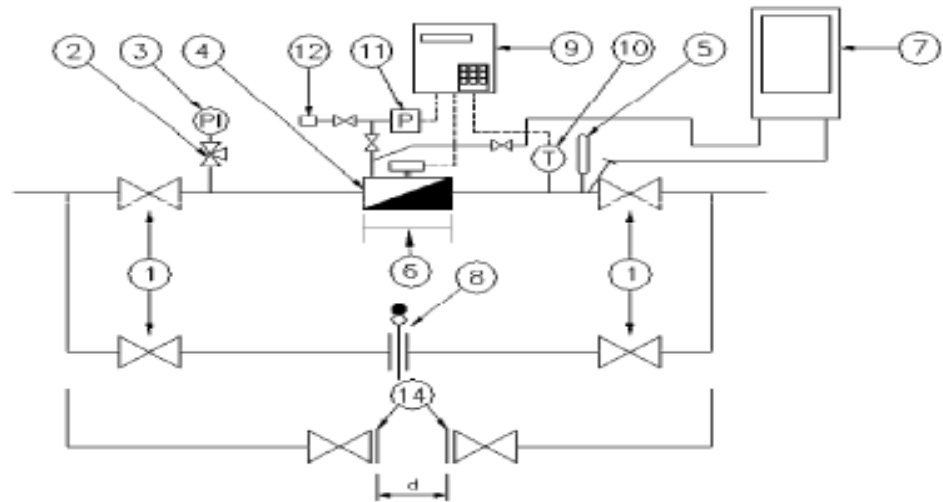
Tabla. 13 Tabla de selección de ERM Anexo B de la norma UNE-60620-3 para presiones de medición mayores a 0.4bar.

De los cálculos obtenidos para el cálculo de tuberías se obtiene los datos para la selección de ERM.

INFORMACION	m3(n)/h	Kcal/h	Wh/año	Gwh/año	Fig.
PIEDRA SANTA ETAPA 1	3455.05	32823000	3.29532E+11	329.532417	4
LAS CASUARINAS	1757.37	16695000	1.67612E+11	167.612458	4
PIEDRA SANTA ETAPA 2.1	2438.1	24381000	2.44777E+11	244.777438	4
PIEDRA SANTA ETAPA 2.2	1398.6	13986000	1.40415E+11	140.414964	3

Fuente: Propia

Tabla. 14 Tabla de selección de ERM para cada etapa del proyecto.

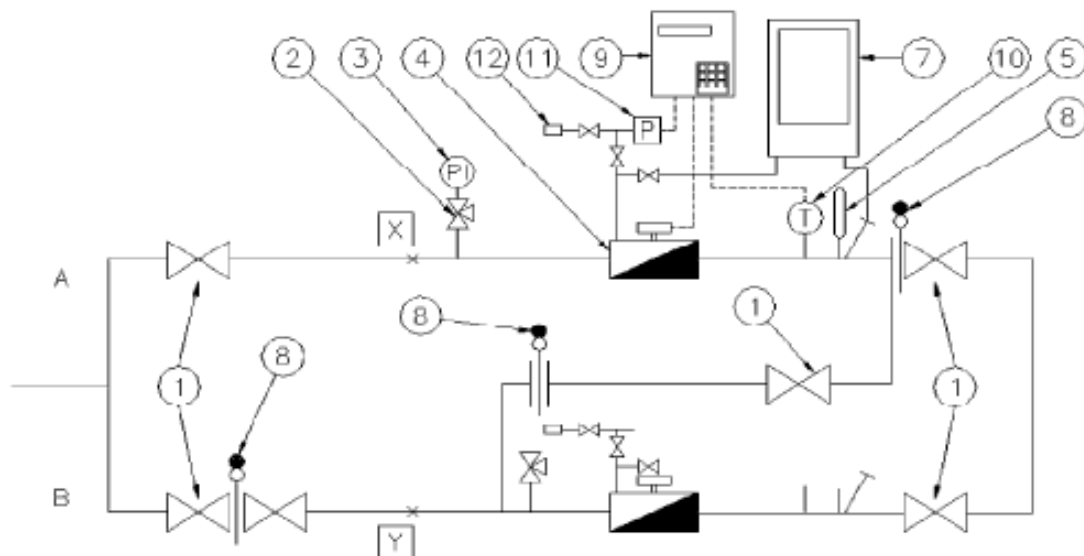


- 1 Válvula de cierre.
- 2 Válvula de tres vías con toma para manómetro de contrastación.
- 3 Manómetro de esfera Ø 100 mm clase 0,5.
- 4 Contador.
- 5 Termómetro.
- 6 Carrete sustitución contador.
- 7 Registrador de presión y temperatura (gráfico o electrónico) Data logger
- 8 Disco en ocho.
- 9 Conversor electrónico de volumen.
- 10 Sonda de temperatura.
- 11 Transmisor de presión.
- 12 Base enchufe rápido para contrastación de transmisor Ø ¼" (modelo aceptado).
- 14 Bridas ciegas.

**Fig. III**

Fuente: Norma UNE-60620 - - Instalaciones receptoras de gas natural

Fig. 44 Imagen 3 del Anexo norma UNE-60620-3, ERM para la instalación de gas natural en piedra santa 2



- 1 Válvula de cierre.
- 2 Válvula de tres vías con toma para manómetro de contrastación.
- 3 Manómetro de esfera Ø 100 mm clase 0,5.
- 4 Contador.
- 5 Termómetro.
- 7 Registrador de presión y temperatura (gráfico o electrónico) Data logger
- 8 Disco en ocho.
- 9 Conversor electrónico de volumen.
- 10 Sonda de temperatura.
- 11 Transmisor de presión.
- 12 Base enchufe rápido para contrastación de transmisor Ø ¼" (modelo aceptado).

Fig. IV

Fuente: Norma UNE-60620 – Instalaciones receptoras de gas natural

Fig. 45 Imagen 4 del Anexo norma UNE-60620-3, ERM para la instalación de gas natural en piedra santa 2.1, las casuarinas y piedra santa 1 etapa.

**c) Requerimientos funcionales y características de los equipos**

1. Sistema de filtrado: Su función es retener el polvo, particular, aceite etc. que arrastra el gas. Para proteger los reguladores, equipos y contadores. Debe ser de 5 micras para polvo (protección al 98% y de 100% para agua con filtro de 20 micras y aguantar 3 bares de presión diferencial.
2. Sistema de regulación de la presión: debe mantener la presión del sistema dentro de los márgenes indicados en la siguiente tabla.



**Tabla 1**  
**Presiones de salida de la estación de regulación**

MOP <sup>1)</sup> línea de distribución (bar)	Valor punta OP ≤	Presión temporal de operación (TOP) ≤	Presión máxima en caso de incidente (MIP) ≤	Presión de prueba de resistencia (STP) >
40 < P	1,025 x MOP	1,1 x MOP	1,15 x MOP	MIP <sup>2)</sup>
16 < P ≤ 40	1,025 x MOP	1,1 x MOP	1,20 x MOP	MIP <sup>2)</sup>
5 < P ≤ 16	1,050 x MOP	1,2 x MOP	1,30 x MOP	MIP <sup>2)</sup>
2 < P ≤ 5	1,075 x MOP	1,3 x MOP	1,40 x MOP	MIP <sup>2)</sup>
0,1 < P ≤ 2	1,125 x MOP	1,5 x MOP	1,75 x MOP	MIP (+)
P ≤ 0,1	1,125 x MOP	1,5 x MOP	2,50 x MOP	MIP (+)
1) MOP: Presión máxima de operación. Valor punta OP: Valor punta de la presión de operación. TOP: Presión temporal de operación. 2) MIP: Presión máxima en caso de incidente. STP: Presión de prueba de resistencia. (+) La presión de prueba de resistencia siempre debe ser superior a 1 bar.				

Fuente: Norma UNE-60620

Tabla. 15 Tabla de presiones de salida de la ERM norma UNE-60620-3

- a) Regulador principal: su función es la de reducir la presión de entrada a la ERM, y estabilizarla a valores previamente establecidos. Que permitan el buen funcionamiento de los equipos de medición.
- b) Regulador medidor.: Su función es la de asegurar automáticamente una presión de salida constante, ligeramente superior a lo normal, en caso de fallo del regulador principal.

3. Sistema de seguridad asociado a la presión de salida: debe garantizar que no se sobrepase la presión máxima en caso de incidente (MIP).
  - a) Válvula de interrupción de seguridad (VIS): Su función es la de interrumpir la circulación del gas cuando la presión de salida del regulador principal alcanza unos valores preestablecidos tanto por máxima como por mínima presión.
  - b) Válvula de escape de seguridad (VES). Su función es la de evitar sobrepresiones que se puedan producir después del regulador principal por eventuales fallos del funcionamiento tanto del regulador principal como de la VIS.
  
4. Sistema de medición: Su función es de medir los volúmenes de gas suministrados al usuario. El sistema de medición debe disponer de las unidades de medición necesarias para cubrir los caudales máximos y mínimos del conjunto de instalaciones de utilización suministradas.
  - a) Contadores. Pueden ser volumétricos de paredes deformables, de pistones rotativos, de turbina de cualquier otro tipo que se halle metrológicamente aceptado.
  - b) Conversores de volumen La conversión del volumen bruto medido por un contador a volumen en condiciones de referencia, se debe efectuar mediante conversores de volumen.
    - ❖ Tipo PT, con corrección por presión y temperatura, con posibilidad de introducción de un factor de compresibilidad fijo.
    - ❖ Tipo PTZ, con corrección por presión, temperatura y factor de compresibilidad, calculado a partir de las características físico – químicas del gas.

Debe contar con un error máximo admisible de  $\pm 0.5\%$  y una memoria de los datos acumulados de como mínimo 15 días.

- c) Unidades remotas de telemedida. Deben disponer de un sistema de telemedida de consumos, deben ir equipados con unidades remotas de telemedida (UR) de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos.
5. Elementos de control:
- a) Manómetros: se deben hacer en función de las presiones a indicar, recomendándose que la zona de trabajo de los mismos estén entre el 50% y el 75% del fondo de escala.
  - b) Termómetros. La escala de medición para los termómetros debe ser orientativamente de -10C a +50C, deben disponer de una protección tipo capilla y se deben colocar dentro de vainas resistentes de acero latón que permitan extraer en termómetro sin interrumpir el servicio.
6. Sistemas de Calentamiento: El sistema de calentamiento se debe instalar con el fin de evitar bajas temperaturas y formación de hielo y/o hidratos debido a expansiones del gas en el regulador, que podrían perturbar el buen funcionamiento del regulador y los aparatos situados a continuación del mismo y básicamente consiste en la instalación de un intercambiador aguas arriba de la regulación.

### 3.4.3 TRAZADO

Se realizó un trazado sobre el plano de la urbanización, para de esta manera saber cuál será el recorrido de las tuberías, para las diferentes sub urbanizaciones. Para la sub urbanización ``Piedra Santa II`` se realizó dos trazados ya que la población de dicha urbanización es mayor, para observar con mayor claridad los trazados realizados ver los planos adjuntos en los anexos (Anexo).

El diseño de las redes depende de varios factores, el diseño definitivo será el que ofrezca la mejor relación técnica – económica – operativa.

Redes ramificadas: Aquellas en donde el gas llega desde el punto de entrada a la red (puede ser la estación de regulación y medición) hasta el cliente, recorriendo un solo camino.

Redes malladas: son aquellas en donde el gas llega a cada punto por más de un camino simultáneamente.

En nuestro proyecto optamos por tener redes ramificadas ya que según el cálculo realizado nos ofrecía una mejor distribución del gas, un opción más económica y más sencilla en el mantenimiento.

### **3.4.4 PROFUNDIDAD**

El proyecto está diseñado para realizarse de forma que la generatriz superior de la tubería quede situada, con relación al nivel definitivo del suelo, a una profundidad igual o superior a 0,6 m para trazado de redes por aceras, a 0,8 m para trazado de redes por calzada, zona rural o zona ajardinada, y a 0,3 m para las acometidas.

En ningún caso se instalarán tuberías a una profundidad igual o inferior a 0,3 m. Entre 0,3 m y 0,6 m en acera y 0,8 m en calzada, se instalarán protecciones adecuadas. Se evitarán, siempre que sea posible, profundidades superiores a 1,5 m, a menos que por indefinidos obstáculos esto sea necesario.

### **3.4.5 CÁLCULOS**

El diseño de la red ha sido realizado siguiendo las recomendaciones técnicas de las normas peruanas antes mencionadas. El objetivo fundamental en el diseño de una red de distribución es hacer llegar el gas a cada punto de consumo. Es necesario tener en cuenta las siguientes pautas:

- Las tuberías de polietileno deben diseñarse para garantizar durante su vida útil, un caudal y presión adecuados a las necesidades de cada consumidor. Asimismo,

deben de estar de acuerdo con la localización y el número de usuarios reales o previsibles, costumbres predecibles de los usuarios, esquemas de consumo, y condiciones climáticas de la zona considerada.

- Deben contemplar las posibles ampliaciones futuras en el área de influencia
- Características físicas y químicas del gas natural
- Máxima y mínima presión de operación para mantener valores que permitan el correcto funcionamiento de los reguladores de presión y de los aparatos específicos de consumo
- Máxima y mínima temperatura de operación
- Velocidad del gas natural en el sistema de tuberías, la cual, será la adecuada para limitar movimiento excesivo de cualquier impureza, la generación de ruido y vibración inaceptables.
- La selección de las fórmulas para el dimensionamiento de los diámetros de las tuberías generalmente están en función del rango de presión. En el caso de sistemas complejos, puede utilizarse programas informáticos de cálculos apropiados.
- Características técnicas de las tuberías y accesorios en polietileno
- El trazado de sistema de tuberías en polietileno para gas natural ya existente si va a unirse con un sistema nuevo del mismo material
- Cargas adicionales, en el diseño del sistema de tuberías en PE debe considerarse las cargas que puede preverse actuaran sobre la tuberías, de acuerdo con las características de las regiones que atraviesa y de las condiciones de trabajos tales como:
  - ❖ Cargas vivas como el agua (napa freática alta), el hielo y otros.
  - ❖ Cargas muertas como son el peso propio de la tubería, recubrimientos, rellenos, válvulas y otros accesorios soportados.
  - ❖ Efectos causados por la vibración y resonancia
  - ❖ Esfuerzos causados por asentamiento o derrumbes en regiones de suelos inestables, véase la posibilidad o no de la instalación de las redes de PE.
  - ❖ Efectos de contracción y expansión térmica

- ❖ Esfuerzos en cruces de vías, por tránsito continuo de autos o, de vehículos pesados.
- Las condiciones de llegada del gas a los puntos de consumo: Es necesario respetar una serie de condicionantes como las presiones en los consumos o su velocidad.
- Facilidad de construcción: La utilización de materiales, diámetros y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado, que se ajusten a las normas tanto en sus dimensiones como comportamiento.
- Mantenimiento: Conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo, a la vez que se facilita el mantenimiento preventivo, resulta fundamental.
- Economía: No sirve tan sólo con hacer que la instalación funcione. Esta debe comportar, además, un coste razonable evitando en lo posible sobredimensionar.

Una vez recogidos todos los datos necesarios, se efectúa el cálculo con respecto a la formulación adecuada en cada caso.

### 3.4.6 DATOS PREVIOS

Son necesarios varios datos a la hora de calcular una instalación. Estos datos son, en definitiva, los que marcarán el comportamiento de la misma. De entre ellos, el más importante es el de la previsión de la demanda (consumos) de gas, expresada en m<sup>3</sup>/hora.

Los cuales se pueden hallar teniendo los consumos de los artefactos que funcionan a gas en una casa (Ver tabla N° 16).

ARTEFACTOS POR CASA	CONSUMO	CAUDAL
Cocina + Horno	9000 Kcal/h	0.95 m <sup>3</sup> /h
Calentadores de agua 10 l/min	17500 Kcal/h	1.84 m <sup>3</sup> /h
Línea Opcional	10000 Kcal/h	1.05 m <sup>3</sup> /h
<b>TOTAL</b>	<b>31500 Kcal/h</b>	<b>3.32 m<sup>3</sup>/h</b>

Fuente: Propia

Tabla 16. Tabla de consumos en Kcal/h y caudal en m<sup>3</sup>/h de artefactos a gas

Teniendo los consumos de cada artefacto se puede hallar el caudal necesario de cada artefacto mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\text{Consumo}}{\text{Poder calorífico superior del gas}}$$

Dónde:

- Consumo es por artefacto en Kcal/h.
- Poder calorífico superior del gas (9500 Kcal/ m<sup>3</sup>).

**Suministros de la red:** Se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones, para evitar las circulaciones:

- Evitar en lo posible un gran número de nudos de suministro, y que en caso de que sea necesario situar varios de estos puntos, deberán estar lo más separados posible.
- Evitar en lo posible grandes diferencias de presión entre los nudos de suministro. Puede suponerse que la red diseñada es lo suficientemente extensa y está diseñada para proporcionar presiones similares en todos los puntos.

**Velocidad en las conducciones:**

Una de las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red de conductos de gas es la velocidad del fluido de los mismos.

- No conviene sobrepasar una velocidad máxima de 20 m/seg, aunque la fórmula de Renouard tiene validez hasta los 30 m/seg.

**Presiones en los consumos:** Cuando se diseña una red de suministro de gas es necesario asegurar en los consumos una presión disponible mínima, que depende de la presión de suministro y de las necesidades propias de los consumos.

**Conducciones:** El funcionamiento de una instalación de suministro de gas depende en gran medida del tipo y tamaño de las conducciones empleadas. Serán de tipo subterráneo.

En las canalizaciones, el material para la tubería a emplear será elegido de entre los diámetros comerciales existentes para el Polietileno de Alta Densidad (PE – AL – PE). Como se verá más adelante, el conducto a emplear será el de 14, 26.2, 32.7, 51.5, 73.6, y 90 mm para la red de distribución. Los tuberías de presión media se unirán mediante electrosoldadura o soldadura a tope, mientras que las instalaciones domesticas deberán cumplir con lo establecido en la ANSI - ASME B16,3 de baja presión se unirán mediante uniones roscadas.

**Los accesorios:** pieza de forma, brida y otros; así como elementos auxiliares: válvulas, filtros, sifones, dispositivos de limitación de presión u otros; deberán cumplir las normas UNE, ISO, EN u otras de reconocido prestigio.

Antes de su puesta en servicio, las canalizaciones serán sometidas a una prueba de estanqueidad por medio de agua, aire o gas inerte a presión efectiva de 1 bar y duración mínima de una hora una vez alcanzada ésta, si las juntas se pueden verificar con agua jabonosa; en caso contrario con duración mínima de 6 horas.

La unión entre el tramo ensayado y la canalización de servicio, se verificará con agua jabonosa u otro sistema apropiado, a la presión de servicio.

**Materiales:** Debido a la baja densidad de los gases que circulan, suele despreciarse la influencia del material y su acabado en el cálculo de gas, tomándose en cuenta tan sólo como método de identificación. En este caso el material empleado es polietileno.

### 3.5 DISEÑO DE TUBERIAS DE DISTRIBUCIÓN

Aquí proseguiremos a realizar el cálculo del tramo A-B de la primera sub urbanización, y luego se pondrá las tablas con los cálculos para todos los tramos ya que el cálculo es repetitivo para todos los tramos.

1. Contabilizar la cantidad de familias en dicho tramo. Para el tramo A-B se tendrá la cantidad total de familia que son 197 para la sub urbanización Piedra Santa I.
2. Seguidamente sacamos la longitud real del tramo que seria 73.4 metros.
3. Luego sacamos la longitud equivalente :

$$Le = Long Real * 1.2$$

$$Le = 73.4 * 1.2 = 88.08 m$$

4. Sacamos el Poder Calorífico Total del tramo A-B.

$$PCT = \frac{Numero de Familias * Consumo por familia \left(\frac{Kcal}{h}\right)}{1000} \left(\frac{Mcal}{h}\right)$$

$$PCT = \frac{197 * 31500}{1000} = 6205.5 \frac{Mcal}{h}$$

5. Calculamos el caudal del tramo A-B.

$$Q = Numero de Familias * Caudal por familia \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$Q = 197 * 3.32 = 653.21 \frac{m^3}{h}$$

6. Como el tramo es el primero que sale de la ERM (estación de regulación y medida) tiene una presión inicial de 4 bares.
7. Para metodología del cálculo se realiza una caída de presión aproximada que es 15% de la presión inicial, que para este tramo seria 0.6 bares.

8. Con los datos obtenidos cálculos un diámetro interior real de la tubería con la fórmula de Pole.

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

Dónde:

- $\Phi$  = Diámetro interior real (cm).
- L = Longitud Equivalente (m).
- $\Delta P$  = Perdida de Presión (Pa).
- PCT = Potencia de cálculo total (Mcal/h).
- K = Factor de fricción según diámetro.
- Coeficiente = Para el gas natural seco 0.0011916.

