

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS**

**“MIGRACIÓN DE COMBUSTIBLE TRADICIONAL A GAS  
NATURAL PARA LA MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO  
EN PLANTA DE LA EMPRESA UNIVERSAL TEXTIL S.A., LIMA  
2019”**

**PRESENTADO POR:  
EDER MANUEL HUAMANÍ MANTILLA**

**ASESOR:  
Dr. JOSE GUSTAVO PEÑA HUERTAS**

**Para optar el Título Profesional de:  
Ingeniero Industrial**

**Lima – Perú  
2019**

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>12</b>
1.1 MARCO HISTÓRICO .....	12
1.1.1. Compañía Universal Textil S.A. ....	12
A. Descripción Genérica de los principales Activos de la planta Universal Textil S.A.....	13
B. Equipos actualmente instalados que utilizan combustibles Tradicionales en la empresa Universal Textil S.A.....	14
C. Proceso en La planta Universal Textil S.A. ....	24
1.1.2. Perfil de La Industria de Gas Natural .....	26
1.1.3. Gas Natural en el Perú.....	33
1.1.4. Criterios del sistema de instalación a gas natural en plantas industriales.....	37
1.2 . MARCO TEÓRICO .....	47
1.2.1. Proceso Productivo de la Planta .....	47
1.2.2. Proceso de migración de combustibles tradicionales a gas natural .....	54
1.2.2 Marco Legal .....	67
1.2.3 Investigaciones o Antecedentes del Estudio.....	69
A. Antecedentes internacionales.....	69
B. Antecedentes nacionales .....	71
1.3 MARCO CONCEPTUAL .....	73
<b>CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> .....	<b>75</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	75
2.1.1 Descripción de la realidad problemática.....	75
2.1.2 Definición del problema general y específicos.....	77
2.2 OBJETIVOS, DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	77
2.2.1 Objetivo general y específico .....	77
2.2.2 Delimitación del estudio.....	78
2.2.3 Justificación e importancia del estudio.....	79
2.3 HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONAL.....	80
2.3.1 Supuestos teóricos .....	80
2.3.2 Hipótesis general y Específicos.....	80
2.3.3 Variables, definición operacional e indicadores .....	81

<b>CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>82</b>
3.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	82
3.1.1. Tipo de investigación .....	82
3.1.2. Nivel de investigación .....	82
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	82
3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	82
3.3.1. Población.....	82
3.3.2. Muestra.....	83
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	83
3.4.1. Técnicas.....	83
3.4.2. Instrumentos .....	84
3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	84
3.5.1. Datos y Análisis de la Entrevista.....	84
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	85
4.1.1 Análisis y resultados de la encuesta.....	85
4.1.2 Mejora en el proceso .....	93
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	96
4.2.1 Hipótesis 1.....	96
4.2.2 Hipótesis 2.....	119
4.2.3 Hipótesis 3.....	120
4.2.4 Consolidado Contrastación de hipótesis.....	123
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	124
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>127</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	127
5.2 RECOMENDACIONES .....	128
<b>CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>129</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS .....</b>	<b>132</b>
7.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	132
7.2 MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	135
7.3 CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA PLANTA UNIVERSAL TEXTIL S.A. PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. ....	136
7.4 PLANOS .....	137

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL .....	34
TABLA 2: TIPO DE MATERIAL PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES A GAS NATURAL .....	41
TABLA 3: CONDICIONES TÉCNICAS.....	42
TABLA 4: ESPESOR MÍNIMO DE TUBERÍA DE ACERO.....	43
TABLA 5: ESPESOR MÍNIMO DE PARED.....	43
TABLA 6: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE ABASTECIMIENTO DE CALDEROS .....	51
TABLA 7: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE ABASTECIMIENTO DE CALENTADOR.....	52
TABLA 8 :DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE ABASTECIMIENTO DE HORNOS.....	53
TABLA 9: NÚMEROS DE ABASTECIMIENTO MENSUAL.....	54
TABLA 10: CUADRO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS INDUSTRIALES .....	55
TABLA 11: CUADRO DE DATOS.....	56
TABLA 12: TABLA DE CONVERSIONES .....	57
TABLA 13: RESISTENCIA DE CODOS, ACCESORIOS Y VÁLVULAS PARA GAS NATURAL EXPRESADA EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERÍA RECTA EN METROS .....	59
TABLA 14: CUADRO DE CONSUMO EN M <sup>3</sup> /H .....	60
TABLA 15: CÁLCULO DE VELOCIDAD, PRESIÓN Y DIÁMETROS DE LA RED INTERNA A GAS NATURAL ...	61
TABLA 16: PLANTILLA DE CÁLCULO .....	62
TABLA 17: CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN PRIMARIA .....	63
TABLA 18: VARIABLES, DEFINICIÓN OPERACIONAL E INDICADORES .....	81
TABLA 19: CONSOLIDADO - RESULTADO DE ENCUESTA .....	92
TABLA 20: DIAGRAMA DE PROCESOS - CUADRO COMPARATIVO DE MEJORA .....	93
TABLA 21: DIAGRAMA DE PROCESOS - CUADRO COMPARATIVO DE MEJORA .....	94
TABLA 22: DIAGRAMA DE PROCESOS - CUADRO COMPARATIVO DE MEJORA .....	95
TABLA 23: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 1 .....	98
TABLA 24: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 2 .....	99
TABLA 25: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 3 .....	100
TABLA 26: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES .....	101
TABLA 27: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE POLEMIZADORA KLEINWEFERS .....	102
TABLA 28: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALDERA DE VAPOR GARIONI 1 .....	103
TABLA 29: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALDERA CLEAVER BROOKS.....	104
TABLA 30: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALDERA DE VAPOR GARIONI 2 .....	105
TABLA 31: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALDERA DE VAPOR GARIONI 3 .....	106
TABLA 32: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE HORNO SUSSMAN.....	107
TABLA 33: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALENTADOR DE AGUA.....	108
TABLA 34: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE COCINA INDUSTRIAL.....	109
TABLA 35: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALDERA FULTON 4.....	110
TABLA 36: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALDERA FULTON 5.....	111

TABLA 37: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CALENTADOR DE AGUA 2.....	112
TABLA 38: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE COCINA INDUSTRIAL 2.....	113
TABLA 39: PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	114
TABLA 40: CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS .....	115
TABLA 41: CRONOGRAMA DE PAGOS .....	116
TABLA 42: COMPARATIVO DE AHORRO.....	116
TABLA 43: RESULTADO DE INDICADORES ECONÓMICOS.....	118
TABLA 44: CUADRO ENERGÉTICO COMPARATIVO .....	119
TABLA 45: AHORRO ENERGÉTICO .....	120
TABLA 46: ÍNDICE DE EMISIONES TÓXICAS PROVENIENTES DE LA COMBUSTIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES.....	121
TABLA 47: CUADRO COMPARATIVO DE GENERACIÓN DE EMISIONES DE LA PLANTA UNIVERSAL TEXTIL S.A. ....	121
TABLA 48: REGISTRO DE PREGUNTAS .....	132
TABLA 49: REGISTRO DE DATOS TÉCNICOS .....	133
TABLA 50: PLANILLA DE CÁLCULO .....	134
TABLA 51: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CALENTADOR DE AGUA .....	21
FIGURA 2. CHAMUSCADORA .....	21
FIGURA 3. CALDERA .....	22
FIGURA 4. HORNO INDUSTRIAL.....	22
FIGURA 5. COCINA INDUSTRIAL .....	23
FIGURA 6. CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO.....	23
FIGURA 7: DIAGRAMA DE ENTRADA , PROCESOS Y SALIDAS .....	26
FIGURA 8. ESTRUCTURA DE COSTOS EN TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL .....	30
FIGURA 9. ESTRUCTURA DEL SUMINISTRO DE GAS NATURAL EN EL PERÚ .....	32
FIGURA 10. USO DEL GAS NATURAL EN LA INDUSTRIA.....	32
FIGURA 11. PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL.....	37
FIGURA 12: ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN - ERM.....	40
FIGURA 13. ESQUEMA TÉCNICO DE CENTROS DE MEDICIÓN .....	41
FIGURA 14. ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA (ERS) .....	44
FIGURA 15. ESQUEMA TÉCNICO DEL TREN DE VÁLVULAS DE GAS NATURAL .....	45
FIGURA 16. ESQUEMA TÉCNICO DEL TREN DE VÁLVULAS DE CALDEROS .....	46
FIGURA 17. SISTEMA DE COMBUSTIÓN A GAS NATURAL .....	47
FIGURA 18: LÍNEA DE PROCESO .....	48
FIGURA 19 : PARTICIPACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS DISTINTAS ÁREAS .....	49
FIGURA 20: PARTICIPACIÓN DEL COMBUSTIBLE EN LAS DISTINTAS ÁREAS .....	50
FIGURA 21: DIAGRAMA DE PROCESO DE LA PLANTA TEXTIL .....	50
FIGURA 22. ESQUEMA TÉCNICO - ERM.....	64
FIGURA 23. ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA .....	66
FIGURA 24. NIVEL DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE .....	85
FIGURA 25. TIEMPO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE .....	86
FIGURA 26. PERIODOS DE REQUERIMIENTOS .....	86
FIGURA 27. NIVELES DE PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE .....	87
FIGURA 28. PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE.....	88
FIGURA 29. NIVELES DE EFICIENCIA DE EQUIPOS .....	88
FIGURA 30. NIVELES DE CONOCIMIENTO DE LA EFICIENCIA .....	89
FIGURA 31. NIVELES DE CONOCIMIENTO DEL GAS NATURAL .....	90
FIGURA 32. UTILIZAR ENERGÍA ALTERNA .....	90
FIGURA 33. IMPACTO DEL GAS NATURAL.....	91
FIGURA 34. RESULTADO DE EMISIONES TÓXICAS .....	123

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal, determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora del proceso productivo de la planta Universal Textil, Lima, 2019.

Se analizó el ahorro económico, la eficiencia térmica y la emisión de gases tóxicos producto de la combustión, del consumo de combustibles en cada uno de los distintos equipos industriales de la planta Universal textil.

Para el desarrollo del presente trabajo, se utilizó el método de investigación aplicada, realizándose un enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando como técnica la entrevista y análisis documentario, el cual nos permitió recolectar datos para medir y determinar el resultado de nuestra variable de investigación planteada.

El presente trabajo concluye que el gas natural mejora la eficiencia térmica mediante el ahorro energético, mejora el ahorro económico y contribuye en la disminución de emisiones de gases tóxicos en la planta Universal Textil S.A.

La estructura del trabajo es la siguiente:

En el capítulo I: Marco teórico de la investigación

En el capítulo II: El problema, objetivos, hipótesis y variables

En el capítulo III: Método, técnica e instrumentos

En el capítulo IV: Presentación y análisis de resultados

En el capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

En el capítulo VI: Bibliografía

En el capítulo VII: Anexos

**Palabras claves:** Eficiencia térmica, continuidad de uso, ahorro energético, energía, gases tóxicos, proceso productivo.

## **Abstract**

The main objective of this work is to determine the migration of traditional fuels to natural gas, for the improvement of the production process of the Universal Textil plant, Lima, 2019.

The economic savings, thermal efficiency and the emission of toxic gases resulting from combustion, fuel consumption in each of the different industrial equipment of the Universal textile plant were analyzed.

For the development of this work, the applied research method was used, performing a qualitative and quantitative approach, using the interview and documentary analysis as a technique, which allowed us to collect data to measure and determine the result of our proposed research variable.

This paper concludes that natural gas improves thermal efficiency through energy savings, improves economic savings and contributes to the reduction of toxic gas emissions

The structure of the work is as follows:

In chapter I: Theoretical framework of the research

In chapter II: The problem, objectives, hypotheses and variables

In chapter III: Method, technique and instruments

In chapter IV: Presentation and analysis of results

In chapter V: Conclusions and recommendations

In chapter VI: Bibliography

In chapter VII: Annex

**Keywords:** Thermal efficiency, continuity of use, energy saving, energy, toxic gases, production process.



## **Introducción**

Las empresas en la actualidad buscan mejoras en sus procesos productivos, uno de los recursos de mayor uso en una organización es el uso de la energía utilizada en la combustión, las cuales en la actualidad mantienen considerables diferencias económicas en sus precios.

Dentro del marco de energías de combustión las empresas han encontrado en el gas natural una fuente de energía limpia, económica, segura y rentable, motivo por el cual están optando por cambiar sus matrices de mayor consumo al gas natural.

El presente trabajo describe los distintos tipos de combustibles que consumen los equipos industriales, el consumo energético y la generación de emisiones de gases tóxicos en la planta Universal Textil S.A., en diferencia con el gas natural.

## **CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Marco Histórico**

#### **1.1.1. Compañía Universal Textil S.A.**

En los primeros años cuando la compañía empezaba actividades, esta presentaba una razón social distinta a la actual, para ese entonces se presentaba como “Confecciones Flyer S.A.” el ejercicio principal se basa en la producción de prendas de vestir de uso externo, las cuales se viene desarrollando hasta la actualidad bajo la razón social de “Compañía Universal Textil”.

El ejercicio principal de la industria es el estrato de hilados, tejidos y confecciones; a la organización y venta de las mercancías que fabrique y a la extracción de condición que utilice como asignatura prima. Es una colectividad actualizada, manteniendo una tecnología de primera en sus distintos sectores de sus instalaciones. La categoría que fábrica son de amplia novedad en lo externo.

Actualmente la integración de sus ambientes, se encuentran establecidos en un único establecimiento.

La estructuración de tejidos la cual ejecuta, se efectúa de manera local a través de cuatro Mayoristas Distribuidores de gran consideración y liquidez económica. Las ventas de las prendas de vestir que manufactura se efectúa en el establecimiento nacional con dirección a las firmas comercializadoras, mientras que, en el establecimiento extranjero se realiza con importantes firmas importadoras y/o comercializadoras de prendas, básicamente en Estados Unidos de Norteamérica, aprovechando convenientemente las ventajas al “Acuerdo de Promoción Comercial Perú-Estados Unidos de Norteamérica” (TLC). En tejidos su gran distintivo registrada de gran

posicionamiento en el territorio local “Polystel”, es homólogo de atributo, durabilidad y buen valor. En cuanto a las confecciones, estas se manufacturan y comercializan bajo las marcas de las firmas que lo solicitan.

#### **A. Descripción Genérica de los principales Activos de la planta Universal Textil S.A.**

Sección Hilatura: Dentro de sus instalaciones, opera un área conocida como hilandería (Planta Anillos), comúnmente cuenta con dos líneas: apertura y mezcla, asimismo con: 19 cardas, 4 manuales, 6 mecheras, 53 continuas de hilar, con un total de 21,968 husos, 33 máquinas de retorcer, con un total de 9,872 husos, 13 autoconeras y 11 limpiadores viajeros; mientras que en la hilandería “no convencional” (Planta Plyfil), se cuenta con 1 línea de apertura y mezcla, 3 cardas, 1 manual, 1 mechera, 2 máquinas de hilar “Plyfil” de 70 posiciones cada una, 4 retorcedoras con un total de 704 husos y 2 autoconeras.

En la Sección Tejeduría: Dentro de sus procesos, se encuentra como entrada la tejeduría, ésta cuenta con: 97 máquinas de tejer Sulzer, 10 máquinas de tejer Dornier, 5 urdidoras, 1 encoladora, 1 conera, 1 bobinadora de precisión, 1 máquina de tejer muestras, 1 bobinadora para hilados de “falso orillo” y una máquina remetedora.

En la Sección Tintorería y Acabados: Dentro de sus procesos, se encuentra como salida el área de teñido y acabados, éste cuenta con: 17 máquinas de teñir de alta temperatura, 4 jiggers de teñido, 4 ramas de secado, 5 impregnadoras, 2 lavadoras a la continua, 1 sanforizadora, 1 decatizadora, 5 máquinas de doblar y/o enrollar, 6 pantallas de revisión, 1 empaquetadora, 1 centrífuga de hilos, 1 secador de radio frecuencia, 1 polimerizadora, 1 esmeriladora, 1 chamuscadora, 1 hidroextractor, 1 tundosa, 1 estampadora, ,

1 máquina para tratamiento mecánico y/o químico del tejido, 4 generadores de vapor, 3 calderos de aceite, 2 grupos electrógenos, 1 estación principal y 8 estaciones secundarias que permiten ajustar parámetros al consumo de gas natural, equipos de tratamiento de desagües, climatización del aire y extractor de aire, ablandadores de agua, aire comprimido, laboratorios de control de calidad para hilatura y tintorería, laboratorio de análisis y desarrollo de la tintorería, almacenaje de combustibles, de materias primas, colorantes y productos químicos, etc.

En la Sección Confecciones: En ésta área colaboran una serie de personas, éstas a su vez están clasificadas dependiendo el tipo de diseño el cual ejecutan, en esta sección se cuenta con: 4 mesas de corte (de 24 metros cada una), dos extendedoras de tejido con una cortadora sin fin, 380 máquinas de coser de diversos tipos, 30 estaciones de planchado intermedio, máquinas auxiliares, 18 prensas de planchado final, 2 desmanchadoras, 1 horno para planchado permanente, 2 calderos, 3 bombas de vacío y sus respectivas instalaciones de vapor y vacío. Sistema "Lectra" para el desarrollo de los moldes y la impresión de éstos mediante un "ploteo" (impresora), 5 fusionadoras, 6 cortadoras manuales, 4 máquinas engrapadoras y 10 mecánicas de colocar broches, 5 tumbadoras y 2 sopladora de vapor para pantalones 2 lavadoras de prendas, 2 secadoras de prendas y una máquina centrífuga para prendas.

#### **B. Equipos actualmente instalados que utilizan combustibles Tradicionales en la empresa Universal Textil S.A.**

Actualmente la planta cuenta con 16 equipos industriales, el cual es abastecido con distintos tipos de combustibles, estos equipos están distribuidos en distintas áreas de la planta, distribuidas de la siguiente manera:

## B.1. Área de tintorería de telas:

En esta área se encuentran instalados 5 equipos industriales:

Calentador de aceite térmico: Existen tres equipos industriales el cual son de lubricante térmico, éstos tienen un modelo serpentín la cual interactúan de manera directa, direccionando el flujo. El lubricante térmico pasa por unos tubos delgados (serpentín) el cual al contacto con el quemador se produce el intercambio de calor y por los humos. Siguiendo el proceso de flujo, el lubricante sale del serpentín en menor fuerza a través de un anillo cerrado a los distintos puntos de consumo. En el retorno, un desgasificador, atmosférico o presurizado con nitrógeno, permite deshacer las sobras de gases disueltos antes de su inserción en el sector de circulación.

- Estos equipos se identifican de la siguiente manera:

- Calentador 1 de aceite térmico:

Potencia : 1,000,000 kcal/h = 118.53 BHP

Combustible : Diesel – 2

Eficiencia : 0.80

Marca : Garioni

Horas de trabajo : 12 h

Días de trabajo : 22 d

- Calentador 2 de aceite térmico:

Potencia : 1,500,000 kcal/h = 177.80 BHP

Combustible : Diesel – 2

Eficiencia : 0.80

Marca : Garioni

Horas de trabajo : 12 h

Días de trabajo : 22 d

➤ Calentador 3 de aceite térmico:

Potencia : 1,300,000 kcal/h = 154.10 BHP  
Combustible : Diesel – 2  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Thermttechnik  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

Chamuscadora: El ejercicio principal de este equipo es eliminar toda vellosidad identificada en los hilos. Esta pilosidad puede acarrear que la tela gestada con estos hilos tenga una máxima atracción al resultado de bolitas en su envoltura, lo que se conoce como pilling.

- . Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 213,100 kcal/h = 25.26 BHP  
Combustible : Diesel – 2  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Crompton & Knowles  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

- Polimerizadora: Equipo que recupera el calor de los gases. Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 373,500 kcal/h = 44.27 BHP  
Combustible : Diesel – 2  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Kleinewefers  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

## B.2. Área de calderas:

En esta área se encuentran instalados 4 equipos industriales:

Calderas de vapor: Existen cuatro equipos industriales que generan vapor. Para la operación de calderas es necesario la intervención de carburante de tipo fluido o gasificado, el ejercicio de esta máquina es evaporar el fluido para conseguir diferentes aplicaciones. Su fabricación es impactante, ya que su estructura radica en una estancia de vapor y un almacenamiento de agua (tiene un comportamiento del tipo cámara); la primera se define como la extensión agitado por el vapor internamente del instrumento, lugar en adonde se separa el vapor del fluido para ascender después de la suspensión. Cuando más imprevisto es el consumo del vapor, máximo será el dimensionamiento de la cámara. El almacenamiento del fluido es en donde se coloca el agua que hace funcionar a la caldera.

- Estos equipos se identifican de la siguiente manera:

- Caldera 1:

Potencia : 285 BHP  
Combustible : Residual 6  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Garioni  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

- Caldera 2:

Potencia : 500 BHP  
Combustible : Residual 6  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Cleaver Brooks

Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

➤ Caldera 3:

Potencia : 285 BHP  
Combustible : Residual 6  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Garioni  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

➤ Caldera 4:

Potencia : 285 BHP  
Combustible : Residual 6  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Garioni  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

### **B.3. Área de servicios:**

En esta área se encuentran instalados 3 equipos industriales:

- Horno Industrial: Equipo industrial utilizado para el planchado permanente del producto. Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 141,500 kcal/h = 16.77 BHP  
Combustible : Diesel 2  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Sprint  
Horas de trabajo : 12 h



Días de trabajo : 22 d

- Calentador de agua 1: Transmisor de calor, básicamente agua en forma líquida o gaseosa, que es el encargado de transportar la misma hasta otros equipos para alimentar al proceso productivo. Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 15 BHP

Combustible : Diesel 2

Eficiencia : 0.80

Horas de trabajo : 12 h

Días de trabajo : 22 d

- Cocina industrial 1: Equipo industrial utilizado en la preparación de alimentos en función al cocido. Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 69,100 kcal/h = 8.19 BHP

Combustible : GLP

Eficiencia : 0.80

Horas de trabajo : 12 h

Días de trabajo : 22 d

#### **B.4. Área de confecciones:**

En esta área se encuentran instalados 4 equipos industriales:

- Calderas de vapor: Existen dos equipos industriales que generan vapor. Estos equipos se identifican de la siguiente manera:

➤ Caldera 5:

Potencia : 15 BHP

Combustible : Residual 6  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Fulton  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

➤ Caldera 6:

Potencia : 20 BHP  
Combustible : Residual 6  
Eficiencia : 0.80  
Marca : Fulton  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

- Calentador de agua 2: Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 15 BHP  
Combustible : Diesel 2  
Eficiencia : 0.80  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

- Cocina Industrial 2: Este equipo se identifica de la siguiente manera:

Potencia : 69,100 kcal/h = 8.19 BHP  
Combustible : GLP  
Eficiencia : 0.80  
Horas de trabajo : 12 h  
Días de trabajo : 22 d

**Figura 1. Calentador de Agua**



**Fuente: Universal Textil S.A.**

**Figura 2. Chamuscadora**



**Fuente: [http://spanish.fabricshearingmachine.com/photo/pl17791486-high\\_speed\\_electric\\_textile\\_singeing\\_machine\\_gas\\_singeing\\_machine\\_sl270.jpg](http://spanish.fabricshearingmachine.com/photo/pl17791486-high_speed_electric_textile_singeing_machine_gas_singeing_machine_sl270.jpg)**

**Figura 3. Caldera**



**Fuente: Universal Textil S.A.**

**Figura 4. Horno Industrial**



**Fuente: <https://prismagroup.com/serigrafia/equipos/serigrafia-textil/unidades-de-curado-hornos/>**

**Figura 5. Cocina Industrial**



Fuente: <https://www.invercorp-peru.com/como-elegir-mejor-cocina-industrial-negocio/>

**Figura 6. Calentador de Aceite Térmico**



Fuente: Universal Textil S.A.

## **C. Proceso en La planta Universal Textil S.A.**

### **C.1. Procesos de producción de telas**

En distintos sectores a nivel nacional, el tratamiento de telares en las distintas líneas es conocida como “Industria Textil”, caracteriza al rendimiento de ropa, telar, fibra, hilo y mercancías relacionados. El consumo masivo radica en el rubro textil, esto obedece a que se venden en grandes cantidades. Esto genera el crecimiento de empresas sean pequeñas y/o medianas, tiene una influencia importante en el ahorro mundial, y dentro de su proceso productivo, para la obtención de las telas, la materia prima está sujeta a una serie de procesos.

En el desarrollo de la preparación de telas existen tres principales hitos: Texturizado, Tejeduría, Tintorería y Acabado.

### **C.2. Proceso de Texturizado**

Se aprovechan las fibras de las cuales atraviesa la torsión con el propósito de aumentar la resistencia del hilo, de igual manera una máxima resistencia y ventaja a la tela. Únicamente cuando se da tratamiento a un telar grueso, se pasa el cordoncillo por una dobladora, herramienta de poder que sirve para emparejar el hilo. Posterior a la torsión del hilo pasa por la texturizadora para darle adaptabilidad mediante la intervención de temperatura.

### **C.3. Proceso de Tejeduría**

Los hilos se tejen en este sector, tratado con el bosquejo del telar solicitado. El flujo de salida del área de texturizado el cual es el hilo, se lo embobina en diferentes tubos de las cuales son derivados a otras secciones para dar continuidad al proceso. Existe unos tubos de cartón o similar del cual son

flujo de salida de la enconadora donde se posiciona los hilos en conos, quedando a disposición para su traslado.

Existe una herramienta llamada peine por el cual el hilo pasa (desenredar el hilo) direccionado al tambor donde es fajado. El número de hilos de la línea depende del tipo de tela a procesar, por ejemplo, las utilidades del poliéster para camión se necesitan de 5400 a 5800 hilos. El siguiente proceso es colocar el hilo en un plegador (bobina que se ajusta a los lados dependiendo del número de hilos a emplear) esto con el fin de ser derivado a la engomadura.

En la maquina llamada engomadora se realiza la mezcla entre goma textil, suavizantes y lubricantes, todos estos sumergidos. Asegurados con tambores calientes a una temperatura aproximada a los 80°C necesarios para elevar la resistencia del hilo en los siguientes puntos del proceso; el flujo de salida de la engomadora es el hilo el cual pasa por un plegador, asimismo llevado al ambiente de pasadoras en donde clasifican el hilo de acuerdo a las dimensiones solicitadas.

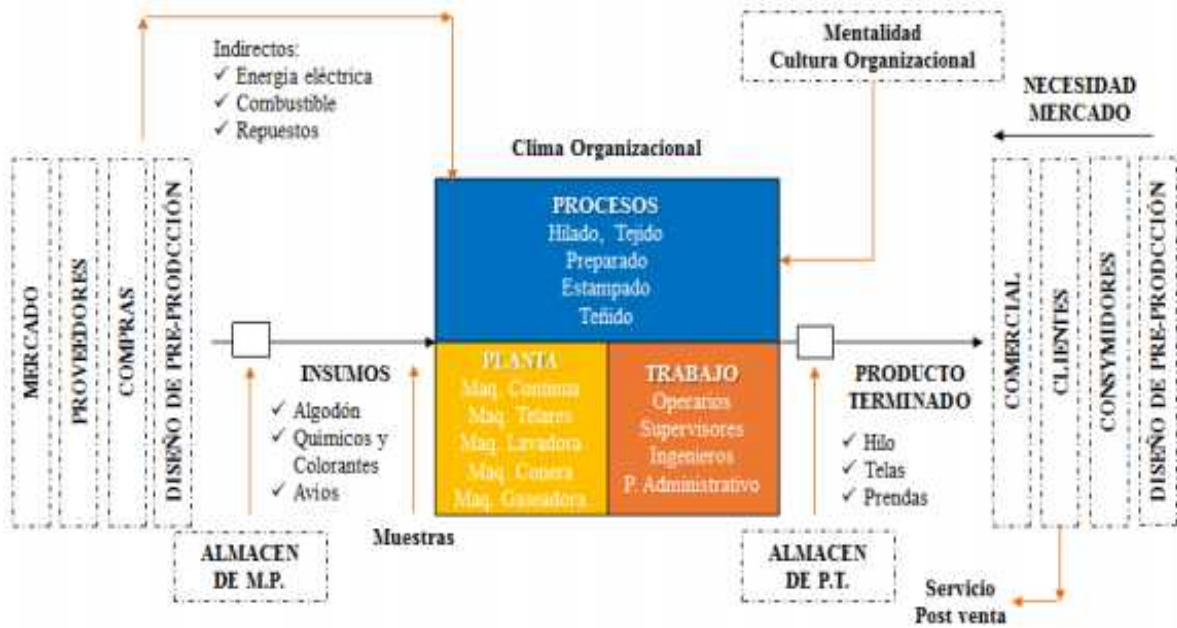
Los telares son ubicados en los plegadores, donde se teje la tela. Se inspecciona la tela con el propósito de corregir pequeñas fallas producto de la fabricación como lo son pequeños nudos en los hilos, manchas de manipuleo, etc.

#### **C.4. Proceso de Tintorería y Acabado**

Este proceso tiene la finalidad de verificar y corregir detalles por imperfecciones en la tela. La tela pasa por el área de inspección para posterior ser lavada y blanqueada a través de la máquina Turbo Star o el Barca Jet, con temperaturas de trabajo cercanas 130°C, mediante barca jet a la misma temperatura. La tela salida de la tundidora pasa al proceso de secado y luego a la chamuscadora para quitar las pelusas de la tela. La

tundidora es una máquina que se encarga de barrer de la tela las sobras producto del chamuscado. En el equipo de poder – tensora - se termo fija la tela las dimensiones deseadas, para luego ser planchada y inspeccionada. La producción de la tela es pesada en piezas que son almacenadas en las bodegas de mercaderías terminadas.