$\phi$ - pulgadas	K
3/8 - 1	1800
1 1/4 - 1 1/2	1980
2 - 2 1/2	2160
3	2340
4	2420

Fuente: NTP 011-11- Instalaciones residenciales y comerciales de gas natural

Tabla 17 Tabla de factor de fricción

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

$$\Phi = \sqrt[5]{\frac{88.08}{60000} * \left( \frac{6205.5}{0.0011916 * 2160} \right)^2} = 6.113 \text{ cm} = 61.13 \text{ mm}$$

9. Luego se selecciona un diámetro comercial el inmediato superior al diámetro real el cual sería 90 mm.
10. Calculamos la caída de presión real con la fórmula de Renouard.

$$\Delta p = 22,759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Dónde:

- $\Delta P$  = Caída de Presión (mbar).
- $d$  = Densidad gas natural seco (0.62).
- $L$  = Longitud Equivalente (m).
- $Q$  = Caudal ( $m^3/h$ ).
- $D$  = Diámetro comercial (mm).

$$\Delta P = 22759 * 0.62 * 88.08 * 653.21^{1.82} * 90^{-4.82} = 154.6 \text{ mbar} = 15460.2 \text{ Pa}$$

11. Finalmente calculamos la velocidad y verificamos que no sea mayor a 30 m/seg que nos dice la norma y para evitar vibraciones de la tubería.

$$V = \frac{354 * Q}{P * D^2}$$

Dónde:

- $V$  = Velocidad del gas (m/seg).
- $Q$  = Caudal ( $m^3/h$ ).
- $P$  = Presión de Salida Absoluta (bar).
- $D$  = Diámetro comercial (mm).

$$V = \frac{354 * 653.21}{3.845 * 90^2} = 5.88 \frac{m}{seg}$$

Y verificamos que no es mayor a 30 m/seg.

TRAMO	Familia en Tramo	LONG REAL (m)	LONG EQUIV (m)	PCT (Mcal/hr)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	PRESION INICIO (Pa)	Δ PRESION APROX (Pa)	DIAMETRO REAL (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	Δ PRESION REAL (mbar)	Δ PRESION REAL (Pa)	PRESION FINAL REAL (Pa)	VELOCIDAD (m/seg)	VERIFICACION
A-B	197.00	73.40	88.08	6205.50	653.21	400000.00	60000.00	61.13	90.00	154.60	15460.32	384539.68	5.88	Cumple
B-C	197.00	25.50	30.60	6205.50	653.21	384539.68	57680.95	49.87	51.40	714.52	71451.85	313087.83	21.12	Cumple
C-D	4.00	76.30	91.56	126.00	13.26	313087.83	46963.17	14.64	24.00	59.96	5996.42	307091.41	2.00	Cumple
C-E	192.00	44.00	52.80	6048.00	636.63	313087.83	46963.17	57.36	90.00	88.44	8844.13	304243.71	6.86	Cumple
E-F	5.00	33.70	40.44	157.50	16.58	304243.71	45636.56	12.71	24.00	39.75	3975.33	300268.37	2.54	Cumple
E-G	178.00	91.30	109.56	5607.00	590.21	304243.71	45636.56	62.72	90.00	159.89	15989.29	288254.42	6.62	Cumple
G-H	63.00	39.90	47.88	1984.50	208.89	288254.42	43238.16	36.62	51.40	140.38	14038.39	274216.02	7.45	Cumple
H-I	10.00	35.00	42.00	315.00	33.16	288254.42	43238.16	17.69	24.00	145.78	14577.61	273676.80	5.43	Cumple
H-Q	47.00	313.30	375.96	1480.50	155.84	288254.42	43238.16	49.18	51.40	646.73	64673.04	223581.38	6.43	Cumple
G-J	77.00	129.40	155.28	2425.50	255.32	288254.42	43238.16	50.20	51.40	655.98	65598.23	222656.18	10.56	Cumple
J-K	3.00	36.50	43.80	94.50	9.95	222656.18	33398.43	12.05	24.00	16.99	1699.31	220956.88	1.90	Cumple
J-M	36.00	46.80	56.16	1134.00	119.37	222656.18	33398.43	31.82	51.40	59.46	5946.50	216709.69	5.03	Cumple
M-N	12.00	89.40	107.28	378.00	39.79	216709.69	32506.45	23.47	51.40	15.38	1538.13	215171.56	1.68	Cumple
M-P	21.00	75.10	90.12	661.50	69.63	216709.69	32506.45	28.35	51.40	35.78	3577.86	213131.82	2.97	Cumple

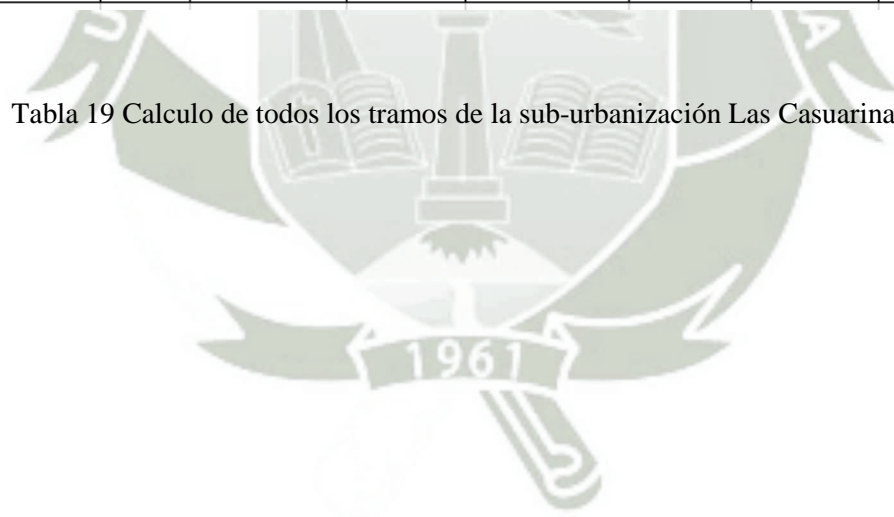
Fuente: Propia

Tabla 18 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Piedra Santa I

TRAMO	Familia en Tramo	LONG REAL (m)	LONG EQUIV (m)	PCT (Mcal/hr)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	PRESION INICIO (Pa)	Δ PRESION APROX (Pa)	DIAMETRO REAL (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	Δ PRESION REAL (mbar)	Δ PRESION REAL (Pa)	PRESION FINAL REAL (Pa)	VELOCIDAD (m/seg)	VERIFICACION
A - B	120.00	76.10	91.32	3780.00	397.89	400000.00	60000.00	50.49	51.40	865.05	86504.61	313495.39	12.85	Cumple
B - C	1.00	27.30	32.76	31.50	3.32	313495.39	47024.31	6.84	14.00	20.76	2076.09	311419.30	1.45	Cumple
B - D	117.00	77.10	92.52	3685.50	387.95	313495.39	47024.31	52.62	90.00	62.91	6291.39	307204.00	4.15	Cumple
D - E	7.00	37.30	44.76	220.50	23.21	307204.00	46080.60	15.93	24.00	81.17	8117.19	299086.81	3.56	Cumple
D - N	85.00	37.20	44.64	2677.50	281.84	307204.00	46080.60	40.19	51.40	225.75	22575.12	284628.87	9.78	Cumple
N - O	2.00	40.00	48.00	63.00	6.63	284628.87	42694.33	9.94	14.00	107.40	10740.32	273888.55	3.19	Cumple
N - F	73.00	50.30	60.36	2299.50	242.05	284628.87	42694.33	40.78	51.40	231.40	23139.84	261489.03	8.94	Cumple
F - G	2.00	24.10	28.92	63.00	6.63	261489.03	39223.35	9.13	14.00	64.71	6471.05	255017.99	3.36	Cumple
F - H	6.00	39.50	47.40	189.00	19.89	261489.03	39223.35	15.06	24.00	64.93	6493.08	254995.95	3.43	Cumple
F - I	58.00	38.50	46.20	1827.00	192.32	261489.03	39223.35	35.87	51.40	116.53	11653.18	249835.85	7.34	Cumple
I - J	15.00	113.70	136.44	472.50	49.74	249835.85	37475.38	26.17	51.40	29.36	2936.24	246899.62	1.91	Cumple
I - K	32.00	91.30	109.56	1008.00	106.11	249835.85	37475.38	32.84	51.40	93.62	9362.43	240473.43	4.16	Cumple
K - M	3.00	38.20	45.84	94.50	9.95	240473.43	36071.01	11.53	14.00	214.54	21453.93	219019.50	5.61	Cumple
K - L	9.00	147.90	177.48	283.50	29.84	240473.43	36071.01	22.66	24.00	508.52	50851.99	189621.44	6.30	Cumple

Fuente: Propia

Tabla 19 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Las Casuarinas



TRAMO	Familia en Tramo	LONG REAL (m)	LONG EQUIV (m)	PCT (Mcal/hr)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	PRESION INICIO (Pa)	Δ PRESION APROX (Pa)	DIAMETRO REAL (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	Δ PRESION REAL (mbar)	Δ PRESION REAL (Pa)	PRESION FINAL REAL (Pa)	VELOCIDAD (m/seg)	VERIFICACION
R-T	10.00	39.00	46.80	315.00	31.50	245025.33	36753.80	18.03	24.00	147.96	14795.85	230229.48	5.84	Cumple
R-S	32.00	121.00	145.20	1008.00	100.80	245025.33	36753.80	36.01	51.40	113.02	11302.12	233723.21	4.03	Cumple
P-R	51.00	77.00	92.40	1606.50	160.65	261823.82	39273.57	42.08	51.40	167.98	16798.49	245025.33	6.22	Cumple
P-Q	18.00	86.00	103.20	567.00	56.70	261823.82	39273.57	26.37	51.40	28.19	2819.01	259004.81	2.11	Cumple
N-P	72.00	62.00	74.40	2268.00	226.80	287159.85	43073.98	42.22	51.40	253.36	25336.03	261823.82	8.37	Cumple
N-O	22.00	101.00	121.20	693.00	69.30	287159.85	43073.98	28.06	51.40	47.70	4770.15	282389.69	2.42	Cumple
J-N	101.00	42.00	50.40	3181.50	318.15	318937.07	47840.56	43.79	51.40	317.77	31777.22	287159.85	10.97	Cumple
K-Z	16.00	86.00	103.20	504.00	50.40	315781.00	47367.15	25.09	51.40	22.75	2275.09	313505.91	1.63	Cumple
K-M	10.00	60.00	72.00	315.00	31.50	315781.00	47367.15	18.68	24.00	227.63	22762.85	293018.15	4.91	Cumple
J-K	30.00	38.00	45.60	945.00	94.50	318937.07	47840.56	26.41	51.40	31.56	3156.07	315781.00	3.04	Cumple
C-J	181.00	150.00	180.00	5701.50	570.15	343604.12	51540.62	75.59	90.00	246.67	24667.05	318937.07	5.93	Cumple
A-C	231.00	220.00	264.00	7276.50	727.65	400000.00	60000.00	81.14	90.00	563.96	56395.88	343604.12	7.15	Cumple

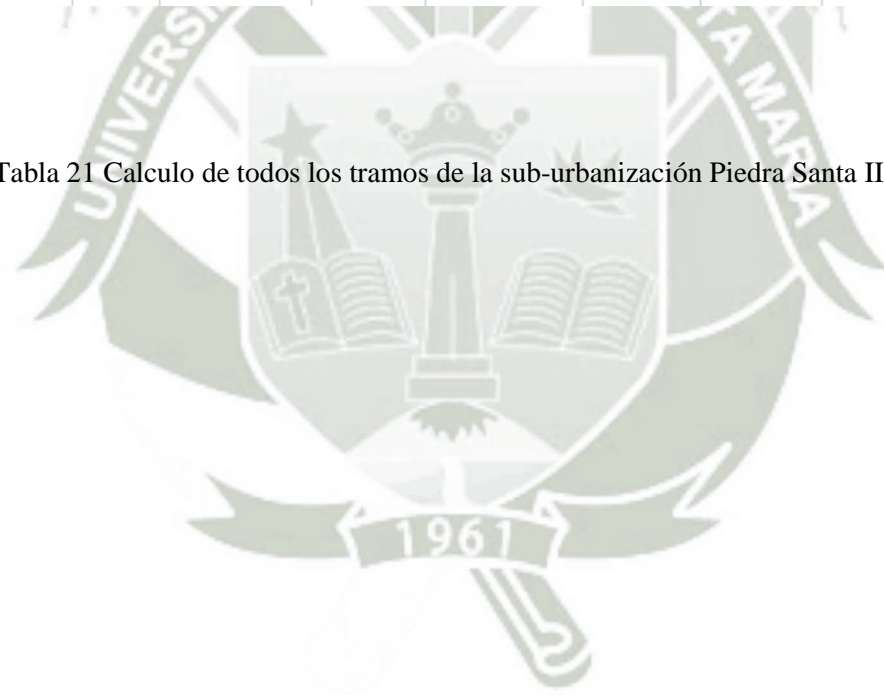
Fuente: Propia

Tabla 20 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Piedra Santa II.1

TRAMO	Familia en Tramo	LONG REAL (m)	LONG EQUIV (m)	PCT (Mcal/hr)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	PRESION INICIO (Pa)	Δ PRESION APROX (Pa)	DIAMETRO REAL (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	Δ PRESION REAL (mbar)	Δ PRESION REAL (Pa)	PRESION FINAL REAL (Pa)	VELOCIDAD (m/seg)	VERIFICACION
D-H	43.00	202.00	242.40	1354.50	135.45	359821.14	53973.17	41.59	51.50	320.16	32015.91	327805.23	4.21	Cumple
E-F	30.00	127.00	152.40	945.00	94.50	355244.41	53286.66	35.39	51.50	104.54	10453.61	344790.80	2.83	Cumple
E-G	3.00	25.00	30.00	94.50	9.45	355244.41	53286.66	9.46	14.00	127.89	12789.11	342455.30	3.85	Cumple
D-E	35.00	42.00	50.40	1102.50	110.25	359821.14	53973.17	30.09	51.50	45.77	4576.73	355244.41	3.22	Cumple
B-D	50.00	129.00	154.80	1575.00	157.50	386725.15	58008.77	39.80	51.50	269.04	26904.01	359821.14	4.56	Cumple
I-U	42.00	160.00	192.00	1323.00	132.30	374349.79	56152.47	41.96	51.50	242.96	24296.05	350053.74	3.91	Cumple
B-I	120.00	159.00	190.80	3780.00	378.00	386725.15	58008.77	58.91	90.00	123.75	12375.36	374349.79	3.47	Cumple
A-B	121.00	168.00	201.60	3811.50	381.15	400000.00	60000.00	63.85	90.00	132.75	13274.85	386725.15	3.41	Cumple

Fuente: Propia

Tabla 21 Calculo de todos los tramos de la sub-urbanización Piedra Santa II.2



### 3.6 CARACTERÍSTICAS DE TUBERIAS DE POLIETILENO

Según la Norma Técnica Peruana que aplica al sistema de tuberías de polietileno (PE), que suministra gas natural seco, debe tener una presión máxima de uso establecida por la Entidad Competente, con temperatura de operación comprendida entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y tuberías y accesorios hasta (incluido) 630 mm de diámetro exterior.

La Norma Técnica Peruana desarrolla el sistema de tuberías de PE que cumple con las especificaciones ISO. En el caso que se tenga que efectuar instalaciones con tuberías de PE que cumpla con especificación ASME o ASTM debe aplicar lo establecido por la Entidad Competente.

Ventajas del Polietileno:

- Resistencia a las presiones de trabajo
- Resistencia a las cargas
- Resistencia a la influencia del terreno
- Fácil de ensamblar bajo condiciones del terreno
- Vida útil mínima de 50 años
- Libre de corrosión
- Inerte frente a procesos químicos
- Alta resistencia al impacto
- Bajos costos de instalación y operación
- Fácil de instalar

### 3.7 UBICACIÓN DE VALVULAS PARA SECCIONAMIENTO

Las redes de distribución deben tener válvulas espaciadas de tal forma, que en caso de emergencia se minimice el tiempo de cierre de un tramo o sección de la línea. La separación de las válvulas está determinada por la presión de operación, el tamaño de la red y las condiciones físicas locales.

Toda válvula instalada para seccionar las redes de distribución para operación o propósitos de emergencia debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) El número de válvulas para seccionar un tramo debe ser resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos efectuado durante la fase de diseño.
- b) Debe estar ubicada en un lugar de fácil acceso.
- c) El mecanismo de operación debe ser fácilmente accesible.
- d) La válvula debe estar instalada de tal forma que se evite la transmisión de cargas externas a la línea.

En la ubicación de las válvulas de seccionamiento se deben tener en cuenta las siguientes características físicas y de operación:

- a) El tamaño del área que se va a aislar.
- b) Características topográficas (ríos, avenidas, carreteras).
- c) Número de válvulas necesarias para realizar el aislamiento.
- d) Volumen de gas almacenado en el tramo a aislar.
- e) Número de usuarios y usuarios especiales, tales como hospitales, escuelas, usuarios comerciales o industriales que pueden verse afectados por el cierre de las válvulas.
- f) El tiempo requerido por el personal disponible para llevar a cabo los procedimientos de aislamiento.
- g) El tiempo requerido por el personal disponible para restaurar el servicio de los usuarios.

### **3.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL POLIETILENO**

La fabricación de las tuberías y accesorios de polietileno (PE) cumplirán con las normas técnicas NTP-ISO 4437, ISO 4437, ISO 8085-1, ISO 8085-2, ISO 8085-3, ISO 10933, ISO 10838-1, ISO 10838-2, ISO 10838-3, o la familia de normas EN 1555-1, EN 1555-2, EN 1555-3, EN-1555-4 y EN 1555-5.

La presión máxima admisible de operación (MOP) para el sistema de tubería en PE, será seleccionada por el Distribuidor sobre la base de los requerimientos de operación del sistema de suministro de gas natural, el material usado y lo establecido al respecto por la Entidad Competente.

La MOP de un sistema de PE está en función del tipo de resina usado (MRS), la serie SDR de la tubería y las condiciones de servicio, y está limitado por el Coeficiente Global de Servicio C (de diseño) y el criterio de RCP.

El coeficiente global de servicio C para materiales termoplásticos está especificado en la ISO 12162. Este coeficiente es usado para calcular la MOP de la tubería. El coeficiente C debe ser igual a 2 para sistema de tuberías en polietileno que transportan gas natural, o un valor mayor a 2 si la Entidad Competente lo exige.

La MOP debe ser calculada usando la siguiente ecuación:

$$MOP = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1) \times D_F}$$

El coeficiente de reducción (DF) es un coeficiente utilizado para calcular la MOP que considera la influencia de la temperatura de operación. En la siguiente Tabla 21, tenemos este coeficiente a varias temperaturas de operación:

Temperatura promedio (°C)	D <sub>F</sub>
10	0,9
20	1
30	1,1
40	1,3

Fuente: NTP 111 – 021 – Distribución de gas natural por tuberías de polietileno

Tabla 22 Tabla de coeficiente de reducción vs temperatura promedio

El criterio de propagación rápida de fisuras (RCP), es la relación entre la presión crítica de propagación rápida de fisuras (PRCP) y la presión máxima admisible de operación (MOP), y será superior o igual a 1,5 a la mínima temperatura de operación.

$$\frac{P_{RCP}}{MOP} > 1.5$$

La presión crítica de RCP es dependiente de la temperatura, dimensión de la tubería y del material del tubo (tipo de PE). Es definido de acuerdo con la ISO 4437, y si se trabaja con las normas europeas de acuerdo con la EN 1555-2. Los ensayos se efectúan a una temperatura de 0 °C, de acuerdo a la ISO 13477 e ISO 13478.

Cuando la temperatura de la tubería sea inferior a 0 °C, la relación  $P_{rcp}/MOP$  se calculará utilizando un valor  $P_{rcp}$  determinado a partir de la temperatura mínima de operación prevista para la tubería. Si es necesario, se reducirá el valor de la MOP de forma que la relación  $P_{rcp}/MOP$  sea superior o igual a 1,5.

$$MOP = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1) \times D_F} = \frac{20 \times 8}{3.2 \times (11 - 1) \times 1}$$

$$MOP = 5 \text{ bar}$$

### 3.9 CARACTERISTICA PARA OBRA CIVIL PARA LA INSTALACION BAJO TIERRA DE TUBERIAS DE POLIETILENO

#### a) Estabilidad de zanja

La zanja debe excavarse asegurando que los lados vayan a ser estables bajo todas las condiciones de trabajo. En el caso que sea requerido, las paredes de la zanja pueden ser inclinadas o estar provistas de soportes apropiados, a fin de cumplir con todos los requisitos de seguridad.

**b) Ancho de zanja**

El ancho de la zanja debe ser suficiente para proporcionar las condiciones a cada uno de los siguientes requerimientos:

1. Colocar el tubo a lo largo del fondo de la zanja.
2. La unión del tubo dentro de la zanja si esto es necesario, para lo cual, se deberá considerar el tamaño de la maquinaria y el espacio para el fusionista.
3. El ancho de zanja debe ser de tal manera que los impactos al tránsito vehicular y a los transeúntes sean mínimos.
4. El ancho de zanja debe permitir el relleno y la compactación de tal manera que las cargas mecánicas horizontales y verticales actuantes no deterioren la tubería.

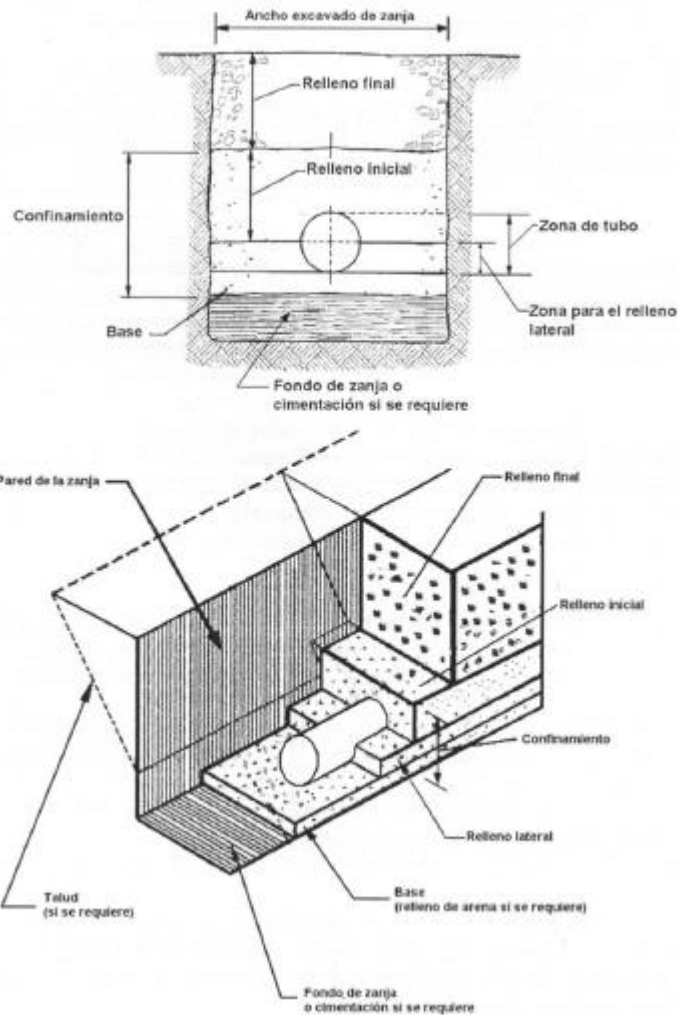
**c) Requisitos generales para el fondo de la zanja**

El fondo de la zanja debe ser preparado para la colocación directa del tubo, y ha de ser continuo, relativamente suave, libre de piedras y capaz de proveer apoyo uniforme.

Donde sean encontradas salientes de roca, frentes duros, o cantos rodados, debe acondicionarse el fondo de la zanja con una base de por lo menos 10 centímetros (4 pulgadas) de espesor formado por material granular fino compactado.

Los tubos pueden ser instalados sobre una amplia variedad de suelos naturales. La base debe ser estable y estar colocada de tal manera que soporte uniformemente y proteja físicamente los tubos de los daños. Debe prestarse atención a la experiencia local con instalación de tubos para otros servicios públicos porque ella puede señalar soluciones a determinados problemas de cimentación o base de los tubos.

Los tubos deben ser soportados uniforme y continuamente a través de toda su longitud y sobre un material firme y estable. No debe apoyarse puntualmente para cambiar la pendiente de la tubería o para sostenerla intermitentemente a través de secciones excavadas.



Fuente: NTP 111 – 021- Distribución de gas natural por tuberías de polietileno

Fig. 46 Sección isométrica de la zanja para un relleno

#### d) Profundidad de la zanja y cobertura de los tubos

Las líneas de polietileno que conforman la red de distribución, deben instalarse con un relleno controlado no inferior a 60 cm, medido desde la parte superior del lomo de la tubería hasta la parte superior de última capa compactada.

Cuando por razones justificadas no puedan respetarse las distancias señaladas en el párrafo anterior para la protección de la tubería, deben interponerse entre la tubería

y la superficie del terreno losas de hormigón, planchas, camisas o similares, que reduzcan las cargas mecánicas sobre la tubería a valores equivalentes a los de la profundidad inicialmente prevista y sea aprobada por la Entidad Competente.

**e) Intersección con otros servicios públicos**

Cuando las redes de distribución se sitúen cerca de otras obras o conducciones subterráneas de otros servicios públicos, debe disponerse, entre las partes más cercanas de las dos instalaciones de una distancia como mínimo igual a la que se establece a continuación:

Referencia	Redes de polietileno
Puntos de cruce	0,30 m
Recorridos paralelos	0,30 m

(\*) Distancias del Reglamento de Distribución de Gas Natural N° 042-99-EM.

Fuente: NTP 111 – 021 – Distribución de gas natural por tuberías de polietileno

Tabla 23 Distancia mínima para cruce entre líneas

Se debe también considerar las distancias mínimas de seguridad establecidas en las normas técnicas de distribución de otros servicios públicos. Siempre que sea posible se aumentarán estas distancias sobre todo en las proximidades de obras importantes, de manera que se reduzca en ambas obras el riesgo inherente a la ejecución de trabajos de reparación y mantenimiento de obra.

Cuando por causa justificada no puedan mantenerse las distancias mínimas entre los distintos servicios que se fijan en el presente literal, deben imponerse entre ambos servicios, materiales de características mecánicas y dieléctricas tales como planchas de fibrocemento, material cerámico, goma, plástico o materiales similares y aprobadas por la Entidad Competente.

**f) Distancia a fachadas de edificios y obras subterráneas**

La distancia mínima a la que debe situarse la línea de tubería con relación a la línea de fachada es de 1,0 metro. Si en el transcurso de la obra se encuentran cámaras enterradas, túneles, alcantarillas visitables, estacionamiento subterráneo de autos, entre otros, la distancia mínima entre estas obras y la generatriz de la tubería más próxima a ellas será igual o superior a 30 cm. Si no fuera posible se tomarán medidas especiales que impidan el paso del gas ante cualquier escape fortuito y serán aprobados por la Entidad Competente.

**g) Roturas de pavimento**

Los trabajos de rotura deben hacerse con medios manuales o mecánicos adecuados. Debe procurarse que los bordes de la rotura sean regulares y no se produzcan agrietamientos en las superficies adyacentes.

Los materiales sobrantes de la excavación o de las labores de limpieza deben disponerse adecuadamente según lo establecido por la Entidad Competente. Cuando el material de excavación sea apto como relleno, se debe realizar su acopio al lado de la zanja, dentro de las cintas o señales que demarquen el área de trabajo, para su respectivo uso.

**h) Excavación**

La excavación de la zanja que aloja la tubería puede ser hecha con pala mecánica, a mano o por cualquier otro método que cumpla con los requisitos del ancho y profundidad para la debida instalación de la tubería.

Antes de iniciar los trabajos de apertura de zanja, se debe hacer un reconocimiento a lo largo de la trayectoria de la línea para ubicar otras estructuras o interferencias como tuberías de agua y desagüe, líneas de electrificación, líneas telefónicas,

cimentaciones, cables, etc., para que estas estructuras no sean dañadas durante la ejecución de la zanja de instalación de la tubería.

Antes de la colocación de la tubería, la zanja debe estar limpia, libre de basura, escombros o materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías alojadas. En los casos que se tenga terrenos rocosos, en el fondo de la zanja se debe preparar una base con una cama de arena de 10 centímetros como mínimo medidos luego de la compactación.

La superficie del fondo de la zanja debe ser nivelada de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

#### **i) Tendido**

Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar dañar las tuberías durante el almacenamiento y el transporte desde la zona de almacenamiento hasta la bajada en la zanja.

Cuando se trate de bobinas, el tendido se realizará generalmente mediante el uso porta bobinas giratorias y de acuerdo a las buenas prácticas, evitando desenrollar las tuberías en forma de espiral.

Previo a instalar la tubería se controlará visualmente o mediante algún medio mecánico apropiado (que no dañe la tubería), que no existen rayas o cortes en la superficie que superan 10 % del espesor del tubo (con un máximo de 0,5 mm).

Durante el tendido de la tubería, esta no debe ser presionada o jalada sobre superficies puntiagudas; no se deben dejar caer o permitir que otros objetos caigan sobre esta. En el caso de encontrarse cualquier defecto debe removerse cortando el tramo cilíndrico de tubería correspondiente.

Se depositarán las tuberías de hasta 63 mm en la zanja en forma sinuosa (~ 1 % de la longitud total de la tubería distribuido en forma sinuosa a lo largo de la zanja) para compensar la contracción que se pudiera producir por la disminución de la temperatura luego del relleno controlado y para absorber esfuerzos ocasionados eventualmente por sismos.

Cuando fuera necesario el curvado de tuberías, el radio de curvatura será 25 veces el diámetro de la tubería, siempre y cuando no existieran contradicciones con lo indicado por el fabricante, en cuyo caso tendrá validez esto último. Cuando no se pudiera realizar el curvado de la tubería, los cambios de dirección deberán ser realizados mediante el uso de accesorios adecuados (por ejemplo codos).

Las tuberías deberán ser tendidas respetando las distancias mínimas indicadas en las normas y reglamentos aplicables, tanto en cruces como en paralelismos, a otras instalaciones subterráneas. En el caso de no poder ser respetadas dichas distancias, se deberán instalar protecciones mecánicas de acuerdo a lo indicado en las normas y reglamentos aplicables.

En el caso que se requiera durante un tendido de tuberías de red cambiar de lado de la calle o avenida, los cruces se realizarán en la medida de lo posible en las esquinas y en forma perpendicular. En caso de ser requerido y que sea posible según las condiciones del subsuelo, se podrá realizar ciertos cruces por medio de tecnologías de perforación dirigida, la cual deberá ser aprobada por la Entidad Competente.

En el caso que debiera ser arrastrado un tramo de tubería en la zanja, y que existiera la posibilidad de que ésta se dañe en el proceso, se colocarán rodillos cubiertos con material elastomérico, distanciados adecuadamente, de manera que la tubería no tome contacto con el fondo y los costados de la zanja.

La tubería debe instalarse totalmente apoyada en el fondo de la zanja y seguidamente iniciar el proceso de relleno y compactación.

Siempre que se interrumpa la instalación de la tubería, se sellarán con tapones todos los extremos abiertos de las tuberías a fin de evitar la entrada de materiales u objetos extraños.

En el caso de bajar tramos de tubería a la zanja, se evitará cualquier esfuerzo que pudiera imponer tensiones excesivas, sea por tracción, flexión o torsión. En el caso de ser necesario el jalado de tuberías, se deberán controlar los parámetros de tracción con instrumentos adecuados, manteniendo los esfuerzos bajo los límites estipulados por el fabricante. La tubería debe instalarse de tal forma que se minimicen los esfuerzos cortantes o las tensiones resultantes de la construcción, el relleno, la contracción térmica o las cargas externas.

Las tuberías tendidas cruzando calles u otros derechos de paso público o privados serán en lo posible de longitud continua y no podrán contener uniones.

## **j) Rellenos y restauración**

### **i. Rellenos compactados**

- ❖ Una vez tendidas las tuberías que conforman las redes se procederá a rellenar las zanjas con material fino seleccionado o arena, siempre libre de escombros, objetos duros, residuos, etc. Se deberán extremar los cuidados para evitar la presencia de materiales extraños e inadecuados que pudieran contaminar el relleno o dañar la tubería.
  
- ❖ Los materiales para la cimentación (si se requiere) y zona de confinamiento de la tubería deben ser estables, granulados no cohesivos, de forma que puedan ser fácilmente compactados alrededor de los tubos para poder lograr las densidades de suelo especificadas en los

documentos del proyecto. El espesor de las capas y el método de compactación dependen del material y diámetro de los tubos, así como de la cimentación.

- ❖ Los trabajos de relleno y compactación se llevarán a cabo adoptando los procedimientos apropiados y los cuidados necesarios para evitar someter las tuberías a esfuerzos, daños o movimientos indebidos causados por el relleno o por una inadecuada compactación.
- ❖ La compactación del relleno se realizará por métodos mecánicos o manuales, en capas de espesores no mayores a 150 mm, sin dejar vacíos, de acuerdo a las especificaciones requeridas, de forma que se evite una ovalidad excesiva de la tubería de la tubería de PE. La primera capa de relleno será de aproximadamente 150 mm por encima de la parte superior de la tubería y se compactará cuidadosamente y con herramientas apropiadas.
- ❖ Las capas siguientes se podrán compactar con herramientas manuales o con equipos mecánicos livianos, preservando siempre la estabilidad y la integridad de las tuberías que se instalen.
- ❖ La última capa se deberá compactar con compactadores, cuando exista una cobertura compactada mínima de 0,6 m se efectuarán las reparaciones de veredas o pavimentos.
- ❖ No se podrá iniciar las reparaciones de veredas o pavimentos si los rellenos (especialmente las capas intermedias) no reúnen las compactaciones adecuadas a ser determinadas mediante Ensayos Proctor Modificado.

## ii. Rellenos fluidos

En casos muy específicos, está permitido el uso de rellenos fluidos (rellenos de hormigón de fragua rápida) siempre que esté justificado técnicamente y sea aprobado por la Entidad Competente.

## k) Influencia de los riesgos medio ambientales

Se tomarán precauciones especiales para proteger el sistema de tuberías de PE para gas natural de tensiones excesivas. Cuando el sistema de tuberías de gas se instala en zonas expuestas a riesgos naturales, estará diseñado de forma que se evite o se limite la influencia de estos riesgos.

Los riesgos que pueden requerir precauciones especiales son, entre otros, los indicados a continuación:

- a) Zonas de terreno inestable, tales como terrenos que han sido recientemente rellenados, en particular, en los años precedentes; terrenos expuestos a asentamientos, deslizamientos o corrimientos;
- b) Zonas arenosas o pedregosas;
- c) Terrenos expuestos a la erosión de las lluvias, o a inundaciones;
- d) Zonas caracterizadas por la existencia de aguas subterráneas, tales como agua dulce sobre agua salada, o bien donde los empujes hidrostáticos podrían elevar la tubería enterrada;
- e) Zonas en las que se conozca, o se suponga, la existencia de terrenos agresivos.

## **l) Aplicación de la perforación dirigida para la instalación**

Se pueden emplear técnicas de perforación dirigida o perforación horizontal en casos como cruces de autopistas, carreteras, ferrocarriles, ríos, o similares, en cuyo caso antes de iniciar los trabajos y con el fin de disminuir el riesgo de daño a las instalaciones existentes, se debe tener información de los servicios públicos y demás instalaciones subterráneas existentes. Además, de ser necesario, se debe corroborar en campo la información suministrada por las demás empresas de servicios públicos, previniendo la eventual desactualización o información errada de los planos con respecto a la realidad.

## **m) Señalización**

### **i. Durante la construcción**

- a) Se deben colocar cintas u otros medios apropiados para delimitar el sector de trabajo y atenuar las incomodidades a los habitantes del sector.
- b) Se debe colocar señales preventivas cerca de carreteras, ferrocarriles, caminos, borde de carreteras o donde sea necesario, para advertir acerca de la construcción u obstrucción existente. Los diferentes tipos de señales se instalarán antes de la iniciación de las operaciones de construcción.
- c) El diseño de las señales informativas de prohibición o acción de mando y de prevención se debe hacer de manera que garantice la visibilidad y el entendimiento del mensaje.
- d) Todas las señales que exijan visibilidad durante las horas de la noche, deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas.
- e) Las señales deben permanecer en posición correcta, suficientemente clara y legible durante el tiempo de su utilización y ser reemplazadas o

retocadas todas aquellas que por acción de agentes externos se hayan deteriorado y no cumplan su función.

## **ii. Señalización permanente**

En el propósito de minimizar la posibilidad de daño a la tubería desde el exterior debe señalizarse con el empleo de cintas de un ancho mínimo de 10 cm y poseer una leyenda que indique la compañía distribuidora y la palabra gas natural. Esta cinta debe ubicarse entre 20 cm y 30 cm por encima de la generatriz de la tubería enterrada, debiendo quedar centrada respecto al eje longitudinal de la tubería y no sufrir movimiento o doblado alguno durante su recubrimiento final.

Los cruces de las líneas de distribución con carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., se deben señalizar mediante letreros que indiquen la presencia de la tubería enterrada.

### **3.10 CARACTERISTICA PARA OBRA MECANICA PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE TUBERIAS DE PE**

#### **a) Procedimientos de unión**

Se utilizará la fusión como procedimiento de unión. Los procedimientos de fusión utilizados para la construcción de sistemas de tuberías en PE, son la termofusión y la electrofusión.

Las uniones por termofusión y electrofusión, deben utilizarse cuando los componentes de unión sean del mismo material termoplástico, exceptuando los casos recomendados por los fabricantes o las normas técnicas de fabricación. En el caso de uniones del PE con otros materiales, tales como tuberías de acero, bronce o fundición, se deben utilizar uniones mecánicas.

Los procedimientos de unión deben ser escritos por el distribuidor, estarán disponibles antes de la construcción del sistema de tuberías. Estos procedimientos deben incluir especificaciones de los métodos de unión, parámetros de fusión, el equipo de fusión, las condiciones de unión, el nivel de destreza del operador, el método de control de calidad a ser usado, entre otros. Estos procedimientos deben considerar como mínimo lo establecido al respecto en la presente Norma Técnica y ser aprobado por la Entidad Competente.

#### **b) Procedimientos relativos a la interrupción de caudal por prensado**

Cuando está previsto utilizar procedimientos de prensado, se establecerá si la tubería puede prensarse de acuerdo con las normas técnicas de fabricación.

El Distribuidor especificará el equipo de prensado y el procedimiento de prensado de las tuberías de PE, de conformidad con las recomendaciones del fabricante de la tubería, y será aprobado por la Entidad Competente.

El prensado estará situado a una distancia igual o superior a  $3 \times dn$  de las juntas o uniones, y a  $6 \times dn$  de otros prensados. La posición donde se efectuó el prensado estará señalizada de forma permanente si el tramo del tubo no se ha sustituido.

#### **c) Tuberías en el interior de los edificios**

Está prohibido el uso de tuberías de polietileno en el interior de edificios residenciales, comerciales o industriales. A excepción de lo indicado en la NTP 111.010 y la NTP 111.011.

**d) Almacenamiento, manipulación y transporte**

Se tomarán precauciones durante el transporte, la manipulación, y el almacenamiento de los tubos, accesorios, y otros componentes, para asegurar que conservan todas sus propiedades y características específicas susceptibles de ser alteradas por los factores medioambientales, así como para evitar los deterioros físicos y deformaciones. Por ejemplo a bajas temperaturas, disminuyen la flexibilidad y la resistencia a la rotura.

La tubería de polietileno no debe quedar expuesta a la intemperie (salvo las relacionadas a su propia instalación) puesto que la luz directa del sol puede alterar las propiedades de la misma.

Los tubos y los accesorios de PE almacenados al aire libre son objeto de una degradación UV, cuando están directamente expuestos a la luz del día. Los materiales de PE se estabilizan para garantizar una protección al menos igual a un nivel de radiación ultravioleta de 3,5 GJ/m<sup>2</sup>.

Los tubos no se utilizarán cuando se estime que han sobrepasado el índice máximo de exposición a la radiación UV, excepto si han sido probados (por medio de ensayos de laboratorio) para justificar que sus características permanecen aceptables de acuerdo con las normas técnicas de fabricación.

Los tubos y los accesorios se inspeccionarán y no se utilizarán aquellos que presenten defectos superficiales superiores al 10 % del espesor nominal de pared.

**e) Calificación y entrenamiento del personal que efectúa la unión**

El instalador debe ser competente para la apropiada colocación de las tuberías de polietileno y los procedimientos de unión; debe poseer la necesaria destreza y

conocimiento para lograr uniones consistentes y de alta calidad. El instalador debe recibir un entrenamiento formal bajo la supervisión de un instructor calificado.

La Entidad Competente establecerá los requisitos para que el instalador logre un nivel adecuado de competencia, a falta de ésta se debe aplicar, lo establecido en la ISO 19480.

#### **f) Uniones por fusión**

Antes de realizar la unión, las juntas deben estar completamente limpias, de tal manera que no se mezcle el material fundido con las impurezas que se pueden presentar. A su vez, las juntas deben estar libres de humedad. No deben limpiarse tuberías y accesorios que vayan a ser unidos por fusión con agua u otro líquido que pueda infiltrarse en el material plástico. Por ningún motivo, se deben tocar las superficies a ser unidas, una vez estén limpias.

#### **❖ Uniones por termofusión**

Las uniones realizadas a tope deberán cumplir con lo establecido con la ISO 10839 y la ISO 11414. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios. Las uniones realizadas a socket deberán cumplir con lo establecido por la ISO 10839. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios. Las uniones realizadas con silleta deberán cumplir con lo establecido por la ISO 10839. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

## ❖ Uniones por electrofusión

Las uniones realizadas por electrofusión deberán cumplir con lo establecido por la ISO 10839 y la ISO 11413. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

### g) Equipos de fusión

El equipo para la fusión a tope cumplirá la norma ISO 12176-1, el equipo para uniones por electrofusión cumplirá con la ISO 12176-2, y ambas complementariamente con la ISO 12176-3, ISO 12176-4.

Los equipos de termofusión para unión de socket y silleta cumplirán con una Norma Técnica Peruana, y a falta de esta, una Norma Técnica Internacional de reconocida aplicación para la fabricación de estos equipos. La mencionada norma técnica será aprobada por la Entidad Competente.