Figura 7: diagrama de entrada , procesos y salidas



Fuente: Elaboración Propia

### 1.1.2. Perfil de La Industria de Gas Natural

El petróleo industrial es un combustible ampliamente utilizado en la industria, a pesar de las desventajas que presenta para el medio ambiente, debido a la gran cantidad de emisiones gaseosas que genera su combustión y que día a día contaminan el planeta. (Forero Useche, 2011).

(IPEGA, 2017) Sumado a ello está el transporte que se realiza vía ductos y mediante el uso del cabotaje marino, requiriendo lugares apropiados para su almacenamiento, para que la distribución del petróleo se lleve a cabo de forma mayorista y minorista.



En la actualidad, se puede disponer de una alternativa energética mucho más ventajosa, el gas natural, un combustible con ventajas económicas, ambientales y de seguridad, por lo que es una excelente propuesta para la industria del sector industrial, cuya demanda aumenta a nivel mundial.

El hidrocarburo (Gas Natural) es sacado desde yacimientos tanto del suelo como del mar, su enfriamiento obedece a una temperatura de  $-160^{\circ}\text{C}$  y a condiciones normales hasta lograr un estado líquido (GNL); esta licuefacción disminuye su capacidad en 600 veces, lo que facilita y hace más ahorrador su traslado en buques cisterna, y a la vez permite su almacenaje pre inicio de ser regasificado y dar a los mercados.

El crecimiento constante del consumo de energía relacionado al avance socioeconómico, el aumento de las líneas de Gas Natural, la premura de obtener una máxima competitividad internacional por causa de los convenios internacionales (TLC) y de disminuir el efecto ambiental de las tecnologías energéticas, fundamentan la categoría que tiene hoy en día el progreso de la eficacia energética de cualquier desarrollo en la manufactura textil.

Con la arribada de las líneas de gas natural distribuidas en diversos puntos a nivel nacional, ha generado cambios significativos a los distintos tipos de industrias, siendo para este estudio la industria textil, existen variables tales como los costos de: energía, agua, materia prima y tecnología cambiante en el sistema de máquinas.

El mayor trabajo es en el uso de calderas el cual es principal generador de energía térmica y eléctrica. Es el caso de la empresa Universal Textil, que, en su planta de producción, utiliza el petróleo y sus derivados como fuente de energía para hacer funcionar el engranaje de maquinarias existentes en su cadena productiva y que ha visto en la migración de combustible tradicional a gas natural, una oportunidad de minimizar costos y contribuir

con el medio ambiente, al permitir el ingreso de una nueva tecnología en el proceso de funcionamiento de sus equipos térmicos para la producción.

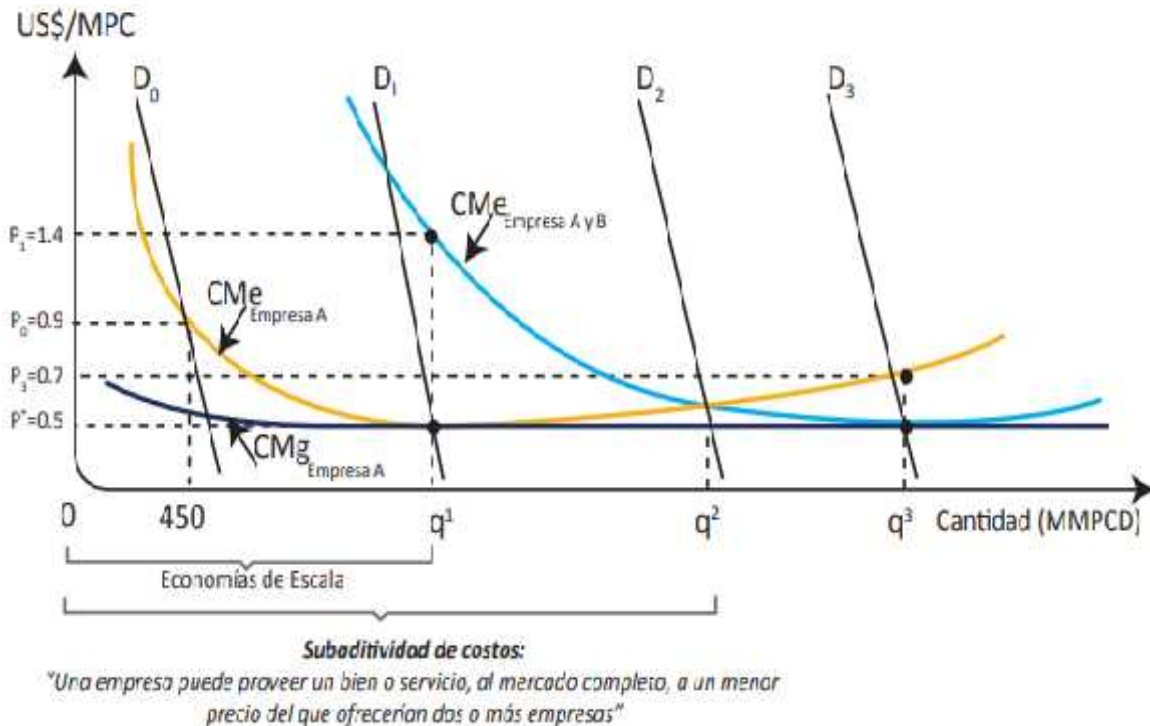
Con la alta producción de este hidrocarburo en los distintos países, se requiere de mayor intervención gubernamental en la mejora de la manufactura, producto a los montos de inversión de las cuales intervienen en las distintas actividades. Dado sus características económicas, la regulación en las distintas etapas es diferente.

Comúnmente, la producción de gas natural sigue un proceso tales como: exploración, explotación, transporte, distribución y comercialización. Cabe mencionar que el acarreo del gas natural de una ubicación a otra se realiza mediante líneas o ramales, su ejercicio de estos es el de satisfacer a los usuarios. Estos sistemas de redes son exclusivas para alimentar de este combustible vía conexiones de manera directa en los puntos solicitados mediante enlaces a la red principal de alimentación para el abastecimiento industrial.

Es necesario para las cuatro actividades descritas se requiera importantes inversiones para reasignarse los costos en los sistemas de establecimiento. También es necesario cuantificar los riesgos y sean asumidos, tales como el no encontrar volúmenes de gas natural en la exploración, entre otros. En efecto, estas inversiones tienen la puntualización de ser irrecuperables y puntual al giro del negocio, razón por la cual no es posible convertir o llevar a otros usos el equipamiento instalado, en un posible escenario de un abandono por parte de las empresas. Tales inversiones se constituyen en costos hundidos de manera irreversible, los cuales provocan una desproporcionalidad esencial entre las empresas ya establecidas y las potenciales entrantes. Esto actúan como si fueran barreras al comienzo, lo cual permiten, sobre todo en transporte y distribución, que las empresas gocen hasta cierto grado de poder monopólico, la cual su regularización se hace necesaria.

En países con alta experiencia en los hidrocarburos como el gas natural, tales como Estados Unidos, precisa que la intervención ministerial mediante la fijación de tarifas débito restringirse únicamente al sistema de ductos y/o redes principales, en donde se presentan segmentos de monopolio natural. Esto es necesario para que los precios de boca de pozo sean dejados en libertad. En lo general la explotación como actividad es competitiva, mientras que en el sistema de los ductos de distribución y transporte la efectividad de economías de escala igualmente hace necesaria, en muchos casos, una regulación tarifaria. A nivel nacional se optó por anclar precios máximos en boca de pozo y dar seguridad a los inversionistas una expansión de capital estable en los plazos para el transporte y distribución.

Figura 8. Estructura de Costos en Transporte y Distribución del Gas Natural



Fuente: Industria del Gas Natural en el Perú - Osinergmin 2014

Donde:

$CMe_{\text{Empresa A}}$ : Costo medio de la empresa A.

$CMe_{\text{Empresa A y B}}$ : Costo medio de dos empresas (de A y B).

$CMg_{\text{Empresa A}}$ : Costo marginal de la empresa A.

$D_0$ : Demanda inicial del mercado que demanda una cantidad de 450 MMPCD.

$D_1$ : Demanda del mercado en el año "t1" que demanda una cantidad  $q_1$ .

$D_2$ : Demanda del mercado en el año "t2" que demanda una cantidad  $q_2$ .

$D_3$ : Demanda del mercado en el año "t3" que demanda una cantidad  $q_3$ .

MMPCD: Millones de pies cúbicos por día.

MPC: Miles de pies cúbicos.

US\$: Dólares norteamericanos.

El gas natural, su aprovechamiento es de dos formas: fuente de energía (energético) y materia prima.

Uso como energía: Este combustible se debe a la combinación de hidrocarburos simples que se encuentran en condición gasificado y su composición es cercana al 95% de metano ( $CH_4$ ), la molécula más simple

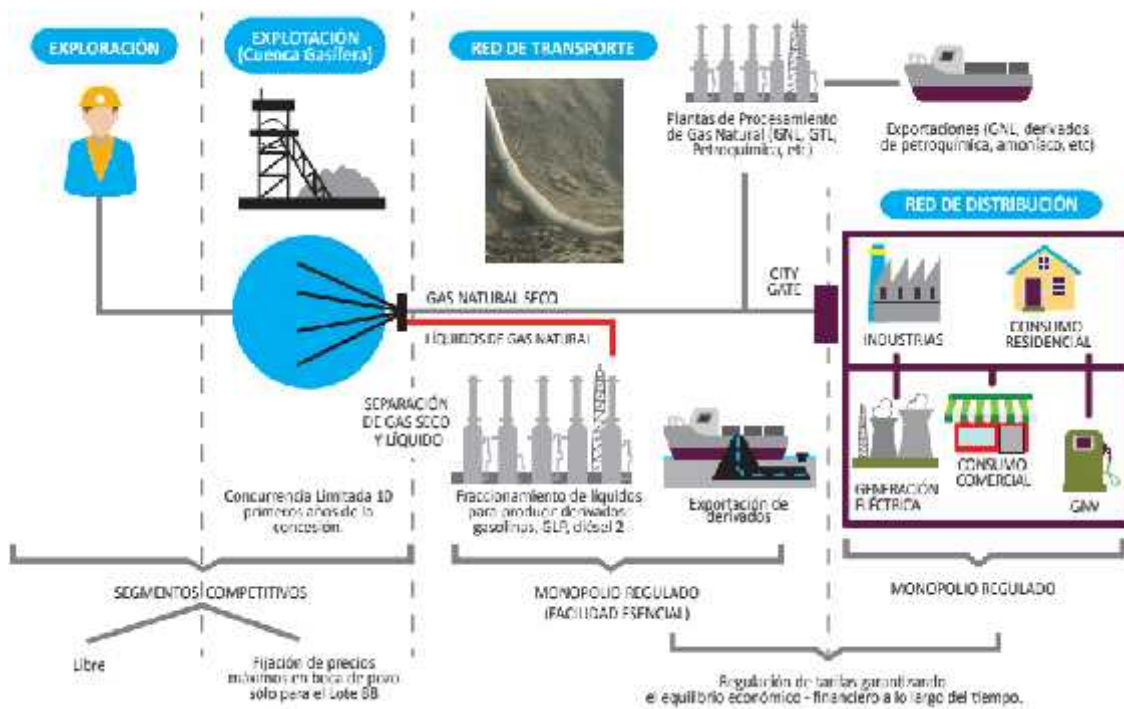
de los hidrocarburos. Es una de las fuentes de poder más limpias y respetuosas con el entorno hábitat, ya que contiene en menor concentración dióxido de carbono por lo tanto su emisión a la atmósfera es baja. Es, asimismo, rentable y eficaz, una solución segura y directa, con alta demanda de satisfacción en el punto energético. Tiene también aplicaciones diversas: cocción de alimentos, calefacción de ambientes, cogeneración, etc.

Asimismo, la probabilidad de muerte es baja cuando se relaciona frente a otros usos como de los combustibles sólidos como los tarugos, residuos de cultivos. Al no ser posible azufre y ausencia de plomo, su uso representa una reducción de hasta 97% de emisiones contaminantes con respecto a los combustibles líquidos, lo que favorece la protección al medio ambiente.

El gas natural tiene un comportamiento ahorrativo para la generación de electricidad y reducción baja en la contaminación ambiental. En el ámbito industrial, sustituye en gran manera a otros combustibles como el carbón o el querosene, siendo excelente aporte para la industria de la cerámica, cemento, textil, entre otros, que emplean varios tipos de equipos (hornos, secadores y calderas)

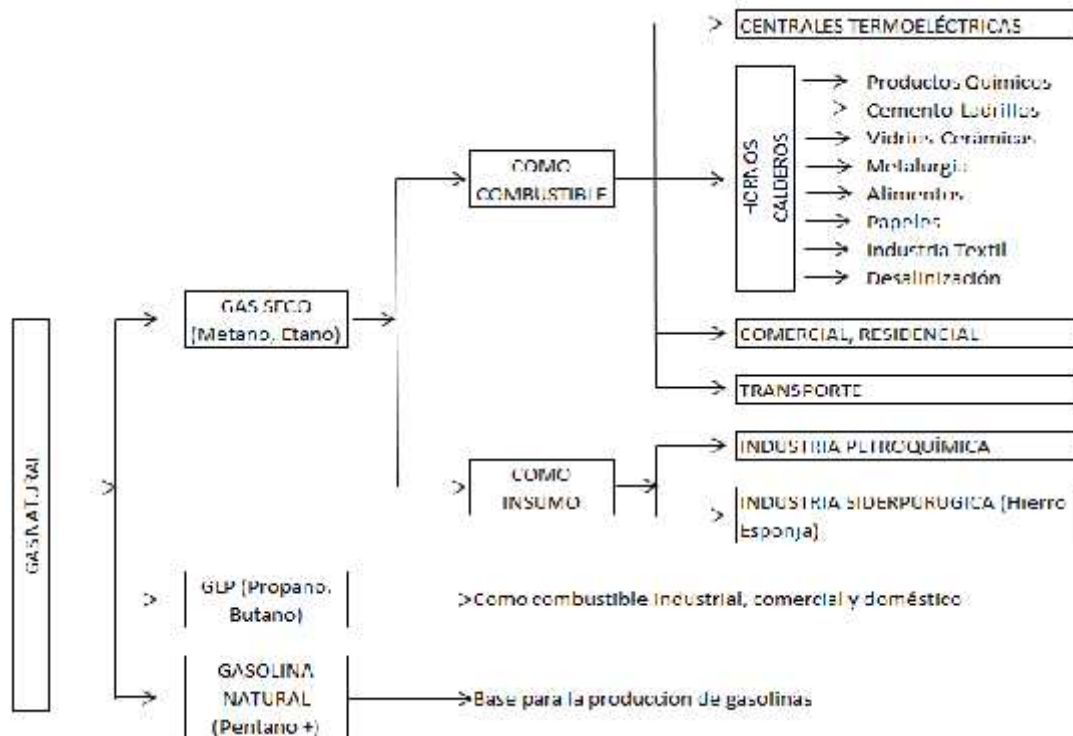
Uso no energético: El consumo del gas natural también es aprovechado por plantas industriales tales como la petroquímica y para la producción de NH<sub>3</sub> (amoníaco) y urea en la industria del fertilizante. El metano y el etano constituyen la principal fuente en procesos fundamentales de la petroquímica (fabricación de hidrógeno, alcohol metílico, amoníaco, acetileno, afilado cianhídrico, etc). Todos estos fabricados se consideran motivo de inicio frente a una amplia gama de mercancías comerciales.

Figura 9. Estructura del suministro de Gas Natural en el Perú



Fuente: Industria del Gas Natural en el Perú - Osinergmin 2014

Figura 10. Uso del Gas Natural en la Industria



Fuente: Elaboración Propia

### **1.1.3. Gas Natural en el Perú**

El gas natural en estos últimos años ha tomado una gran importancia por sus características, representa la opción energética que está cobrando cada vez más valor a nivel mundial obligando en mayor de los casos a su provecho debido a los resultados en el ámbito ambiental, por ser un carburante con mayor pureza de acuerdo a su estructura, manifiesta en menores cantidades el dióxido de carbono en comparación a los combustibles tradicionales y sobre todo expresado en el tema del ahorro, ya que genera una economía simbólica con antecedentes positivos en las distintas industrias la cual lo consumen.

Este combustible es aprovechado en los distintos países del planeta, en América del Sur tales como: Argentina, México, Brasil y Colombia disfrutan de este beneficio en sus distintos niveles. Perú es un territorio elaborador de este combustible, como lo demuestra Camisea y otras distintas reservas.

Su aprovechamiento es útil para el crecimiento de varios sectores económicos como el cultivo, minería, cogeneración, industria y otros. El aprovechamiento máximo de este combustible podría sintetizar los niveles de contaminación en el territorio.

Es una mezcla de diversos hidrocarburos gaseosos y livianos, los cuales encontramos en el subsuelo, cuyo elemento importante es el metano, comportándose como una potencia primaria.

Su formación data desde muchos años atrás, donde en ese momento la vegetación y animales de menores tamaños del mar fueron enterrados por arena y roca. Las capas de barro, arena, rocas, vegetal y animal se fueron acumulando hasta que la presión y calor del planeta lo convirtieron en gas natural que origina energía cuando las moléculas de hidrocarburos se

quemar en la atmósfera. Sus ubicaciones más cercanas son en rocas porosas de la corteza terrestre y además en yacimientos de petróleo o próximo a ello, donde se encuentra petróleo y gas; considerando su estado vaporoso, pueden datar también en yacimientos secos, adonde solo se encuentra gas.

Este tipo de combustible se clasifican en Gas Asociado y no Asociado.

El Gas Asociado es cuando su extracción es acompañada con el petróleo crudo y contiene grandes cantidades de hidrocarburos como el etano, propano, butano y naftas. El Gas No Asociado su ubicación es en depósitos que contienen nada más gas natural.

El gas natural tiene similitud con otros tipos de combustibles derivados del petróleo, una aleación de diversos hidrocarburos, pero gaseosos y livianos. Siendo su elemento principal el metano (CH<sub>4</sub>), normalmente en un rango mayor a 85% o 90% incluido en su composición.

Su comportamiento puede ser Asociado, cuando en el depósito aparece acompañado de petróleo, o tomar un comportamiento No Asociado cuando está acompañado únicamente por pequeñas cantidades de otros hidrocarburos o gases.

**Tabla 1: Composición del Gas Natural**

COMPONENTE	FÓRMULA	GAS NO ASOCIADO	GAS ASOCIADO
METANO	CH <sub>4</sub>	95-98%	60-80%
ETANO	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1-3%	10-20%
PROPANO	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,5-1%	5-12%
BUTANO	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,2-0,5%	2-5%
PENTANO	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,2-0,5%	1-3%
DIÓXIDO DE CARBONO	CO <sub>2</sub>	0-8%	0-8%
NITRÓGENO	N <sub>2</sub>	0,5%	0,5%
ACIDO SULFHIDRICO	H <sub>2</sub> S	0,5%	0,5%
OTROS	Ar, He, Ne, Xe	Trazas	Trazas

**Fuente: Osinergmin 2014**



➤ Características del Gas Natural

Las principales características del gas natural son:

- Carece de color y olor.
- Carece de sabor
- Su impacto relacionado a la contaminación es menor frente a otros combustibles.
- Es puro
- Su aprovechamiento es mayor tanto en la industria como para el uso doméstico, ya que cumple el ejercicio principal en papeles significativos como un combustible energético.
- Por su estructura es liviano y con una  $Dr=0.62$  menor que la densidad del aire.
- Su poder calorífico dos veces mayor que del gas manufacturado.
- Combustible seco, comprimible e inflamable.
- Libre de monóxido de carbono (CO).

➤ Calidad y Tratamiento del Gas Natural

El ejercicio consiste en la extracción de este combustible de los depósitos o reservorios ubicados en el subsuelo a profundidades de los cuales su variación oscila desde los 500 m. hasta los 3000 m. aproximadamente.

La norma técnica peruana 111.001-2003 puntualiza que este combustible (Gas Natural) debe ser habilitado por el concesionario en las siguientes condiciones:

- No contiene arena, polvo, gomas, aceites, glicoles y otras impurezas indeseables.
- Su concentración es no mayor de 3 mg/m<sup>3</sup> estándar de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), ni más de 15 mg/m<sup>3</sup>

- No contendrá dióxido de carbono en un rango no mayor de 3.5% en volumen asimismo la porción de gases inertes totales no debe de exceder del 6% en volumen.
- Su concentración máxima es de 65 mg/m<sup>3</sup> estándar de vapor de agua.
- Poder calorífico bruto comprendido entre 8450 kcal/m<sup>3</sup> estándar y 10300 kcal/m<sup>3</sup> estándar.

➤ Tratamientos Físicos al Gas Natural

- Etapa 1: Endulzamiento

Tiene como finalidad de remover H<sub>2</sub>S y el CO<sub>2</sub> del gas natural, se llama así porque se remueven los olores amargos y sucios.

H<sub>2</sub>S: Tóxico y disuelto en agua es corrosivo.

CO<sub>2</sub>: Para controlar el poder calorífico y a baja temperaturas se forma hielo seco, y especial cuidado en los procesos criogénicos.

Remoción: SULFINOL; DEA; MDEA

- Etapa 2: Deshidratación del Gas Natural

Consiste en remover el agua del gas natural para evitar congelamiento en las líneas de proceso y formación de hidratos.

Remoción: TEG Tri-etilene-glicol hidrófilo y posteriormente el uso de tamices moleculares.

- Etapa 3: Recuperación de condensados del Gas Natural

a. Refrigeración Simple:

Consiste en enfriar el gas con la intención de promover el propano y los HC's más pesados.

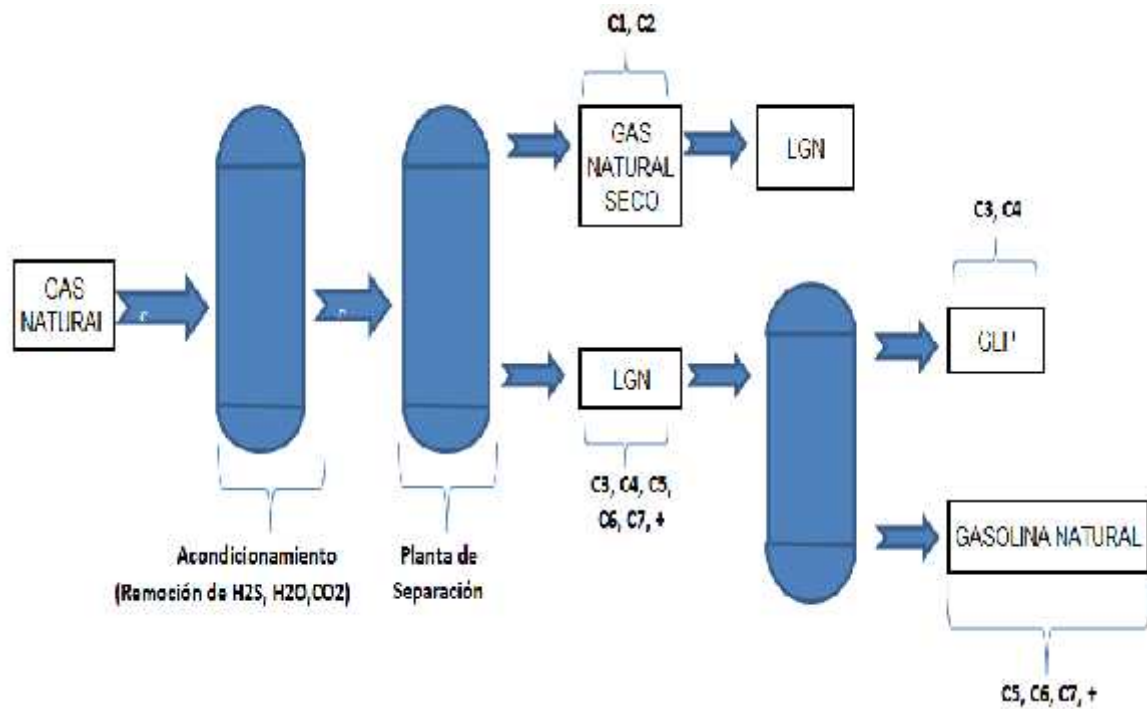
b. Absorción Refrigerada:

Recuperación de los componentes más pesados.

c. Odorización:

Viene hacer la suma de odorizantes al gas natural necesarios para que se pueda detectar con mayor facilidad con la utilización del olfato..

**Figura 11. Procesamiento del Gas Natural**



Fuente: Instituto de Petróleo, energía y gas - UNI 2016

#### 1.1.4. Criterios del sistema de instalación a gas natural en plantas industriales

La aplicación de este combustible (gas natural) abrevia el enlace que existe entre el combustible – quemador, disminuyendo la aplicación de bombas, calentadores, tanques de almacenamiento y otros.

## **A. Sistemas de Suministro de Gas Natural**

El sistema de abastecimiento de gas natural tiene que cumplir el ejercicio de alimentar los equipos térmicos de los que participan en el desarrollo de la industria textil

El abastecimiento de Gas natural está conformado por los siguientes elementos:

- Red principal (tubería de conexión)
- Red principal – Estación de regulación primaria (Acometida)
- Red interna
- Sistema de regulación secundaria
- Sistema de Válvulas

### **A.1. Tubería de Conexión**

Principalmente se aplican las normas técnicas nacionales e internacionales vigentes para todo tipo de cálculo y dimensionamiento para este tipo de tuberías de las cuales se mencionan en el marco teórico del presente trabajo.

### **A.2. Acometida**

En el D.S. 042-99-EM “Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos” y sus modificaciones especifican que toda conexión exterior al predio entre el accesorio de ingreso de la ERM al sistema de regulación se conoce como acometida.

### **A.3. Estación de Regulación y Medición Primaria (ERM)**

Este sistema radica en la agrupación de los distintos elementos (filtros, regulador de presión, tuberías, medidor, válvulas de seguridad y corte, bridas, etc.), la cual su finalidad es mantener valores, expresado en una memoria técnica aprobada por la concesionaria. Esto obedece al consumo y caudal requerido por la empresa solicitante y aprobado por un especialista técnico en conjunto con la concesionaria.

La ERM se ubicará en el predio de la planta industrial, este recinto debe estar aislado libre de interferencias, lo más cercano posible a la válvula de servicio (punto de entrega).

La clasificación por el tamaño del consumo, las ERM se puede distinguir en:

Interrumpible: En este sistema el suministro de gas puede tener cortes en cualquier momento.

Continuo: En este sistema el suministro de gas puede tener corte de manera eventual y programadas.

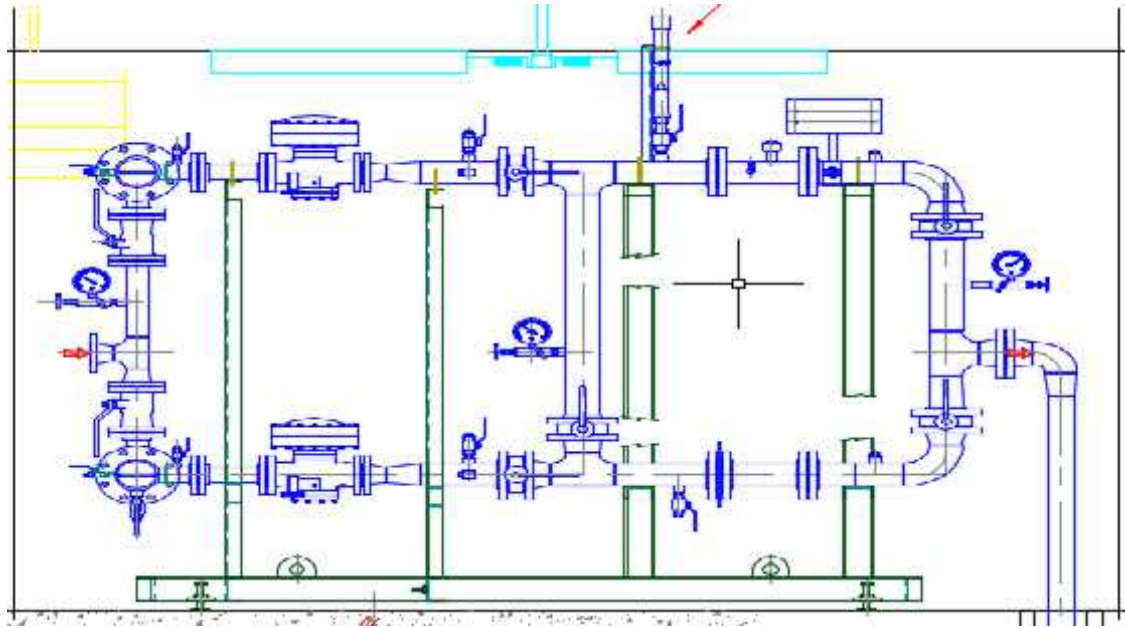
Crítico: En este sistema el suministro de gas no puede tener cortes.

Toda estación de regulación está diseñada con un sistema de seguridad, tanto de bloqueo como de liberación de presiones con el fin de disminuir el impacto en riesgos.