### h) Consideraciones para las uniones por fusión

Cuando el ensamblaje se realiza en condiciones climáticas adversas, se preverá la utilización de una pantalla protectora, tapones extremos, o un período más largo de calentamiento. La calidad de una fusión de PE por fusión puede reducirse en el caso de fuertes vientos, o temperaturas ambientes frías, si no está protegida.

Los tubos y/o accesorios con extremos para fusión con diferentes valores SDR no podrán unirse con fusión a tope.

Los requisitos mínimos para la unión por fusión son los siguientes:

1. Limpieza, de los extremos del tubo y/o de los accesorios, así como de la superficie de los útiles calefactores;
2. Protección contra el polvo y otras fuentes de contaminación;

3. Inmovilización en la posición adecuada de los extremos del tubo y/o de los accesorios;
4. Verificación de la alineación y de la separación entre los extremos de los accesorios y/o de los tubos;
5. Utilización de abrazaderas circulares cuando exista ovalidad del tubo;
6. Preparación de los extremos a unir por fusión: rascado en caso de unión a socket y con silleta, y cepillado en caso de fusión a tope;
7. Marcado de la profundidad de penetración en los manguitos de electrofusión;
8. Correcto mantenimiento y funcionamiento del equipo de fusión, y verificación de su compatibilidad con los parámetros exigidos;
9. Consideración de los parámetros de fusión descritos en los procedimientos de ensamblaje.

En el caso de uniones mal efectuadas o se detecte fugas a través de la unión, deberá removerse cortando el tramo cilíndrico de tubería afectado, reemplazando dicho tramo por otro, hasta alcanzar la calidad de unión.

#### **i) Instalación**

Durante todo el proceso de instalación, se tomarán precauciones para evitar los deterioros de los tubos y de los accesorios.

Los cambios de dirección de la tubería de PE durante su instalación, se realizarán mediante curvas preformadas, codos, o por la flexibilidad natural del tubo de PE dentro de sus límites. Puede utilizarse la flexión natural para radios de curvatura iguales o superiores a  $25 \times dn$ .

No se utilizará el curvado mecánico o por calentamiento de los tubos.

Los tubos de PE, los accesorios, y las válvulas instaladas por debajo del nivel del suelo, quedarán protegidos contra las acciones mecánicas y la degradación UV.

Cuando se utilizan tubos protectores o encamisados, el tubo de gas quedará totalmente sujeto. Se evitará el contacto con los bordes cortantes a la entrada y a la salida del tubo protector con el fin de evitar que se deteriore el tubo de gas.

Es esencial que el apriete o desapriete de las uniones mecánicas se realice sin transmitir movimientos al tubo. Por ejemplo, torsiones.

Durante la instalación, se considerarán los efectos potenciales de los movimientos relativos del terreno o de las construcciones adyacentes, y el efecto de las variaciones de temperatura, en el tubo.

Durante la instalación, no se ejercerán en los tubos excesivos esfuerzos de tracción. Si el tubo de PE se tiende por estiramiento, se tomarán precauciones para que la fuerza de estiramiento o arrastre sea inferior o igual a los valores (en Newton) indicados por la fórmula:

$$F = \frac{14 \times \pi \times d^2}{3 \times SDR}$$

Dónde:

F: Máxima fuerza en Newton

SDR: Relación estándar de dimensión

Dn: Diámetro externo de la tubería

Se considerarán los esfuerzos originados por la diferencia de temperatura entre la instalación y la operación.

Las válvulas se instalarán de forma que no se transmitan esfuerzos innecesarios al tubo de PE durante las maniobras de apertura y de cierre.

En el caso de riesgos de escape de gas por fuga, o en el área de trabajo por enlace con un sistema de tuberías en polietileno ya existente, se evitará la acumulación de cargas de electricidad estática. Por ejemplo, envolviendo todos los tubos y accesorios susceptibles de ser manipulados, con un tejido de fibras naturales

empapado en agua, y asegurándose de que el tejido está en contacto con el tubo y el terreno.

### 3.11 UNION POR ELECTROFUSION

Se efectúa para unión de tubos o unión de tubos y accesorios, mediante el empleo de accesorios electrosoldables, en su superficie interna tiene incorporado una o varias resistencias que al pasar por ellas la corriente eléctrica, producen calor suficiente para que el PE del accesorio y el PE del tubo fundan y se produce la unión por soldadura.

Unión < cupla > manguito

#### a) Lista típica de herramientas y equipos para la electrofusión

- ❖ Disolvente para tubo en toallas
- ❖ Tijera para tubería de 15 – 63 mm de diámetro
- ❖ Guillotina para tuberías de 63 – 225 mm de diámetro
- ❖ Alineador para toma en carga para red principal de 63 – 200 mm diámetro. Derivación 20 – 63 mm diámetro.
- ❖ Alineador para tubo en rollo de 20 – 110 – 125 mm de diámetro.
- ❖ Alienador para tubo en barra de 63 – 180 mm de diámetro.
- ❖ Rascador manual.
- ❖ Rascador para tubería de 75 – 225 mm diámetro.
- ❖ Rascador para tubería de 20 – 63 mm diámetro.
- ❖ Maquina electrosoldable Universal de trazabilidad y de documentación tensión entrada 190 – 270 V, corriente de entrada 16ª, frecuencia de 45 – 60 Hz, Potencia 3,6 KVA, marca INNOGE PE-INDUSTRIES.

#### b) Secuencia de electrofusión tipo enchufe (tubo – unión – tubo)

1. Los extremos de los tubos que se van a soldar con la unión o cupla o maguito deben presentar un corte perpendicular con respecto a su eje
2. Verificar la curvatura de los tubos en bobinas y la ovalización de su diámetro

3. Eliminar de la superficie de los extremos de los tubos a soldar la capa oxidada debido a los rayos UV, usando raspador manual, raspar en forma uniforme en la zona de unión.
4. Usar alineadores o collares de alineación
5. Ensamble del conjunto tubo / accesorio / alineador.
6. Enchufar los conectores del equipo de electrofusión
7. El operador debe seleccionar los parámetros en función del tipo accesorio / tubo e iniciar el ciclo de electrofusión.
8. Terminada la electrofusión, observar el tiempo de enfriamiento.

**c) Secuencia de electrofusión tipo montura (tubo – unión – accesorio)**

1. Los extremos de los tubos que se van a soldar con la unión o cupla o manguito deben presentar un corte perpendicular con respecto a su eje.
2. Verificar la curvatura de los tubos en bobinas y la ovalización de su diámetro
3. Eliminar de la superficie de los extremos de los tubos a soldar la capa oxidada debido a los rayos UV, usando raspador manual, raspar en forma uniforme en la zona de unión.
4. Usar alineadora o collares de alineación.
5. Usar las piezas de montura, las cuales se sujetaran sobre el tubo ajustando los tonillos de acoplamiento.
6. Ensamble del conjunto tubo / accesorio / alineador.
7. Enchufar los conectores del equipo de electrofusión.
8. El operador debe seleccionar los parámetros en función del tipo accesorios / tubo e iniciar el ciclo de electrofusión.
9. Terminada la electrofusión, observar el tiempo de enfriamiento.

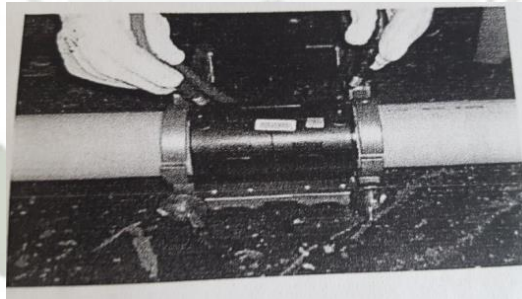
**d) Secuencia en proceso de electrofusión**

1. Limpiar ( el tubo con papel / alcohol)
2. Marcar (lápiz marcador indeleble)
3. Raspar ( raspador manual tipo paleta)

4. Limpiar ( tubo raspado)
5. Redondear ( acondicionar tubería)
6. Limpiar accesorio – cupla – tee – codo
7. Colocar alineador ( tubo en barra – rollo)
8. Conectar máquina de electrofusión; con los cables y registro lápiz óptico al código de barras.
9. Enfriamiento de partes soldadas hasta temperatura ambiente.
10. Nota: Este procedimiento es aplicado para trabajos mecánicos – térmicos sin carga de gas en la red de PE.

**e) Alineación de tubos**

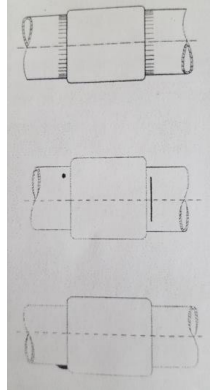
Se verifica que las tuberías y el accesorio hayan sido correctamente alineados de acuerdo con procedimientos escritos relativos al ensamblaje en electrofusión.



Fuente: NTP 111 – 021 – Distribución de gas natural por tuberías de polietileno

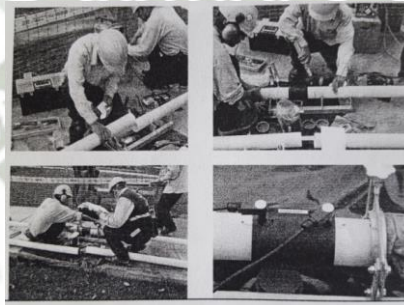
Fig. 47 Alineación de tubos

- a) Raspado: Verificación de las huevas del raspado en cada lado de la cupla
- b) Inserción: Verificación de las marcas de la profundidad de inserción comprobar si se ha introducido completamente lo que corresponde a cada tubo
- c) Material Fundido: Verificación que el material fundido debido al proceso de fusión, no se hayan desbordado del interior de la cupla.



Fuente: NTP 111 – 021 – Distribución de gas natural por tuberías de polietileno

Fig. 48 Pasos para realizar una unión



Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú - Electrofusion

Fig. 49 Procedimiento para realizar una unión por electrofusion

### 3.12 CONTROL DE CALIDAD

#### a) Control antes de la instalación

Los tubos y accesorios de PE, así como los equipos correspondientes, se controlarán antes de la instalación para verificar los siguientes aspectos:

- ❖ La verificación del marcado de la tubería requerido para las aplicaciones de gas, los diámetros de los tubos, el SDR, la MRS del material, grado de ovalamiento, y la clase de tolerancia en función del marcado que figura en los tubos y los accesorios.

- ❖ La conformidad con que se hayan respetado las limitaciones referentes al almacenamiento en el exterior. Los tubos y los accesorios que presenten defectos evidentes o erosión excesiva serán descartados, y claramente identificados como no conformes.
  
- ❖ La conformidad con lo referente a la utilización de equipos que cumplan las normas apropiadas y la disponibilidad de los procedimientos escritos de unión.

## b) Control durante la instalación

**Instalación:** Las condiciones indicadas líneas arriba.

**Integridad de las uniones:** Todas las uniones se controlarán visualmente, considerando como mínimo lo establecido según más adelante en el punto de unión por electrofusión. El control debe ser realizado por el instalador. Por ejemplo, para la fusión a tope, control visual del cordón de fusión, de su forma, y de su geometría. Deben realizarse igualmente controles destructivos de las juntas realizadas in situ, para garantizar que la calidad de la fusión cumple con el procedimiento establecido.

En la unión soldada realizada por el instalador debe marcarse con un rotulador de tinta indeleble o medio de señalización permanente, los datos indicados por la distribuidora. Esta información como mínimo debe indicar clave o código de identificación del instalador, hora y fecha de la unión.

En la aplicación de los métodos de unión por termofusión o electrofusión para la construcción del sistema de tuberías en PE, deberá llevarse un registro de control de los parámetros de unión tales como presión, temperatura, tiempo para la unión y el enfriamiento, código o nombre del fusionista, fecha y ubicación de la unión, ensayos destructivos, reparaciones, entre otros. Las variables antes mencionadas deberán documentarse por medio de registros manuales o electrónicos.

La distribuidora establecerá, con la aprobación de la Entidad Competente, cada que cantidad de uniones se efectuarán pruebas destructivas a la unión por fusión, a efectos de garantizar la adecuada construcción de la red de distribución en polietileno.

### 3.13 PRUEBAS DE PRESION

Antes de efectuar las pruebas de presión se deberán respetar los tiempos de enfriamiento de las uniones realizadas.

Las presiones de prueba seleccionadas para el sistema de tuberías serán adecuadas para su MOP y tendrán en cuenta los procedimientos de prueba establecidos en la EN 12327.

Si como fluido de prueba se utiliza aire o gas inerte, se tomarán todas las precauciones especiales necesarias para proteger a las personas, y a los bienes.

Para temperaturas de prueba inferiores a 0 °C, se tendrá en cuenta la posibilidad de reducir la presión crítica de RCP en la preparación del sistema de tuberías y el procedimiento de prueba aplicado.

A temperatura ambiente, el sistema de tuberías de PE a presión, están sometidas a dilataciones por fluencia que pueden influir en los resultados de la prueba de presión. Su influencia puede ser significativa a presiones de prueba elevadas. Se tomarán medidas apropiadas para minimizar las pérdidas de presión, debidas a la fluencia, en la interpretación de los resultados de la prueba de presión.

Si se utiliza aire, se controlará que el aceite del compresor no penetre en el sistema de tuberías y que la temperatura del aire no sobrepase los 40 °C, para evitar riesgos de deterioros de los tubos y/o accesorios.

En el Anexo X, se presenta un procedimiento informativo para la prueba de presión.

### 3.14 PREVENCIÓN DE DAÑOS

La distribuidora debe considerar para la prevención de daños lo establecido por la Entidad Competente, pero como mínimo las siguientes consideraciones:

- Llevar un registro de las entidades que normalmente llevan a cabo actividades de excavación en el área de instalación de las tuberías.
- Notificar a las entidades antes referidas lo siguiente:
  - a) La existencia, localización y condiciones de operación de la red.
  - b) El tipo de señalización existente, de manera que el tercero pueda ubicar la tubería durante sus excavaciones.
- Manejar un archivo de recibo y registro de la notificación de las actividades de excavación.
- Con el fin de tener un mayor cubrimiento de las acciones que deben tomarse para prevenir los daños causados por terceros a los sistemas de tuberías en PE, establecer un "Programa de educación al público tendiente a reducir y prevenir el riesgo de daños por terceros". Este programa puede incluir:
  - a) Reuniones informativas con funcionarios de autoridades competentes.
  - b) Reuniones con representantes de entidades que llevan a cabo actividades de excavación en el área de influencia de la red.
  - c) Capacitación regular a grupos comunitarios.

### 3.15 DETECCIÓN DE FUGAS

La distribuidora debe tener en su plan de operación y mantenimiento, disposiciones para la detección de fugas en el sistema. Los tipos de inspecciones seleccionados deben ser efectivas para determinar si existen fugas potencialmente peligrosas. Algunos procedimientos recomendables que pueden emplearse son: detección de gas en la superficie, detección de gas subterráneo, inspección de la vegetación, monitoreo de presiones, pruebas con agua jabonosa, detección con ultrasonido.

El alcance y la frecuencia de las detecciones de fugas se determinará por las características generales del área servida, la concentración de edificaciones, la edad de

la tubería, condiciones del sistema, presión de operación y cualquier otra condición conocida (tales como fallas en la superficie, incrementos en la presión de operación) que tenga significado potencial para indicar un escape o para producir la migración a un área donde se podría generar una condición peligrosa.

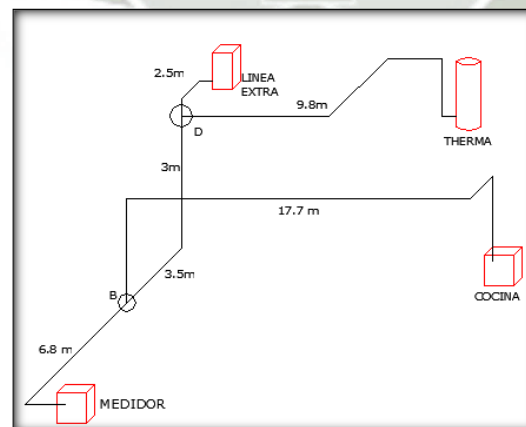
La Entidad Competente determinará la frecuencia de tiempo para la inspección de fugas en el sistema de tuberías de PE. Tales inspecciones deben hacerse usando un detector de gas y deben incluir pruebas del medio circundante que indicarán la presencia de gas en cajas, grietas en el pavimento y veredas y en otros lugares donde haya la posibilidad de encontrar fugas de gas.

### 3.16 DISEÑO DE TUBERIAS INTERNAS (LINEA MONTANTE Y LINEA INTERNA)

#### 3.16.1 VIVIENDA UNIFAMILIAR

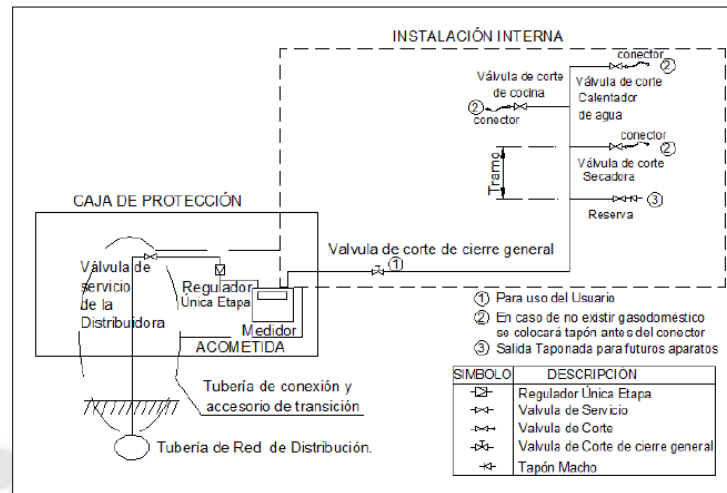
Para el cálculo de tuberías internas dentro se realizó el mismo procedimiento que se utilizó para el diseño de tuberías de distribución.

A continuación se observa un esquema de distribución de las tuberías y aparatos de gas natural para realizar el cálculo del mismo.



Fuente: Propia

Fig. 50 Esquema de distribución de una vivienda unifamiliar



Fuente: NTP-111-011 – Instalaciones de gas natural en residenciales y comercial

Fig. 51 Esquema referencial del sistema de tuberías de conexión, acometida y una instalación interna – casa unifamiliar.

TRAMO	LONG REAL (m)	LONG EQUIV (m)	PCT (Mcal/hr)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	PRESION INICIO (Pa)	Δ PRESION APROX (Pa)	DIAMETRO REAL (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	Δ PRESION REAL (mbar)	Δ PRESION REAL (Pa)	PRESION FINAL REAL (Pa)	VELOCIDAD (m/seg)	VERIFICACION
M - B	6.80	8.16	31.50	3.32	2300.00	345.00	12.88	24.00	0.43	42.87	2257.13	1.97	Cumple
B - COC.	17.70	21.24	17.50	0.95	2257.13	338.57	12.37	14.00	1.38	137.67	2119.46	1.65	Cumple
B - D	6.50	7.80	10.00	2.89	2257.13	338.57	8.71	14.00	3.86	386.06	1871.07	5.07	Cumple
D - TER.	9.80	11.76	9.00	1.84	1871.07	280.66	8.75	24.00	0.21	21.20	1849.88	1.10	Cumple
D - LINEA	2.50	3.00	31.50	1.05	1871.07	280.66	10.99	14.00	0.24	23.56	1847.52	1.84	Cumple

Fuente: Propia

Tabla 24 Calculo de todos los tramos de una vivienda unifamiliar



## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS ECONOMICO**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Para determinar la viabilidad del proyecto se requiere de una estimación de costos. La estimación de costos implica determinar una aproximación a los costos de los recursos necesarios para completar cada actividad programada en el cronograma. En la estimación de costos se debe considerar las posibles causas de variación. Las estimaciones de costos generalmente se expresan en unidades monetarias.

#### **4.2 COSTO DEL GAS NATURAL RESIDENCIAL**

Realizaremos un costo por el consumo de gas natural dentro de una casa a comparación del gasto del GLP.

Se puede calcular la diferencia en costo de gas natural a GLP de la siguiente forma

- Gas licuado de petróleo (GLP)

$2.1 \text{ balones GLP (10kg)} = 38 \text{ litros} = 1 \text{ MMBTU (glp)}$

$1 \text{ balon GLP(10kg)} = 18.1 \text{ litros} = 0.48 \text{ MMBTU (glp)}$

$0.48 \text{ MMBTU (GLP)} = 36 \text{ soles (mercado actual arequipa)}$

### El Poder Calorífico del Gas Natural

Para Producir 1 MMBTU se requiere:

• GAS NATURAL	=	28 m <sup>3</sup>
• GLP = 2.1 Balones (10 kilos)	=	10 galones = 38 litros
• Gasolina de 95 Octanos	=	8.1 galones
• Diesel	=	7.3 galones
• Residual	=	7.1 galones
• Electricidad	=	293 Kw-h
• LEÑA	=	60 kilos.

Osinerg

Fuente: Osinerming Perú – La industria del Gas Natural en el Perú

Fig. 52 Cuadro de equivalencias para producir 1 MMBTU.

- Gas Natural (GN)

Según Fig. 55: 1 MMBTU gas natural cuesta USD\$ 4 (precio lima callao)

$1 \text{ MMBTU (GN)} = \text{usd\$ } 4.00$

$0.48 \text{ MMBTU (GN)} = \text{usd\$ } 1.92 = \text{S/}. 6.34$

(Tipo de cambio S/. 3.341)

Se tiene un ahorro de 29.66 soles por 0.48 MMBTU que es equivalente a un balón de GLP.

### Tarifas de Distribución en Lima y Callao

	Participación de Mercado	Tarifas Medias de Distribución Lima y Callao
	%	US\$ / MMBTU
A	9%	4,0
B	4%	1,8
C	21%	0,7
D	66%	0,4

Fuente: Osinerming Perú – La industria del Gas Natural en el Perú

Fig. 53 Tarifas de distribución de GN en Lima y Callo

## 4.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El análisis de precio unitario es el costo de una actividad por unidad de medida escogida. Usualmente se compone de una valoración de los materiales, la mano de obra, equipos y herramientas. Para determinar el análisis de precios se requiere muchas veces de la experiencia de obras anteriores. Los precios unitarios para nuestro proyecto se basaron en la experiencia en proyectos anteriores de tendido de tuberías y dichos precios se pueden observar en el anexo 1.

## 4.4 CURVA S

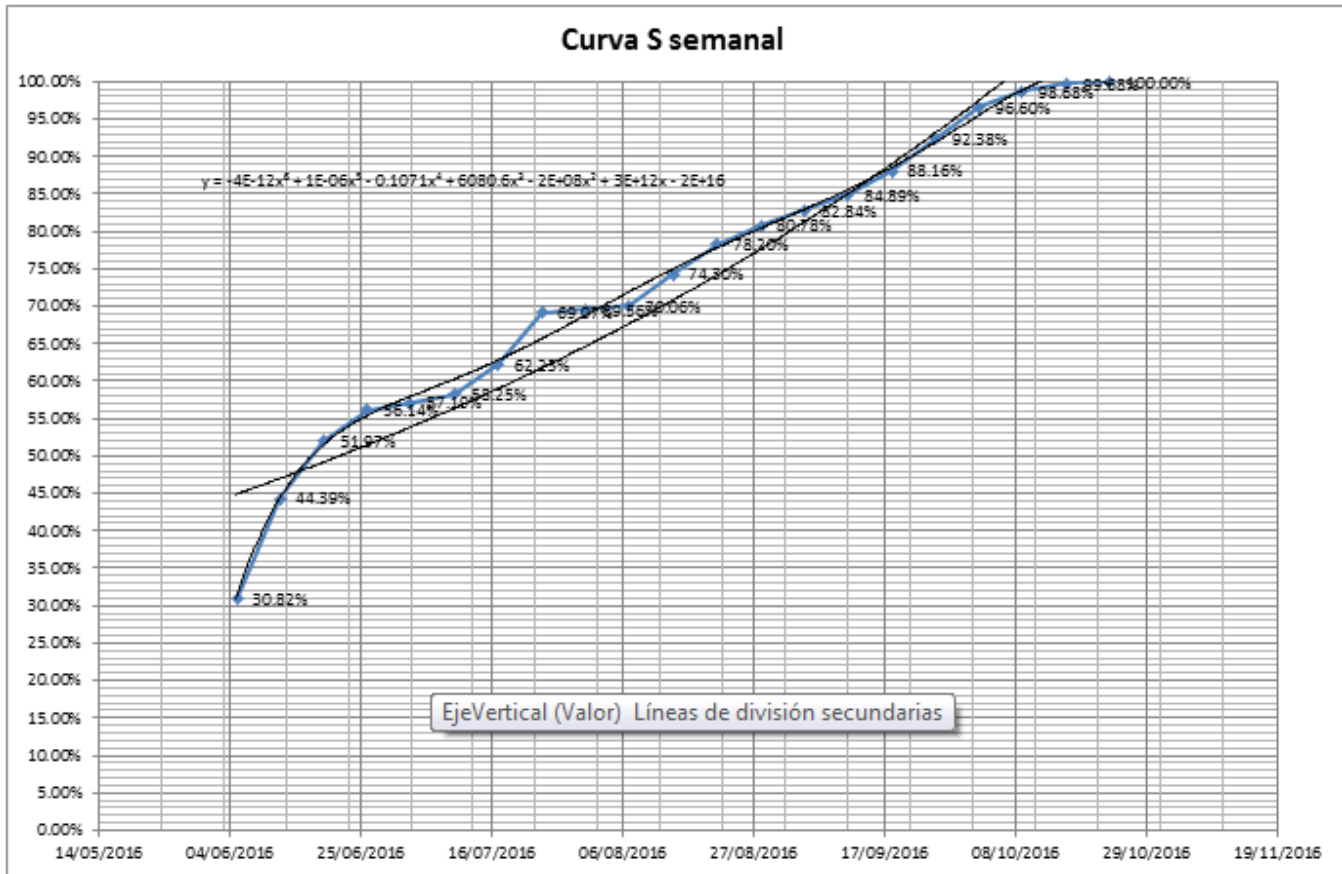
La curva s corresponde al comportamiento del gasto del proyecto con respecto al tiempo, el cual muestra una ligera pendiente al inicio y al final y una pendiente vertiginosa en las fases intermedias.

Dicha curva nos permite comprar el avance real versus el avance planifico con el propósito de establecer las desviaciones del proyecto y tomar acciones correctivas.

En el anexo 2 podemos observar la curva S de nuestro proyecto.

## 4.5 GRAFICO CURVA S

Para realizar la gráfica de la curva S se sigue los siguientes pasos en el eje x o eje de las abscisas se marca el tiempo del proyecto, luego en el eje y o eje de las ordenadas se marcan los costó acumulados, el siguiente grafico muestra la curva s de nuestro proyecto.



Fuente: Propia

Fig. 54 Grafico Curva S Semanal

## 4.6 ANALISIS DE COSTO POR FAMILIA

### 1. Costo de instalación de gas natural interior.

“Según Osinergmin el costo de instalación de Acometida es de \$ 142.64 (incluye igv), realizando un cambio a soles el costo sería de S/. 476.56”.

Fuente:[http://www2.osinerg.gob.pe/Pagina%20Osinergmin/Gas%20Natural/Contenido/cont\\_002.html](http://www2.osinerg.gob.pe/Pagina%20Osinergmin/Gas%20Natural/Contenido/cont_002.html)

El costo de habilitación de gas natural realizando un cálculo de costos con las dimensiones obtenidas en el capítulo III se realiza un cuadro de análisis de costos unitarios (Anexo ), obteniendo que el costo de instalación interna es de S/. 1644.43 aproximadamente.

### 2. Costo de instalación de red de gas natural

Según nuestro análisis de costo del proyecto de instalación de gas natural en las 3 etapas de piedra santa (Piedra Santa 1 etapa, Casuarinas, Piedra Santa 2 etapa) Anexo: 2 tenemos un costo del proyecto igual a \$192744.87 con un cambio USD\$ a soles de 3.341 (según sunat al 20/05/2016) el costo es de S/. 643960.6

La cantidad de familias que habitan la urbanización es de 669 familias (ver capítulo 3.3 población).

Con esos 2 valores podemos se determinar el costo de instalación de red de gas natural por persona.

$$\text{Costo de instalacion de red de GN por familia} = \frac{S/. 643960.6}{669 \text{ familias}}$$

$$\text{Costo de instalacion de red de GN por familia} = 962.57 \frac{S/.}{\text{familia}}$$

### 3. Costo Total de instalación de gas natural

El costo total de instalación de gas natural, es la suma del costo promedio de instalación de gas natural interior más el costo de instalación de red de gas natural por familia.

$$\text{Costo total de instalacion de gas natural} = S/.1644.43 + S/.962.57$$

$$\text{Costo total de instalacion de gas natural} = S/.2607.00$$

### 4. Calculo de cuotas

El tiempo estimado de pago de la instalación es de 8 años (96 cuotas mensuales). Según Calidda la cuota mensual de instalación de gas natural en ese periodo de tiempo es de 14 soles mensuales (cambio dólar 2.79, sunat junio 2013), este costo actualmente equivaldría S/. 16.8 al cambio USD\$ de 3.34 ya indicado.

Fuente:<http://gestion.pe/economia/contar-gas-natural-domiciliario-cuesta-28-soles-mensuales-familias-limenas-2069662> (Edición Jueves, 27 de junio del 2013).

$$\text{Costo total de instalacion de gas natural (calidda)} = S/.16.8 * 96 \text{ cuotas}$$

$$\text{Costo total de instalacion de gas natural (calidda)} = S/.1612.8$$

De acuerdo a los cálculos realizados determinando el costo total de instalación de gas natural se tiene las siguientes cuotas a pagar.

			Adicional	Cuota a cobrar
RED	Costo cuotas \$	\$ 3.00	0.37	\$ 3.37
	Costo cuotas S/.	S/. 10.03	1.23617	S/. 11.26
ACOMETIDA+INST.	Costo cuotas \$	\$ 5.13	0.47	\$ 5.60
	Costo cuotas S/.	S/. 17.13	1.57027	S/. 18.70
			<b>Costo mensual</b>	<b>S/. 29.96</b>

Fuente: Propia

Tabla. 25 Tabla de cuotas a cobrar por instalación red e instalación interior.

Este valor se adicionara al consumo mensual que tendrá cada familia por la utilización del gas natural dentro de sus hogares lo que haría un gasto aproximado de:

*Costo por consumo de Gas Natural al mes aproximado = 6.34 soles al mes*

*Costo de precio a pagar en el recibo = 36.30 soles al mes*

En el cuadro se muestra un adicional, que vendría a ser un costo adicional a la tarifa para poder llegar a la utilidad deseada en el total de tiempo (96 meses).

#### 4.7 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO

“Valor actual neto es muy importante para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado. Si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión”.

Valor	Significado	Decisión a tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Fuente: Wikipedia – Valor Actual Neto

Figura 55 Significado de los valores obtenidos por la VAN

La curva S realizada se valora por semana entonces la tasa anual se tendrá que llevar a semanal. Entonces según la fórmula:

*Calculo Tasa Compuesta:*

$$Tasa_{anual} = (tasa_{semanal} + 1)^{52} - 1$$

$$Tasa_{semanal} = \sqrt[52]{(tasa_{anual} + 1)} - 1$$

Donde el 52 es la cantidad de semanas que tiene un mes.

Para realizar el valor actual neto necesitamos cambiar la tasa anual que es 10% a una tasa semanal ya que como lo explicamos anterior las valorizaciones se realizan semanalmente

$$Tasa_{semanal} = \sqrt[52]{(0.1 + 1)} - 1 = 0.0018$$

$$Tasa_{semanal} = 0.18\%$$

De la misma forma se convierte la tasa anual a tasa mensual donde el 52 pasaría a ser 12, por la cantidad de meses que tiene el año.

Tasas de descuento	
Tasa de descuento anual	10%
Tasa de descuento semanal	0.18%
Tasa de descuento mensual	0.80%

Fuente: Propia

Tabla 26 Calculo de Tasas de descuento a utilizar.

Gastos					
Inicio	Fin	Semana	Costo Directos Valorizacion \$	Costos indirectos \$ prorratiados a 21 semanas	Gastos Totales
01/06/2016	01/06/2016	0	\$ -	-	-
01/06/2016	05/06/2016	1	\$ -41,050.66	\$ -1,305.43	\$ -42,356.09
06/06/2016	12/06/2016	2	\$ -18,078.84	\$ -1,305.43	\$ -19,384.27
13/06/2016	19/06/2016	3	\$ -10,099.98	\$ -1,305.43	\$ -11,405.40
20/06/2016	26/06/2016	4	\$ -5,551.34	\$ -1,305.43	\$ -6,856.77
27/06/2016	03/07/2016	5	\$ -1,404.52	\$ -1,305.43	\$ -2,709.95
04/07/2016	10/07/2016	6	\$ -1,404.52	\$ -1,305.43	\$ -2,709.95
11/07/2016	17/07/2016	7	\$ -5,307.67	\$ -1,305.43	\$ -6,613.10
18/07/2016	24/07/2016	8	\$ -9,106.72	\$ -1,305.43	\$ -10,412.15
25/07/2016	31/07/2016	9	\$ -659.49	\$ -1,305.43	\$ -1,964.91
01/08/2016	07/08/2016	10	\$ -659.49	\$ -1,305.43	\$ -1,964.91
08/08/2016	14/08/2016	11	\$ -5,650.77	\$ -1,305.43	\$ -6,956.20
15/08/2016	21/08/2016	12	\$ -5,199.80	\$ -1,305.43	\$ -6,505.22
22/08/2016	28/08/2016	13	\$ -3,436.27	\$ -1,305.43	\$ -4,741.70
29/08/2016	04/09/2016	14	\$ -2,735.57	\$ -1,305.43	\$ -4,041.00
05/09/2016	11/09/2016	15	\$ -2,735.57	\$ -1,305.43	\$ -4,041.00
12/09/2016	18/09/2016	16	\$ -4,352.78	\$ -1,305.43	\$ -5,658.21
19/09/2016	25/09/2016	17	\$ -5,618.71	\$ -1,305.43	\$ -6,924.13
26/09/2016	02/10/2016	18	\$ -5,618.71	\$ -1,305.43	\$ -6,924.13
03/10/2016	09/10/2016	19	\$ -2,772.76	\$ -1,305.43	\$ -4,078.18
10/10/2016	16/10/2016	20	\$ -1,339.39	\$ -1,305.43	\$ -2,644.82
17/10/2016	23/10/2016	21	\$ -423.22	\$ -1,305.43	\$ -1,728.64
		Total	\$ -133,206.77	\$ -27,413.95	\$ -160,620.73

Fuente: Propia

Tabla 27 Calculo de gastos por semana del proyecto

Primero se toma los valores de los costos directos calculados en la Curva S por semanas, adicionando los costos indirectos (Gastos Generales, Supervisión y Seguridad) prorrateados durante las 21 semanas que dura el proyecto, como se observa en la Tabla 28.

Ingresos			
Inicio	Fin	Semana	Valorizacion \$
01/06/2016	01/06/2016	0	\$ 80,310.36
01/06/2016	05/06/2016	1	\$ -
06/06/2016	12/06/2016	2	\$ -
13/06/2016	19/06/2016	3	\$ -
20/06/2016	26/06/2016	4	\$ -
27/06/2016	03/07/2016	5	\$ -
04/07/2016	10/07/2016	6	\$ -
11/07/2016	17/07/2016	7	\$ -
18/07/2016	24/07/2016	8	\$ 40,155.18
25/07/2016	31/07/2016	9	\$ -
01/08/2016	07/08/2016	10	\$ -
08/08/2016	14/08/2016	11	\$ -
15/08/2016	21/08/2016	12	\$ -
22/08/2016	28/08/2016	13	\$ -
29/08/2016	04/09/2016	14	\$ -
05/09/2016	11/09/2016	15	\$ -
12/09/2016	18/09/2016	16	\$ -
19/09/2016	25/09/2016	17	\$ -
26/09/2016	02/10/2016	18	\$ -
03/10/2016	09/10/2016	19	\$ -
10/10/2016	16/10/2016	20	\$ -
17/10/2016	23/10/2016	21	\$ 40,155.18

Fuente: Propia

Tabla 28 Calculo ingresos por semana del proyecto

Como se muestra en la figura 30, la van del proyecto tiene que ser positiva, por eso los porcentajes del capital que tiene que ingresar al proyecto tienen que generar una van positiva, lo más cercana a 0. Por eso como se muestra en la tabla 29 se determinó las fechas y los montos que tienen que ser inyectados al proyecto para conseguir una VAN de 23.13 como se muestra en la tabla 30.

COSTO TOTAL ACUMULADO (COSTO DIRECTO+COSTO INDIRECTO)		\$ 160,620.73
Inicial	50%	\$ 80,310.36
A la semana 8	25%	\$ 40,155.18
Al final del proyecto	25%	\$ 40,155.18

Fuente: Propia

Tabla 29 Calculo ingresos subvencionando el proyecto.

Para obtener el valor de la van se requiere los montos combinados (gastos e ingresos) según las fechas programadas y llevándolos con la tasa de descuento al presente.

Gastos e ingresos					
Inicio	Fin	Semana	Valorizacion \$	Valorizacion acumulada	Mensaje
01/06/2016	01/06/2016	0	\$ 80,310.36	\$ 80,310.36	no falta capital
01/06/2016	05/06/2016	1	\$ -42,356.09	\$ 37,954.28	no falta capital
06/06/2016	12/06/2016	2	\$ -19,384.27	\$ 18,570.01	no falta capital
13/06/2016	19/06/2016	3	\$ -11,405.40	\$ 7,164.60	no falta capital
20/06/2016	26/06/2016	4	\$ -6,856.77	\$ 307.84	no falta capital
27/06/2016	03/07/2016	5	\$ -2,709.95	\$ -2,402.11	falta capital
04/07/2016	10/07/2016	6	\$ -2,709.95	\$ -5,112.06	falta capital
11/07/2016	17/07/2016	7	\$ -6,613.10	\$ -11,725.16	falta capital
18/07/2016	24/07/2016	8	\$ 29,743.03	\$ 18,017.88	no falta capital
25/07/2016	31/07/2016	9	\$ -1,964.91	\$ 16,052.96	no falta capital
01/08/2016	07/08/2016	10	\$ -1,964.91	\$ 14,088.05	no falta capital
08/08/2016	14/08/2016	11	\$ -6,956.20	\$ 7,131.86	no falta capital
15/08/2016	21/08/2016	12	\$ -6,505.22	\$ 626.63	no falta capital
22/08/2016	28/08/2016	13	\$ -4,741.70	\$ -4,115.07	falta capital
29/08/2016	04/09/2016	14	\$ -4,041.00	\$ -8,156.07	falta capital
05/09/2016	11/09/2016	15	\$ -4,041.00	\$ -12,197.07	falta capital
12/09/2016	18/09/2016	16	\$ -5,658.21	\$ -17,855.27	falta capital
19/09/2016	25/09/2016	17	\$ -6,924.13	\$ -24,779.41	falta capital
26/09/2016	02/10/2016	18	\$ -6,924.13	\$ -31,703.54	falta capital
03/10/2016	09/10/2016	19	\$ -4,078.18	\$ -35,781.72	falta capital
10/10/2016	16/10/2016	20	\$ -2,644.82	\$ -38,426.54	falta capital
17/10/2016	23/10/2016	21	\$ 38,426.54	\$ -	
			Capital requerido	\$ -38,426.54	
		<b>VAN=</b>	\$ 23.13		

Fuente: Propia

Tabla 30 Calculo VAN según ingresos e gastos del proyecto

Otro punto a recalcar es que hay periodos de tiempo en los cuales se tiene una diferencia de dinero negativa (tabla 30) lo cual haría que el proyecto pare por falta de capital que no se cubriría los costó directos e indirectos, por lo que se tomó el valor negativo menor como el capital que se necesitaría para que durante todo el proyecto siempre se tenga un diferencia de dinero positiva.

Gastos e Ingresos con Capital Inicial				
Inicio	Fin	Semana	Valorizacion \$	Valorizacion acumulada
01/06/2016	01/06/2016	0	\$ 118,736.90	\$ 118,736.90
01/06/2016	05/06/2016	1	\$ -42,356.09	\$ 76,380.82
06/06/2016	12/06/2016	2	\$ -19,384.27	\$ 56,996.55
13/06/2016	19/06/2016	3	\$ -11,405.40	\$ 45,591.15
20/06/2016	26/06/2016	4	\$ -6,856.77	\$ 38,734.38
27/06/2016	03/07/2016	5	\$ -2,709.95	\$ 36,024.43
04/07/2016	10/07/2016	6	\$ -2,709.95	\$ 33,314.48
11/07/2016	17/07/2016	7	\$ -6,613.10	\$ 26,701.38
18/07/2016	24/07/2016	8	\$ 29,743.03	\$ 56,444.42
25/07/2016	31/07/2016	9	\$ -1,964.91	\$ 54,479.50
01/08/2016	07/08/2016	10	\$ -1,964.91	\$ 52,514.59
08/08/2016	14/08/2016	11	\$ -6,956.20	\$ 45,558.40
15/08/2016	21/08/2016	12	\$ -6,505.22	\$ 39,053.17
22/08/2016	28/08/2016	13	\$ -4,741.70	\$ 34,311.47
29/08/2016	04/09/2016	14	\$ -4,041.00	\$ 30,270.47
05/09/2016	11/09/2016	15	\$ -4,041.00	\$ 26,229.47
12/09/2016	18/09/2016	16	\$ -5,658.21	\$ 20,571.27
19/09/2016	25/09/2016	17	\$ -6,924.13	\$ 13,647.13
26/09/2016	02/10/2016	18	\$ -6,924.13	\$ 6,723.00
03/10/2016	09/10/2016	19	\$ -4,078.18	\$ 2,644.82
10/10/2016	16/10/2016	20	\$ -2,644.82	\$ -
17/10/2016	23/10/2016	21	\$ 38,426.54	\$ 38,426.54
			Capital requerido	\$ -
			<b>VAN=</b>	\$ 38,449.67

Fuente: Propia

Tabla 31 Calculo VAN según ingresos e gastos del proyecto y capital inicial

Como podemos observan en la tabla 31, con el capital inicial ya no se tiene periodos en el tiempo con saldo negativo, también se observa que la VAN tiene un saldo positivo mayor al capital inicial lo cual no hay perdida en la inversión.