Principalmente los equipos que conforman el sistema:

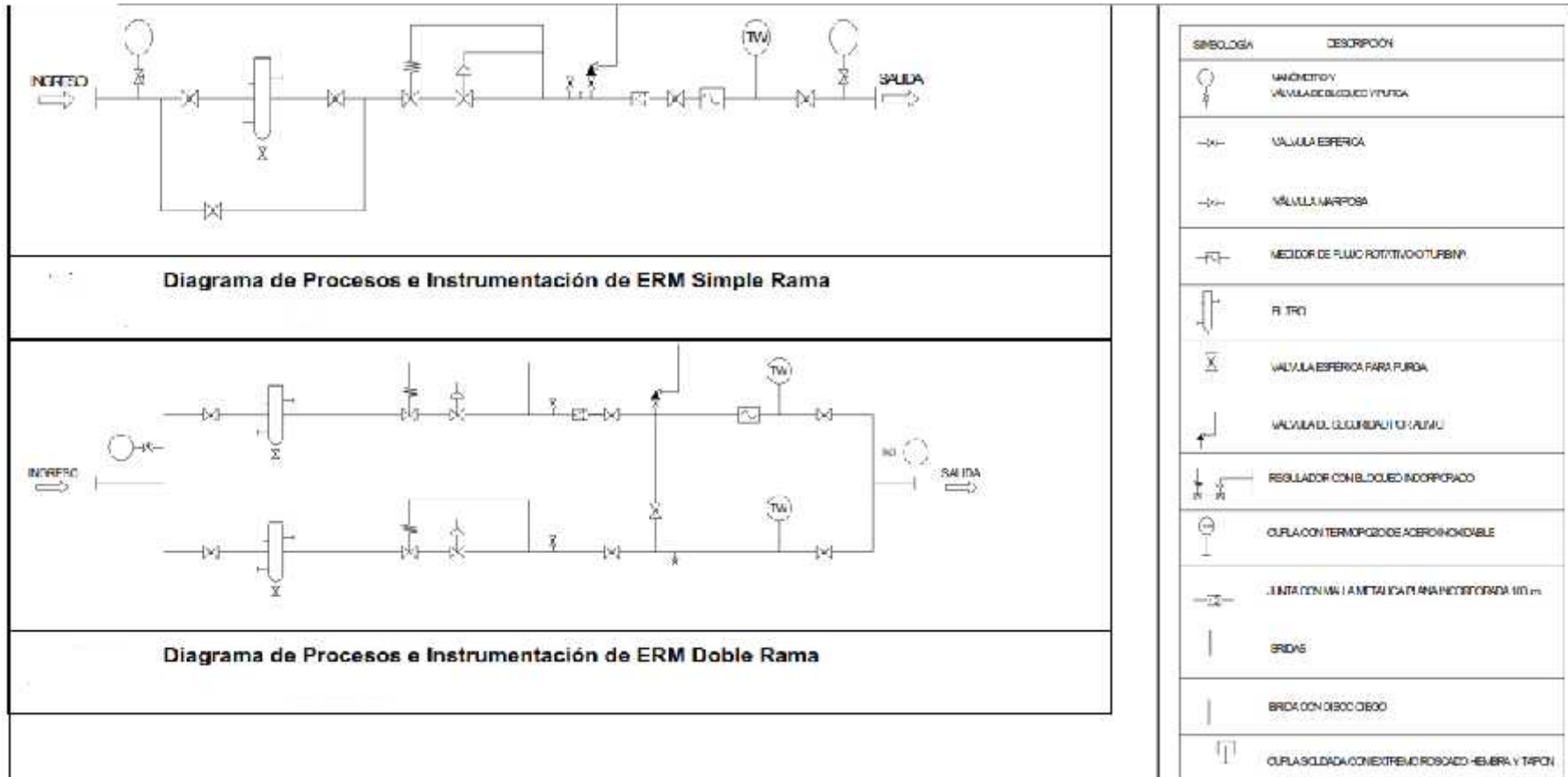
- Sistema de filtro
- Sistema de válvulas con sistema de bloqueo
- Línea de regulación
- Sistema de medición
- Sistema de aislamiento
- Línea de venteo

Figura 12: Estación de Regulación y Medición - ERM



Fuente: Cálida

Figura 13. Esquema técnico de Centros de Medición



Fuente: Cálidda

#### A.4. Red Interna

Conocida también como línea interna, esta inicia con la estación primaria (ERMP) y finaliza con la ERS (estación de regulación secundaria).

Consideraciones de Selección:

Es necesario tener presente los siguientes puntos:

- Ubicación del sistema de recorrido
- El tipo de presión en la cual estará sometida
- El dimensionamiento de sistema de tuberías
- Resistencia del material
- Riesgos por las cuales estará sometido el material
- Abastecimiento local del material

**Tabla 2: Tipo de Material para Instalaciones Industriales a Gas Natural**

<b>Presión</b>	<b>Tubería subterránea</b>	<b>Tubería de superficie</b>
< 500 mbar	Acero revestido/PE	Acero pintado/cobre
< 4 bar	Acero revestido/PE	Acero pintado
> 4 bar	Acero revestido	Acero pintado

**Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010**

En la tabla 2, refiere al tipo de tubería en la cual obedece al tipo de presión que soportará, en relación a los materiales su aporte en la tabla 3, siguiente:



**Tabla 3: Condiciones técnicas**

<b>Material de la tubería</b>	<b>Acero</b>	<b>Polietileno</b>	<b>Cobre</b>
<b>Presión</b>	Sin restricción	< 4 bar	< 4 bar
<b>Instalación subterránea</b>	Con revestimiento (1)	Sin revestimiento	No aplica
<b>Instalación aérea</b>	Con aplicación de pintura (1)	No se permite	Con aplicación de pintura (1)
<b>Costo de instalación</b>	Alto	Medio	Bajo
<b>Costo de mantenimiento</b>	Medio	Bajo	Bajo

**Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010**

El procedimiento de pintado debe considerarse la protección contra agentes corrosivos. Cuando tratamos con polietileno, esta debe mantener un estándar conforme a la norma DIN 30670 o equivalente.

#### **A.5. Consideraciones para Dimensiones en tuberías**

La tubería de gas natural seco obedece a múltiples factores para su dimensionamiento la cual mencionamos:

- El consumo requerido de los equipos debe ser máximo.
- Debe incluirse equipos futuros, asimismo utilizar un factor en estas proyecciones.
- Evaluar la caída de presión, esto a su vez tiene que estar permitida frente a las normas nacionales vigentes.
- Cantidad de tuberías expresadas en metros y cantidad de accesorios.
- Poder calorífico y gravedad específica.
- Considerar la velocidad bajo los valores permisibles que manda la norma técnica peruana.

Los cálculos para la línea al ingreso de la estación de regulación primaria, se considera una caída de presión no mayor al 10% de la presión mínima de suministro. En el caso de la red interna que opere bajo dos etapas de regulación se considera una caída de presión no mayor al 50% de la presión regulada al inicio de esos tramos. El diseño debe satisfacer a los consumos requeridos

La norma técnica peruana especifica que la velocidad máxima permitida debe ser menor a los 40 m/s, con el fin de no producir en el material vibraciones y ruidos excesivos.

En relación a espesores al tipo de tubería, se puede observar en la tabla 4:

**Tabla 4: Espesor mínimo de tubería de acero**

Diámetro Nominal		Espesor mínimo de la pared (mm)
mm	Pulgadas	
10.3	1/8	1.7
13.7	¼	2.2
17.1	3/8	2.3
21.3	½	2.8
26.7	¾	2.9
33.4	1	3.4
42.2	5/4	3.6
48.3	1 ½	3.7
60.3	2	3.9

Fuente: ANSI/ASME B36.10

Para el caso de tuberías de cobre los espesores se pueden observar en la tabla 5:

**Tabla 5: Espesor mínimo de pared**

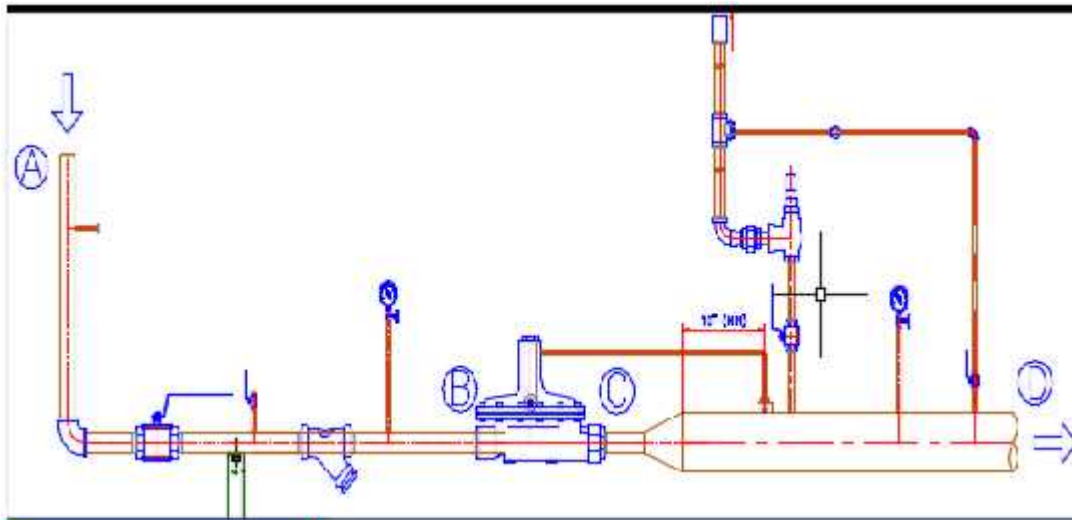
Diámetro externo		Espesor de pared	
Pulgadas	Milímetro	Pulgada	Milímetro
5/8	15.9	0.04	1.02
¾	19.1	0.042	1.07
7/8	22.3	0.045	1.014
1 1/8	29	0.050	1.27

Fuente: ASTM B 837

## A.6. Estación de regulación de presión secundaria

También conocida como ERS, está conformada por una serie de equipos (válvulas, manómetros y regulador de presión) El cual tiene la finalidad de alimentar de gas al quemador en las condiciones requeridas por el mismo.

Figura 14. Estación de Regulación Secundaria (ERS)



Fuente: Elaboración Propia

El ingreso de gas natural al quemador, su correcto uso es monitoreado mediante la coloración que ejerce la llama del quemador. Este sistema está conformado por:

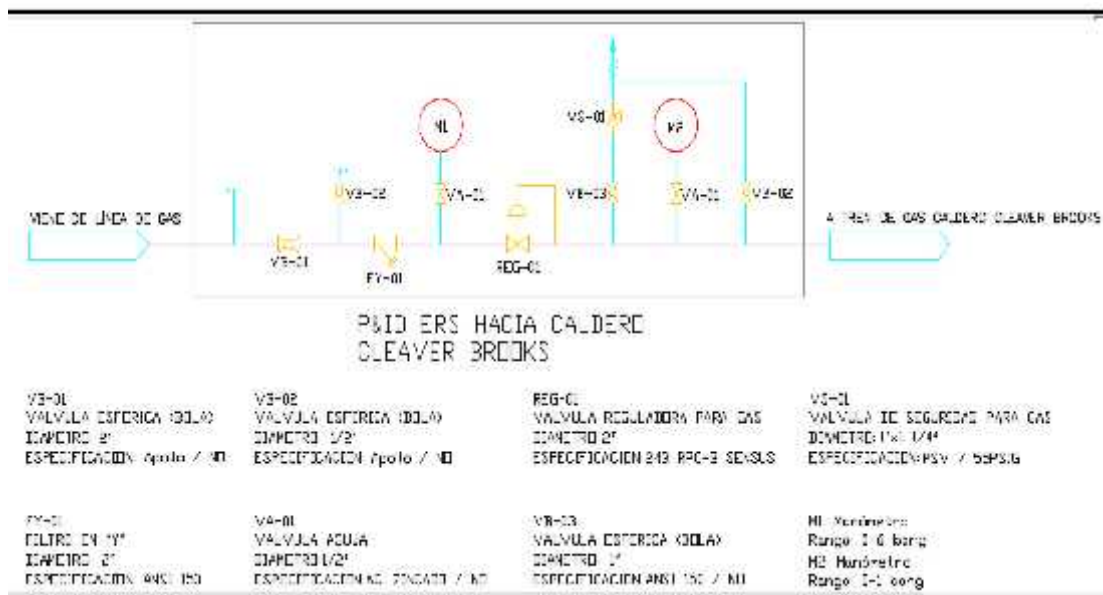
- Sistema de cierre y apertura (Válvula)
- Sistema de medición (Manómetro)
- Elemento filtrante
- Sistema de regulación
- Línea de liberación de presiones (Venteo)

## A.7. Tren de válvulas para gas

Es un sistema que contiene varios componentes, este sistema obedece a una configuración el cual es evaluada y operada por un especialista las cuales garantizan un sistema seguro.

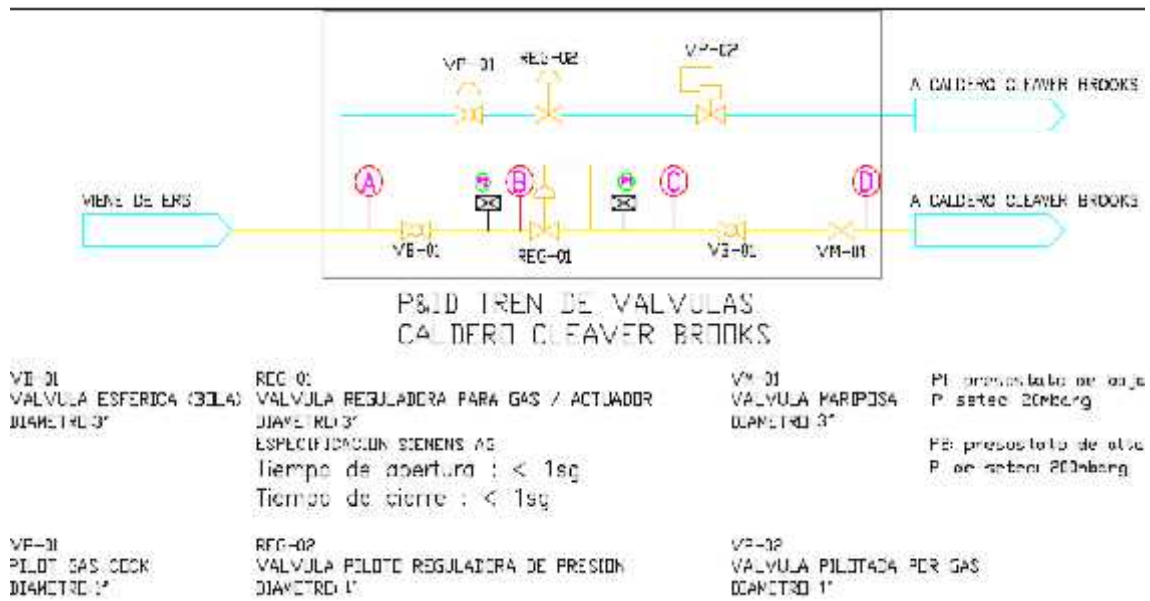
El sistema de componentes tales como reguladores, válvulas de seguridad, suiches, filtros, válvulas de control entre otros tiene una configuración bajo una estructura única las cuales permiten satisfacer la capacidad requerida por el quemador asimismo los posibles riesgos que estas deben cumplir con las normas de seguridad aplicables al sistema de combustión. (Ver figura 19 y 20).

**Figura 15. Esquema técnico del tren de válvulas de Gas Natural**



**Fuente: Planta Universal Textil**

**Figura 16. Esquema técnico del tren de válvulas de Calderos**



**Fuente: Planta Universal Textil**

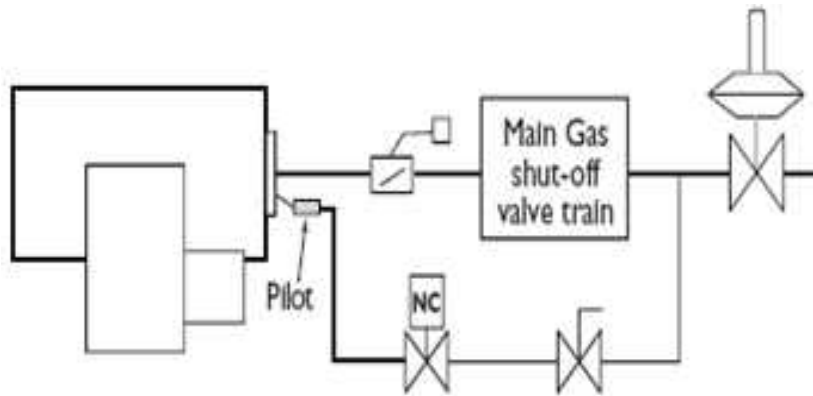
## **A.8. Sistema de combustión**

En cualquier tipo de quemadores para su funcionamiento incluye dos elementos que son el combustible y el aire de las cuales están dentro de una cámara de combustión. Cada quemador dependiendo de su origen varía la proporción de ingreso entre el combustible y el aire.

El quemador está vinculado al ERS (estación de regulación secundaria) y al tren de válvulas, ambas partes tiene conexión con un piloto responsable del encendido (ver figura 21). Este sistema está compuesto por:

- Sistema de encendido (Piloto).
- Tren de válvula
- Sistema de regulación
- Sistema de medición (Manometro)

**Figura 17. Sistema de combustión a gas Natural**



**Fuente: Planta Universal Textil**

La figura 21 muestra la diagramación del quemador y sus componentes necesarios para la combustión, se puede apreciar dos líneas tales como la superior donde se muestra el ingreso de gas y la parte inferior donde se ubica el piloto de encendido de la llama.

## **1.2. Marco Teórico**

### **1.2.1. Proceso Productivo de la Planta**

- a) Materia Prima: El proceso se inicia en el almacén de materia prima del cual se extraen los “fardos” conteniendo las diversas fibras (Poliéster principalmente)
- b) Mezcla: Los fardos son mezclados en determinados porcentajes de las fibras, con lo cual se logra obtener las características deseadas para el material.
- c) Hilandería: Posterior a la mezcla, éstas pasan a unas máquinas (Formadoras) la cual formarán en una cinta cada vez más delgada, luego pasan a ser bobinados en conos cuando el hilar esté construido.
- d) Tisaje: Los hilos pasan a la sala de telares en la cual tejen los hilos de trama, obteniéndose la tela “cruda”. En la última parte de esta sección se procede a un control de calidad, antes de pasar a la siguiente sección.

- e) Lavado: La tela cruda se coloca a contracorriente con el baño de la lavadora, pasando a través de varios cilindros guías en compartimientos dispuesto en serie y con cierto escalonamiento. Cada compartimiento posee un sistema independiente de calefacción con vapor indirecto.
- f) Tintorería: Está conformado por máquinas de funcionamiento continuo y discontinuo. Las máquinas de funcionamiento discontinuo fijan el colorante a la materia textil, por el paso de la tela a través de un baño.
- g) Acabado: Posteriormente las telas son secadas y chamuscadas para eliminar pelusas.
- h) Decatizado: Tratamiento térmico superficial que consiste en hacer pasar la tela por un vaporizado y luego por un enfriador.
- i) Empaquetado

**Figura 18: Línea de Proceso**



**Fuente: Elaboración Propia**

El proceso productivo de la planta es un gran consumidor de energía. Emplea sistemas térmicos como calderas, calentadores, secaderos que

utilizan el calor producido en la combustión para cubrir necesidades de calefacción y agua caliente asimismo como para el calentamiento y secado de fibras y tejidos.

En la planta textil se realizan cuatro procesos principales: hilatura, tejeduría, teñido y acabados. Los dos primeros se caracterizan por ser procesos intensivos de energía eléctrica mientras los últimos son más en energía térmica. El consumo energético también varía en función del tipo de fibra que se trabaje.

### Fuentes de Energías en la planta Universal Textil

Actualmente la planta Universal Textil S.A. utiliza como fuente de energía electricidad y combustible para su adecuado funcionamiento y prestación de servicios.

Sobre la base de las áreas de producción y administrativas así como otras complementarias, se procede a identificar los principales equipos consumidores de energía.

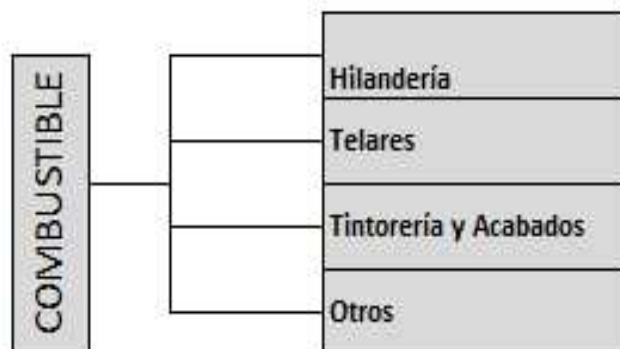
Figura 19 : Participación de energía eléctrica en las distintas áreas



Fuente: Elaboración Propia

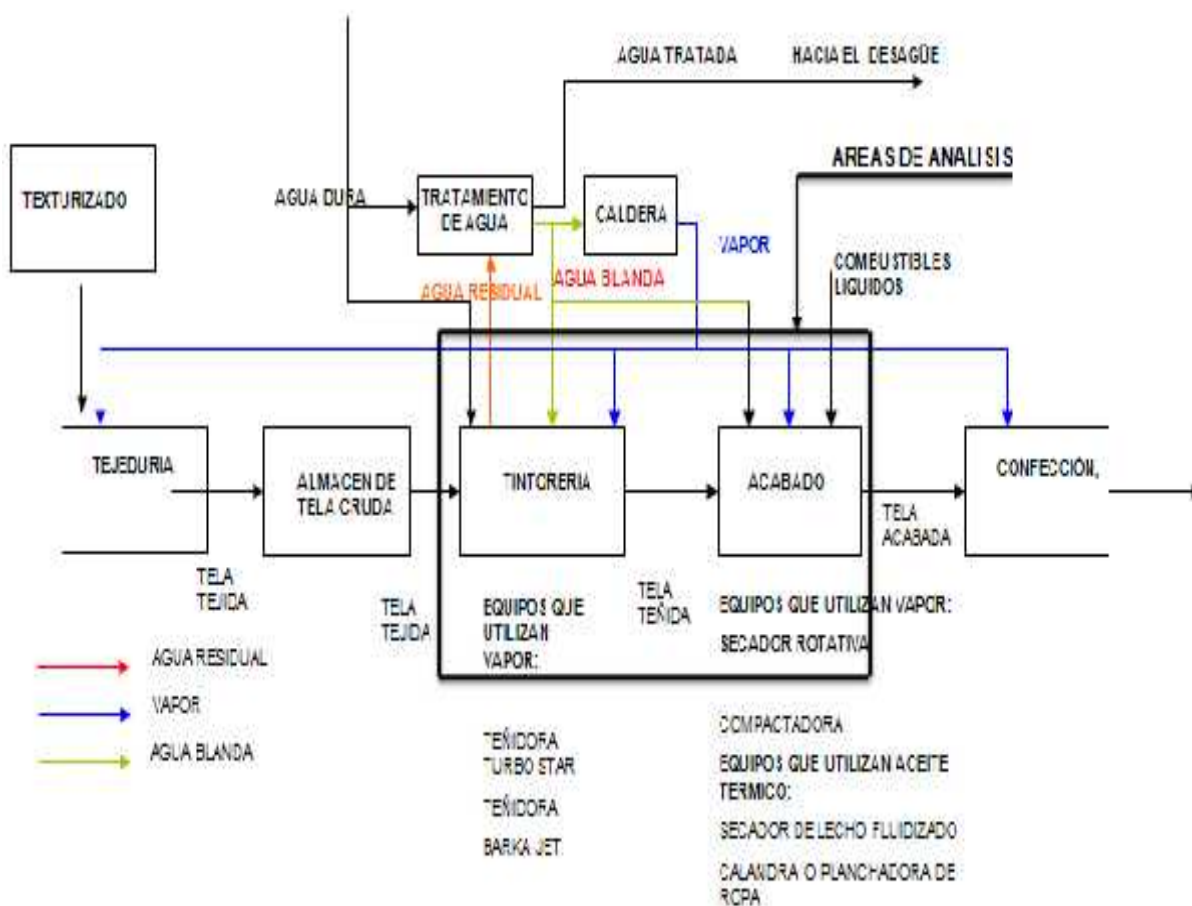


Figura 20: Participación del Combustible en las distintas áreas



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21: Diagrama de Proceso de la Planta Textil



Fuente: Planta Textil

## Proceso de abastecimiento de combustibles en Planta

Actualmente la Planta Universal textil cuenta con calderas, hornos y calentadores para sistemas térmicos distribuidos de la siguiente manera:

Calderas: 6 equipos

Calentadores: 5 unidades

Hornos: 3 unidades

### Diagrama de análisis de proceso:

Caldero:

Tabla 6: Diagrama de análisis de abastecimiento de calderos

DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DEL PROCESO										
Diagrama N° 01					Resumen					
Objeto:					Actividad		Actual	Prop.	Economía	
Caldero					Operación	●	3			
Proceso:					Transporte	→	1			
Recepción, abastecimiento					Espera	D	1			
Método:					Inspección	⬇	3			
Actual					Almacenamiento	▼	1			
Área:					Distancia (mts)		120			
Operaciones					Tiempo ( Min-H)		410			
Ubicación:					Costo		-			
Planta					Mano de Obra		-			
Fecha:					Material		-			
Total										
DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dist.(mts )	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
					●	→	D	■	▼	
1. Solicitud del tipo de combustible		1	0	10	●					
2. Espera del combustible a planta		0	0	120			●			
3. Parada de equipos		1	0	180	●					
4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta.		1	0	5				●		
5. Inspección del tipo de combustible.		1	0	5				●		
6. Transporte del combustible al área de almacenamiento.		1	120	5		●				
7. Abastecimiento		2	0	40					●	
8. Verificación del abastecimiento.		1	0	5				●		
9. Arranque del equipo		2	0	40	●					
<b>Total</b>			<b>120</b>	<b>410</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	

Fuente: Planta Textil

Calentador:

Tabla 7: Diagrama de análisis de abastecimiento de calentador

DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DEL PROCESO										
Diagrama N° 01					Resumen					
Objeto:					Actividad	Actual	Prcp.	Economía		
Calentador					Operación	3				
Proceso:					Transporte	1				
Recepción, abastecimiento					Espera	1				
Método:					Inspección	3				
Actual					Almacenamiento	1				
Área:					Distancia (mts)	120				
Operaciones					Tiempo (Min-H)	340				
Ubicación:					Costo	-				
Planta					Mano de Cbra	-				
Fecha:					Material	-				
					Total					
DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dist.(mts )	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
					●	→	D	■	▼	
1. Solicitud del tipo de combustible		1	0	10	●					
2. Espera del combustible a planta		0	0	120			●			
3. Parada de equipos		1	0	140	●					
4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta.		1	0	5				●		
5. Inspección del tipo de combustible.		1	0	5				●		
6. Transporte del combustible al área de almacenamiento.		1	120	5		●				
7. Abastecimiento		2	0	20					●	
8. Verificación del abastecimiento.		1	0	5				●		
9. Arranque del equipo		2	0	30	●					
<b>Total</b>			<b>120</b>	<b>340</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	

Fuente: Planta Textil

Hornos:

Tabla 8 :Diagrama de análisis de abastecimiento de Hornos

DIAGRAMA DEL ANALISIS DEL PROCESO									
Diagrama N° 01					Resumen				
Objeto:					Actividad		Actual	Prop.	Economía
Horno					Operación	●	3		
Proceso:					Transporte		→	1	
Recepción, abastecimiento					Espera		D	1	
Método:					Inspección		⬇	3	
Actual					Almacenamiento		▣	1	
Área:					Distancia (mts)			120	
Operaciones					Tiempo ( Min-H)			330	
Ubicación:					Costo			-	
Planta					Mano de Obra			-	
Fecha:					Material			-	
					Total				
DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dist.(mts )	Tiempo (min)	Símbolos				Observaciones
					●	→	D	▣	
1. Solicitud del tipo de combustible		1	0	10	●				
2. Espera del combustible a planta		0	0	120			●		
3. Parada de equipos		1	0	140	●				
4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta.		1	0	5			●		
5. Inspección del tipo de combustible.		1	0	5			●		
6. Transporte del combustible al área de almacenamiento.		1	120	5		→			
7. Abastecimiento		2	0	20				▣	
8. Verificación del abastecimiento.		1	0	5				●	
9. Arranque del equipo		2	0	20	●				
<b>Total</b>			<b>120</b>	<b>330</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Fuente: Planta Textil

Los abastecimientos son considerados cada 15 días:

**Tabla 9: números de abastecimiento mensual**

	MENSUAL			
	ABASTECIMIENTO 01		ABASTECIMIENTO 02	
	Responsables	Tiempo (min)	Responsables	Tiempo (min)
CALDERAS	10	410	10	410
CALENTADOR	10	340	10	340
HORNO	10	330	10	330

Fuente: Planta Textil

## **1.2.2. Proceso de migración de combustibles tradicionales a gas natural**

Para la migración de combustibles tradicionales a gas natural es necesario considerar 2 procesos: el proceso técnico y el proceso constructivo.

### **1.2.1.1. Proceso Técnico**

Es necesario considerar lo siguiente:

- a) Ubicación de los equipos en la planta industrial: Es necesario que los equipos estén ubicados en una posición permanente y establecer los ambientes, ya que los criterios de aceptación deben estar enfocados en la NTP 111.010 (Instalaciones Internas Industriales), el cual menciona que los equipos deben estar en ambientes no confinados. En la tabla 6 muestra actualmente la ubicación de los equipos en los distintos ambientes.

**Tabla 10: Cuadro de Ubicación de equipos industriales**

Item	<i>EQUIPOS EN OPERACIÓN</i>	Tipo de Combustible	Ubicación
01	Calentador de aceite termico Garioni	D-2	AREA DE TINTORFERIA
02	Calentador de aceite termico Garioni	D-2	
03	Calentador de aceite termico Thermttechnik	D-2	
04	Chamuscadora Crompton & Knowles	D-2	
05	Polemizadora Kleinewefers	D 2	
06	Caldera de Vapor Garioni	R-6	AREA DE CALDERAS
07	Caldera Cleaver Brooks - Modificado	R-6	
08	Caldera de Vapor Garioni	R-6	
09	Caldera de Vapor Garioni	R-6	AREA DE SERVICIOS
10	Horno de curado Sussman	D-2	
11	Calentador de agua	D-2	
12	Cocina Industrial	GLP	AREA DE CONFECCIONES
13	Caldera Fulton	R-6	
14	Caldera Fulton	R-6	
15	Calentador de Agua	D-2	
16	Cocina Industrial	GLP	

Fuente: Universal Textil S.A.

b) Datos técnicos de los equipos:

- Potencia
- Tipo de combustible
- Eficiencia
- Horas de trabajo
- Días de trabajo

En la tabla 7 se puede observar los datos obtenidos de la planta Universal Textil S.A., en base a esta información se realizará el cálculo y diseño de la instalación industrial a gas natural.

Tabla 11: Cuadro de datos

EQUIPOS INDUSTRIALES	DATOS DE PLANTA				
	TIPO DE COMBUSTIBLE	POTENCIA BHP	EFICIENCIA	HORAS DE TRABAJO	DIAS DE TRABAJO
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 1	DIESEL 2	118.53	80%	12	22
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 2	DIESEL 2	177.80	80%	12	22
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 3	DIESEL 2	154.10	80%	12	22
CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES	DIESEL 2	25.26	80%	12	22
POLEMIZADORA KLEINEWEFERS	DIESEL 2	44.27	80%	12	22
CALDERA DE VAPOR GARIONI 1	RES DUJAL E	285.00	80%	12	22
CALDERA CLEAVER BROOKS	RES DUJAL E	500.00	80%	12	22
CALDERA DE VAPOR GARIONI 2	RES DUJAL E	285.00	80%	12	22
CALDERA DE VAPOR GARIONI 3	RES DUJAL E	285.00	80%	12	22
HORNO SUSSMAN	DIESEL 2	16.77	80%	12	22
CALENTADOR DE AGUA	DIESEL 2	15.00	80%	12	22
COCINA INDUSTRIAL	GLP	8.19	80%	12	22
CALDERA FULTON 4	RES DUJAL E	15.00	80%	12	22
CALDERA FULTON 5	RES DUJAL E	20.00	80%	12	22
CALENTADOR DE AGUA 2	DIESEL 2	15.00	80%	12	22
COCINA INDUSTRIAL 2	GLP	8.19	80%	12	22

Fuente: Universal Textil S.A.

c) Plano de recorrido de la instalación a gas natural: (Ver anexo 7.4)

- Vista isométrica
- Vista planta

d) Cuadro de cálculo y dimensionamiento de la red de gas natural

**A. Tabla de Conversiones:**

Tabla 12: Tabla de conversiones

PRESION										
INGRESAR VALOR	UNIDADES	bar	atm (Std)	atm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Psi (lb/in <sup>2</sup> )	mm Hg (0°C)	in Hg (0°C)	mm H <sub>2</sub> O (4°C)	in H <sub>2</sub> O (4°C)	P <sub>a</sub> (N/m <sup>2</sup> )
1	bar	1	0.9869232	1.0197162	14.5037736	750.0615613	29.529983	10197.162	401.463079	100000
1	atm (Std)	1.01325	1	1.0332276	14.6959503	750.009962	29.921256	10332.2755	406.762505	101325.01
1	atm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.900975	0.967841	1	14.2233407	737.559121	28.959121	10000	391.73079	90000.5
1	Psi (lb/in <sup>2</sup> )	0.0689478	0.086046	0.070307	1	51.7149241	2.03822	703.0898	27.679905	6894.7575
1	mm Hg (0°C)	0.00133322	0.0013159	0.0013595	0.0143368	1	0.03937	13.5951	0.53524	133.32238
1	in Hg (0°C)	0.0338639	0.0334211	0.0345316	0.4014542	25.30908	1	345.3155	13.5051	3386.3887
1	mm H <sub>2</sub> O (4°C)	0.0010500	0.00110	0.0011	0.014223	0.375556	0.0176359	1	0.03937	9.80665
1	in H <sub>2</sub> O (4°C)	0.0024909	0.0024583	0.00254	0.0361273	9.8683202	0.0735559	25.399998	1	249.0889
1	Pa (N/m <sup>2</sup> )	0.00001	0.0000989	0.000102	0.000715	0.00750062	0.0002952	0.001972	0.000119	1

POTENCIA							
INGRESAR VALOR	UNIDADES	KW	Kcal/h	BTU/h	HP (Internat)	CV (HP Metric)	m <sup>3</sup> (s)
1	KW	1	859.84523	3412.1416	1.3410221	1.3598218	0.101958759
1	Kcal/h	0.001163	1	3.9683207	0.0015596	0.0015812	0.00116343
1	BTU/h	0.0002931	0.2519962	1	0.00039301	0.0003965	0.000293522
1	HP (Internat)	0.7456999	641.1074746	2544.450574	1	1.0100697	0.077001646
1	CV (HP Metric)	0.7354988	632.4150903	2509.825908	0.9833201	1	0.074978559
1	BHP	0.8	693.081706	3317.254615	13.1550455	13.337502	1
1	m <sup>3</sup> (s)	0.027340076	6450	33632.3044	15.17360346	13.36114775	1.001763601

Fuente: Elaboración Propia

## B. Criterios de diseño

- Fórmula para la caída de presiones:

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 \cdot s \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Donde:

- $P_A$  y  $P_B$  presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm<sup>2</sup> A
- s densidad relativa del gas.
- L longitud del tramo en km, incluyendo la longitud equivalente de los



accesorios que la componen.

$Q$  caudal en  $m^3/h$  (condiciones normales)

$D$  diámetro en mm.

- Fórmula para el cálculo de la velocidad del fluido:

$$v = \frac{365,35.Q}{D^2.P}$$

Dónde:

$Q$  Caudal en  $m^3/h$  (condiciones normales)

$P$  Presión de cálculo en  $kg/cm^2$  absoluta

$D$  Diámetro interior de la tubería en mm.

$v$  velocidad lineal en m/s

- Fórmula para hallar la longitud equivalente de la instalación:











$$LE = 1.2 \times LR$$

Dónde:

$LE$  Longitud equivalente en m

$LR$  Longitud en m

**Tabla 13: Resistencia de codos, accesorios y válvulas para Gas Natural expresada en Longitud Equivalente de tubería recta en metros**

		Accesorios Roscados			Válvulas (roscado, bridado o soldado)				Soldadura codo de 90° y codo doblado +	Soldadura de T	
		Codo 45°	90°	Te	Tapón	Globo	Ángulo	Válvula Check	R/dφ=1-1/2	Forjado	Soldado en Ángulo
factor k		0.42	0.9	1.8	0.9	10	5	25	0.36	1.35	1.8
n=L/D ratio++=		14	30	60	30	333	167	83	12	45	60
Tamaño nominal de la tubería pulgada (cedula 40)	Diámetro interno (d) mm										
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.17	0.94
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 - Instalaciones industriales a gas natural

### C. Cuadro de consumos de equipos existentes y futuros

Tabla 14: Cuadro de consumo en m3/h

Item	Equipos actualmente instalados	Potencia	Unidades	Cant.:	Caudal Nominal	
					Q(nominal)	
01	Calentador de aceite termico Garioni	1000000	kcal/h	1	118.34	m3/h
02	Calentador de aceite termico Garioni	1500000	kcal/h	1	177.51	m3/h
03	Calentador de aceite termico Thermttechnik	1300000	kcal/h	1	153.85	m3/h
04	Chamuscadora Crompton & Knowles	213100	kcal/h	1	25.22	m3/h
05	Polemizadora Kleinewefers	373500	kcal/h	1	44.20	m3/h
<b>06</b>	<b>Ramal a futuro</b>	<b>1000000</b>	<b>kcal/h</b>	<b>1</b>	<b>118.34</b>	<b>m3/h</b>
07	Caldera de Vapor Garioni	285	BHP	1	284.50	m3/h
08	Caldera Cleaver Brooks - Modificado	500	BHP	1	499.12	m3/h
09	Caldera de Vapor	285	BHP	1	284.50	m3/h
10	Caldera de Vapor	285	BHP	1	284.50	m3/h
11	Horno de curado Sussman	141500	kcal/h	1	16.75	m3/h
<b>12</b>	<b>Horno Futuro</b>	<b>707550</b>	<b>kcal/h</b>	<b>1</b>	<b>83.73</b>	<b>m3/h</b>
<b>13</b>	<b>Caldera de vapor a futuro</b>	<b>285</b>	<b>BHP</b>	<b>1</b>	<b>284.50</b>	<b>m3/h</b>
14	Calentador de agua	15	BHP	1	14.97	m3/h
15	Cocina Industrial	69100	kcal/h	1	8.18	m3/h
16	Caldera Fulton	15	BHP	1	14.97	m3/h
17	Caldera Fulton	20	BHP	1	19.97	m3/h
18	Calentador de Agua	15	BHP	1	14.97	m3/h
19	Cocina Industrial	69100	kcal/h	1	8.18	m3/h
<b>Consumo proyectado total de equipos a gas natural</b>					<b>2456.29</b>	<b>m3/h</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 muestra tres equipos el cual se instalarán a futuro, para el diseño de la instalación estos equipos se considerarán.

Para el consumo actual-real se obtiene un factor de simultaneidad (FS) de 0.37 de acuerdo a la operación observada en Universal Textil.

- Factor de simultaneidad (FS): 0.37
- Consumo real (Q real): 908.83 m3/hr.
- Consumo nominal actual (Q nom.): 2 456.29 m3/h.

$$Q(nom) \times FS = Q(real)$$

$$2456.29 \text{ m3/h} \times 0.37 = 908.83 \text{ m3 / h}$$

## D. Cálculo de la red interna de gas natural

Tabla 15: Cálculo de velocidad, presión y diámetros de la red interna a Gas Natural

0.61		densidad relativa del gas natural		30.00		m/s									
Tramo	Tipo de tramo	Caudal Sm <sup>3</sup> /h	Pa bar	U calculo m	U escogido m	Ymax m/s	Obs. Velocidad	Longitud m	Long. Equiv. m	Hg bar	T	Obs. Caída de Presión			
DDMP -A	Operación	2,450.20	2.50	3.64	4	24.04	DN Aceptado	44.50	61.41	2.21	5%	Caída de Presión aceptada			
A-B	Operación	2,038.10	2.38	3.42	4	21.95	DN Aceptado	32.10	41.82	2.32	3%	Caída de Presión aceptada			
B-C	Operación	2,044.10	2.32	3.41	4	21.78	DN Aceptado	21.00	31.71	2.25	2%	Caída de Presión aceptada			
C-D	Operación	2,044.10	2.28	3.43	4	22.09	DN Aceptado	8.00	31.01	2.23	2%	Caída de Presión aceptada			
D-E	Operación	1,527.40	2.23	2.89	3	23.78	DN Aceptado	320	6.71	2.21	1%	Caída de Presión aceptada			
F-F	Operación	1,527.40	2.21	3.00	3	23.98	DN Aceptado	10.50	14.11	2.11	2%	Caída de Presión aceptada			
F-G	Operación	913.00	2.15	2.34	1	18.21	DN Aceptado	13.00	16.75	2.13	1%	Caída de Presión aceptada			
D-H	Operación	516.70	2.20	1.75	1	10.16	DN Aceptado	160	5.35	2.20	0%	Caída de Presión aceptada			
H-I	Operación	516.70	2.20	1.75	1	10.17	DN Aceptado	175.70	179.45	2.1	4%	Caída de Presión aceptada			
I-J	Operación	492.30	2.11	1.73	1	9.97	DN Aceptado	20.00	23.75	2.10	1%	Caída de Presión aceptada			
J-K	Operación	195.10	2.10	1.06	1	3.76	DN Aceptado	4.00	7.75	2.09	0%	Caída de Presión aceptada			
J-L	Operación	307.20	2.09	1.37	1	6.26	UN Aceptado	6.00	8.75	2.09	0%	Caída de Presión aceptada			
K-L	Operación	62.20	2.09	0.62	1	2.86	UN Aceptado	96.00	98.62	2.05	0%	Caída de Presión aceptada			
L-M	Operación	21.10	2.09	0.29	1	1.18	UN Aceptado	30.00	31.82	2.05	2%	Caída de Presión aceptada			
M-N	Operación	10.00	2.06	0.26	1	1.88	UN Aceptado	39.00	40.22	2.05	0%	Caída de Presión aceptada			
M-N 18	Operación	11.10	0.10	0.60	1	7.11	UN Aceptado	3.00	6.15	0.02	18%	Caída de Presión aceptada			
N-H 19	Operación	10.00	0.10	0.41	1	5.35	UN Aceptado	3.00	5.41	0.01	10%	Caída de Presión aceptada			
M-M 10	Operación	14.40	2.05	0.30	1	2.67	DN Aceptado	30.00	41.43	2.04	0%	Caída de Presión aceptada			
A-Z	Operación	044.00	2.30	1.90	2	11.99	DN Aceptado	10.70	10.61	2.37	1%	Caída de Presión aceptada			
Z-Z1	Operación	127.00	2.37	0.85	2	5.37	DN Aceptado	10.70	14.35	2.37	0%	Caída de Presión aceptada			
Z1-Z0	Operación	127.00	0.10	1.10	4	4.12	DN Aceptado	25.00	25.00	0.03	0%	Caída de Presión aceptada			
Z-O	Operación	516.70	2.37	1.70	2	10.65	DN Aceptado	10.70	10.71	2.37	0%	Caída de Presión aceptada			
O-P	Operación	485.90	2.38	1.65	2	9.09	DN Aceptado	12.00	12.01	2.38	0%	Caída de Presión aceptada			
Q-H	Operación	127.90	0.20	1.42	2	6.71	DN Aceptado	8.00	8.01	0.21	2%	Caída de Presión aceptada			
Q2-2	Operación	191.80	0.20	1.74	2	10.08	DN Aceptado	14.70	14.71	0.19	2%	Caída de Presión aceptada			
Q3-3	Operación	168.20	0.20	1.62	2	8.71	DN Aceptado	19.80	19.81	0.19	2%	Caída de Presión aceptada			
O-00	Operación	30.80	2.38	0.42	2	1.90	DN Aceptado	2.50	2.53	2.38	0%	Caída de Presión aceptada			
OR-4	Operación	30.80	0.10	0.73	2	3.96	DN Aceptado	48.00	48.00	0.05	25%	Caída de Presión aceptada			
B-BB	Operación	54.00	2.32	0.55	2	2.30	DN Aceptado	6.50	6.50	2.32	0%	Caída de Presión aceptada			
BB-5	Operación	54.00	2.32	0.55	2	2.30	DN Aceptado	5.80	5.80	2.32	0%	Caída de Presión aceptada			
C-6	Operación	-	2.32	-	1	-	DN Aceptado	20.00	20.00	2.32	0%	Caída de Presión aceptada			
F-3	Operación	307.20	2.15	1.36	11/2	24.51	DN Aceptado	5.50	5.50	2.12	1%	Caída de Presión aceptada			
H-10	Operación	307.20	2.16	1.36	11/2	24.61	UN Aceptado	6.60	6.61	2.12	1%	Caída de Presión aceptada			
U-7	Operación	307.20	2.13	1.36	11/2	24.70	UN Aceptado	6.60	6.61	2.11	1%	Caída de Presión aceptada			
U-8	Operación	610.69	2.13	1.82	2	27.61	UN Aceptado	6.60	6.61	2.11	1%	Caída de Presión aceptada			
I-II	Operación	21.10	2.11	0.39	1	1.16	UN Aceptado	32.10	32.11	2.09	1%	Caída de Presión aceptada			
II-Calcen	Operación	11.36	2.09	0.20	1	2.63	UN Aceptado	1.20	1.21	2.09	0%	Caída de Presión aceptada			
II-ODC	Operación	10.00	2.09	0.25	1	1.03	DN Aceptado	14.00	14.00	2.00	0%	Caída de Presión aceptada			
PI-14	Operación	14.40	0.10	0.50	1	7.41	DN Aceptado	3.00	3.00	0.03	10%	Caída de Presión aceptada			
OP-15	Operación	10.00	0.10	0.41	1	5.15	DN Aceptado	6.00	6.00	0.03	11%	Caída de Presión aceptada			
K-T	Operación	122.00	2.09	0.67	1	22.40	DN Aceptado	5.00	5.00	2.03	2%	Caída de Presión aceptada			
T-TT	Operación	122.00	2.06	0.67	1	22.77	DN Aceptado	2.00	2.00	2.04	1%	Caída de Presión aceptada			
TT-11	Operación	20.50	0.10	0.59	1	10.55	DN Aceptado	2.00	2.01	0.04	13%	Caída de Presión aceptada			
T-J	Operación	102.40	2.08	0.80	1	18.98	DN Aceptado	13.00	13.01	1.98	4%	Caída de Presión aceptada			
I-V	Operación	37.80	2.08	0.48	11/2	3.08	DN Aceptado	74.00	74.01	2.05	0%	Caída de Presión aceptada			
VR-17	Operación	21.60	0.10	0.61	11/2	4.94	DN Aceptado	3.00	3.01	0.11	3%	Caída de Presión aceptada			
VR-16	Operación	16.20	0.10	0.53	11/2	3.71	DN Aceptado	6.00	6.01	0.11	3%	Caída de Presión aceptada			

Fuente: Norma Técnica Peruana / Elaboración propia

Se elaboró la tabla 11, en base a las fórmulas mencionadas en el punto **B. Criterio de diseños**, el cual es utilizado como herramienta para efectos de cálculo en el sistema de la red interna de gas natural, tal como se muestra en la tabla 12.

**Tabla 16: Plantilla de cálculo**

0.61 densidad relativa del gas natural		30.00 m/s							
Tramo	Tipo de tramo	Caudal Sm <sup>3</sup> /h	Px bar	D calculo in	D escogido in	Vmax m/s	Obs. Velocidad	Longitud m	
ERMP - A	Operación	2,456.29	2.50	3.64	4	=8 (E25="", *,365.35*D25/((D25*25.4)+2*(E25+1))			
A-E	Operación	2,098.10	2.38	3.42	4	SI(prueba_lógica, [valor_si_verdadero], [valor_si_falso])			
B-C	Operación	2,044.10	2.32	3.41	4	21.78 DN Aceptado		2' 00"	

Fuente: Elaboración propia

### 1.2.1.2. Proceso Constructivo

Para el proceso constructivo es necesario considerar:

**A. Tubería de conexión:** Viene hacer el segmento de línea el cual anexa al terminal de la línea de abastecimiento de la concesionaria de gas natural con la ERM de la empresa solicitante. Para el presente trabajo se considera una longitud de 8m y calculado para un caudal de 908.83 m<sup>3</sup>/h, este sistema operará con presión no mayor de 10 bares asimismo la presión de diseño tendrá un rango de 5-19 bares, el material para la red interna será de acero al carbono la que será conectada a la ERM.

**B. Estación de Regulación y Medición Primaria (ERM):** La operación de este sistema es regular los valores de salida, estos valores de salida son el ingreso a la planta, estos valores son indicadores de presión, caudal, velocidad, consumo, necesarios para satisfacer el conjunto de equipos a alimentar dentro de la planta.

Los principales factores que son considerados para satisfacer el consumo necesario para los equipos térmicos son como se muestra en la tabla 13.

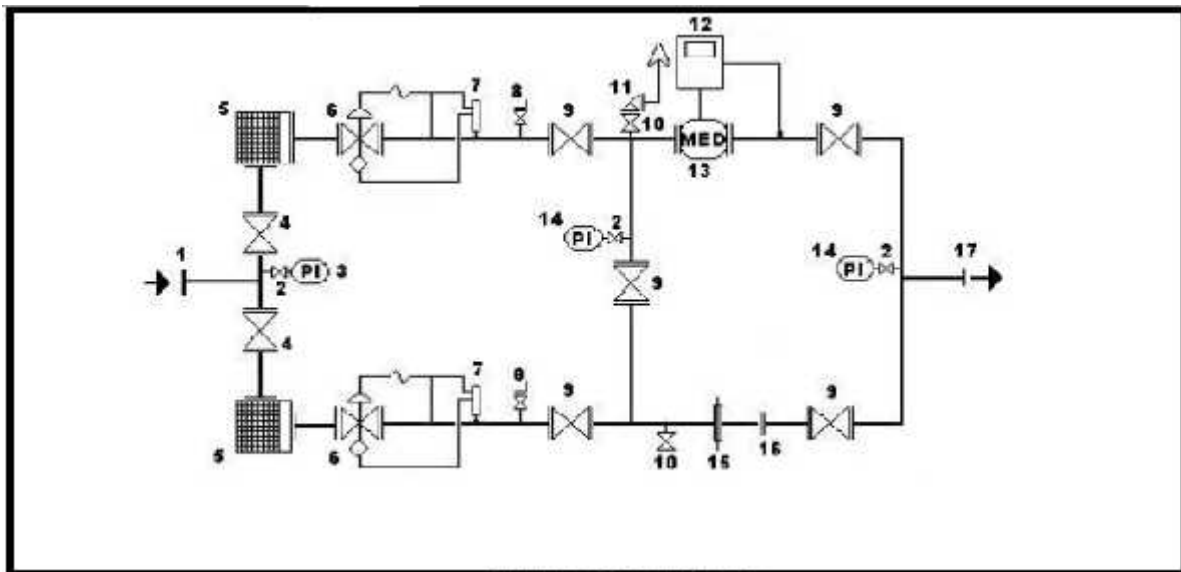
**Tabla 17: Características de la Estación de Regulación Primaria**

Presión de diseño	19 BAR
Presión mínima de entrada	5 BAR
Presión regulada	<b>2.5</b> BAR
Caudal	<b>908.83</b> m <sup>3</sup> /h
Proceso de soldadura	ASME IX
Terminación superficie arenado	METAL CASI BLANCO
Protección anticorrosiva	PINTURA EPOXICA

**Fuente: Elaboración Propia**

Se trabajará con una ERM de doble ramal:

Figura 22. Esquema Técnico - ERM



PLANILLA DE MATERIALES

POS.	CANT.	Ø"	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	2	BRIDA SO ENTRADA	ANSI 150 RF
2	3	½	VALVULA BLOQUEO Y PURGA	MOD 350 - ABAC
3	1	½	MANOMETRO RANGO 0-7 BAR	CUADRANTE 100 MM - CICLICERINA VIDRIO TEMPLADO
4	2	2	VALVULA ESFERICA FLOTANTE PT	ANSI 150 RF
5	2	3	FILTRO FMS - TAPA A BRIDA + Furgu ½"	ANSI 150 RF
6	2	1	VALVULA REGULADORA TA-306 FTO + SSV	ANSI 150 RF
7	2	½	VALVULA TIPO RT	ACFCO
8	2	1/2	VALVULA ESFERICA Con Trazo Cerdado	WOG 1000
9	6	3	VALVULA MARIPOSA A PALANCA	ANSI 150 RF
10	2	3/4	VALVULA ESFERICA Con Trazo Cerdado	WOG 1000
11	1	3/4x1	VALVULA DE SEGURIDAD POR ALIVIO 3/4" x 1"	10% DEL CAUDAL MAXIMO - ROSCADA
12	1		SECCION DE UNIDAD CORRECTORA DE CAUDAL	SAP 1010/01
13	1	3	MEFIDOR TURBINA G 251	ANSI 150 RF PROVFF INSTALADOR INTERNO
14	2	½	MANOMETRO RANGO 0-4 BAR	CUADRANTE 100 MM - CICLICERINA VIDRIO TEMPLADO
15	1	3	DISCO CIEGO PORDA	SAC 1010
16	1	3	CARRETE	ANSI 150 RF
17	1	3	BRIDA SO SALIDA	ANSI 150 RF

CONDICIONES DE DISEÑO		CONDICIONES DE CONSTRUCCION	
PRESION DE ENTRADA DE DISEÑO	19 bar	PINTURA:	LIMPIEZA SI SSPC-SP 5-63
PRESION DE ENTRADA MAXIMA	6 bar		PINTURA EPOXY 200 micrones
PRESION DE ENTRADA MINIMA	5 bar	SOLDADURA	SEGUN ASME IX
PRESION REGULADA	2.5 bar	END:	GAMMAGRAFIADO: 100 % DE LA SERIE 600
CAUDAL MAXIMO	908.83 Nm <sup>3</sup> /h		Y 300. LA SERIE 150 IRA 20% GAMMAGRAFIADO
INSTALACION	FAOLETIZADA SOBRE SKID		LICUIDOS PENETRANTES EN EL 100% DE LAS
NUMERO DE RAMAS	2		SOLDADURAS DE FILETE.
DIAMETRO TUBERIA ENTRADA	en 50 mm (2") - ANSI 150		PRUEBA HIDRAULICA A 1,5 VECES LA PRESION
DIAMETRO TUBERIA SALIDA REG.	en 80 mm (3") - ANSI 150		MAXIMA DE TRABAJO.
DIAMETRO TUBERIA MEDICION	en 80 mm (3") - ANSI 150		
DIAMETRO TUBERIA DE SALIDA	en 80 mm (3") - ANSI 150		

Fuente: Elaboración propia

### **C. Sistemas de tuberías**

En el proceso de instalación de tuberías se considera como presión de trabajo aguas debajo de la ERM de 2.5 bar, el sistema de tuberías se efectuará bajo un diámetro de 2 1/2" a una altura del piso terminado de + 1.50. Posteriormente aumenta el nivel a +6.00 del piso terminado, luego reposa en una medianera un tramo de 8.2 m. Una vez terminada la instalación en la parte exterior de los ambientes la tubería ingresará a las distintas áreas donde se ubican los equipos (Ver anexo 7.4.1), el accesorio tipo "T" se aplicará para las desviaciones, esto con el fin que mediante los cambios de direcciones permitan la alimentación a los distintos equipos con tubería de 1 1/2".

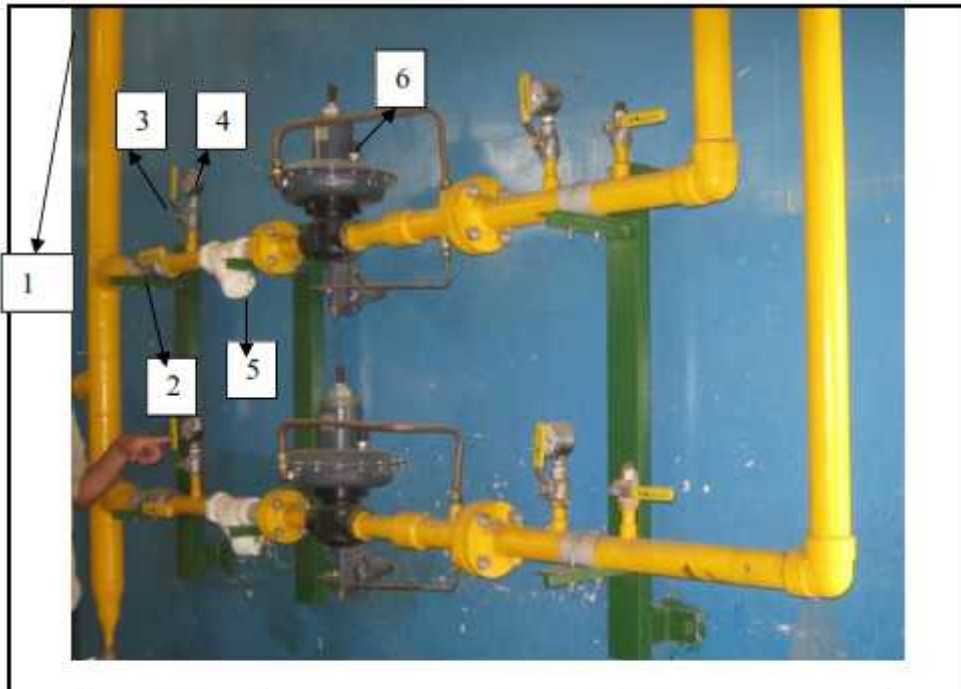
La aplicación del material será acero cédula 40 descrito cumpliendo con las especificaciones técnicas. Los planes de inspección y ensayo, asimismo como los protocolos serán de acuerdo a las normas nacionales e internacionales, esto para los puntos de soldadura a emplear en el sistema.

Todos los soportes metálicos pasaran por controles de calidad, dando seguridad al soporte de la carga (sistema de tuberías). Esta distancia entre puntos de soportes no será mayor a los 3 m.

**D. Estación de Regulación Secundaria (ERS):** La instalación de la ERS, mayormente son de un ramal a excepción que el solicitante considere un sistema backup. Ver figura 23.



**Figura 23. Estación de Regulación Secundaria**



POS	DESCRIPCION
1	Válvula Esférica General
2	Válvula Esférica para puesta en marcha
3	Válvula para manómetro
4	Manómetro tipo Bourdon
5	Filtro en Y Malla filtrante
6	Válvula Reguladora con bloqueo incorporado

**Fuente: Elaboración propia**

**E. Sistema de Combustión:** Comunmente los equipos no utiliza como alternativa el gas natural por ello es necesario evaluar su conversión del mismo a dual o su reemplazo, por un quemador dual, para este trabajo se considera el cambio de quemadores de todos los equipos de tipo dual, el cual trabajara con gas natural.