Finalmente se realizó el cálculo de la VAN como si el proyecto no fuera financiado por alguna entidad por lo cual se tendría que realizar un cobro a los usuarios de la instalación de red de distribución como la instalación interna de gas natural. Donde se tendría que realizar el cobro de 29.96 soles adicionales al consumo de gas natural al mes.

Para obtener este resultado se evaluó teniendo las siguientes consideraciones.

1. Después de culminarse las obras de instalación de redes de distribución. Recién comenzarían las instalaciones de acometidas e instalaciones interiores.
2. Estas instalaciones se realizan poco a poco después de concluirse el proyecto.
3. Como no se puede estimar la cantidad de casas y edificios instalados mensualmente, estimamos que después de un año de culminarse la instalación de redes principales se tendrá el 100% de casas instaladas y a partir de esa fecha se evaluara para determinar el cobro en el recibo.
4. Para el costo de instalaciones interiores se realizó un análisis de costos unitario con una utilidad esperada del 20% es decir \$58.26 por instalación ver anexo 4.
5. La utilidad del proyecto de instalaciones de redes también será del 20%, con un monto esperado de \$32124.15

Siguiendo todas estas recomendaciones se dividió el costo total del proyecto y el costo de instalación de una casa en las 96 cuotas mensuales y se aumentó un monto adicional hasta obtener una VAN igual o mayor al monto esperado de utilidad (ver tabla 33).

Como se ve en la tabla 32, se requiere un costo adicional de \$0.37 en el costo de red de distribución y en el costo de acometida e instalación interior un valor de \$0.47.

Cuota a cobrar por instalacion de gas natural						
Costo por Cuotas			Adicional	Cuota a cobrar	Cuota total total de las 669 familias	
RED DISTRIBUCION	Costo cuotas en \$	\$ 3.00	\$ 0.37	\$ 3.37	\$ 2,255.29	
	Costo cuotas en S/.	S/. 10.03	S/. 1.24	S/. 11.26	S/. 7,534.92	
ACOMETIDA + INSTALACION	Costo cuotas en \$	\$ 5.13	\$ 0.47	\$ 5.60	\$ 3,744.45	
	Costo cuotas en S/.	S/. 17.13	S/. 1.57	S/. 18.70	S/. 12,510.20	
Costo Adicional por costo de red e instalacion Interior \$				\$ 8.97	\$ 5,999.74	
Costo Adicional por costo de red e instalacion Interior S/.				S/. 29.96	S/. 20,045.12	

Fuente: Propia

Tabla 32 Cuota a cobrar por instalación de gas natural

De la tabla 31 obtenemos las siguientes cuotas

*Cuota mensual de instalacion de red de distribucion : S/.11.26*

*Cuota mensual de instalacion de acometida e instalacion interior : S/.18.7*

*Cuota mensual de instalacion total de servicios de GN: S/. 29.96*

**Tabla 9**  
**Gastos e ingresos a una proyección de 9 años**

inicio	fin	mes	Valorizacion red distribucion	Valorizacion instalacion interior
01/06/2016	30/06/2016	0	\$ -80,002.53	
01/07/2016	31/07/2016	1	\$ -24,410.06	
01/08/2016	31/08/2016	2	\$ -20,168.03	
01/09/2016	30/09/2016	3	\$ -20,664.34	
01/10/2016	31/10/2016	4	\$ -15,375.78	
01/11/2016	30/11/2016	5	\$ -	
01/12/2016	31/12/2016	6	\$ -	
01/01/2017	31/01/2017	7	\$ -	
01/02/2017	28/02/2017	8	\$ -	
01/03/2017	31/03/2017	9	\$ -	
01/04/2017	30/04/2017	10	\$ -	
01/05/2017	31/05/2017	11	\$ -	
01/06/2017	30/06/2017	12	\$ -	
01/07/2017	31/07/2017	13	\$ -	
01/08/2017	31/08/2017	14	\$ -	
01/09/2017	30/09/2017	15	\$ -	
01/10/2017	31/10/2017	16	\$ -	\$ -
01/11/2017	30/11/2017	17	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2017	31/12/2017	18	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2018	31/01/2018	19	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2018	28/02/2018	20	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2018	31/03/2018	21	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2018	30/04/2018	22	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2018	31/05/2018	23	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2018	30/06/2018	24	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2018	31/07/2018	25	\$ 2,255.29	\$ 5.60

Fuente: Propia

Tabla 33: Gastos e ingresos a una proyección de 8 años

Gastos e ingresos a una proyección de 9 años				
inicio	fin	mes	Valorizacion red distribucion	Valorizacion instalacion interior
01/08/2018	31/08/2018	26	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2018	30/09/2018	27	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2018	31/10/2018	28	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2018	30/11/2018	29	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2018	31/12/2018	30	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2019	31/01/2019	31	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2019	28/02/2019	32	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2019	31/03/2019	33	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2019	30/04/2019	34	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2019	31/05/2019	35	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2019	30/06/2019	36	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2019	31/07/2019	37	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2019	31/08/2019	38	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2019	30/09/2019	39	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2019	31/10/2019	40	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2019	30/11/2019	41	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2019	31/12/2019	42	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2020	31/01/2020	43	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2020	29/02/2020	44	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2020	31/03/2020	45	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2020	30/04/2020	46	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2020	31/05/2020	47	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2020	30/06/2020	48	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2020	31/07/2020	49	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2020	31/08/2020	50	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2020	30/09/2020	51	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2020	31/10/2020	52	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2020	30/11/2020	53	\$ 2,255.29	\$ 5.60

Fuente: Propia

Tabla 33: Gastos e ingresos a una proyección de 8 años  
(Continuación)

Gastos e ingresos a una proyección de 9 años				
inicio	fin	mes	Valorizacion red distribucion	Valorizacion instalacion interior
01/12/2020	31/12/2020	54	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2021	31/01/2021	55	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2021	28/02/2021	56	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2021	31/03/2021	57	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2021	30/04/2021	58	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2021	31/05/2021	59	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2021	30/06/2021	60	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2021	31/07/2021	61	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2021	31/08/2021	62	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2021	30/09/2021	63	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2021	31/10/2021	64	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2021	30/11/2021	65	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2021	31/12/2021	66	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2022	31/01/2022	67	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2022	28/02/2022	68	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2022	31/03/2022	69	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2022	30/04/2022	70	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2022	31/05/2022	71	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2022	30/06/2022	72	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2022	31/07/2022	73	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2022	31/08/2022	74	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2022	30/09/2022	75	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2022	31/10/2022	76	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2022	30/11/2022	77	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2022	31/12/2022	78	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2023	31/01/2023	79	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2023	28/02/2023	80	\$ 2,255.29	\$ 5.60

Fuente: Propia

Tabla 33: Gastos e ingresos a una proyección de 8 años

(Continuación)

Gastos e ingresos a una proyección de 9 años				
inicio	fin	mes	Valorización red distribución	Valorización instalacion interior
01/03/2023	31/03/2023	81	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2023	30/04/2023	82	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2023	31/05/2023	83	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2023	30/06/2023	84	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2023	31/07/2023	85	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2023	31/08/2023	86	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2023	30/09/2023	87	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2023	31/10/2023	88	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2023	30/11/2023	89	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2023	31/12/2023	90	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2024	31/01/2024	91	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2024	29/02/2024	92	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2024	31/03/2024	93	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2024	30/04/2024	94	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/05/2024	31/05/2024	95	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2024	30/06/2024	96	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2024	31/07/2024	97	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2024	31/08/2024	98	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2024	30/09/2024	99	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2024	31/10/2024	100	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/11/2024	30/11/2024	101	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/12/2024	31/12/2024	102	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/01/2025	31/01/2025	103	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/02/2025	28/02/2025	104	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/03/2025	31/03/2025	105	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/04/2025	30/04/2025	106	\$ 2,255.29	\$ 5.60

Fuente: Propia

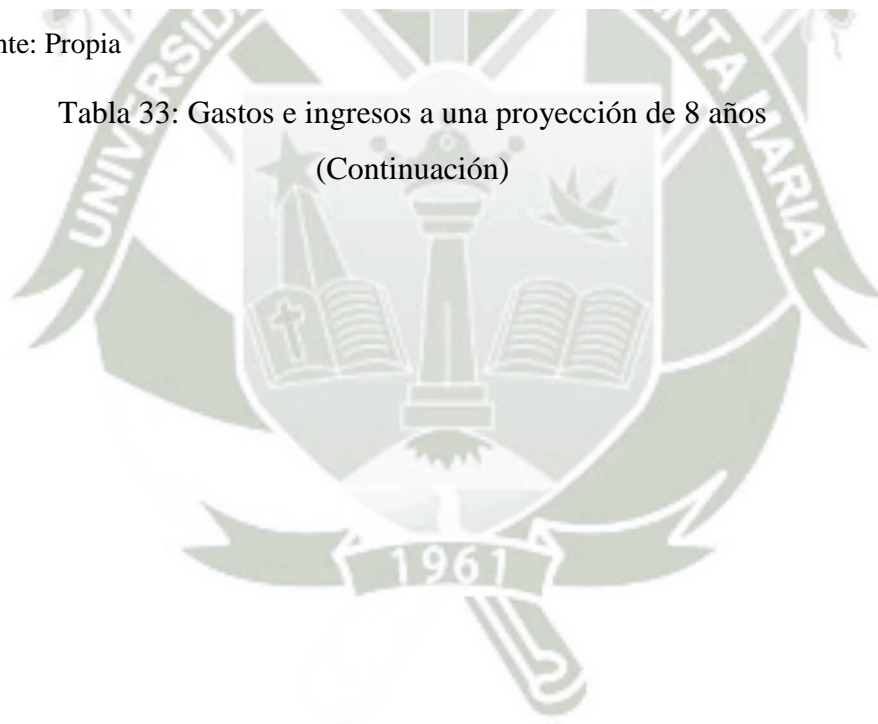
Tabla 33: Gastos e ingresos a una proyección de 9 años  
(Continuación)

Tabla 9 - continuacion				
Gastos e ingresos a una proyeccion de 9 años				
inicio	fin	mes	Valorizacion red distribucion	Valorizacion instalacion interior
01/05/2025	31/05/2025	107	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/06/2025	30/06/2025	108	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/07/2025	31/07/2025	109	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/08/2025	31/08/2025	110	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/09/2025	30/09/2025	111	\$ 2,255.29	\$ 5.60
01/10/2025	31/10/2025	112	\$ 2,255.29	\$ 5.60

VAN=	\$ 32,338.64	\$ 58.31
Utilidad esperada	\$ 32,124.15	\$ 58.26

Fuente: Propia

Tabla 33: Gastos e ingresos a una proyección de 8 años  
(Continuación)



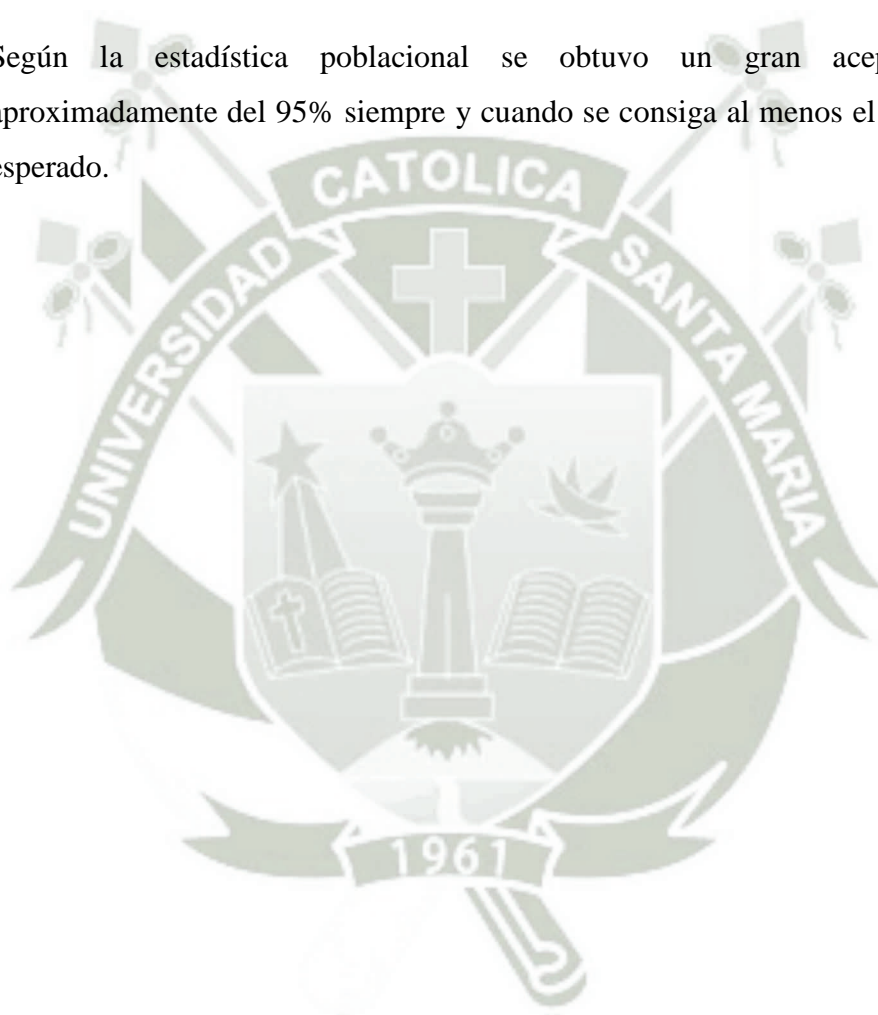


## CONCLUSIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

1. El tiempo de recuperación de la inversión se tomó como referencia del aplicado en la ciudad de Lima (8 años – 96 cuotas mensuales), y se calculó una cuota mensual de 29.96 nuevos soles adicional al consumo de gas mensual.
2. La equivalencia de un balón de gas GLP (10 kg) en gas natural es de 6.34 soles, adicionando el costo de la cuota mensual se tendría que pagar 36.3 nuevos soles para cubrir la instalación de gas natural interior y la red de distribución, este costo sería igual al costo de un balón de gas, en conclusión no habría ahorro durante 8 años.

3. Según la estadística poblacional el consumo promedio de GLP es de 1 balón mensual y esperan un ahorro mensual de al menos 12,5 nuevos soles, el cual vendría a ser efectivo luego de los 8 años de consumo del gas natural.
4. Para que se consiga el ahorro esperado desde el primer mes se requiere que el estado subvencione la red de distribución a baja presión o la instalación de red interior.
5. Según la estadística poblacional se obtuvo un gran aceptación aproximadamente del 95% siempre y cuando se consiga al menos el ahorro esperado.



## BIBLIOGRAFIA

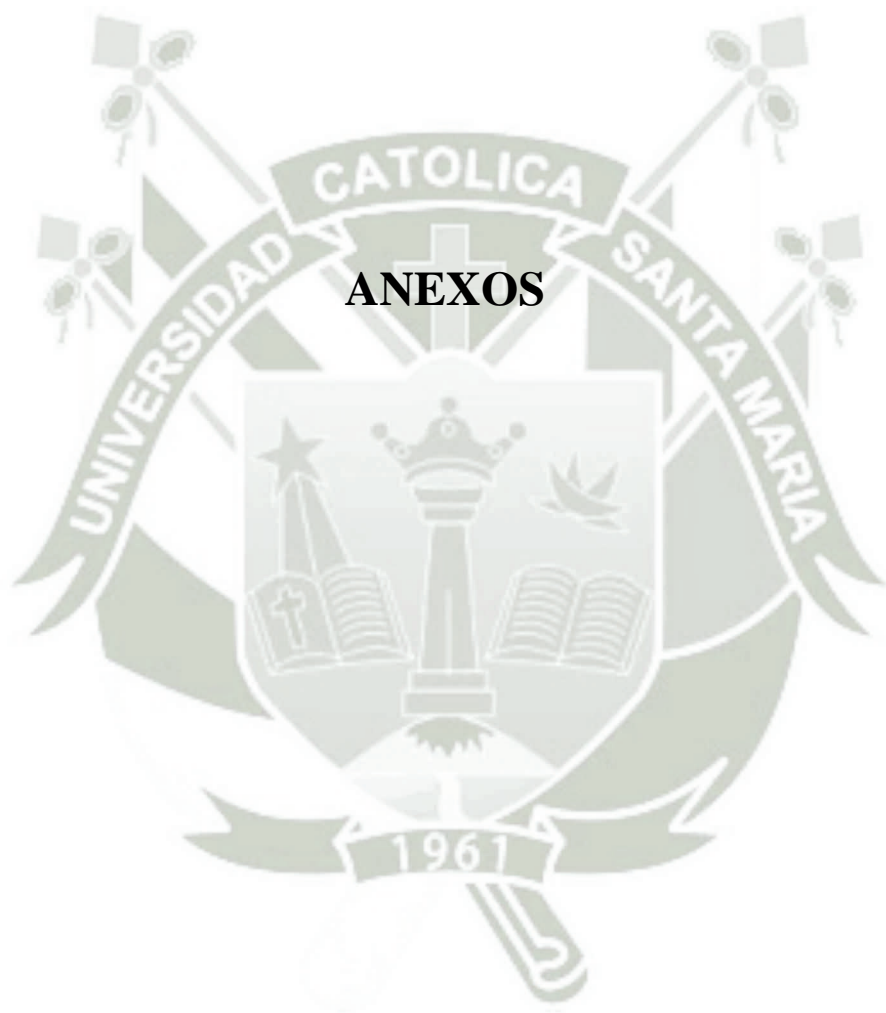
### ❖ Artículos, revistas y Libros

- Ministerios de Energía y Minas, 2014, El Gas Natural para el Desarrollo de la Región Arequipa, Arequipa – Perú.
- Osinergmin, 2014, Masificación del gas natural en el Perú, Hoja de ruta para acelerar su desarrollo, Lima – Perú.
- Osinergmin, 2014, La industrial del Gas Natural en el Perú, A diez años del proyecto Camisea, Lima – Perú.
- Osinergmin, 2008, Regulación del Gas Natural en el Perú, Estado del Arte al 2008, Lima – Perú.
- Ministerio de Energía y Minas, 2014, Usos y Ventajas del Gas Natural en el Sector Residencial – Comercial, Dirección General de Hidrocarburos, Lima – Perú.
- GASCISEL S.A.C., 2015, Memoria Descriptiva de la Instalación de la Redes de Gas Natural, Edificio Vivienda Multifamiliar, Lima – Perú.

- Noel Niquen Neciosup, 2012, Diseño y Calculo en Instalaciones de Gas Natural en Industrias, Facultad de Ingeniería Mecánica – Energía, Universidad Nacional del Callao, Lima – Perú.
- Gemma Vazquez Arenas, 2013, Instalaciones de Gas Natural, Lima – Perú.
- GasNatural, 2009, Instalaciones de Gas en Edificios de Viviendas, Aplicación del Nuevo Reglamento Técnico, Madrid – España.
- Gerardo Medina, 2010, NTE EM.040 Instalaciones de Gas – Ventilación de ambientes y evacuación de los productos de la combustión en edificaciones residenciales y comerciales, Calidda, Lima – Perú.

#### ❖ Normas

- Comisión de Tarifas de Energía, 2001, Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (D. S. 042-2001-EM), Lima – Perú.
- INDECOPI, 2014, Gas Natural Seco Sistema de Tuberías para Instalaciones Internas Residenciales y Comerciales (Norma Técnica Peruana NTP 111.011), 3° Edición, Lima – Perú.
- INDECOPI, 2006, Gas Natural Seco. Distribución de Gas Natural Seco por Tuberías de Polietileno (Norma Técnica Peruana NTP 111.021), 1° Edición, Lima – Perú.
- INDECOPI, 2008, Gas Natural Seco Requisitos y Métodos para Ventilación de Recientes Interiores donde se Instalan Artefactos a Gas para uso Residencial y Comercial (Norma Técnica Peruana NTP 111.022), 2° Edición, Lima – Perú.
- Norma Española, 2005, Instalaciones Receptoras de Gas Natural Suministradas a Presiones Menores a 5 bar (UNE 60620), Ed. AENOR, Madrid – España.