### 1.2.2 Marco Legal

El marco legal del gas natural se encuentra determinado por las siguientes leyes:

- Ley Orgánica de Hidrocarburos Ley N° 26221 (20/08/93).
- Ley de promoción del desarrollo de la industria del gas natural Ley N° 27133 (04/06/99).
- Ley de descentralización de acceso al consumo de gas natural Ley N°28849 (19/07/06).
- Reglamento de distribución de gas natural por red de ductos D.S. N° 042-99-EM.

Asimismo, existen otras Leyes, Normas Técnicas y Decretos Supremos relacionados al Gas Natural Vehicular y Gas Natural Comprimido:

Decreto Supremo que crea el Reglamento para la instalación y operación de

- Estaciones de servicio de GNV D.S N° 006-2005-EM.
- Decreto Supremo que crea el Reglamento Técnico para el equipo de conversión de gas natural vehicular D.S. N° 006-2005-PRODUCE.
- Resolución Directoral que crea el Régimen de autorización y funcionamiento de las entidades certificadoras de conversiones y talleres de conversión de GNV N° 3990-2005-MTC/15.
- Decreto Supremo que incorpora los equipos de conversión de GNV en la lista del plan piloto de compras corporativas obligatorias D.S. N° 008-2006-PCM.
- Decreto Supremo que declara de interés nacional el uso del gas natural vehicular D.S N° 009-2006-EM.
- Decreto Supremo que crea la “Comisión Nacional para promover el uso de gas natural” D.S. 022-2004-PRODUCE.
- Decreto Supremo que dicta normas para promover el uso de gas natural D.S. N° 063-2005-EM.
- Decreto Supremo que reglamenta y establece los parámetros de comercialización del GNC. D.S. 057-2008-EM.

- Resolución del Consejo Directivo 755-2007-OS-CD, que establece los procedimientos para obtener los ITF de instalación y de uso y funcionamiento para estaciones de compresión, estaciones de descompresión y trasvase.
- Norma Técnica Peruana NTP 111.018.2004, Taller de montaje y reparación de equipos completos para GNV.
- Norma Técnica Peruana NTP 111.019.2007, Estación de servicio para venta al público de GNV.
- Norma Técnica Peruana NTP 111.010.2003, Redes industriales a Gas Natural
- Norma Técnica Peruana NTP 111.021.2006, Tuberías en Polietileno

### **1.2.3 Investigaciones o Antecedentes del Estudio**

#### **A. Antecedentes internacionales**

(Rubio Gutiérrez, 2013), en la tesis titulada “Propuesta de un modelo de mercado de gas natural y su impacto en el mercado de energía, para la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia”. Tuvo como objetivo: La recopilación de información de gas natural en el mercado energético internacional y nacional, a través de este análisis, se estudiarán los métodos de tarifas, rutas de los principales gaseoductos, políticas internacionales y nacionales; eficiencia y beneficios en el mercado de energía. Conclusiones: a) La tendencia del uso de gas natural aumenta a nivel mundial, gracias a sus atributos de menor contaminación que el petróleo (-29%) y el carbón (-44%) y a su mayor eficiencia, fácil y limpia manipulación; lo que posicionan al gas natural como el combustible capaz de balancear el mayor incremento de la demanda de energía; b) Es importante entender que la demanda de gas natural reacciona rápidamente y en forma conjunta con el aumento de los índices de crecimiento económico; tanto en el incremento de la demanda en la generación eléctrica global, favoreciendo la generación de turbinas de gas y la demanda industrial desde el 35 % en 2006 al 39% en 2030. Esta demanda estaría cubierta por las reservas convencionales de gas natural, que mantienen el ratio producción/reservas entre los 60 - 65 años, y por el desarrollo de las reservas no tradicionales, cuyas estimaciones para el 2030 superarían a las tradicionales en un 138%; c) Existen retos del nuevo marco legal para fomentar las inversiones en redes y garantía de la oferta, para que la industria de gas natural madure y se consolide, en un contexto de cambios rápidos en el mercado mundial.

(Sánchez Boscán, 2013), en la tesis titulada “Gas Natural como alternativa para la liberación de combustibles líquidos usados en la generación eléctrica del Estado Zulia, para la Universidad Simón Bolívar, Venezuela”. Tuvo como objetivo: Determinar la factibilidad de usar gas natural (GNL o GNC) como

fuentes de suministro para las plantas de generación eléctrica en el Estado Zulia para la liberación de combustibles líquidos que permitan una mejor rentabilidad a la nación. Conclusiones: a) Se pudo constatar que la región zuliana posee actualmente un déficit de gas natural de 729 MMPCED (PDVSA Gas) que representa el 85.5% de la demanda de la región y el cual está siendo abastecido a través de otros energéticos como los combustibles líquidos. Dentro del sector energético, la cantidad de combustible líquido utilizado en las plantas termoeléctricas corresponde a 1 900.8 MMUS \$ / año. b) Al liberar los combustibles líquidos, los mismos también pudiesen ser usados para otras plantas termoeléctricas que se construyen en el país que no poseen fuentes alternativas de suministro de gas natural.

(Oswaldo Augusto, 2013), en la tesis titulada “Plan estratégico de comercialización de hidrocarburos” caso: cambio de la matriz energética sobre la base del uso del gas natural en el Ecuador, para la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Tuvo como objetivo: Desarrollar un Plan Estratégico de Explotación y Comercialización de Gas Natural que permita cambios en la matriz energética y sus consecuentes efectos positivos en los egresos del Estado. Conclusión General: El desarrollo de la presente tesis, justifica la sustitución del diésel y GLP por el uso del gas natural en el mercado nacional de combustibles.

(Gómez Valdivieso, 2016), en la tesis “Evaluación de la factibilidad del uso del gas natural producido en el campo Shushufindi como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental en el oriente Ecuatoriano, para la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador”. Tuvo como objetivo: Realizar el estudio de factibilidad del uso del gas natural producido en el Campo Shushufindi como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental por emisiones y reducir costos económicos. Conclusiones: a) Según los estudios realizados con los datos facilitados en el campo, por la SHE, ARCH y con la Empresa Ecuapet, si es factible la implementación de un sistema de generación eléctrica utilizando el

gas natural en el campo Shushufindi especialmente en la Estación Aguarico.

b) Aplicando la generación eléctrica por medio de generadores a gas se disminuye la contaminación directa en las teas, se disminuye la emanación de contaminantes locales del aire tales como: NO<sub>x</sub>, CO, hidrocarburos no combustionados, materiales particulados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y componentes orgánicos volátiles (VOCs).

## **B. Antecedentes nacionales**

(Lau Pineda & Corro Inostroza, 2017), en la tesis titulada “Sustitución del petróleo industrial 6 (PI-6) por gas natural comprimido (GNC) en la planta de harina de pescado Copeinca Chimbote para reducir costos de producción y emisiones gaseosa, para la Universidad Nacional del Sana – Chimbote”. Tuvo como objetivo: Realizar un estudio de sustitución del petróleo industrial 6 por gas natural comprimido en la Planta de harina de pescado Copeinca Chimbote con el objetivo de reducir los costos de producción y las emisiones gaseosas al medio ambiente. Conclusiones: a) La investigación sustenta que el cambio de combustible de R-6 por GNC, se produce una baja significativa en los costos de producción, asimismo genera beneficios en el tema ambiental; b) Las cifras muestra una reducción en los costos de producción de 14.009 US\$ por tonelada de harina (-25.74%) y la reducción de las emisiones gaseosas de 70.13 m<sup>3</sup> por tonelada de harina para el CO<sub>2</sub> (-32.37%) y en 2.47 m<sup>3</sup> por tonelada de harina para el CO (-100%), el cual valida la hipótesis de la investigación; c) La investigación sustenta mediante indicadores como: VAN de 3,697,972,39 US\$, una TIR elevada de 63.08%, cifras que demuestran el beneficio de este cambio.

(Alcocer Peña, Arohuanca Lagos, & Guillén Chávez, 2013). En la tesis titulada “Planeamiento estratégico para el Sector Gas Natural en el Perú”. Su objetivo fue: Determinar la situación actual del sector de gas natural Conclusiones: a) El establecimiento del Perú en la utilización del gas natural, en la solución del problema energético, y sus ventajas y beneficios frente al

medio ambiente y el rendimiento energético; b) La proyección de consumo en el Perú se extiende hasta en un 74%, este crecimiento seguirá proyectándose en mayor proporción por lo que desarrollar la explotación y exploración se hace necesaria.

(Chávez Ñahuinripa, 2005). En el estudio titulado “Proyecto de conversión industrial al consumo de Gas natural en una planta textil”, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, en la Universidad Nacional de Ingeniería. Tuvo como objetivo: Examinar la parte técnica económica en el ejercicio de ejecución del cambio de sus equipos térmicos a gas natural de la planta Industrial Textil, que es abastecido por distintos carburantes. Llega a las conclusiones siguientes: a) El incremento en la competitividad y productividad no solo en el aspecto económico del carburante, las cuales se aproxima a un 40%, sumado a ello las enormes ventajas producto de su operación como son: suministro permanente, tipo de aplicación, aumento en la eficiencia en su combustión y mayor beneficio al medio ambiente; b) Reducción al mantenimiento de generadores, propio de la disminución en la formación de cenizas (hollín) con el petróleo residual. Se estima un mantenimiento semestral con gas natural a lo que era quincenalmente con el petróleo residual; d) El aprovechamiento del gas natural para la manufactura implica un impacto social si se relaciona al medio ambiente, por ser más limpio y liviano.

### **1.3 Marco Conceptual**

#### **Calandra**

Aparato que consiste en hacer en hacer pasar una impresión en papel especializado para sublimación, a una tela determinada.

#### **Calderas de Vapor**

Equipo industrial con distintas capacidades de almacenamiento las cuales dentro de su proceso la importancia radica en la salida del mismo que es vapor.

#### **Camisea**

Megayacimiento de gas el más significativo en América Latina, la operación es de tipo off shore in land el cual consiste en operar la tierra como si se tratara de una producción en mar.

#### **Gas natural**

Combinación de los diferentes Hidrocarburos, mayormente gaseosos, ubicado en el subsuelo de manera natural; a veces encontrado próximo al Petróleo, encima de los mismos yacimientos, y la composición, como la del crudo, su varianza radica en su punto de ubicación.

#### **Migración**

Referido a los numerosos productos que se utilizan a diario procedentes del petróleo, y que han sido sometidos a largos y complejos procesos, que pasan por la extracción, transporte y refino, así como a tareas de prospección.

#### **Osinergmin**

Organismo Supervisor de la inversión en energía y minería; encargada de regular y supervisar que las empresas estén bajo las normativas vigentes.



**Petróleo**

Combustible líquido, constituido por descomposición, transformación de restos de animales y plantas encontrados en el fondo de la tierra.

**Empresa textil**

Área de la economía dedicada a la fabricación de telas, fibras, hilos y sus derivados.

**La red de distribución**

Línea principal conectadas entre sí, con la finalidad de transportar el gas natural a los distintos puntos de abastecimiento.

## **CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Planteamiento del Problema**

#### **2.1.1 Descripción de la realidad problemática**

Desde fines del siglo XX, los cambios se han generado con el transcurrir del tiempo, ingresando nuevas tecnologías que han sido de gran impacto para el desarrollo.

Esta tecnología en el ámbito energético en el Perú, obedece a los cambios que se han dado, tanto en el marco legal y regulatorio, en el ejercicio de buscar el desarrollo en el campo principal de la industria.

Este beneficio ha servido de gran desarrollo al país, durante el transcurso de los años el consumo del gas natural ha generado un crecimiento, tanto en el sector industrial, comercial y residencial.

En el año 2004 se adjudica la operación comercial de este combustible en Perú. Se buscó la viabilidad de este proyecto, donde los antecedentes influyeron para que los estudios correspondientes se realizarán, para que esta energía se pueda comercializar, asimismo el de influir en la economía nacional.

El gas natural de forma segura va sustituyendo al petróleo, una fuente fósil cara y volátil en su cotización internacional. Así se han visto favorecidos los usuarios del servicio público de energía eléctrica, quienes han gozado de tarifas más baratas y de una fuente de electricidad estable; la fuerza hidráulica que en varias ocasiones ha sido afectada por las variaciones climáticas que afectan al Perú; también se ha podido incrementar la eficiencia en la producción de electricidad, mediante la introducción de la tecnología de generación de ciclo combinado a gas natural.

Con respecto a la industria textil, el uso del gas natural permite un ahorro energético en un intervalo del 20 al 30%, lo que representa un menor costo en términos económicos, además de la no contaminación del medio ambiente. Este ahorro sería factible si se utilizan procesos de transferencia de calor por convección en contraposición a los tradicionales que utilizan fluidos intermedios.

Actualmente la planta Universal Textil, tiene un alto consumo de energía tanto en el sector eléctrico como en el sector térmico, esta variación oscila en la parte eléctrica entre el 30-35% y la parte térmica oscila entre el 65-70%, teniendo como universo el consumo total. En este marco, constantemente está en la búsqueda de la reducción de sus costos de producción, mediante el uso de nuevas tecnologías energéticas, que permitan reducir los procesos tanto en el sector eléctrico como en el sector térmico de las cuales generen mejoras en el proceso productivo.

Siendo en este caso para la empresa Universal Textil, la utilización del gas natural la opción ventajosa, pues ofrece una serie de ventajas la producción de energía calorífica aprovechable, lo que permite cubrir las necesidades energéticas de la planta de producción. No requiriendo tanques de almacenamiento, lo que disminuye los riesgos inherentes a los almacenajes; asimismo una vez que cesa la demanda de calor en los procesos, la combustión de gas puede finalizar instantáneamente, lo que favorece los procesos que requieren cargas variables o intermitentes.

Considerando que los equipos de sistema térmicos instalados operan bajo una eficiencia del 80%, esto quiere decir que existe pérdida de energía, estos equipos están diseñados para trabajar entre el 90% y 95% de su capacidad. Esta pérdida de energía hace notar que los combustibles las cuales los equipos actualmente consumen, no logran una combustión en su totalidad. Esto es crítico porque impacta en la emisión de gases tóxicos, asimismo las pérdidas económicas son significativas.

## **2.1.2 Definición del problema general y específicos**

### **2.1.2.1. Problema General**

De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora el proceso productivo de la planta Universal Textil, Lima, 2019?

### **2.1.2.2. Problemas Específicos**

- a) De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora en el ahorro económico, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019?
- b) De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora la eficiencia de los equipos térmicos, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019?
- c) De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuye a la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019?

## **2.2 Objetivos, delimitación y justificación de la investigación**

### **2.2.1 Objetivo general y específico**

#### **2.2.1.1. Objetivo general**

Determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora del proceso productivo de la planta Universal Textil, Lima, 2019.

### **2.2.1.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora del ahorro económico, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019.
- b) Determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora de la eficiencia de los equipos térmicos, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019.
- c) Verificar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para contribuir a la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019

### **2.2.2 Delimitación del estudio**

#### **2.2.2.1. Delimitación espacial**

El estudio tiene como delimitación espacial la planta de la empresa Universal Textil S.A. Lima.

#### **2.2.2.2. Delimitación temporal**

La investigación tiene una delimitación temporal de 6 meses dentro del periodo 2019.

#### **2.2.2.3. Delimitación temática**

El estudio comprende la reducción de costos mediante el proceso de migración de combustibles tradicionales a gas natural, en la planta de Universal Textil, Lima.

## **2.2.3 Justificación e importancia del estudio**

### **2.2.3.1. Justificación teórica**

La investigación tiene un valor teórico, en tanto analiza la migración de combustibles tradicionales y el gas natural. Según Hernández, Fernández y Baptista (2016) la justificación teórica, contribuye a ampliar la información para apoyar el avance de los conceptos que se conocen en nuestra sociedad (p. 45)

### **2.2.3.2. Justificación metodológica**

La investigación utilizará instrumentos validados para la recolección de datos tanto para la migración de combustibles tradicionales como para medir el rubro gas natural, lo que será una fuente valiosa para poder encontrar una solución a esta problemática.

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2016) la justificación metodológica, busca nuevas forma de hacer investigación (p. 49).

### **2.2.3.3. Justificación social**

El desarrollo de la investigación permitirá dar a conocer cuáles son las bondades de la migración de combustibles tradicionales a gas natural en en la Industria textil peruana. Según Hernández, Fernández y Baptista (2016) la justificación social responde al interés de la sociedad (p. 50).

### **2.2.3.4. Justificación práctica**

El estudio permitirá conocer la realidad de las empresas respecto a costos de sus procesos productivos y proponer el empleo de gas natural por las muchas bondades que representa su uso en los distintos sectores económicos. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2016) la justificación práctica, propone estrategias que ayudaran a solucionar el problema (p. 50).

### **2.2.3.5. Importancia**

El presente estudio tiene importancia, porque permitirá conocer los beneficios económicos, energéticos y ambientales que representara el uso de gas natural en la industria textil. Asimismo consentirá el porcentaje de eficiencia y el impacto de los gases propagados por el uso de combustibles tradicionales.

## **2.3 Hipótesis, variables y definición operacional**

### **2.3.1 Supuestos teóricos**

- La demanda del Gas Natural, va satisfacer de manera permanente los requerimientos de la planta.
- Para el escenario sin Gas Natural, se cubrió el funcionamiento de los equipos, el cual tiene que ser duales (Operación bajo dos tipos de combustible).
- El ahorro energético está calculado en base a las potencias de los actuales equipos, en tal sentido todo cambio de equipo debe respetar las mismas condiciones.

### **2.3.2 Hipótesis general y Específicos**

#### **2.3.2.1. General**

La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejorará el proceso productivo de la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.

### 2.3.2.2. Específicos

- Hipótesis 1: La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejorará el ahorro económico en la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.
- Hipótesis 2: La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejorará la eficiencia de los equipos térmicos en la planta de Universal Textil, Lima 2019.
- Hipótesis 3: La migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuirá la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.

### 2.3.3 Variables, definición operacional e indicadores

Tabla 18: Variables, definición operacional e indicadores

VARIABLES		DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Migración de combustibles tradicionales	Proceso Productivo	Son los procedimientos o actividades que incluyen pasos físicos, químicos, mecánicos, requeridos para la manufactura.	1. Evaluación de los procesos en los equipos de sistemas térmicos.
Migración de combustibles tradicionales	Ahorro Económico	Capital que no se consume o se gasta y que se reserva para cubrir una necesidad o contingencia.	2. Evaluación económica anual.
Migración de combustibles tradicionales	Eficiencia Térmica	Permite medir el rendimiento de un equipo.	3. Evaluación del ahorro energético anual.
Migración de combustibles tradicionales	Gases Tóxicos	Son los gases que producen interacciones en el organismo vivo, los gases desprendidos de la combustión como el CO <sub>2</sub> .	4. Evaluación por emisión de gases tóxicos en los distintos tipos de combustible.

Fuente: Elaboración Propia



## **CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS**

### **3.1 Tipo y nivel de la investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, porque es un proceso que permite transformar el conocimiento teórico que proviene de la investigación básica en conceptos, prototipos y productos, sucesivamente. (Lozada, 2016, p. 38).

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es aplicada porque busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.

### **3.2 Diseño de la investigación**

Diseño No experimental.

### **3.3 Universo, población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2016, p. 172), “la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Las poblaciones deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y de tiempo. Para el estudio la población es de 10 personas y estará determinada por: cinco jefaturas y cinco supervisores”.

### **3.3.2. Muestra**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2016, p. 173), la muestra es un subgrupo de la población.

Para el presente estudio de investigación, la muestra fue de 10 personas, determinada por 5 jefaturas y 5 supervisores, personal que labora en la planta y conocedores del tema.

En este caso la selección de la muestra está relacionada con la intención y experiencia del investigador, lo que supone un conocimiento objetivo de las características y propiedades de la población (Carrasco, 2012, p. 264).

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1. Técnicas**

Para realizar el acopio de información se vio por conveniente utilizar la **técnica de la entrevista** para indagar la opinión acerca de las variables.

La entrevista, permite conocer la opinión subjetiva de la presunción de hechos y situaciones; por tal razón, quien recoge información usando esta técnica debe tener en cuenta tal situación (Méndez, 2008, p. 252).

Se utilizó el **análisis documentario**, esto permitió establecer la información referente a los datos técnicos de los equipos.

Esta técnica es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, constituciones, etc).

### **3.4.2. Instrumentos**

El instrumento que se empleará será la **Guía de la entrevista**, que sirve a la técnica de la entrevista y que consiste en una hoja impresa, que contiene las preguntas a formular al entrevistado, en una secuencia determinada (Hernández, 2016, p. 597.)

Para la información técnica el instrumento que se utilizará será **los informes y registros**, necesarios para el presente trabajo. (Ver anexo 7.1)

## **3.5 Procesamiento de datos**

### **3.5.1. Datos y Análisis de la Entrevista**

Existen preguntas abiertas y preguntas cerradas, (Hernández et al, 2003; Martínez, 2002), el uso de cada una de ellas depende del tipo de investigación que se esté llevando a cabo, ya que cada cuestionario obedece a diferentes necesidades y problemas de investigación, lo que da lugar a que en cada caso el tipo de preguntas sea diferente (Hernández et al, 2003). Para el desarrollo de este trabajo se ha aplicado preguntas cerradas.

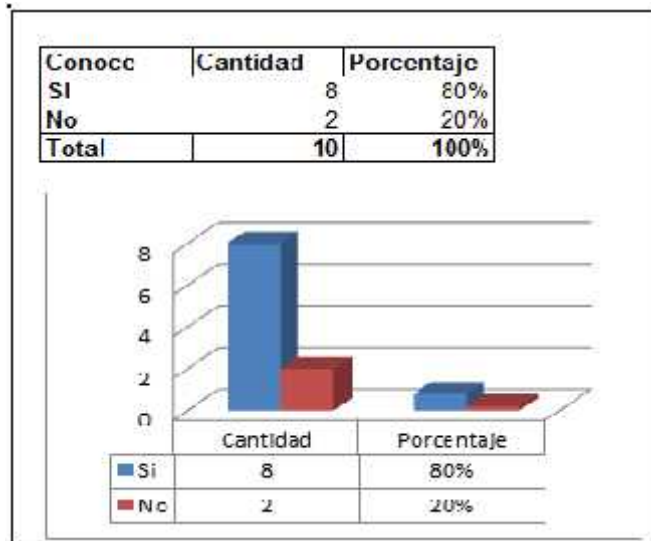
## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Presentación de resultados

#### 4.1.1 Análisis y resultados de la encuesta

- 1) ¿Los equipos consumen combustibles líquidos?

Figura 24. Nivel de consumo de combustible

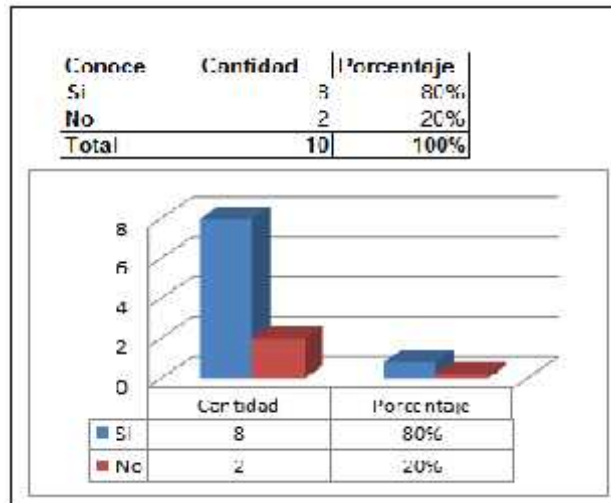


Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro se puede observar que existe un alto consumo en los equipos de combustibles líquidos, el cual impacta en los costos operacionales.

- 2) ¿El tiempo de abastecimiento de los equipos se hacen por periodos mayor o igual a 10 días?

**Figura 25. tiempo de abastecimiento de combustible**

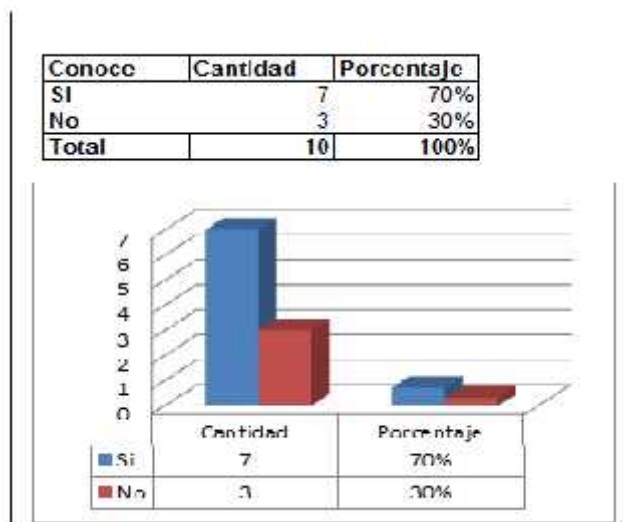


**Fuente : Elaboración Propia**

En el cuadro se observa que el abastecimiento a los equipos, son de periodos cortos, los equipos necesitan previos arranques antes de la operación, al ser periodos cortos el abastecimiento aumenta la pérdida de combustible en los arranques.

- 3) ¿Los requerimientos de combustibles en planta se hacen en periodos mayor o igual a 20 días?

**Figura 26. Periodos de requerimientos**

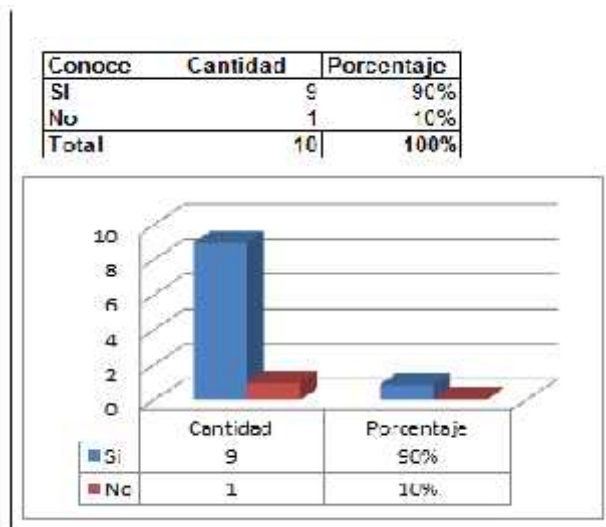


**Fuente :Elaboración Propia**

En el cuadro se observa que los requerimientos de combustibles en planta, son de periodos cortos, esto quiere decir que la capacidad de almacenaje es limitada en la planta, afectando en los costos de operación.

- 4) ¿Existe pérdida de combustible en el momento del abastecimiento a los equipos?

**Figura 27. Niveles de pérdida de combustible**

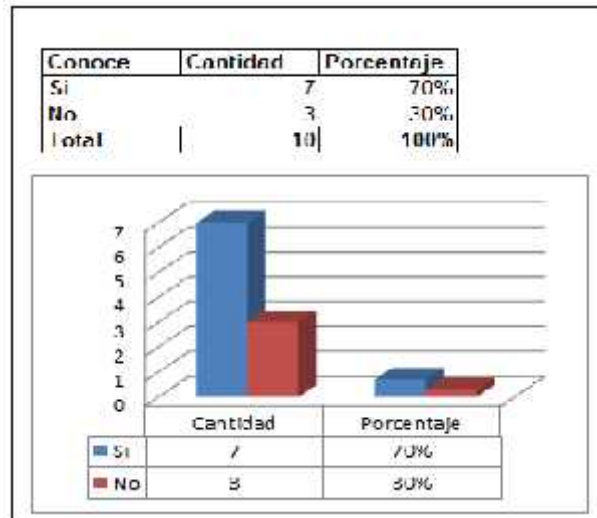


**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar que existe pérdida de combustible, esto al momento que los equipos son abastecidos y en el proceso de pre calentamiento, afectando los costos de operación.

- 5) ¿El porcentaje de pérdida de combustible por abastecimiento es mayor o igual a 3%?

**Figura 28. Porcentaje de pérdida de combustible**

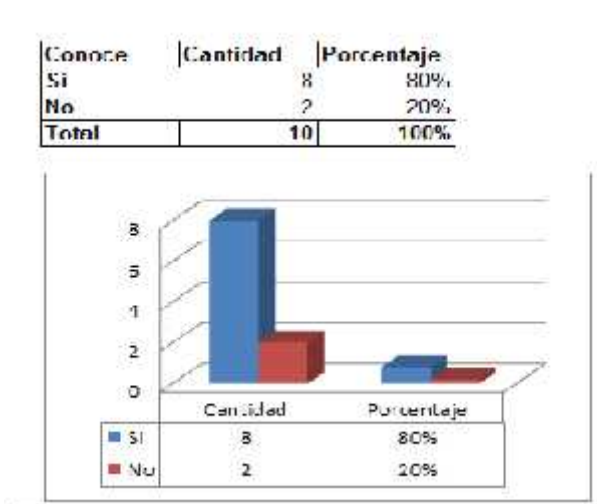


**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar que la pérdida de combustible en promedio es del 3%, esto es significativo si se hace la evaluación por periodos anuales, esto incrementa los costos de operación.

- 6) ¿Considera que el problema de la eficiencia de los equipos es por el tipo de combustible?

**Figura 29. Niveles de eficiencia de equipos**

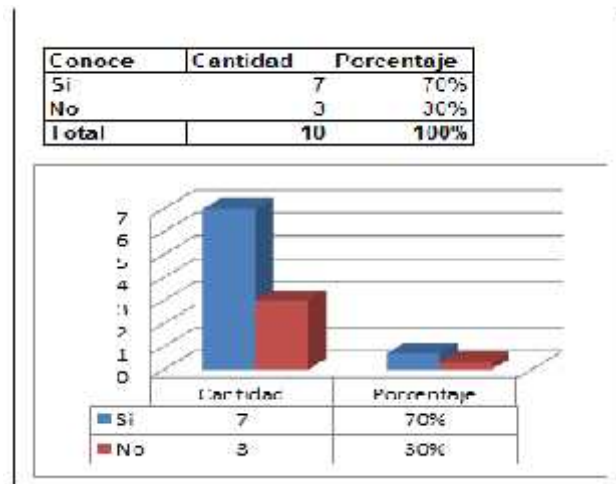


**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar que el tipo de combustible influye en la eficiencia de los equipos, esto debido al poder calorífico que presenta el tipo de combustible.

7) ¿Tiene conocimiento que la eficiencia térmica de los equipos puede variar por el tipo de combustible?

**Figura 30. Niveles de conocimiento de la eficiencia**



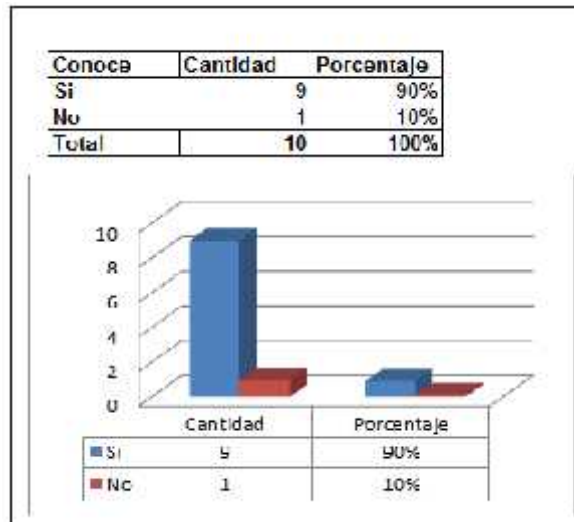
**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar, que existe un alto índice de influencia en el tipo de combustible, que pueda generar mayor eficiencia en los equipos.

8) ¿Tiene conocimiento del Gas Natural y sus beneficios?



**Figura 31. Niveles de conocimiento del gas Natural**

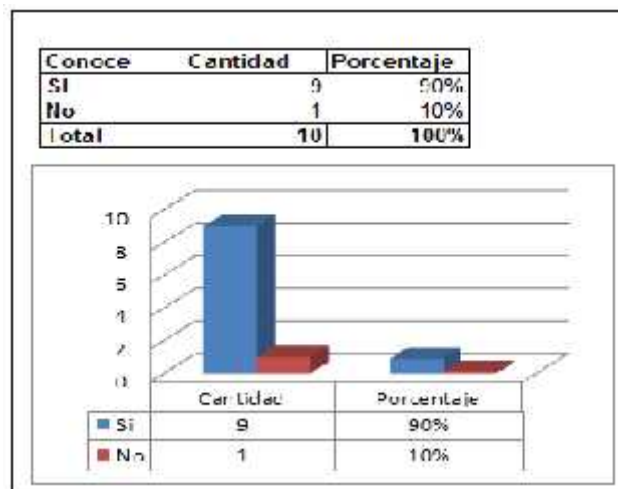


**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar, que existe un alto índice de expectativa por el beneficio que otorga el gas natural.

- 9) ¿Estaría de acuerdo en el cambio de fuente de energía por un combustible en menor precio, limpio y seguro como el Gas Natural?

**Figura 32. Utilizar energía alterna**

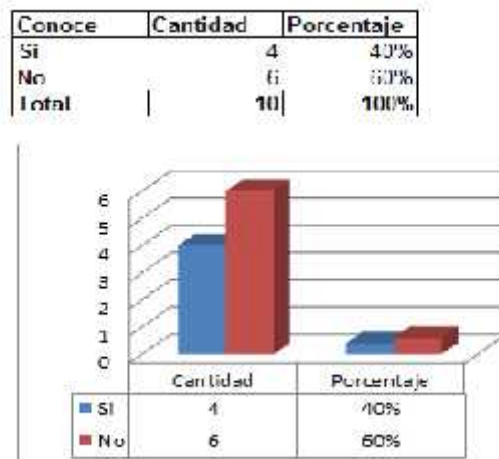


**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar, que existe la aceptación del uso del gas natural, como fuente de energía.

10) ¿Tiene conocimiento que el Gas Natural Puede generar un impacto positivo en la disminución de gases?

**Figura 33. Impacto del Gas natural**



**Fuente: Elaboración Propia**

En el cuadro se puede observar, la falta de conocimiento en liberación de gases de combustión y su influencia en el impacto ambiental.

Tabla 19: Consolidado - resultado de encuesta

PREGUNTAS	Persona Encuestada																				RESULTADO		INFLUENCIA		
	Ricardo S.		Julio A.		Aniceto N.		Julian A.		Jorge M.		Waldo Ch.		Juan P.		Carlos E.		Felix V.		Dante P.						
	CARGO		Jefe de Servicio Comercial		Jefe de Mantenimiento		Jefe de Operaciones		Supervisor de Operaciones		Jefe de Logística		Supervisor Logístico		Supervisor Mecánico		Supervisor de Mantenimiento		Responsable de Seguridad Industrial		Supervisor de Seguridad		SI	NO	NIVEL
1	¿Los equipos consumen combustibles licuados?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		6	2	ALTA	Costos
2	¿El tiempo de abastecimiento de los equipos se hacen por periodos mayor o igual a 10 días?		1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		6	2	ALTA	Costos
3	¿Los requerimientos de combustibles en planta se hacen en periodos mayor o igual a 20 días?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		7	3	ALTA	Costos
4	¿Existe pérdida de combustible en el momento del abastecimiento a los equipos?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		9	1	ALTA	Costos
5	¿El porcentaje de pérdida de combustible es mayor o igual a 3%?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		7	3	ALTA	Costos
6	¿Considera que el problema de la eficiencia de los equipos es por el tipo de combustible?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		8	2	ALTA	Eficiencia Energética
7	¿Tiene conocimiento que la eficiencia térmica de los equipos puede variar por el tipo de combustible?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		7	3	ALTA	Eficiencia Energética
8	¿Tiene conocimiento del Gas Natural y sus beneficios?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		9	1	ALTA	Impacto Ambiental
9	¿Estaría de acuerdo en el cambio de fuente de energía por un combustible en menor precio, limpio y seguro como el Gas Natural?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		9	1	ALTA	Impacto Ambiental
10	¿Tiene conocimiento que el Gas Natural puede generar un impacto positivo en la disminución de gases?	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		4	8	BAJA	Impacto Ambiental

CONDICIÓN	NIVEL DE INFLUENCIA
ALTA	1-4
BAJA	5-10

SECTORES DE EVALUACIÓN		
COSTOS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	IMPACTO AMBIENTAL

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.2 Mejora en el proceso

#### Calderos

Tabla 20: Diagrama de procesos - cuadro comparativo de mejora

DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DEL ACTUAL										DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DEL MEJORA											
ACTUAL					Mejoras					MEJORA					Mejoras						
					Actividad	Activa	Pausa	Forma						Actividad	Activa	Pausa	Forma				
Dirección					Operación					Operación					Operación						
Código					Transporte					Transporte					Transporte						
Proceso					Espera					Espera					Espera						
Recepción, abastecimiento					Inspección					Inspección					Inspección						
Método					Almacenamiento					Almacenamiento					Almacenamiento						
Código					Distancia (mts)					Distancia (mts)					Distancia (mts)						
Área					Tiempo (Min/H)					Tiempo (Min/H)					Tiempo (Min/H)						
Operaciones					Costo					Costo					Costo						
Ubicación					Mano de Obra					Mano de Obra					Mano de Obra						
Planta					Materia					Materia					Materia						
Estado					Trata					Trata					Trata						
Categorías Tradicionales										Categorías Tradicionales											
DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dura (mes)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones	DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dura (mes)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
1. Solución de problemas combustible		1	0	10	●	→	■	▼			1. Solución de problemas combustible		0	0	0	●	→	■	▼		
2. Espera de combustible a planta		0	0	20							2. Espera de combustible a planta		0	0	0						
3. Parada de equipos		1	0	10							3. Parada de equipos		0	0	0						
4. Verificación cumplimiento de seguridad práctica a los equipos		1	0	5							4. Verificación cumplimiento de seguridad práctica a los equipos		0	0	0						
5. Inspección de tipo de combustible		1	0	5							5. Inspección de tipo de combustible		0	0	5						
6. Transporte del combustible a área de almacenamiento		1	20	6							6. Transporte del combustible a área de almacenamiento		0	0	0						
7. Almacenamiento		2	0	40							7. Almacenamiento		0	0	0						
8. Verificación del abastecimiento		1	0	5							8. Verificación del abastecimiento		0	0	2						
9. Arranque del equipo		2	0	40							9. Arranque del equipo		0	0	0						
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Hornos:

Tabla 21: Diagrama de procesos - cuadro comparativo de mejora

Actual										MEJORA									
					Resumen										Resumen				
					Actual	Prop.	Economía								Actual	Mejora	Economía		
Tipo:					Operación	0				Tipo:					Operación	II			
Horno:					Transporte	1				Horno:					Transporte	II			
Proceso:					Espera	1				Proceso:					Espera	0			
Método:					Inspección	0				Método:					Inspección	2			
Actual:					Almacenamiento	1				Actual:					Almacenamiento	0			
Área:										Área:									
Operaciones:					Tiempo (Min-H)	100				Operaciones:					Tiempo (Min-H)	7			
Ubicación:					Costo	-				Ubicación:					Costo	-			
Planta:					Manc de Cbra	-				Planta:					Manc de Cbra	-			
Horno:					Materia	-				Horno:					Materia	-			
Total:										Total:									
DESCRIPCIÓN										DESCRIPCIÓN									
Medio / Equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Medio / Equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos						
1. Solicitar del tipo de combustible	1	0	10	●	→	■	▼		1. Solicitar del tipo de combustible	1	0	10	●	→	■	▼			
2. Espera del combustible a planta	0	0	100	●	→	■	▼		2. Espera del combustible a planta	0	0	100	●	→	■	▼			
3. Arriada de equipos	1	II	11	●	→	■	▼		3. Arriada de equipos	1	I	11	●	→	■	▼			
4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta	1	0	5	●	→	■	▼		4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta	1	0	5	●	→	■	▼			
5. Inspección del tipo de combustible	1	0	5	●	→	■	▼		5. Inspección de tipo de combustible	1	0	5	●	→	■	▼			
6. Transporte del combustible al área de almacenamiento	1	100	5	●	→	■	▼		6. Transporte del combustible al área de almacenamiento	1	0	0	●	→	■	▼			
7. Abastecimiento	2	0	20	●	→	■	▼		7. Abastecimiento	1	0	0	●	→	■	▼			
8. Verificación del abastecimiento	1	0	5	●	→	■	▼		8. Verificación de abastecimiento	1	0	2	●	→	■	▼			
9. Arriada de equipos	1	II	11	●	→	■	▼		9. Arriada de equipos	1	I	11	●	→	■	▼			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>11</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Calentadores:

Tabla 22: Diagrama de procesos - cuadro comparativo de mejora

DIAGRAMA DEL ANALISIS DEL PROCESO										
Actual					Resumen					
					Actividad	Materia	Economía			
					Operación	0				
					Transporte	0				
					Espera	0				
					Inspección	0				
					Almacenamiento	0				
					Distancia (mts)	00				
					Tiempo (Min-H)	340				
					Costo	-				
					Mantenimiento	-				
					Vigilancia	-				
Combustibles Tradicionales					Total	-				
DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
1. Selección de tipo de combustible		0	0	10	●	→	□	▼		
2. Espera del combustible a planta		0	0	00	●					
3. Parada de equipos			0	00	●					
4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta.		0	0	5	●					
5. Inspección del tipo de combustible		0	0	5	●					
6. Transporte del combustible al área de almacenamiento.		0	20	5	●	→	□	▼		
7. Abastecimiento		2	0	20	●					
8. Verificación del abastecimiento		0	0	5	●					
9. Arranque de equipo		2	0	00	●					
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>000</b>	<b>340</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	

DIAGRAMA DEL ANALISIS DEL PROCESO										
MEJORA					Resumen					
					Actividad	Materia	Economía			
					Operación	0				
					Transporte	0				
					Espera	0				
					Inspección	2				
					Almacenamiento	0				
					Distancia (mts)	00				
					Tiempo (Min-H)	7				
					Costo	-				
					Mantenimiento	-				
					Vigilancia	-				
Gas Natural					Total	-				
DESCRIPCIÓN	Medio / Equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
1. Selección del tipo de combustible		0	0	0	●	→	□	▼		
2. Espera del combustible a planta		0	0	0	●					
3. Parada de equipos		0	0	0	●					
4. Verificación de cumplimiento de seguridad previo al ingreso a planta.		0	0	0	●					
5. Inspección del tipo de combustible		1	0	5	●					
6. Transporte del combustible al área de almacenamiento.		0	0	0	●	→	□	▼		
7. Abastecimiento		0	0	0	●					
8. Verificación del abastecimiento		1	0	2	●					
9. Arranque de equipo		0	0	0	●					
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2 Contrastación de Hipótesis**

### **4.2.1 Hipótesis 1: La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora el ahorro económico en la planta Universal textil S.A., Lima 2019**

#### **Análisis y resultado económico**

Para el presente trabajo se cuantificará el ahorro en los distintos combustibles y se armará un comparativo con el gas natural. Cada equipo será evaluado de manera independiente, los costos incurridos en cada uno de los mismos serán considerados, asimismo como la eficiencia en cada uno de los mismos.

Identificado el ahorro, se procede a trabajar el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), este indicador es necesario para sustentar si el proyecto es viable.

El presente trabajo contempla distintos puntos a seguir, las cuales estarán definidas, es necesario conocer los valores en las cuales se está asumiendo para su elaboración:

- Se asume que la línea de producción es continua.
- La capacidad de inversión es interna.
- Se constituye una tasa anual del 12%.
- El análisis es proyectado a 12 meses.
- Los costos de operación son estimados

#### **Pasos**

- Evaluación Económica de Combustibles Tradicionales y Gas Natural

- Estimación de la Inversión
- Cronograma de pagos de la Inversión del Proyecto
- Cálculo del VAN y TIR

#### **A. Evaluación Económica de Combustibles Tradicional y Gas**

**Natural:** En la tabla 10, muestra los distintos equipos, actualmente instalados en la planta Universal Textil S.A., así mismo los datos de cada uno de ellos. La evaluación económica está basada en esta información en las siguientes tablas 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.



## A.1 CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 1

Tabla 23: Evaluación económica del calentador de aceite térmico garioni 1

PRECIOS REFERENCIALES									
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV)	kg/m3	Galon US / m3	BTU/m3	ETU/m3			
				Unidades	B	PC superior C	PC inferior D	Uniformizand n Unidades	Precio - Soles F
GN	MMBTU	19.64		264.2		37898.4	34271.3	MMBTU	21.60
D2	Galon US	7.78		264.2		36363283.01	34148200.3	MMBTU	63.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL									
Equipo:		CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 1							
Potencia:		118.53 BHP							
Combustible Inicial:		DIESEL 2							
Datos de Operación:									
Días/año		280							
Horas/día		12							
Factor de Carga		85%							
Eficiencia PR		80%							
Eficiencia ON		00%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.				<b>Conversión</b>					
				<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>					
Costo de combustible									
		DIESEL 2			Gas Natural				
Potencia a requerir =		4.96			4.41 MMBH				
Energía a requerir =		13155.84			11894.08 MMBTU				
Consumo =		101174.17			341220.91 Galon US				
<b>Costo =</b>		<b>S/. 791,803.07</b>			<b>S/. 252,577.13 Nuevos Soles / Año</b>				
Costos de Operación									
		DIESEL 2			Gas Natural				
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
Atomización =		S/. 3,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
Bombeo =		S/. 1,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00 Nuevos Soles /Año</b>				
Evaluación Económica									
Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN									
Ahorro =		S/. 805,803.07			S/. 252,577.13				
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 553,225.94 Nuevos Sole</b>			<b>= \$ 184,408.65 dolares/año</b>				

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Potencia a requerir} = \frac{\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{MMBH}}{\text{Eficiencia del combustible}}$$

Eficiencia del combustible

$$\text{Energía requerida} = \text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$$

$$\text{Consumo (D2)} = \frac{\text{Energía a requerir} \times 10^6}{D} \times B$$

D

## A.2 CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 2

Tabla 24: Evaluación económica del calentador de aceite térmico garioni 2

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Incl. IGV) A	kg/m <sup>3</sup>	GalonUS / m <sup>3</sup>	BTU/m <sup>3</sup>	ETU/m <sup>3</sup>	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	M/MBTU	19.34		264.2	37638.4	34271.3	M/MBTU	21.60
D2	Galon LS	7.78		264.2	36363283.0	34148200.3	M/MBTU	30.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo: CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 2								
Potencia: 7780 BHP								
Combustible Inicial: DESEL 2								
Datos de Operación:								
Ciclo/año: 260								
Horas/día: 12								
Factor de Carga: 85%								
Eficiencia PR.: 80%								
Eficiencia GN.: 90%								
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.						<b>Conversión</b>		
						<b>1 BHP = 0.033491639744375 MMBH</b>		
Costo de combustible								
<b>DIESEL 2</b>			<b>Gas Natural</b>					
Potencia a requerir =		7.44			6.6 MMBH			
Energía a requerir =		9733.35			1754.29 MMBTU			
Consumo =		152632.76			51936.36 Galon US			
<b>Costo =</b>		<b>S/. 1,187,716.25</b>			<b>S/. 378,859.41</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Costos de Operación								
<b>DIESEL 2</b>			<b>Gas Natural</b>					
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
Atomización =		S/. 3,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
Bombear =		S/. 1,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 1,201,716.25</b>			<b>S/. 378,869.41</b>			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 822,846.84</b>	<b>Nuevos Sole</b>	<b>=</b>	<b>\$ 274,282.28</b>	<b>dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $\frac{\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH}}{\text{Eficiencia del combustible}}$

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (D2) =  $\frac{\text{Energía a requerir} \times 10^6}{\text{Costo}} \times B$

D

### A.3 CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO GARIONI 3

Tabla 25: Evaluación económica del calentador de aceite térmico garioni 3

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	GalnUS/m3	BTU/m3	ETU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		264.2	37698.4	342713	MMBTU	21.60
D2	GalnUS	7.78		264.2	36363283.01	3448200.3	MMBTU	60.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:		CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 3						
Potencia:		154.10 BHP						
Combustible Inicial:		DESEL 2						
Datos de Operación:								
Días/año		260						
Horas/día		12						
Factor de Carga		85%						
Eficiencia PR.		80%						
Eficiencia GN.		90%						
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>				
Potencia a requerir =		3.45			5.73 MMBH			
Energía a requerir =		17103.81			15203.39 MMBTU			
Consumo =		132315.87			443618.85 GalnLS			
<b>Costo =</b>		<b>S/. 1,029,417.48</b>			<b>S/. 328,373.71 Nuevos Soles / Año</b>			
Costos de Operación								
<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>				
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año			
Atomización =		S/. 0,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año			
Bombeo =		S/. 0,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año			
<b>Parcial.:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00 Nuevos Soles /Año</b>			
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		S/. 1043,417.48			- S/. 328,373.71			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 715,043.76 Nuevos Sole</b>			<b>= \$238,347.92 dolares/año</b>			

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (D2) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

#### A.4 CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES

Tabla 26: Evaluación económica de chamuscadora crompton & knowles

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	Unidades B	Galon US/m3	ETL/m3	BTU/m3	Precio - Soles E
					PC superior C	PC inferior D	Uniformizan do Unidades	
GN	MMBTU	19.64		264.2	37698.4	3427.3	MMBTJ	21.60
D2	Galon US	7.78		264.2	3E363293.01	3414820C.3	MMBTJ	60.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES							
Potencia:	25.26	BHP						
Combustible Inicial:	DIESEL 2							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia P.R.:	80%							
Eficiencia G.V.:	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
	<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>			
Potencia a requerir =		1.06				0.94	MMBH	
Energía a requerir =		2803.54				2452.03	MMBTU	
Consumo =		2'688.29				727'4.89	Galon US	
<b>Costo =</b>		<b>S/. 168,734.89</b>				<b>S/. 53,824.71</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>	
Costos de Operación								
	<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>			
Calentamiento =		S/. 10000.00				S/. 0.00	Nuevos Soles /Año	
Atomización =		S/. 3000.00				S/. 0.00	Nuevos Soles /Año	
Bombeo =		S/. 1000.00				S/. 0.00	Nuevos Soles /Año	
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>				<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles /Año</b>	
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 182,734.89</b>		<b>-</b>		<b>S/. 53,824.71</b>		
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 128,910.17</b>		<b>Nuevos Sole</b>	<b>=</b>	<b>\$ 42,970.06</b>	<b>dolares/año</b>	

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (D2) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.5 POLEMIZADORA KLEINEWEFERS

Tabla 27: Evaluación económica de polemizadora kleinewefers

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	GalonUS/m3	BTU/m3	ETU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC interior D		
GN	MIMBTU	13.64		264.2	37698.4	342713	MIMBTU	21.60
D2	GalónUS	7.78		264.2	36363283.01	34'48200.3	MIMBTU	60.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	POLEMIZADORA KLEINEWEFERS							
Potencia:	44.27	BHP						
Combustible Inicial:	DESEL 2							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia PR.	80%							
Eficiencia GN.	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.						<b>Conversión</b>		
						<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>		
Costo de combustible								
<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>				
Potencia a requerir =		1.85			1.65	MMBH		
Energía a requerir =		4913.75			4367.78	MMBTU		
Consumo =		38013.03			127447.26	Galón US		
<b>Costo =</b>		<b>S/. 295,741.35</b>			<b>S/. 94,338.48</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Costos de Operación								
<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>				
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles /Año		
Atomización =		S/. 3,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles /Año		
Bombeo =		S/. 1,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles /Año		
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles /Año</b>		
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible - Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible - Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 309,741.35</b>	-		<b>S/. 94,338.48</b>			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 215,402.86 Nuevos Sole</b>			<b>=</b>	<b>\$ 71,800.95 dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (D2) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.6 CALDERA DE VAPOR GARIONI 1

Tabla 28: Evaluación económica de caldera de vapor garioni 1

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	GalonUS / m3	BTU/m3	BTU/m3	Uniformizado Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	FC superior C	FC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		264.2	376984	34271.3	MMBTU	21.60
PR3	Galon US	5.13		264.2	3369606.0	37506833.3	MMBTU	36.13
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	CALDERA DE VAPOR GARIONI 1							
Potencia:	285.00	BHP						
Combustible Inicial:	RESIDUAL 6							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga:	85%							
Eficiencia PR:	80%							
Eficiencia GN:	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
	<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>			
Potencia a requerir =	11.93				0.60 MMBH			
Energía a requerir =	31632.62				2817.68 MMBTU			
Consumo =	222797.85				820450.7 GalonUS			
<b>Costo =</b>	<b>S/. 1,142,952.93</b>				<b>S/. 607,310.24 Nuevos Soles / Año</b>			
Costos de Operación								
	<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>			
Dañamiento =	S/. 10,000.00				S/. 0.00 Nuevos Soles/Año			
Atomización =	S/. 3,000.00				S/. 0.00 Nuevos Soles/Año			
Bombec =	S/. 1,000.00				S/. 0.00 Nuevos Soles/Año			
<b>Parcial:</b>	<b>S/. 14,000.00</b>				<b>S/. 0.00 Nuevos Soles /Año</b>			
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)PR3 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>	S/. 1,56,952.98				- S/. 607,310.24			
<b>Ahorro =</b>	<b>S/. 549,642.74 Nuevos Sole</b>				<b>= \$ 183,214.25 dolares/año</b>			

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (R6) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.7 CALDERA CLEAVER BROOKS

Tabla 29: Evaluación económica de caldera cleaver brooks

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	Galon US/m3	BTU/m3	BTU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		264.2	37698.4	342713	MMBTU	21.60
PR 6	Galon JS	5.13		264.2	33696606.0	375068838	MMBTU	36.3
D2	Galon JS	7.78		264.2	36363283.0	34482003	MMBTU	30.9
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:		CALDERA CLEAVER BROOKS						
Potencia:		300.00 BHP						
Combustible Inicial:		RESIDUAL 6						
Datos de Operación:								
Días/año		260						
Horas/día		12						
Factor de Carga		85%						
Eficiencia PR.		80%						
Eficiencia GN.		90%						
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639741375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>				
Potencia a requerir =		23.93		18.60		MMBH		
Energía a requerir =		55495.82		49329.62		MMBTU		
Consumo =		390873.42		143986.27		Galon US		
<b>Costo =</b>		<b>S/. 2,005,180.67</b>		<b>S/. 1,065,456.56 Nuevos Soles / Año</b>				
Costos de Operación								
<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>				
Calentamiento =		S/. 10,000.00		S/. 0.00 Nuevos Soles / Año				
Atomización =		S/. 3,000.00		S/. 0.00 Nuevos Soles / Año				
Bombeo =		S/. 1,000.00		S/. 0.00 Nuevos Soles / Año				
<b>Parcial.:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>		<b>S/. 0.00 Nuevos Soles / Año</b>				
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)PR6 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 2,019,180.67</b>		<b>-</b>		<b>S/. 1,065,456.56</b>		
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 953,724.10 Nuevos Sole</b>		<b>=</b>		<b>\$ 317,908.03 dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Efficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (R6) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.8 CALDERA DE VAPOR GARIONI 2

Tabla 30: Evaluación económica de caldera de vapor garioni 2

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m <sup>3</sup>	Galon LS / m <sup>3</sup>	BTU/m <sup>3</sup>	BTU/m <sup>3</sup>	Precio - Soles E	
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		Uniformiza do Unidades
GN	MMBTU	19.64		264.2	37638.4	34271.3	MMBTU	21.60
FR6	Galon US	5.13		264.2	39656636.0	37506883.8	MMBTU	36.13
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	CALDERA DE VAPOR GARIONI 2							
Potencia:	285.00	BHP						
Combustible inicial:	RESIDUAL 6							
Datos de Operación:								
Ciclo/año	260							
Horas/día	12							
Factor de carga	85%							
Eficiencia PR:	80%							
Eficiencia GN:	90%							
Se está asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
		RESIDUAL 6		Gas Natural				
Potencia a requerir =		1.93		13.60	MMBH			
Energía a requerir =		31632.62		28117.88	MMBTU			
Consumo =		222797.85		820450.17	Galon US			
<b>Costo =</b>		<b>S/. 1,142,952.98</b>		<b>S/. 607,310.24</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>			
Costos de Operación								
		RESIDUAL 6		Gas Natural				
Calentamiento =		S/. 10,000.00		S/. 3.00	Nuevos Soles /Año			
Atomización =		S/. 3,000.00		S/. 3.00	Nuevos Soles /Año			
Bombeo =		S/. 1,000.00		S/. 3.00	Nuevos Soles /Año			
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>		<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles /Año</b>			
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)PR6 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 1,156,952.98</b>		<b>S/. 607,310.24</b>				
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 549,642.74</b>	<b>Nuevos Sole</b>	<b>=</b>	<b>\$ 183,214.25</b>	<b>dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (R6) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D



## A.9 CALDERA DE VAPOR GARIONI 3

Tabla 31: Evaluación económica de caldera de vapor garioni 3

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	Galon US / m3	BTU/m3	BTU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		264.2	37693.4	34271.3	MMBTU	21.60
PR 6	Galon US	5.13		264.2	39696605.0	37506833.8	MMBTU	36.13
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:		CALDERA DE VAPOR GARIONI 3						
Potencia:		285.00	BHP					
Combustible inicial:		RESIDUAL 6						
Datos de Operación:								
Días/año		260						
Horas/día		12						
Factor de Carga		85%						
Eficiencia PR:		80%						
Eficiencia GN:		90%						
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>				
Potencia a requerir =		11.93			1060 MMBH			
Energía a requerir =		31632.62			26117.88 MMBTL			
Consumo =		222737.85			820450.17 Galon US			
<b>Costo =</b>		<b>S/. 1,142,952.98</b>			<b>S/. 607,310.24 Nuevos Soles / Año</b>			
Costos de Operación								
<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>				
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles / Año			
Atmización =		S/. 3,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles / Año			
Bombeo =		S/. 1,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles / Año			
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00 Nuevos Soles / Año</b>			
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)PR6 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		S/. 1,156,952.98			- S/. 607,310.24			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 549,642.74 Nuevos Sole</b>			<b>= \$ 183,214.25 dolares/año</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (R6) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.10 HORNO SUSSMAN