# Anexo 1

ANEXO 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: INSTALACION DE GAS NATURAL A BAJA PRESION EN UNRB. PIEDRA SANTA

Partida	.01.02	Rendimiento	1.0000
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Unidad	glb
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Fecha	05/08/2016
Descripción	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		
<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO DE LOS RECURSOS US</b>
			<b>COSTOS PARCIALES US</b>
CAMION	hm	17.0000	18.00
			<b>Sub Total</b>
			<b>306.00</b>
<b>Mano de Obra</b>			
CAPATAZ	hh	8.5000	4.27
PEON	hh	34.0000	1.83
CHOFER	hh	8.5000	2.20
			<b>Sub Total</b>
			<b>117.22</b>
			<b>Costo directo (En US)</b>
			<b>423.22</b>

Partida	.01.03	Rendimiento	1.0000
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Unidad	glb
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Fecha	05/08/2016
Descripción	OFICINA/ALMACEN/ COMEDOR/SERVICIOS HIGIENICOS		
<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO DE LOS RECURSOS US</b>
			<b>COSTOS PARCIALES US</b>
<b>Materiales</b>			
TRANSPORTE DE CONTENEDORES	glb	1.0000	535.71
			<b>Sub Total</b>
			<b>535.71</b>
<b>Equipos</b>			
CONTENEDOR DE OFICINAS	mes	4.5000	500.00
CONTENEDOR DE AMACEN	mes	4.5000	600.00
CARPA DE VESTUARIO	glb	1.0000	200.00
LOCKERS	glb	1.0000	500.00
			<b>Sub Total</b>
			<b>5,650.00</b>
<b>Mano de Obra</b>			
CAPATAZ	hh	25.5000	4.27
PEON	hh	76.5000	1.83
			<b>Sub Total</b>
			<b>248.88</b>
<b>Herramientas</b>			
HERRAMIENTAS MANUALES	glb	1.0000	50.00
			<b>Sub Total</b>
			<b>50.00</b>
			<b>Costo directo (En US)</b>
			<b>6,484.59</b>

Partida	.01.04	Rendimiento	1.0000
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Unidad	glb
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Fecha	05/08/2016
Descripción	TRAZO Y REPLANTEO CI EQUIPO		
<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO DE LOS RECURSOS US</b>
			<b>COSTOS PARCIALES US</b>
<b>Materiales</b>			
PINTURA ESMALTE BLANCO Y COLORES	gal	2.0000	12.86
			<b>Sub Total</b>
			<b>0.43</b>
<b>Mano de Obra</b>			
CAPATAZ	hh	60.0000	4.27
PEON	hh	120.0000	1.83
TOPOGRAFO	hh	60.0000	3.30
			<b>Sub Total</b>
			<b>673.80</b>
<b>Herramientas</b>			
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	20.21
			<b>Sub Total</b>
			<b>20.21</b>
			<b>Costo directo (En US)</b>
			<b>694.44</b>

Partida	*02.01.01.01		Rendimiento	1.0000	
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA		Unidad	m	
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA		Fecha	05/08/2016	
Descripción	INSTALACION DE TUBERIAS DE POLIETILENO SDR 11 Ø20mm				

CODIGO	RECURSOS	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO DE LOS RECURSOS US	COSTOS PARCIALES US
<b>Materiales</b>						
	Hoja de corte	2.00	M	1.0000	1.10	2.20
	Punta de demolicion	0.0001	UND	1.0000	600.0000	0.06
	Botadade material	0.53	M3	1.0000	4.80	2.54
	Afirmado	0.0720	M3	1.0000	7.40	0.53
	Areana	0.14	M3	1.0000	6.10	0.87
	Cinta de señalizacion	1.0000	M	1.0000	0.06	0.06
	Priueba de hermeticidad	0.03	glb	1.0000	1.00	0.03
	Asfalto	0.0250	M3	1.0000	110.00	2.75
	Camisa PVC de 4"	0.33	m	1.0000	5.17	1.71
					<b>Sub Total</b>	<b>10.75</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	1.00	HH	0.1500	4.27	0.64
	PEON	1.0000	HH	1.5000	1.83	2.75
					<b>Sub Total</b>	<b>3.39</b>
Nota zanja : 0.4m ancho x 1m deprofundidad x 1m longitud (0.4m³3)						
Costo directo (En US)						<b>14.14</b>

Partida	*02.01.01.01		Rendimiento	1.0000	
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA		Unidad	m	
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA		Fecha	05/08/2016	
Descripción	INSTALACION DE TUBERIAS DE POLIETILENO SDR 11 Ø32mm				

RECURSOS	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO DE LOS RECURSOS US	COSTOS PARCIALES US	
<b>Materiales</b>						
	Hoja de corte	2.00	M	1.0000	1.10	2.20
	Punta de demolicion	0.0001	UND	1.0000	600.0000	0.06
	Botadade material	0.53	M3	1.0000	4.80	2.54
	Afirmado	0.0720	M3	1.0000	7.40	0.53
	Areana	0.14	M3	1.0000	6.10	0.87
	Cinta de señalizacion	1.0000	M	1.0000	0.06	0.06
	Priueba de hermeticidad	0.03	glb	1.0000	1.00	0.03
	Asfalto	0.0250	M3	1.0000	110.00	2.75
	Camisa PVC de 4"	0.33	m	1.0000	6.90	2.28
					<b>Sub Total</b>	<b>11.32</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	1.00	HH	0.1500	4.27	0.64
	PEON	1.0000	HH	1.5000	1.83	2.75
					<b>Sub Total</b>	<b>3.39</b>
Nota zanja : 0.4m ancho x 1m deprofundidad x 1m longitud (0.4m³3)						
Costo directo (En US)						<b>14.71</b>

Partida	02.01.01.02		Rendimiento	1.0000	
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA		Unidad	m	
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA		Fecha	15/04/2014	
Descripción	INSTALACION DE TUBERIAS DE POLIETILENO SDR 11 Ø63mm				

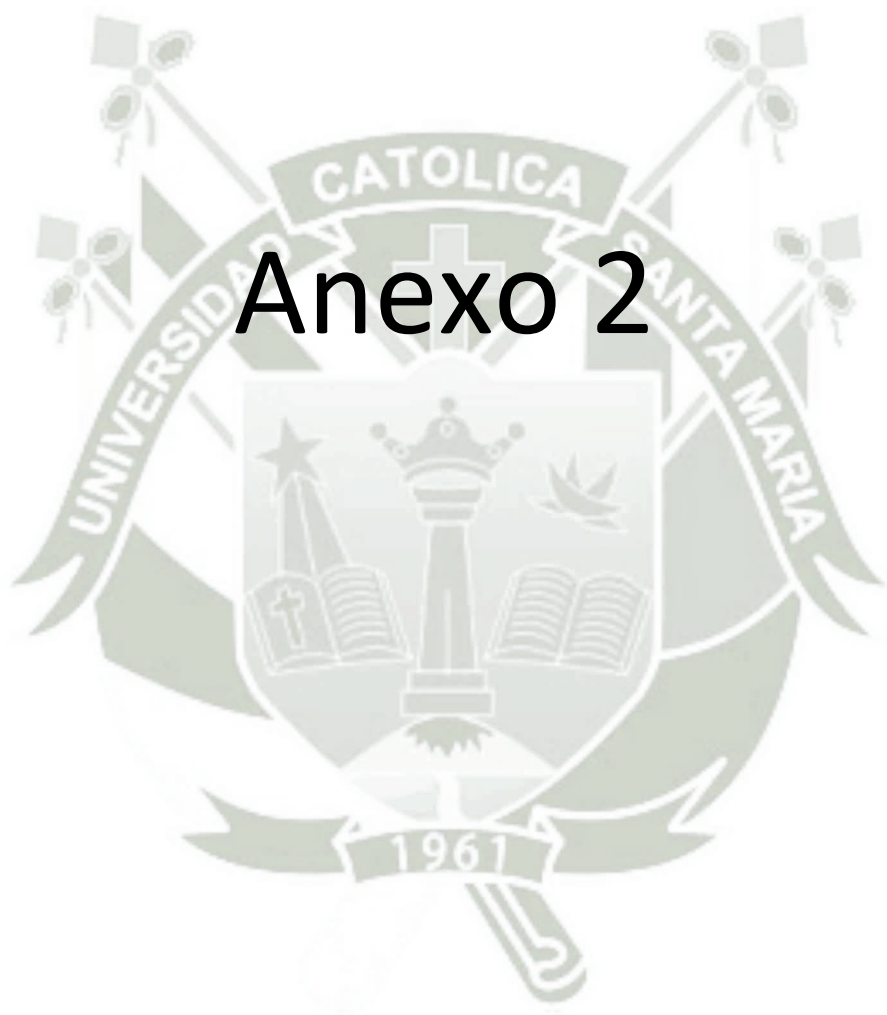
  

RECURSOS	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO DE LOS RECURSOS US	COSTOS PARCIALES US	
<b>Materiales</b>						
	Hoja de corte	2.00	M	1.0000	1.10	2.20
	Punta de demolicion	0.0001	UND	1.0000	600.0000	0.06
	Botadade material	0.53	M3	1.0000	4.80	2.54
	Afirmado	0.0720	M3	1.0000	7.40	0.53
	Areana	0.14	M3	1.0000	6.10	0.87
	Cinta de señalizacion	1.0000	M	1.0000	0.06	0.06
	Priueba de hermeticidad	0.03	glb	1.0000	1.00	0.03
	Asfalto	0.0250	M3	1.0000	110.00	2.75
	Camisa PVC de 5"	0.33	m	1.0000	8.80	2.90
					<b>Sub Total</b>	<b>11.95</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	1.00	HH	0.1500	4.27	0.64
	PEON	1.0000	HH	1.5000	1.83	2.75
					<b>Sub Total</b>	<b>3.39</b>
Nota zanja : 0.4m ancho x 1m deprofundidad x 1m longitud (0.4m³3)						
Costo directo (En US)						<b>15.34</b>

Partida	02.01.01.023	Rendimiento	1.0000
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Unidad	m
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Fecha	15/04/2014
Descripción	INSTALACION DE TUBERIAS DE POLIETILENO SDR 11 Ø110mm		
<b>RECURSOS</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Materiales</b>			<b>PRECIO DE LOS RECURSOS US\$</b>
			<b>COSTOS PARCIALES US\$</b>
Hoja de corte	2.00	M	1.0000
Punta de demolicion	0.0001	UND	1.0000
Boladade material	0.53	M3	1.0000
Afirmado	0.0720	M3	1.0000
Areana	0.14	M3	1.0000
Cinta de señalizacion	1.0000	M	1.0000
Priueba de hermeticidad	0.03	glb	1.0000
Asfalto	0.0250	M3	1.0000
Camisa PVC de "	0.33	m	1.0000
			<b>Sub Total</b>
			<b>13.01</b>
<b>Mano de Obra</b>			
CAPATAZ	1.00	HH	0.1500
PEON	1.0000	HH	1.5000
			<b>Sub Total</b>
			<b>3.39</b>
Nota zanja : 0.4m ancho x 1m deprofundidad x 1m longitud (0.4m³)			
			<b>Costo directo (En US\$)</b>
			<b>16.39</b>

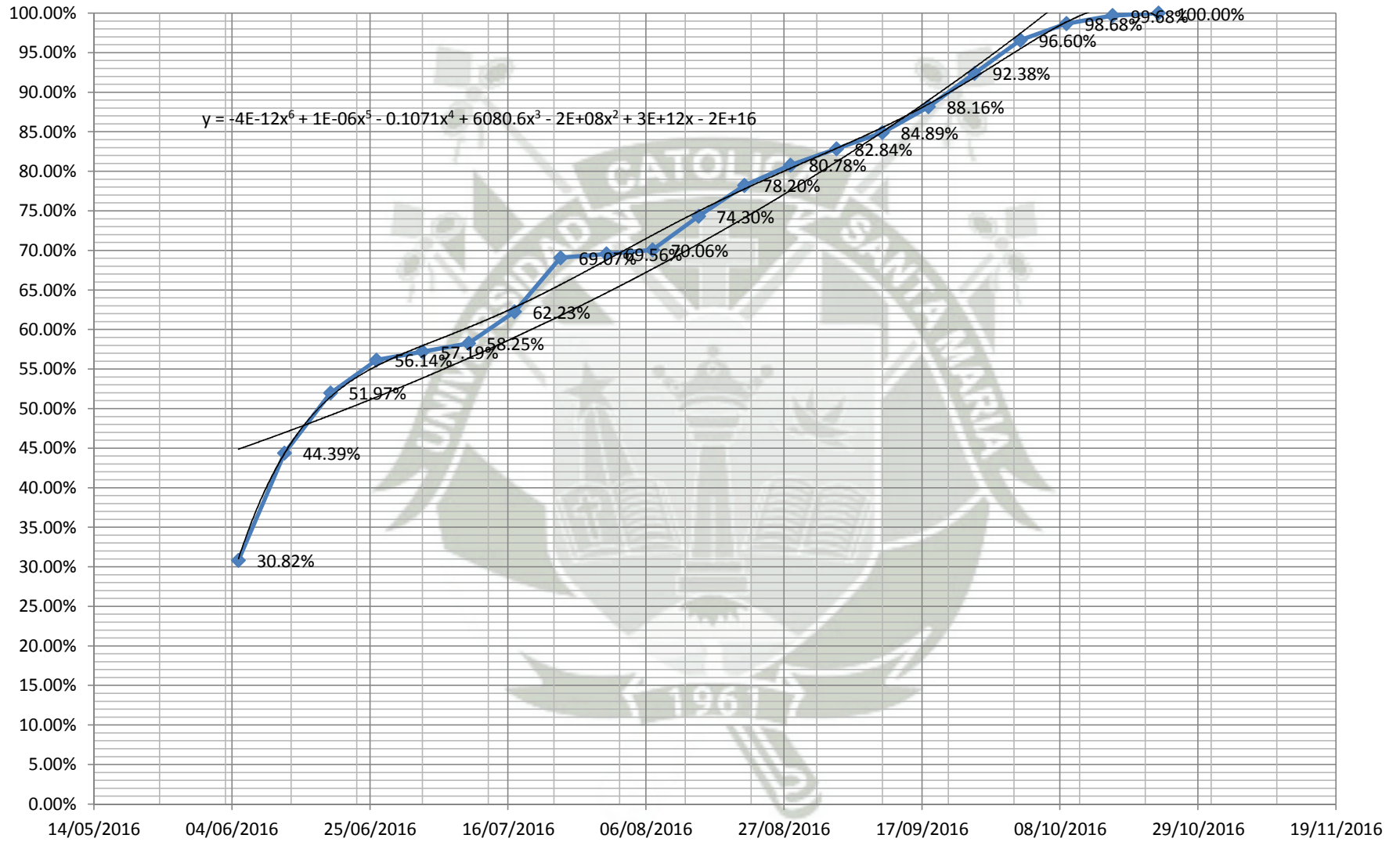
Partida		Rendimiento	1.0000
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Unidad	glb
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Fecha	15/04/2014
Descripción	INSTALACION UNION TEE ELECTROFUSION HDPE PE-80 Ø63 MM		
<b>RECURSOS</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Herramientas</b>			<b>PRECIO DE LOS RECURSOS US\$</b>
			<b>COSTOS PARCIALES US\$</b>
Operación de Maquina de Electrofusion	1	glb	1.0000
			<b>Sub Total</b>
			<b>3.13</b>
<b>Mano de Obra</b>			
Fusionista	1.00	HH	0.8000
PEON	1.0000	HH	1.5000
			<b>Sub Total</b>
			<b>6.25</b>
			<b>Costo directo (En US\$)</b>
			<b>9.37</b>

Partida		Rendimiento	1.0000
Presupuesto	PRESUPUESTO DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Unidad	Dia
Obra	INSTALACION DE GAS NATURAL EN PIEDRA SANTA	Fecha	15/04/2014
Descripción	TRANSPORTE		
<b>RECURSOS</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Herramientas</b>			<b>PRECIO DE LOS RECURSOS US\$</b>
			<b>COSTOS PARCIALES US\$</b>
Costo de transporte	0.33	glb	1.0000
Montacarga	0.125	HM	1.0000
			<b>Sub Total</b>
			<b>91.41</b>
<b>Mano de Obra</b>			
Logistico	1.0000	HH	8.0000
Peon	0.3300	HH	2.0000
			<b>Sub Total</b>
			<b>22.40</b>
<b>Otros</b>			
Hospedaje	1	DIA	1
			<b>Sub Total</b>
			<b>42</b>
			<b>Costo directo (En US\$)</b>
			<b>155.81</b>

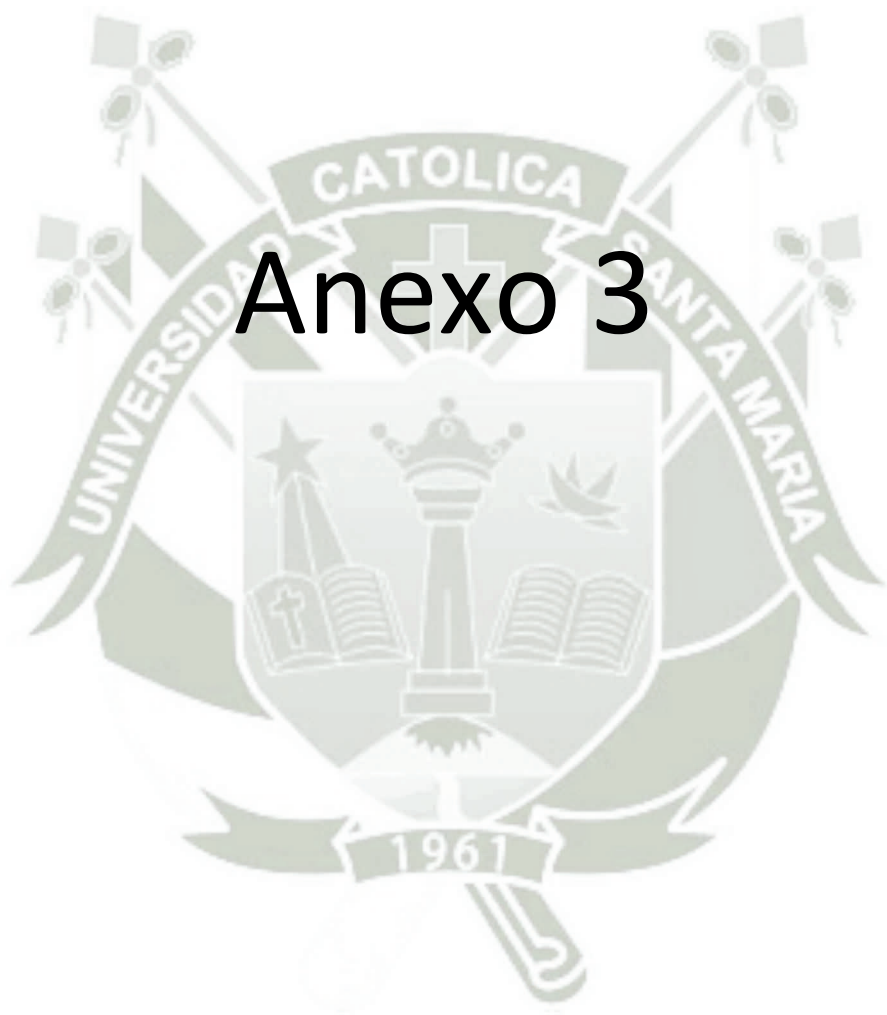


# Anexo 2

# Curva S semanal





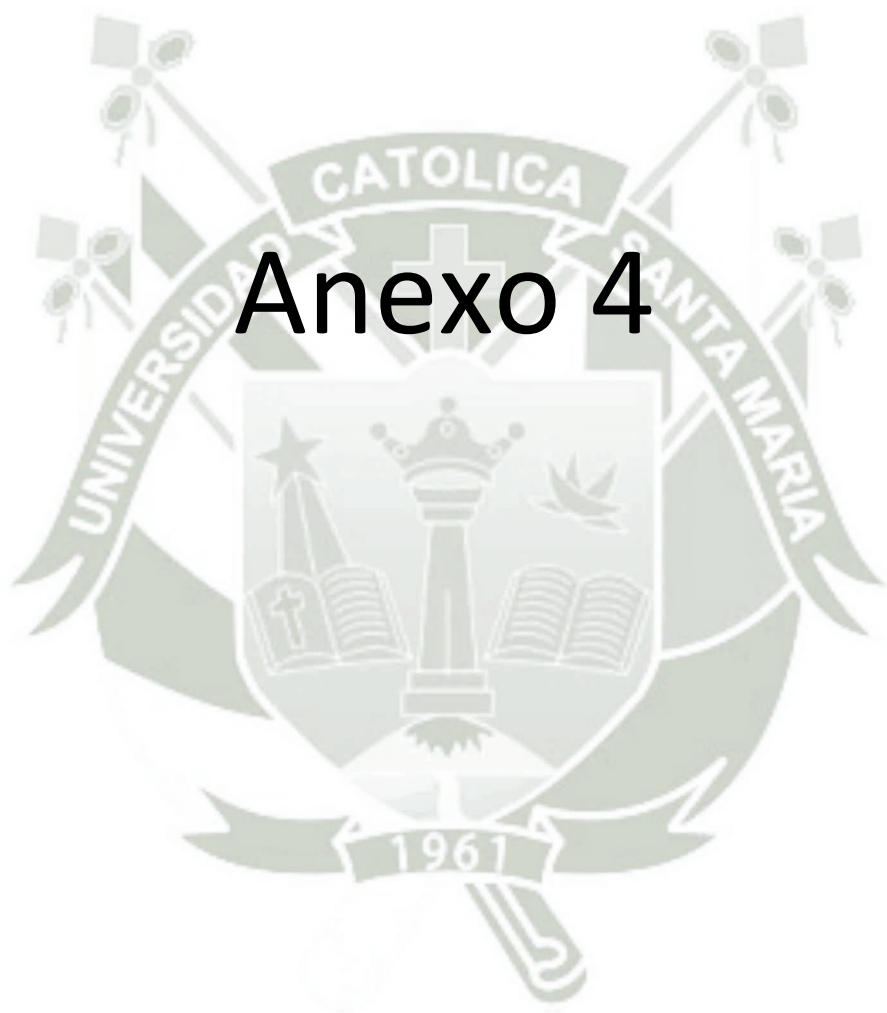


# Anexo 3

ENCUESTA PARA ESTADÍSTICA POBLACIONAL  
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GAS NATURAL A BAJA PRESIÓN EN LA  
URB. PIEDRA SANTA