Tabla 32: Evaluación económica de horno sussman

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m <sup>3</sup>	GalnUS/m <sup>3</sup>	BTU/m <sup>3</sup>	ETU/m <sup>3</sup>	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC interior D		
GN	MIMBTU	13.64		264.2	37698.4	342713	MIMBTU	21.60
D2	Galón US	7.78		264.2	36363283.01	34'482003	MIMBTU	60.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	HDFMC SUSEMAN							
Potencia:	16.77	B-HP						
Combustible Inicial:	DESEL 2							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia PR.	80%							
Eficiencia GN.	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.						<b>Conversión</b> <b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>		
Costo de combustible								
DIESEL 2				Gas Natural				
Potencia a requerir =		3.70			0.62	MMBH		
Energía a requerir =		1861.57			654.73	MIMBTU		
Consumo =		14401.19			46283.23	Galón US		
<b>Costo =</b>		<b>S/. 112,041.23</b>			<b>S/. 35,740.01</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Costos de Operación								
DIESEL 2				Gas Natural				
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
Atomización =		S/. 3,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
Bombeo =		S/. 1,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
<b>Parcial.:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 126,041.23</b>			<b>S/. 35,740.01</b>			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 90,301.22</b>			<b>\$ 30,100.41</b>	<b>dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (D2) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.11 CALENTADOR DE AGUA

Tabla 33: Evaluación económica de calentador de agua

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m <sup>3</sup>	Galón US / m <sup>3</sup>	BTU/m <sup>3</sup>	BTU/m <sup>3</sup>		Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D	Uniformizan do Unidades	
GN	MMBTU	19.64		2642	37698.4	34271.3	MMBTU	21.60
D2	Galón US	7.78		2642	36363283.01	34148200.3	MMBTU	60.9
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:		CALENTADOR DE AGUA						
Potencia:		15.00 BHP						
Combustible Inicial:		DIESEL 2						
Datos de Operación:								
Días/año		260						
Horas/día		12						
Factor de Carga		35%						
Eficiencia PF:		30%						
Eficiencia GM:		90%						
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481633744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
<b>DIESEL 2</b>			<b>Gas Natural</b>					
Potencia a requerir =		0.63			0.63 MMBH			
Energía a requerir =		1664.87			1479.89 MMBTU			
Consumo =		12879.55			43181.59 Galón US			
<b>Costo =</b>		<b>S/. 66,072.07</b>			<b>S/. 31,963.70 Nuevos Soles / Año</b>			
Costos de Operación								
<b>DIESEL 2</b>			<b>Gas Natural</b>					
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año			
Atomización =		S/. 0,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año			
Bombeo =		S/. 0,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año			
<b>Parcial:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00 Nuevos Soles /Año</b>			
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		S/. 80,072.07			S/. 3,963.70			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 48,108.38 Nuevos Soles</b>			<b>= \$ 16,036.13 dolares/año</b>			

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (D2) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.12 COCINA INDUSTRIAL

Tabla 34: Evaluación económica de cocina industrial

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	Galon US / m3	BTL/m3	BTU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		234.2	37693.4	34271.3	MMBTU	21.60
GLP	kg	1.676	550	234.2	23211275.9	25646615.4	MMBTU	35.54
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	COCINA INDUSTRIAL							
Potencia:	8.19 BHP							
Combustible hicial:	GLP							
Datos de Operación:								
Ciclo/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia PR:	80%							
Eficiencia GN:	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
<b>GLP</b>			<b>Gas Natural</b>					
Potencia a requerir =	0.34		0.30 MMBH					
Energía a requerir =	939.08		808.07 MMBTU					
Consumo =	9353.92		23578.60 Galon US					
<b>Costo =</b>	<b>S/. 32,674.39</b>		<b>S/. 17,453.25 Nuevos Soles / Año</b>					
Costos de Operación								
<b>GLP</b>			<b>Gas Natural</b>					
Calentamiento =	S/. 0.00		S/. 0.00 Nuevos Soles / Año					
Atomización =	S/. 0.00		S/. 0.00 Nuevos Soles / Año					
Bombear =	S/. 0.00		S/. 0.00 Nuevos Soles / Año					
<b>Parcial:</b>	<b>S/. 0.00</b>		<b>S/. 0.00 Nuevos Soles / Año</b>					
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)GLP - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>	S/. 32,674.39		-		S/. 17,453.25			
<b>Ahorro =</b>	<b>S/. 15,221.14 Nuevos Sole</b>		<b>=</b>		<b>\$ 5,073.71 dolares/año</b>			

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (GLP) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

A.13 CALDERA FULTON 4

Tabla 35: Evaluación económica de caldera fulton 4

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	GalonUS / m3	BTU/m3	BTU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		264.2	37698.4	34271.3	MMBTU	21.60
PR3	Galon US	5.13		264.2	33696060	37506833.3	MMBTU	36.13
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	CALDERA FULTON 4							
Potencia:	15.00	BHP						
Combustible Inicial:	RESIDUAL 6							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia PR:	80%							
Eficiencia GN:	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b> 1 BHP = 0.033481639744375 MMBH			
Costo de combustible								
	<b>RESIDUAL 6</b>			<b>Gas Natural</b>				
Potencia a requerir =	0.63			0.56 MMBH				
Energía a requerir =	1664.87			1479.89 MMBTL				
Consumo =	11726.20			43181.59 GalonUS				
<b>Costo =</b>	<b>S/. 60,155.42</b>			<b>S/. 31,563.70 Nuevos Soles / Año</b>				
Costos de Operación								
	<b>RESIDUAL 6</b>			<b>Gas Natural</b>				
Daenamiento =	S/. 10,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles/Año				
Atomización =	S/. 3,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles/Año				
Bombec =	S/. 1,000.00			S/. 0.00 Nuevos Soles/Año				
<b>Parcial:</b>	<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00 Nuevos Soles /Año</b>				
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)PR3 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>	S/. 74,155.42			- S/. 31,363.70				
<b>Ahorro =</b>	<b>S/. 42,191.72 Nuevos Sole</b>			<b>= \$ 14,063.91 dolares/año</b>				

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida =  $\text{Potencia a requerir} \times \text{Tiempo} \times \text{Factor de carga}$

Consumo (R6) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

A.14 CALDERA FULTON 5

Tabla 36: Evaluación económica de caldera fulton 5

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	GalonUS/m3	BTU/m3	ETU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	19.64		264.2	37698.4	342713	MMBTU	21.60
PR 6	GalonUS	5.13		264.2	39686606.0	375068838	MMBTU	36.13
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	CALDERA FULTON 5							
Potencia:	20.00	B-HP						
Combustible Inicial:	RESIDUAL 6							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia PR.	80%							
Eficiencia GN.	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>				
Potencia a requerir =		3.84			0.74	MMBH		
Energía a requerir =		2219.83			1973.18	MMBTU		
Consumo =		15634.94			57575.45	Galon US		
<b>Costo =</b>		<b>S/. 80,207.23</b>			<b>S/. 42,618.26</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Costos de Operación								
<b>RESIDUAL 6</b>				<b>Gas Natural</b>				
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
Atomización =		S/. 3,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
Bombeo =		S/. 1,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles / Año		
<b>Parcial.:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)PR6 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		S/. 94,207.23	-		S/. 42,618.26			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 51,588.96</b>	<b>Nuevos Sole</b>	<b>=</b>	<b>\$ 17,195.32</b>	<b>dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $(\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{ MMBH})$

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (R6) =  $(\text{Energía a requerir} \times 10^6) \times B$

D

## A.15 CALENTADOR DE AGUA 2

Tabla 37: Evaluación económica de calentador de agua 2

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Inc. IGV) A	kg/m3	GalonUS/ m3	BTU/m3	BTU/m3	Uniformizan do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	MMBTU	8.64		264.2	37638.4	3427.3	MMBTU	21.60
D2	GalonUS	7.73		264.2	36363263.01	34148200.3	MMBTU	60.19
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	CALENTADOR DE AGUA 2							
Potencia:	15.00	BHP						
Combustible Inicial:	DESEL 2							
Datos de Operación:								
Días/año	260							
Horas/día	12							
Factor de Carga	85%							
Eficiencia PR.	80%							
Eficiencia GN.	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1 BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
	<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>			
Potencia a requerir =		0.63			3.56	MMBH		
Energía a requerir =		1664.87			1473.89	MMBTU		
Consumo =		12879.55			43161.59	Galon US		
<b>Costo =</b>		<b>S/. 66,072.07</b>			<b>S/. 31,963.70</b>	<b>Nuevos Soles / Año</b>		
Costos de Operación								
	<b>DIESEL 2</b>				<b>Gas Natural</b>			
Calentamiento =		S/. 10,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles /Año		
Atomización =		S/. 0,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles /Año		
Bombeo =		S/. 0,000.00			S/. 0.00	Nuevos Soles /Año		
<b>Parcial.:</b>		<b>S/. 14,000.00</b>			<b>S/. 0.00</b>	<b>Nuevos Soles /Año</b>		
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)D2 - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
<b>Ahorro =</b>		S/. 80,072.07	-		S/. 31,963.70			
<b>Ahorro =</b>		<b>S/. 48,108.38</b>	<b>Nuevos Sole</b>	<b>=</b>	<b>\$ 16,036.13</b>	<b>dolares/año</b>		

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir =  $\frac{\text{Potencia del equipo} \times 0.03348164 \text{MMBH}}{\text{Eficiencia del combustible}}$

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (D2) =  $\frac{\text{Energía a requerir} \times 10^6}{D}$  x B

D

A.16 COCINA INDUSTRIAL 2

Tabla 38: Evaluación económica de cocina industrial 2

PRECIOS REFERENCIALES								
Combustible	Unidades	Precio - Soles (Incl. IGV) A	kg/m3	GalonUS / m3	BTU/m3	ETU/m3	Uniformizand do Unidades	Precio - Soles E
				Unidades B	PC superior C	PC inferior D		
GN	M/MBTU	19.34		264.2	37688.4	34271.3	M/MBTU	21.60
GLP	kg	1676	550	264.2	2821276.5	25346615.4	M/MBTU	35.94
CONVERSIÓN A GAS NATURAL								
Equipo:	COCINA INDUSTRIAL 2							
Potencia:	8.19 BHP							
Combustible Inicial:	GLP							
Datos de Operación:								
Clasificación:	230							
Horas/día:	12							
Factor de Carga:	85%							
Eficiencia PR:	80%							
Eficiencia GN:	90%							
Se esta asumiendo una tarifa industrial tipo "C", para el gas natural.					<b>Conversión</b>			
					<b>1BHP = 0.033481639744375 MMBH</b>			
Costo de combustible								
	GLP			Gas Natural				
Potencia a requerir =	0.34			0.30 MMBH				
Energía a requerir =	939.38			308.07 MMBTU				
Consumo =	9393.32			23578.60 Galon US				
Costo =	S/. 32,674.39			S/. 17,453.25 Nuevos Soles / Año				
Costos de Operación								
	GLP			Gas Natural				
Calentamiento =	S/. 0.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
Atomización =	S/. 0.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
Bombeo =	S/. 0.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
Parcial:	S/. 0.00			S/. 0.00 Nuevos Soles /Año				
Evaluación Económica								
<b>Ahorro = (Costos de Combustible + Costos de Operación)GLP - (Costos de Combustible + Costos de Operación)GN</b>								
Ahorro =	S/. 32,674.39			S/. 17,453.25				
Ahorro =	S/. 15,221.14 Nuevos Sole			= \$ 5,073.71 dolares/año				

Fuente: Elaboración propia

Potencia a requerir = (Potencia del equipo x 0.03348164MMBH)

Eficiencia del combustible

Energía requerida = Potencia a requerir x Tiempo x Factor de carga

Consumo (GLP) = (Energía a requerir x 10<sup>6</sup>) x B

D



## B. Estimación de la Inversión

De acuerdo a la tabla 32, se realizará el cronograma de pagos para establecer la inversión total.

**Tabla 39: Presupuesto del proyecto**

Item	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PARCIAL USA \$
<b>1</b>	<b>GESTIONES Y TRÁMITES</b>			
1.1	Contrato de suministro de Gas Natural	Glb	1	1 000.0
1.2	Ingeniería de detalle	Glb	1	1 500.0
1.3	Certificación de las instalaciones a Gas Natural	Glb	1	2 500.0
1.4	Aprobación de análisis de riesgo y plan de contingencia	Glb	1	1 500.0
1.5	Seguros	Glb	1	400.0
<b>2</b>	<b>PROCURA</b>			
2.1	Suministro de equipos de instrumentación	Glb	1	132,000.0
2.2	Medidor + corrector de volumen	Glb	1	4 200.0
2.3	Kit de conversión dual GNL-16 (incluye quemador)	Glb	1	100,000.0
2.4	Kit de conversión dual GNL-2 (Incluye quemador)	Glb	1	51,000.0
<b>3</b>	<b>EJECUCIÓN</b>			
3.1	Tubería de Conexión			
3.1.1	Instalación y montaje de tubería de conexión	Glb	1	7 820.0
3.2	Estación de Regulación y Medición (ERM)			
3.2.1	Instalación y montaje de la ERM	Glb	1	15,000.0
3.3	Caseta			
3.3.1	Construcción de caseta para la ERM	Glb	1	10,000.0
3.3.2	Construcción de la puesta a tierra	Glb	1	2 500.0
3.4	Red Interna			
3.4.1	Instalación y Montaje de la Red interna	Glb	1	50,000.0
3.4.2	Instalación y montaje de la estación y regulación secundaria	Glb	1	20,000.0
<b>4</b>	<b>PRUEBAS DEL SISTEMA</b>			
4.1	Prueba de hermeticidad	Glb	1	350.0
4.2	Pruebas radiográficas	Glb	1	500.0
4.3	Puesta en marcha	Glb	1	1 500.0
<b>SUB TOTAL 1</b>				<b>401,770.0</b>
GASTOS GENERALES (10%)				40,177.0
UTILIDAD (10%)				44,194.7
<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS \$ SIN IGV</b>				<b>486,141.7</b>
IGV (10%)				48,514.2
<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS \$ INCLUIDO IGV</b>				<b>534,655.9</b>

Fuente: Elaboración propia

En las tablas: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, de los cuales en cada uno de los cuadros existe un punto que hace referencia la comparación del costo del combustible, en este punto se puede apreciar en temas monetarios sobre la cantidad de lo que cuesta anualmente el consumo actual de combustibles tradicionales a diferencia del Gas Natural.

A continuación se consolida en la tabla 33, la información mediante un cuadro, a fin de poder sintetizar el ahorro proyectado en base a los combustibles actuales en comparación con el Gas Natural..

**Tabla 40: Cuadro comparativo de costos**

EQUIPOS INDUSTRIALES	CONSUMO ACTUAL ANUAL		PROYECCION ANUAL		
	Tipo de combustible	Costo S/.	Costo S/. con Gas Natural	Ahorro en S/.	Ahorro en USA \$
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 1	D ESEL 2	805,803.07	262,577.13	553,225.94	181,105.56
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 2	D ESEL 2	1,201,716.25	378,859.41	822,846.84	274,282.28
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 3	D ESEL 2	1,043,417.48	328,373.71	715,043.76	238,327.92
CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES	D ESEL 2	182,734.59	53,824.71	128,910.17	42,970.06
POI FINIZADORA KI FINWFFFRS	D ESEL 2	309,741.35	94,338.48	215,402.86	71,807.95
CALDERA DE VAPOR GARIONI 1	RESIDUAL 6	1,156,952.38	607,310.24	549,542.74	183,214.25
CALDERA CLEAVER BROOKS	RESIDUAL 6	2,019,180.57	1,065,456.56	953,724.10	317,905.03
CALDERA DE VAPOR GARIONI 2	RESIDUAL 6	1,156,952.38	607,310.24	549,542.74	183,214.25
CALDERA DE VAPOR GARIONI 3	RESIDUAL 6	1,156,952.38	607,310.24	549,542.74	183,214.25
HORNO SUSSMAN	D ESEL 2	126,041.23	35,740.01	90,301.22	30,103.41
CALENTADOR DE AGUA	D ESEL 2	80,072.07	31,953.70	48,108.38	16,035.13
COCINA INDUSTRIAL	GLP	32,674.39	17,453.25	15,221.14	5,073.71
CALDERA FULTON 4	RESIDUAL 6	74,155.42	31,953.70	42,191.72	14,063.91
CALDERA FULTON 5	RESIDUAL 6	94,207.23	42,618.26	51,588.96	17,195.32
CALENTADOR DE AGUA 2	D ESEL 2	80,072.07	31,953.70	48,108.38	16,035.13
COCINA INDUSTRIAL 2	GLP	32,674.39	17,453.25	15,221.14	5,073.71

Fuente: Elaboración propia

### C. Cronograma de pagos de la Inversión del Proyecto

**Tabla 41: Cronograma de pagos**

CRONOGRAMA DE PAGOS				
CAPITAL USA \$	534,755.87			
IIA	1.7%			
TEM	0.95%			
PERIODO	12			MESES
CUOTA	\$ 47,359.09	TOTAL DE LA CUOTA	\$ 568,309.02	

PERIODO	SAIDO	CAPITAL	INTERES	CUOTA
0	534,755.87			
1	\$492,470.97	\$42,281.90	\$5,071.19	\$47,359.09
2	\$449,734.84	\$42,685.13	\$4,672.96	\$47,359.09
3	\$406,693.67	\$43,091.17	\$4,267.92	\$47,359.09
4	\$363,133.52	\$43,500.05	\$3,859.03	\$47,359.09
5	\$319,280.80	\$43,912.82	\$3,446.27	\$47,359.09
6	\$274,951.31	\$44,329.60	\$3,029.59	\$47,359.09
7	\$230,201.18	\$44,750.11	\$2,608.96	\$47,359.09
8	\$185,026.42	\$45,174.75	\$2,184.33	\$47,359.09
9	\$139,423.01	\$45,603.41	\$1,756.58	\$47,359.09
10	\$93,386.89	\$46,036.13	\$1,322.96	\$47,359.09
11	\$46,913.93	\$46,472.96	\$896.13	\$47,359.09
12	50.00	\$46,913.93	\$445.16	\$47,359.09
		\$534,755.87	\$33,553.15	\$568,309.02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41, se resume el ahorro proyectado en base a los combustibles actuales en comparación con el Gas Natural, necesario para hallar el tiempo de retorno de la inversión.

**Tabla 42: Comparativo de ahorro**

	CONSUMO ACTUAL	PROYECCION CON GAS NATURAL	AHORRO
COSTO TOTAL ANUAL \$/	9,553,349.44	4,204,526.81	\$/ 5,348,822.64
COSTO TOTAL ANUAL IISA \$	3,184,449.81	1,401,500.87	\$1,782,940.95

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la presentación de la tabla 42, se puede observar que el ahorro anual que brinda el consumir Gas Natural es de \$ 1 782 940.95 Dólares Americanos, el cual contribuye de manera positiva en la reducción de costos. Si este ahorro se divide entre el número de meses (12), el ahorro mensual sería de \$ 148 578.41 Dólares Americanos.

En la tabla 41, se muestra que la inversión para este proyecto es de \$ 568 309.02 Dólares Americanos, entonces el tiempo de recuperación es:

$$\text{Tiempo de Recuperación} = \frac{\$ 568\,309.02}{\$ 148\,578.41}$$

$$\text{Tiempo de Recuperación} = 3.8 \text{ meses} = 3 \text{ meses y } 24 \text{ días}$$

Para este proyecto se utilizará una Tasa Efectiva Anual del 12% el cual es determinado por la empresa Concesionaria en los créditos por la ejecución de los trabajos de Gas Natural.

#### D. Cálculo del VAN y el TIR

Para nuestro análisis tenemos la tasa efectiva anual del 12% el cual es igual a una tasa efectiva mensual de 0.95%, la cual es aplicada en la tabla para hallar el VAN, asimismo se ha considerado un periodo de 12 meses.

Fórmula para hallar el VAN:

##### Ecuación 1: Cálculo del VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

$I_0$  = Inversión realizada en el momento inicial (t=0)

$F_t$  = Flujo de dinero en cada periodo

$n$  = Numero de periodos

$K$  = Tipo de interés exigido a la inversión

Fórmula para hallar el TIR:

**Ecuación 2: Cálculo del TIR**

$$-I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Para el cálculo del TIR, el VAN se hace cero.

**Tabla 43: Resultado de indicadores económicos**

PERIODO	FNE	(1+i)^n	FNE/(1+i)^n
0	-568,309.02		-568,309.02
1	148,578.41	1.01	147,180.20
2	148,578.41	1.02	145,795.15
3	148,578.41	1.03	144,423.13
4	148,578.41	1.04	143,064.02
5	148,578.41	1.05	141,717.70
6	148,578.41	1.06	140,384.05
7	148,578.41	1.07	139,062.95
8	148,578.41	1.08	137,754.29
9	148,578.41	1.09	136,457.94
10	148,578.41	1.10	135,173.79
11	148,578.41	1.11	133,901.72
12	148,578.41	1.12	132,641.62
	<b>VAN</b>		<b>1,109,247.53</b>
	<b>TIR</b>		<b>24%</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla podemos observar lo siguiente:

$$\text{VAN (COK=12\%)} = 1\,109\,247.08$$

$$\text{TIR (VAN=0)} = 24\%$$

Al aplicar una tasa de descuento mensual tenemos:

$$\text{COK} = 0.95\%$$

El proyecto tiene un rendimiento mayor por lo que la inversión es ejecutable:

$$\text{TIR (24\%)} > \text{COK (12\%)}$$

**4.2.2 Hipótesis 2: La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora la eficiencia de los equipos térmicos en la planta de Universal Textil S.A., Lima 2019.**

**Análisis y resultado energético**

En la Tabla 37 se puede ver claramente la cantidad de energía requerida para cada tipo de combustible:

**Tabla 44: Cuadro energético comparativo**

EQUIPOS INDUSTRIALES	DATOS DE PLANTA			PROYECCION		
	TIPO DE COMBUSTIBLE	POTENCIA BHP	EFICIENCIA	ENERGIA A REQUERIR MMBTU	EFICIENCIA DEL GAS NATURAL	ENERGIA A REQUERIR CON GAS NATURAL MMBTU
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 1	DIESEL 2	118.53	80%	13,156.34	90%	11,604.08
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 2	DIESEL 2	177.80	80%	19,733.95	90%	17,511.29
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 3	DIESEL 2	154.10	80%	17,103.31	90%	15,203.39
CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES	DIESEL 2	25.26	80%	2,803.54	90%	2,492.03
POLEMIZADORA KLEINWEFERS	DIESEL 2	44.27	80%	4,913.75	90%	4,367.78
CALDERA DE VAPOR GARIONI 1	RESIDUAL 6	285.00	80%	31,632.52	90%	28,117.88
CALDERA CLEAVER BROOKS	RESIDUAL 6	500.00	80%	55,495.82	90%	49,329.62
CALDERA DE VAPOR GARIONI 2	RESIDUAL 6	285.00	80%	31,632.52	90%	28,117.88
CALDERA DE VAPOR GARIONI 3	RESIDUAL 6	285.00	80%	31,632.52	90%	28,117.88
HORNO SUSSMAN	DIESEL 2	16.77	80%	1,867.57	90%	1,654.73
CALENTADOR DE AGUA	DIESEL 2	15.00	80%	1,664.87	90%	1,479.89
COCINA INDUSTRIAL	GLP	8.19	80%	909.38	90%	808.07
CALDERA FULTON 4	RESIDUAL 6	15.00	80%	1,664.87	90%	1,479.89
CALDERA FULTON 5	RESIDUAL 6	20.00	80%	2,219.33	90%	1,973.18
CALENTADOR DE AGUA 2	DIESEL 2	15.00	80%	1,664.87	90%	1,479.89
COCINA INDUSTRIAL 2	GLP	8.19	80%	909.38	90%	808.07
<b>TOTAL MMBTU ANUAL</b>			<b>80%</b>	<b>218,998.74</b>	<b>90%</b>	<b>194,665.55</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Las energías requeridas se han calculado en base a datos proporcionados en planta de Universal Textil S.A., estos datos y cálculos de la energía requerida se encuentra en la tabla: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 31, del presente estudio.

A continuación, en la tabla 38, se consolida la información mediante un cuadro, a fin de poder sintetizar el consumo energético en los distintos tipos de combustibles.

Todo consumo de energía para este trabajo está considerado en las unidades de MMBTU, a fin de homogenizar con las unidades de Gas Natural y poder establecer el cuadro comparativo.

**Tabla 45: Ahorro energético**

EQUIPOS INDUSTRIALES	DATOS DE PLANTA			ENERGIA A REQUERIR MMBTU	PROYECCION			
	TIPO DE COMBUSTIBLE	POTENCIA BHP	EFICIENCIA		EFICIENCIA DEL GAS NATURAL	ENERGIA A REQUERIR CON GAS NATURAL MMBTU	AHORRO ENERGETICO	
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 1	DIESEL 2	118.63	80%	13,155.84	90%	11,894.08	1,461.76	
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 2	DIESEL 2	177.60	80%	19,733.96	90%	17,541.29	2,192.66	
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 3	DIESEL 2	154.10	80%	17,103.81	90%	15,203.39	1,900.42	
CHAMUSCADORA CROMPTON & KNOWLES	DIESEL 2	25.25	80%	2,903.54	90%	2,492.03	311.50	
POLIMIZADORA KIMINWITERS	DIESEL 2	44.27	80%	4,913.75	90%	4,367.78	545.97	
CALDERA DE VAPOR GARIONI 1	RESIDUAL 6	285.00	80%	31,632.62	90%	28,117.88	3,514.74	
CALDERA CLEAVER BROOKS	RESIDUAL 6	600.00	80%	65,495.82	90%	49,329.62	6,166.20	
CALDERA DE VAPOR GARIONI 2	RESIDUAL 6	285.00	80%	31,632.62	90%	28,117.88	3,514.74	
CALDERA DE VAPOR GARIONI 3	RESIDUAL 6	285.00	80%	31,632.62	90%	28,117.88	3,514.74	
HORNO SUSSMAN	DIESEL 2	16.77	80%	1,861.57	90%	1,554.73	206.84	
CALENTADOR DE AGUA	DIESEL 2	15.00	80%	1,664.37	90%	1,479.39	184.99	
COCINA INDUSTRIAL	GLP	8.19	80%	909.38	90%	808.07	101.01	
CALDERA FULTON 4	RESIDUAL 6	15.00	80%	1,664.37	90%	1,479.39	184.99	
CALDERA FULTON 5	RESIDUAL 6	20.00	80%	2,219.83	90%	1,973.18	246.65	
CALENTADOR DE AGUA 2	DIESEL 2	15.00	80%	1,664.37	90%	1,479.39	184.99	
COCINA INDUSTRIAL 2	GLP	8.19	80%	909.38	90%	808.07	101.01	
	<b>TOTAL MMBTU ANUAL</b>			<b>80%</b>	<b>218,998.74</b>	<b>90%</b>	<b>194,666.66</b>	<b>24,333.19</b>

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en la tabla 43, que la energía requerida en una proyección anual de la planta en base a los combustibles que se consumen actualmente es de 218 998.74 MMBTU/AÑO, el cual es mayor en comparación a la proyección con Gas Natural que es de 24 333.19 MMBTU/AÑO, esto quiere decir que la eficiencia térmica es mayor en el Gas Natural.