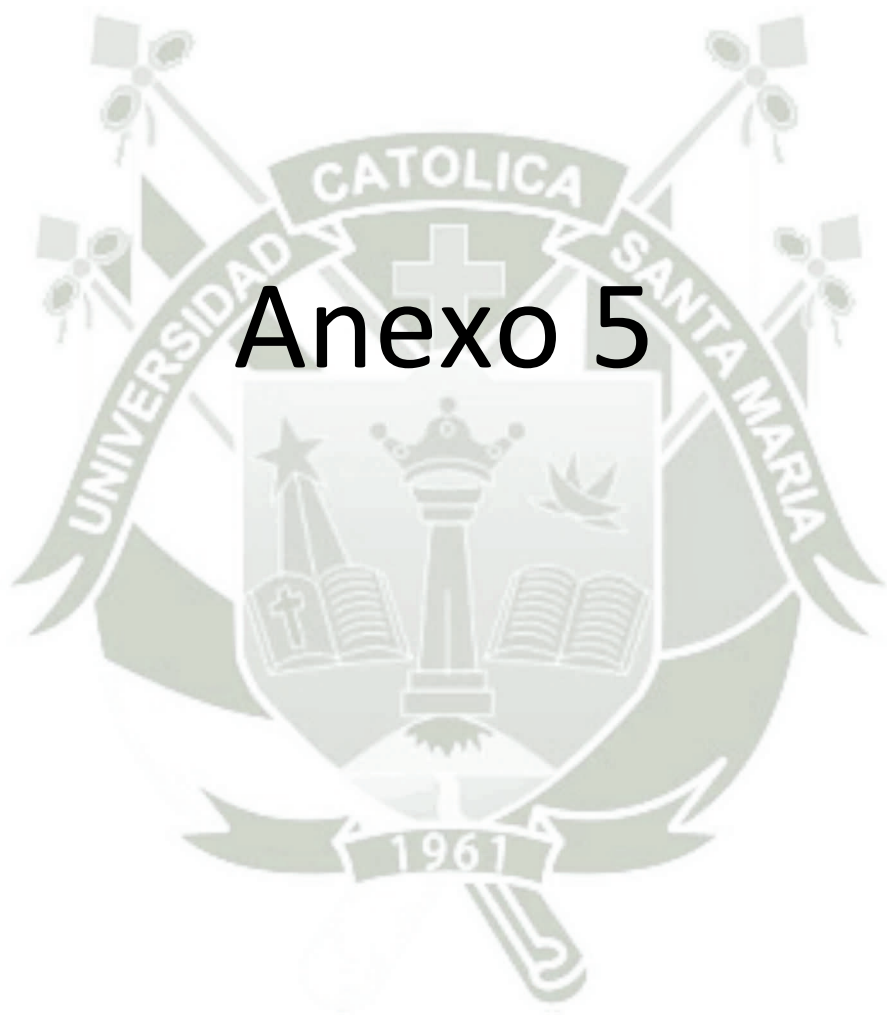
Encuesta numero:

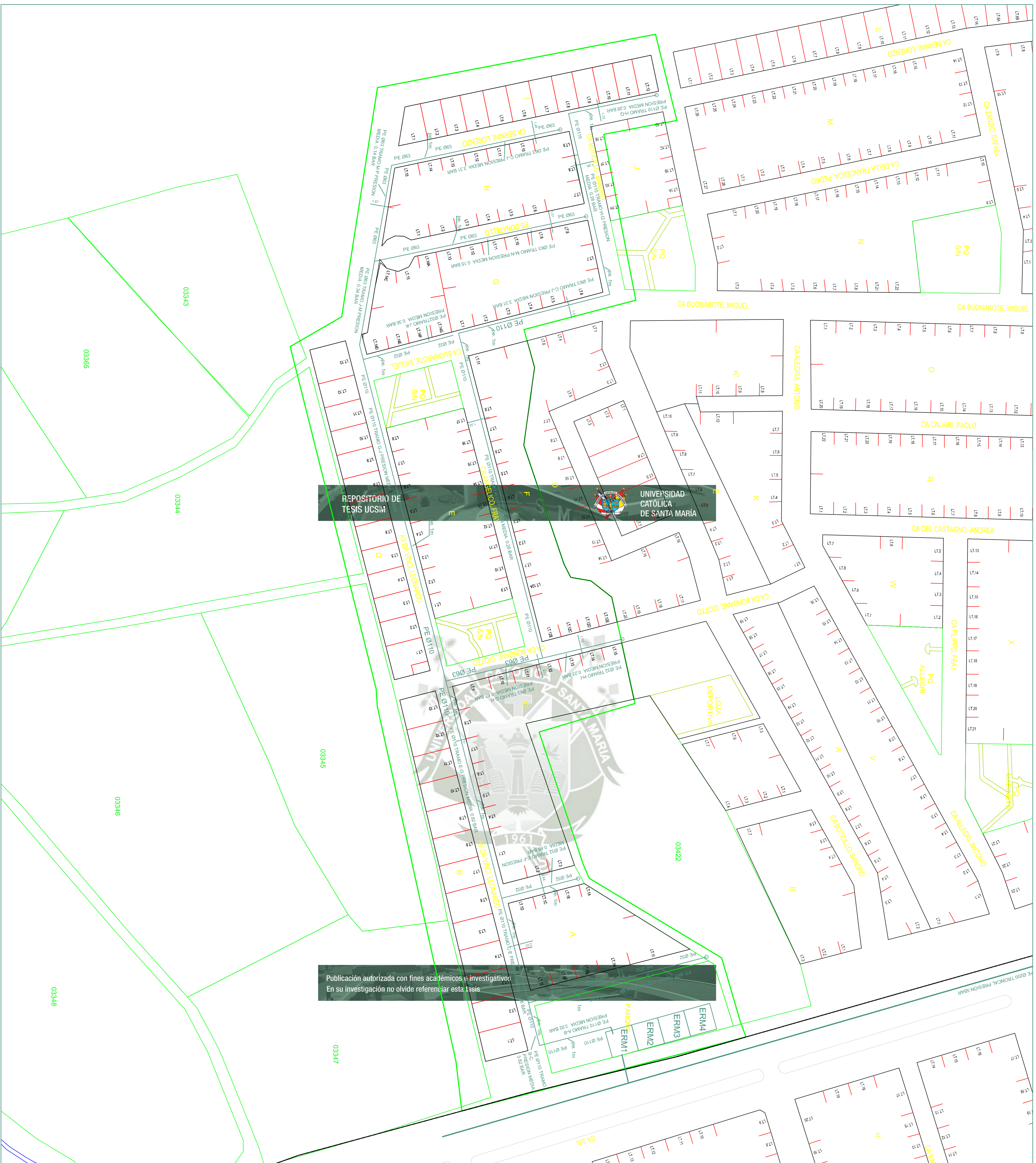
1. TIPO DE CONSTRUCCION
  - a. Casa
  - b. Edificio
  
2. NUMERO DE PERSONAS EN LA FAMILIA
  - a. 1 personas
  - b. 2 personas
  - c. 3 personas
  - d. 4 personas
  - e. 5 personas
  - f. 6 personas
  
3. TIPO DE COCINA
  - a. Eléctrica
  - b. Gas
  
4. TIPO DE TERMA
  - a. Eléctrica
  - b. Gas
  - c. Solar
  
5. GASTO MENSUAL EN GAS GLP
  - a. Menos de 18 soles
  - b. De 19 soles a 36 soles
  - c. De 36 soles a 54 soles
  - d. De 54 soles a mas
  
6. DESEARIA REALIZAR EL CAMBIO DE GLP A GN
  - a. Si
  - b. No
  
7. TIEMPO EN QUE ESTIMAN RECUPERAR INVERSION
  - a. Un año
  - b. Dos años
  - c. Tres años
  
8. CUANTO ESPERA AHORRAR MENSUALMENTE EN GN
  - a. 5 soles
  - b. 10 soles
  - c. 15 soles
  - d. 20 soles a mas



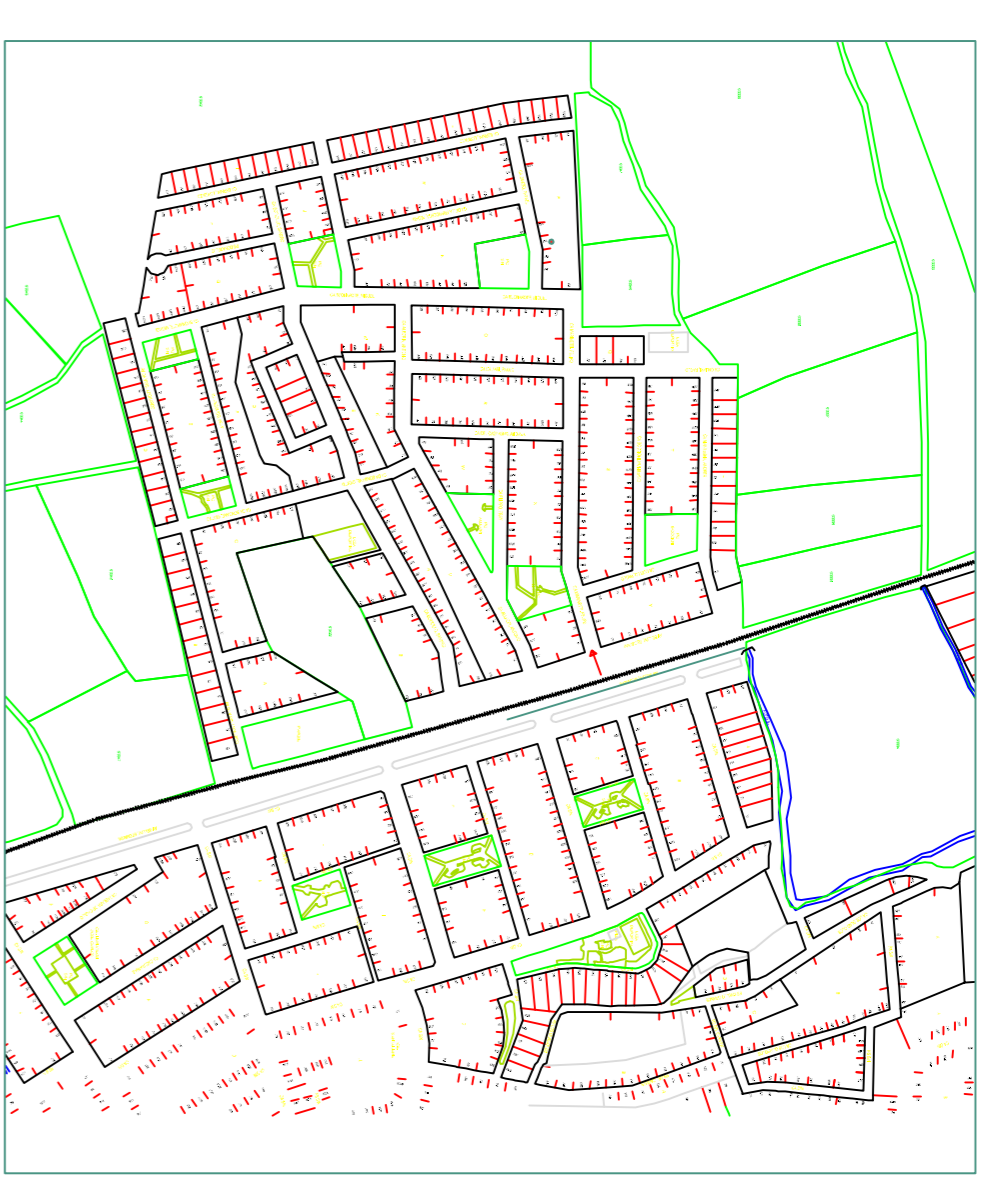
# Anexo 4



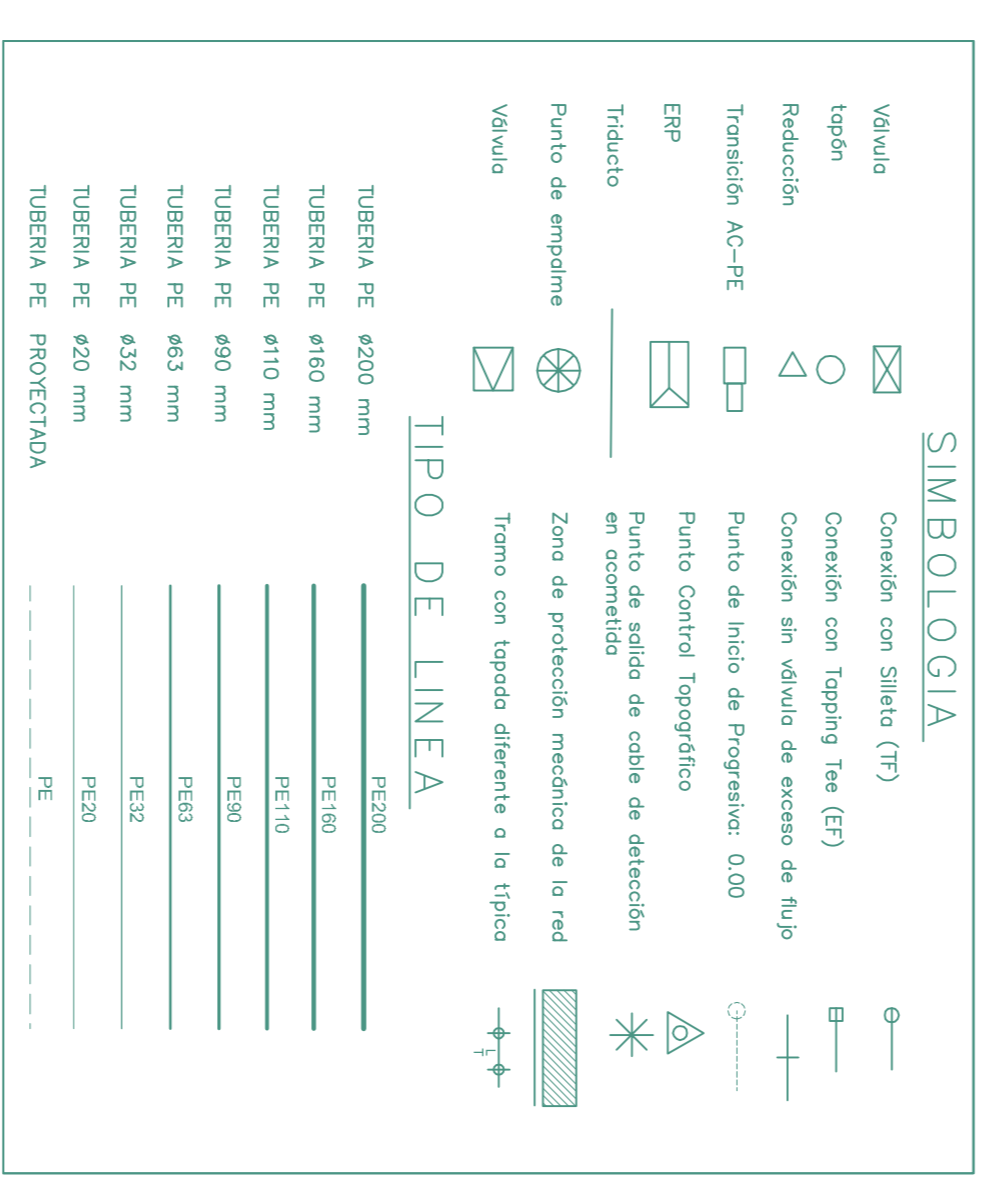




**CROQUIS DE UBICACIÓN**



**ESCALA GRAFICA  
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS-84**



La información contenida en este plano deberá tomarse en cuenta orientativa. La localización exacta de la tubería deberá en el sitio y con la asistencia de GNL.C.

NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
1	18/07/18	CONFORME A PLAN PARA CONSULTA	YANAMAYUA	YANAMAYUA

**LISTA DE REVISIONES**

PROYECTO: **INSTALACION DE GAS NATURAL A BAJA PRESION EN LA URB. PIEDRA SANTA EN LA CIUDAD AREQUIPA-PERU**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**DISEÑO DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION - PIEDRA SANTA ZONA PIEDRA SANTA 1 ETAPA**

FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
18/07/18	CONFORME A PLAN PARA CONSULTA	YANAMAYUA	YANAMAYUA

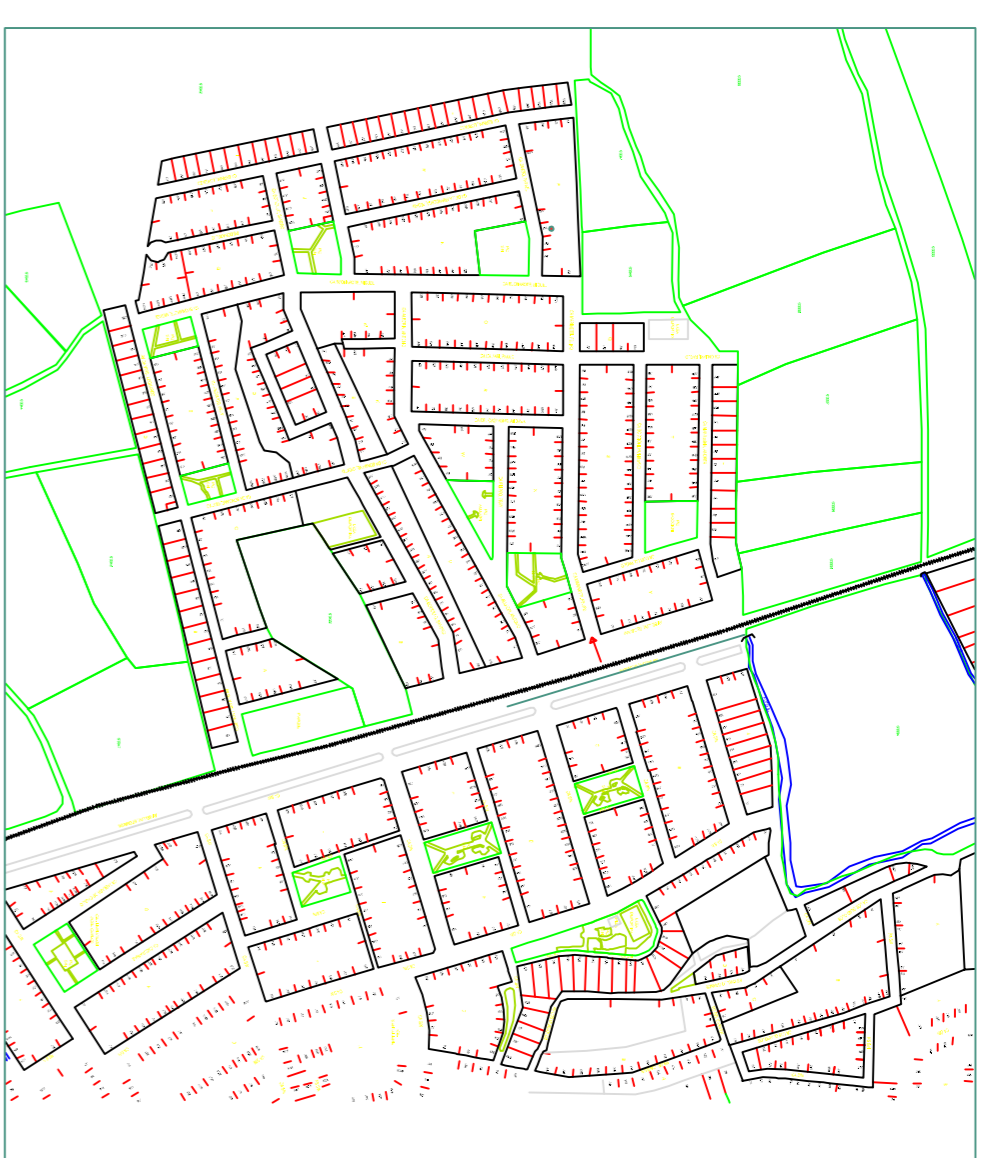
NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
1	18/07/18	CONFORME A PLAN PARA CONSULTA	YANAMAYUA	YANAMAYUA



REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

CROQUIS DE UBICACIÓN



ESCALA GRAFICA  
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS-84

SIMBOLOGIA



TIPO DE LINEA

TIPO DE LINEA	DESCRIPCION
PE200	TUBERIA PE 200 mm
PE180	TUBERIA PE 180 mm
PE170	TUBERIA PE 170 mm
PE150	TUBERIA PE 150 mm
PE130	TUBERIA PE 130 mm
PE120	TUBERIA PE 120 mm
PE	TUBERIA PE PROYECTADA

Distancia mínimo a edificaciones consideradas en el trazado : 1m

La información contenida en este plano deberá tomarse en última instancia, la localización exacta de la tubería deberá en el sitio y con la asistencia de GNL.C

LISTA DE REVISIONES

NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
1	18/02/18	CONFORME A PLAN PARA CONSTRUCCION	YANAMUNUA	YANAMUNUA

PROYECTO: INSTALACION DE GAS NATURAL A BAJA PRESION EN LA URB. PIEDRA SANTA EN LA CIUDAD AREQUIPA-PERU

DISEÑO DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION - PIEDRA SANTA ZONA LAS CASUARINAS

NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
1	17/09	SOLO LAS CASUARINAS	YANAMUNUA	YANAMUNUA

PE-16-001-00-UCSM-02

REV.: 1