**4.2.3 Hipótesis 3: La migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuye a la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta Universal Textil S.A., Lima 2019**

## Análisis y resultado de emisiones de gases tóxicos

Los escapes tóxicos provenientes de los equipos industriales que son hornos y calderas de la planta Universal Textil S.A., son cuantificados para ello es necesario contar con el factor de emisión, el cual se expresa en la tabla 39:

**Tabla 46: Índice de emisiones tóxicas provenientes de la combustión de los combustibles fósiles**

COMBUSTIBLE	Factor de Emisión kg CO2/TJ	Factor de Emisión kg SO2/TJ
RESIDUAL 6	76,593.00	692.59
DIESEL -2	73,326.00	150.74
GAS NATURAL	55,820.00	0.27

COMBUSTIBLE	Factor de Emisión kg CO2/MMBTU	Factor de Emisión kg SO2/MMBTU
RESIDUAL 6	80.81	0.73
DIESEL -2	77.36	0.16
GAS NATURAL	58.89	0.0003

Fuente: IPCC, EPA / Elaboración propia/ 2010

**Tabla 47: Cuadro comparativo de generación de emisiones de la Planta Universal Textil S.A.**

EQUIPOS INDUSTRIALES	DATOS DE PLANTA				PROYECCION		
	TIPO DE COMBUSTIBLE	ENERGIA A REQUERIR MMBTU	Kg CO2	Kg SO2	ENERGIA A REQUERIR CON GAS NATURAL MMBTU	Kg CO2	Kg SO2
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 1	DIESEL 2	13,155.34	1,017,721.60	2,092.10	11,694.00	600,665.47	3,001.11
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 2	DIESEL 2	19,733.95	1,525,597.36	3,138.30	17,541.29	1,033,008.33	4,969.66
CALENTADOR DE ACEITE TERMICO GARIONI 3	DIESEL 2	17,103.31	1,323,132.52	2,720.03	15,209.39	895,329.02	4,300.7
CHAMUSCADERA CRDMPTON & KNOWLES	DIESEL 2	2,303.54	215,873.60	445.85	2,492.03	145,755.05	0,703.9
POLEMIZADORA KLEINVEFERS	DIESEL 2	4,313.75	380,122.74	781.44	4,307.73	257,219.07	1,244.2
CALDERA DE VAPOR GARIONI 1	RESIDUAL 6	31,532.32	2,555,093.01	23,113.40	28,117.83	1,655,864.83	3,003.4
CALDERA CLEAVER BROOKS	RESIDUAL 6	55,495.32	4,484,373.69	40,549.82	49,329.62	2,905,025.01	14,061.5
CALDERA DE VAPOR GARIONI 2	RESIDUAL 6	31,532.32	2,555,093.01	23,113.40	28,117.83	1,655,864.83	3,003.4
CALDERA DE VAPOR GARIONI 3	RESIDUAL 6	31,532.32	2,555,093.01	23,113.40	28,117.83	1,655,864.83	3,003.4
HORNO SUSSMAN	DIESEL 2	1,361.57	141,009.02	263.06	1,654.73	97,147.12	0,471.3
CALENTADOR DE AGUA	DIESEL 2	1,364.37	123,792.91	264.77	1,479.89	87,150.76	0,421.5
CALDERA FULTON 4	RESIDUAL 6	1,364.37	134,531.21	1,215.49	1,479.89	87,150.76	0,421.5
CALDERA FULTON 5	RESIDUAL 6	2,219.33	179,374.95	1,621.99	1,973.13	115,201.04	0,562.1
CALENTADOR DE AGUA 2	DIESEL 2	1,364.37	123,792.91	264.77	1,479.89	87,150.76	0,421.5
<b>TOTAL ANUAL DE EMISIONES</b>			<b>17,332,506.53</b>	<b>122,731.88</b>	<b>TOTAL ANUAL DE EMISIONES CON GAS NATURAL</b>	<b>11,368,668.93</b>	<b>54,990.1</b>

Fuente: Elaboración propia



Para calcular la emisión de gases tóxicos tal como se muestra en la tabla 40, para cada uno de los distintos combustibles se procede de la siguiente manera:

**Emisión de gases tóxicos CO<sub>2</sub>** = Energía requerida (MMBTU) x Factor de emisión kg CO<sub>2</sub>/MMBTU  
(Ver tabla 39)

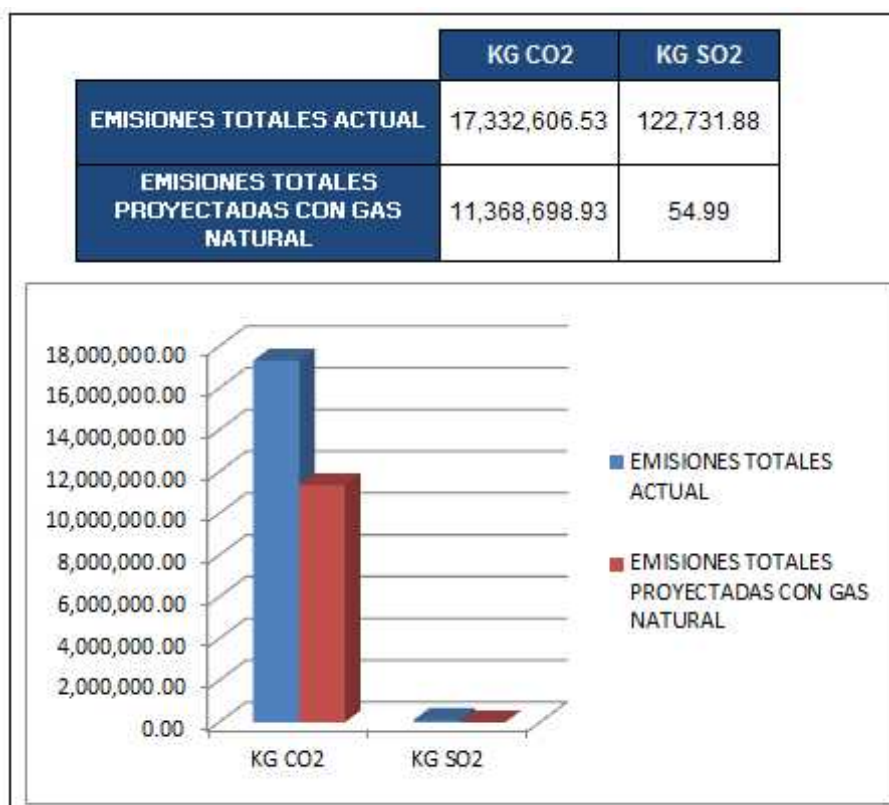
**Emisión de gases tóxicos SO<sub>2</sub>** = Energía requerida (MMBTU) x Factor de emisión kg SO<sub>2</sub>/MMBTU  
(Ver tabla 39)

La energía requerida es el resultado de la conversión de la potencia de cada combustible en las unidades de MMBTU.

Considerar que el impacto que produce operar con el gas natural disminuye en un alto porcentaje los contaminantes en las distintas instalaciones de la planta asimismo son bajos los riesgos que estos provocan a la salud en los estándares en relación a las emisiones dadas por IPCC y EPA mostradas en la tabla 39.

En la tabla 40, se puede mostrar que con el aprovechamiento del gas natural los contaminantes se encuentran en menor proporción. En el gráfico 11 muestra el consolidado:

**Figura 34. Resultado de emisiones tóxicas**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Consolidado Contrastación de hipótesis

- **Hipótesis 1:** *La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora el ahorro económico en la planta Universal textil S.A., Lima 2019*

*Resultado 1: Con el uso del gas natural, el ahorro económico en la planta Universal Textil S.A, es de \$ 1 782 940.95 Dólares Americanos, el cual representa el 56% anual. Esto se puede verificar en la tabla 35 del presente trabajo.*

- **Hipótesis 2:** *La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora la eficiencia de los equipos térmicos en la planta de Universal Textil S.A., Lima 2019.*

*Resultado 2: Con el uso del gas natural, el ahorro energético en la planta Universal Textil S.A, es de 24 333.19 MMBTU, el cual representa el 11% anual, esto mejora la eficiencia de los equipos térmicos. Esto se puede verificar en la tabla 38 del presente trabajo.*

- **Hipótesis 3:** *La migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuye a la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.*

*Resultado 3: Con el uso del gas natural, en la planta Universal Textil S.A, permite la disminución de gases tóxicos en un 34% de kg CO<sub>2</sub> y 99.96% kg SO<sub>2</sub>. Esto se puede verificar en la tabla 40 del presente trabajo.*

#### **4.3 Discusión de Resultados**

**Resultado 1:** *Con el uso del gas natural, el ahorro económico en la planta Universal Textil S.A, es de \$ 1 782 940.95 Dólares Americanos, el cual representa el 56% anual. Esto se puede verificar en la tabla 35 del presente trabajo.*

(Lau Pineda & Corro Inostroza, 2017), en la tesis titulada Sustitución del petróleo industrial 6 (PI-6) por gas natural comprimido (GNC) en la planta de harina de pescado Copeinca Chimbote para reducir costos de producción y emisiones gaseosa, para la Universidad Nacional del Sana – Chimbote. Concluye: La investigación sustenta mediante indicadores como: VAN de 3,697,972,39 US\$, una TIR elevada de 63.08%, cifras que demuestran el beneficio de este cambio.

**Resultado 2:** *Con el uso del gas natural, el ahorro energético en la planta Universal Textil S.A, es de 24 333.19 MMBTU, el cual representa el 11% anual, esto mejora la eficiencia de los equipos térmicos. Esto se puede verificar en la tabla 38 del presente trabajo.*

(Alcocer Peña, Arohuanca Lagos, & Guillén Chávez, 2013). En la tesis titulada “Planeamiento estratégico para el Sector Gas Natural en el Perú”, para optar el grado de Magister en Administración Estratégica de Empresas, en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Concluye: El establecimiento del Perú en la utilización del gas natural, en la solución del problema energético, y sus ventajas y beneficios frente al medio ambiente y el rendimiento energético; b) La proyección de consumo en el Perú se extiende hasta en un 74%, este crecimiento seguirá proyectándose en mayor proporción por lo que desarrollar la explotación y exploración se hace necesaria.

**Resultado 3:** *Con el uso del gas natural, en la planta Universal Textil S.A, permite la disminución de gases tóxicos en un 34% de kg CO<sub>2</sub> y 99.96% kg SO<sub>2</sub>. Esto se puede verificar en la tabla 40 del presente trabajo.*

(Chávez Ñahuinripa, 2005). En el estudio titulado “Proyecto de conversión industrial al consumo de Gas natural en una planta textil”, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, en la Universidad Nacional de Ingeniería. Concluye El incremento en la competitividad y productividad no solo en el aspecto económico del carburante, las cuales se aproxima a un 40%, sumado a ello las enormes ventajas producto de su operación como son: suministro permanente, tipo de aplicación, aumento en la eficiencia en su combustión y mayor beneficio al medio ambiente



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- En la planta Universal Textil S.A. el consumo de combustibles tradicionales están asociados con hilandería, telares, tintorería, acabados y otros, mediante la migración a gas natural los balances de cargas se pueden reflejar en la disminución de los procesos la cual mejora el proceso productivo, esto se puede visualizar en las tablas 20, 21 y 22.
- La utilización del gas natural permite a la planta Universal Textil S.A. ser más productivo, debido a la disponibilidad y continuidad del suministro, la flexibilidad en su utilización siendo de gran impacto en el ahorro económico en alrededor del 56%.
- Dadas las características del gas natural, mejora la eficiencia de los equipos térmicos en la planta de Universal Textil, debido a su alto poder calorífico superior. Presenta un ahorro energético de 24 333.19 MMBTU/AÑO lo cual justifica la opción de reemplazar como energía alternativa al gas natural, esto ratifica que los equipos que son abastecidos con Gas natural su eficiencia térmica es mayor frente a los equipos de combustibles tradicionales.
- La migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuye la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta Universal Textil S.A.. Los resultados que existe de manera significativa a favor del gas natural en la disminución de gases tóxicos es del 34% CO<sub>2</sub> en las emisiones, principal causante del efecto invernadero como el Dióxido de Carbono "CO<sub>2</sub>"

## 5.2 Recomendaciones

- Para la mejora en el proceso productivo, las recomendaciones estarán asociadas con mínima inversión y podrán en algunos casos ser implementadas por el propio personal operativo. En el caso de reemplazo de equipos que requieran un grado de inversión, éstas deben estar asociadas con retornos de inversión tal como se muestra en el presente trabajo.
- Todos los equipos que consumen distintos tipos de combustibles tradicionales, migren a gas natural, deben contar con un sistema dual, a fin de que sirva como backup frente a otras alternativas de tecnología energética.
- Todo sistema de regulación principal y secundaria que son conductos de alimentación de gas natural a los equipos, deben ser en lo posible de doble ramal para efectos de mantenimiento y pueda mantener un flujo continuo del gas natural, es necesario precisar que todo proceso constructivo debe estar aprobado por la concesionaria.
- Es necesario priorizar la migración de combustibles tradicionales a gas natural de las calderas, ya que estas son fuente de mayor consumo de combustibles, los beneficios que estas generen son de manera significativa y positiva para el proceso productivo.

## CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

1. Alcocer Peña, N. L., Arohuanca Lagos, D. G., & Guillén Chávez, E. D. (Febrero de 2013). *Planeamiento estratégico para el Sector Gas Natural en el Perú.*
2. Chalco, V. A. (Julio de 2005). *BENEFICIOS DE LA CONVERSIÓN A GAS NATURAL EN CALDERAS DE VAPOR.*
3. Chávez Ñahuinripa, A. (2005). *Proyecto de conversión industrial al consumo de Gas natural en una planta textil.*
4. Forero Useche, J. G. (Marzo de 2011). *¿Recibe el mismo trato un derrame de petróleo en USA que en Colombia? .*
5. Gómez Valdivieso, C. E. (Enero de 2016). *Evaluación de la factibilidad del uso del gas natural producido en el campo Shushufindi como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental en el oriente Ecuatoriano, para la Universidad Pontificia Bolivariana.*
6. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2016). *Metodología de la Investigación.* México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A.



7. IPEGA, I. (2017). *Programa de capacitación sobre instalaciones de gas natural*. Lima: INSTITUTO DE PETROLEO Y GAS.
8. James A. Fay, D. S. (December de 1986). *FEASIBILITY AND COST OF CONVERTING OIL- AND*. Obtenido de Energy Laboratory Report No. MIT-EL 86-009:
9. Lau Pineda, N. L., & Corro Inostroza, J. D. (Febrero de 2017). *Sustitución del petróleo industrial 6 (PI-6) por gas natural comprimido (GNC) en la planta de harina de pescado Copeinca Chimbote para reducir costos de producción y emisiones gaseosa*.
10. NTP. (2003). *NTP 111.010 Sistema de tuberías para instalaciones industriales - Gas Natural Seco*. Lima.
11. Oswaldo Augusto, E. A. (2013). *Plan estratégico de comercialización de hidrocarburos caso: cambio de la matriz energética sobre la base del uso del gas natural en el Ecuador*.
12. Rubio Gutiérrez, L. F. (Agosto de 2013). *Propuesta de un modelo de mercado de gas natural y su impacto en el mercado de energía*.
13. Sánchez Boscán, J. E. (Enero de 2013). *Gas Natural como alternativa para la liberación de combustibles líquidos usados en la generación eléctrica del Estado Zulia*.
14. Tamayo Pacheco, J. R., Salvador Jácome, J., Vásquez Cordano, A. L., & García Carpio, R. L. (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Lima: Osinergmin.

## 6.1 Webgrafía:

- [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4612/ALCOCER\\_AROHUANCA\\_GUILLEN\\_GAS\\_NATURAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4612/ALCOCER_AROHUANCA_GUILLEN_GAS_NATURAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- <https://es.scribd.com/document/218991495/Beneficios-Gas-Natural-en-Calderas>
- <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/889>
- <https://intellecnum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/214/Juan%20Guillermo%20Forero%20Useche.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16757/1/65033\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16757/1/65033_1.pdf)
- <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/27246/MIT-EL-86-009-18573189.pdf>
- <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3044/47055.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8056/4/CD-5103.pdf>
- <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1133/TE%20SIS%20PROPUESTA%20DE%20UN%20MODELO%20DE%20MERCADO%20DE%20GAS%20NATURAL%20Y%20SU%20IMPACTO%20EN%20EL%20MERCADO%20DE%20ENERG%C3%8DA.pdf?sequence=1>
- <http://159.90.80.55/tesis/000168247.pdf>

## CAPÍTULO VII: ANEXOS

### 7.1 Instrumentos de recolección de información

**Tabla 48: Registro de preguntas**

PREGUNTAS	Persona Encuestada		INFLUENCIA	
	CARGO	RESPUESTA		NIVEL SECTOR
		SI	NO	
1	¿Los equipos consumen combustibles líquidos?			Costos
2	¿El tiempo de abastecimiento de los equipos se hacen por periodos mayor o igual a 10 días?			Costos
3	¿Los requerimientos de combustibles en planta se hacen en periodos mayor o igual a 20 días?			Costos
4	¿Existe pérdida de combustible en el momento del abastecimiento a los equipos?			Costos
5	¿El porcentaje de pérdida de combustible es mayor o igual a 3%?			Costos
6	¿Considera que el problema de la eficiencia de los equipos es por el tipo de combustible?			Eficiencia Energética
7	¿Tiene conocimiento que la eficiencia térmica de los equipos puede variar por el tipo de combustible?			Eficiencia Energética
8	¿Tiene conocimiento del Gas Natural y sus beneficios?			Impacto Ambiental
9	¿Estaría de acuerdo en el cambio de fuente de energía por un combustible de menor precio, limpio y seguro como el Gas Natural?			Impacto Ambiental
10	¿Tiene conocimiento que el Gas Natural Puede generar un impacto positivo en la disminución de gases?			Impacto Ambiental

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49: Registro de datos técnicos**

EQUIPOS INDUSTRIALES	DATOS DE PLANTA				
	TIPO DE COMBUSTIBLE	POTENCIA BHP	EFICIENCIA	HORAS DE TRABAJO	DIAS DE TRABAJO

Fuente: Instituto de Petróleo y Gas

**Tabla 50: Planilla de cálculo**

PLANILLA DE CALCULO											
TRAMO	CAUDAL m <sup>3</sup> /h	LONGITUD m		PRESIONES barM		P <sub>1</sub> -P <sub>2</sub> bar	DIAMETRO mm		VELOC. m/seg.	OBSERVACIONES	UNION
		real	calculo	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		calculo	adaptado normal			

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010

## 7.2 Matriz de consistencia

Tabla 51: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	
<p><b>Problema Principal:</b></p> <p>De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora el proceso productivo de la planta Universal Textil, Lima, 2019?</p> <p><b>Problema Especifico 1:</b></p> <p>De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora en el ahorro económico, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora del proceso productivo de la planta Universal Textil, Lima, 2019.</p> <p><b>Objetivo Especifico 1:</b></p> <p>Determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora del ahorro económico, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejorará el proceso productivo de la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.</p> <p><b>Hipótesis Especifico 1:</b></p> <p>La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejorará el ahorro económico en la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.</p>	<p>Migración de combustibles tradicionales</p> <p>Migración de combustibles tradicionales</p>	<p>Proceso productivo</p> <p>Ahorro económico</p>
<p><b>Problema Especifico 2:</b></p> <p>De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejora la eficiencia de los equipos térmicos, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019?</p> <p><b>Problema Especifico 3:</b></p> <p>De qué manera la migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuye a la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019?</p>	<p><b>Objetivo Especifico 2:</b></p> <p>Determinar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para la mejora de la eficiencia de los equipos térmicos, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019.</p> <p><b>Objetivo Especifico 3:</b></p> <p>Verificar la migración de combustibles tradicionales a gas natural, para contribuir a la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta de Universal Textil, Lima, 2019.</p>	<p><b>Hipótesis Especifico 2:</b></p> <p>La migración de combustibles tradicionales a gas natural, mejorará la eficiencia de los equipos térmicos en la planta de Universal Textil, Lima 2019.</p> <p><b>Hipótesis Especifico 3:</b></p> <p>La migración de combustibles tradicionales a gas natural, contribuirá la disminución de gases tóxicos producto de la combustión, en la planta Universal Textil S.A., Lima 2019.</p>	<p>Migración de combustibles tradicionales</p> <p>Migración de combustibles tradicionales</p>	<p>Eficiencia térmica</p> <p>Gases tóxicos</p>

### 7.3 Carta de autorización de la planta Universal Textil S.A. para levantamiento de información.



## CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Lima 09 de Mayo del 2018

Yo, Ricardo A. Salerno Flores, identificado con DNI 07928306,  
Con cargo Jefe de Servicios Generales en la **COMPAÑIA UNIVERSAL TEXTIL S.A.**,  
que suscribe:

**Autoriza** al señor **EDER MANUEL HUAMANI MANTILLA**, identificado con DNI  
41873298, a tomar el nombre de la **COMPAÑIA UNIVERSAL TEXTIL S.A.** y adquirir  
información con aprobación de mi persona, únicamente para la **elaboración de su  
trabajo de TESIS**, en apoyo a su crecimiento profesional.

Se expide la presente como constancia a solicitud del interesado para los fines que  
estime conveniente, en relación al punto mencionado líneas arriba.

Atentamente :



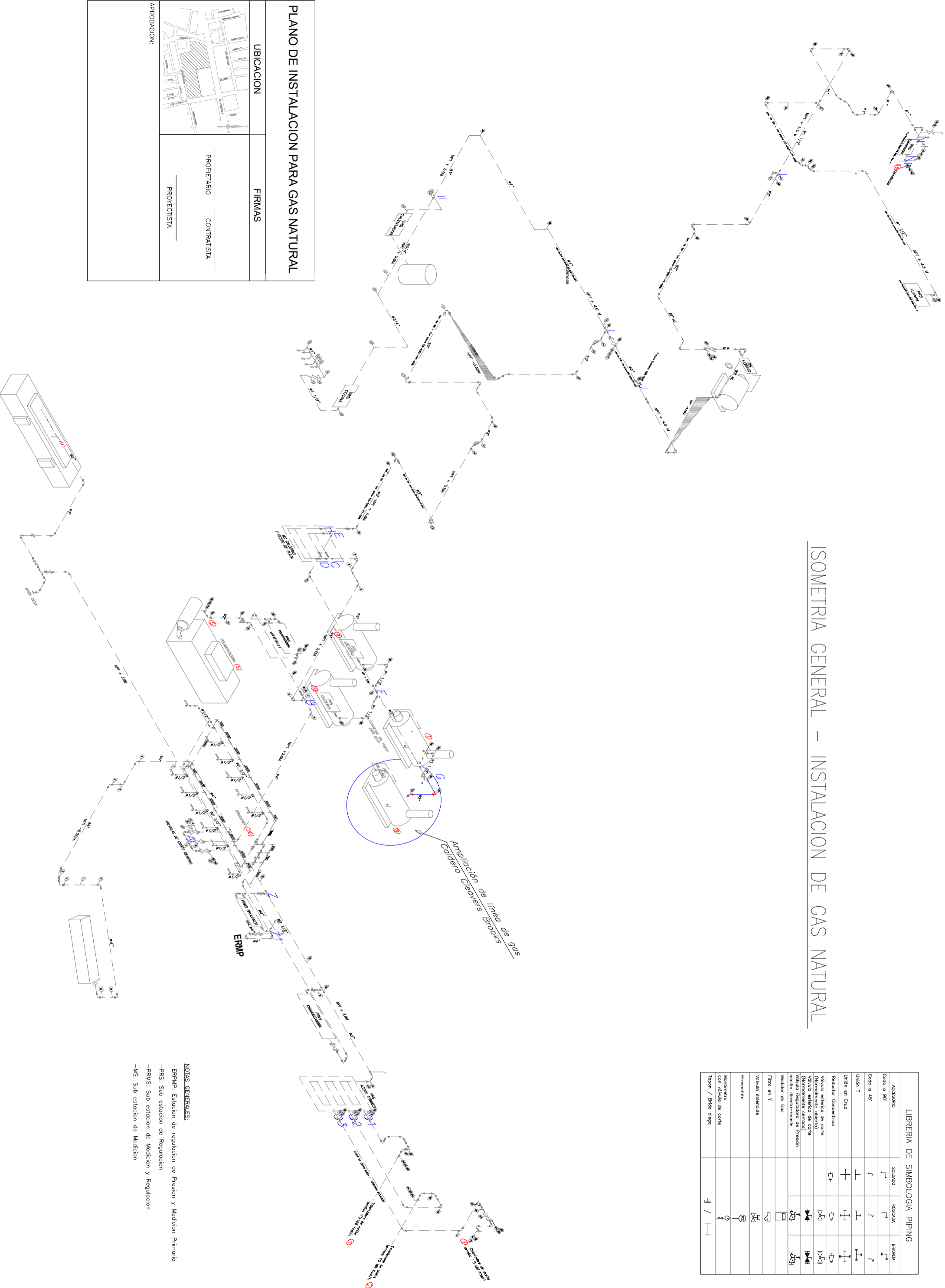
Ingeniero Ricardo Salerno  
Jefe de Servicios Generales

## 7.4 Planos



LIBRERIA DE SIMBOLOGIA PIPING			
ACCESORIO	SOLDADO	ROSCADA	BRIDADA
Codo a 90°	└┘	└┘	└┘
Codo a 45°	└┘	└┘	└┘
Unión T	└┘	└┘	└┘
Unión en Cruz	└┘	└┘	└┘
Reductor Concntrico	└┘	└┘	└┘
Válvula esférica de corte (Normalmente abierta)	└┘	└┘	└┘
Válvula esférica de corte (Normalmente cerrada)	└┘	└┘	└┘
Válvula de corte (Normalmente cerrado) Presión acción directo-remate	└┘	└┘	└┘
Medidor de Gas	└┘	└┘	└┘
Filtro en Y	└┘	└┘	└┘
Válvula solenóide	└┘	└┘	└┘
Presostato	└┘	└┘	└┘
Manómetro con válvula de corte	└┘	└┘	└┘
Tapón / Bida ciega	└┘	└┘	└┘

## ISOMETRIA GENERAL – INSTALACION DE GAS NATURAL

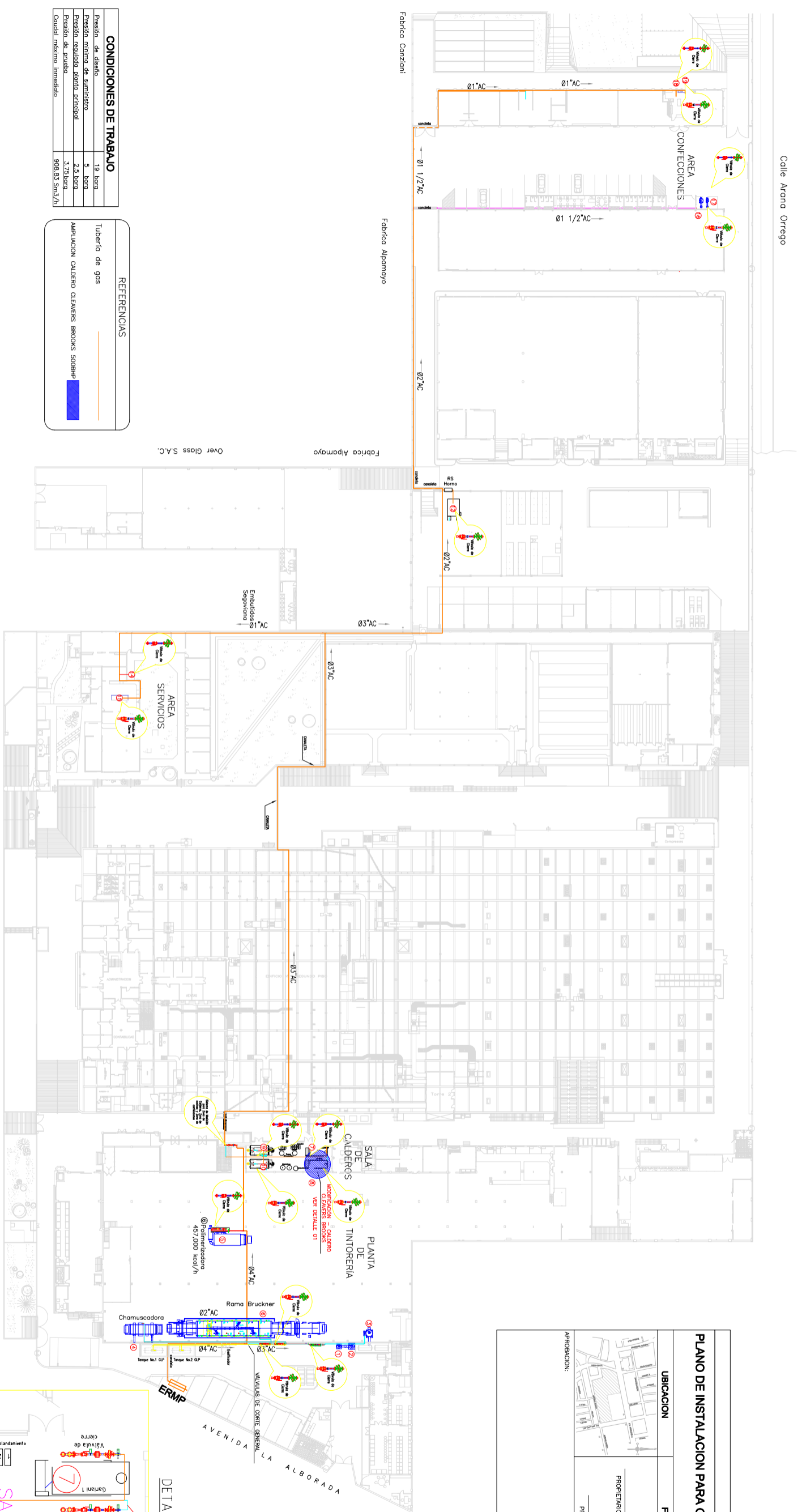


**PLANO DE INSTALACION PARA GAS NATURAL**

<b>UBICACION</b>	<b>FIRMAS</b>
	PROPIETARIO _____ CONTRATISTA _____ PROYECTISTA _____
APROBACION:	

- NOTAS GENERALES:**
- ERPMP: Estacion de regulacion de Presion y Medicion Primario
  - PRS: Sub estacion de Regulacion
  - PRMS: Sub estacion de Medicion y Regulacion
  - MS: Sub estacion de Medicion

# PLANO GENERAL - INSTALACION DE GAS NATURAL



PLANO DE INSTALACION PARA GAS NATURAL	
UBICACION	FIRMAS
PROPIETARIO	CONTRATISTA
PROYECTISTA	
APROBACION:	

CONDICIONES DE TRABAJO	
Presion de diseño	19 bara
Presion minima de suministro	5 bara
Presion requerida planta principal	2,9 bara
Presion de prueba	3,75 bara
Consumo máximo inmediato	908,83 Sm <sup>3</sup> /h

REFERENCIAS	
Tubería de gas	
AMPLIACION CAUDERO CLEAVERS BROOKS 300BHP	

ITEM	CANTIDAD	EQUIPOS
1	1	Calentador de Acetilo Termico GARONI 1.0 MMKcal/h
2	1	Calentador de Acetilo Termico GARONI 1.5 MMKcal/h
3	1	Calentador de Acetilo Termico THERMTECHNIK 1.3 MMKcal/h
4	1	Chamuscadora CHOMPTON & KNOWLES
5	1	Polimerizadora
6	1	Rama de Ø 1 MMKcal/h
7	1	Caldera de Vapor GARONI 285 BHP
8	1	Caldera de Vapor CLEAVERS BROOKS 500 BHP
9	1	Caldera de Vapor Actual 200 BHP
10	1	Caldera de Vapor Actual 200 BHP
11	1	Horno de Curado Salsaron
12	1	Caldera de Vapor
13	1	Caldera de Vapor
14	1	Calentador de Agua 15 BHP
15	1	Cocina Industrial
16	1	Caldera Fulton 15 BHP
17	1	Caldera Fulton 20 BHP
18	1	Calentador de Agua 15 BHP
19	1	Cocina Industrial

