



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS
NATURAL EN LA EMPRESA CÁLIDDA, LIMA-2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

AUTOR:

ANGEL MIGUEL ROJAS ROJAS

ASESOR:

ING. MARCO ANTONIO MEZA VELASQUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2016

PÁGINA DEL JURADO

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA CÁLIDDA, LIMA-2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL.



.....
Presidente

Mg. Guido Rene Suca Apaza



.....
Secretario

Mg. Marco Antonio Meza Velásquez



.....
Vocal

Mg. Ronald Dávila Laguna

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios, por haberme dado la vida y así mismo permitir el haber culminado mi carrera profesional satisfactoriamente. A mis padres, por su apoyo incondicional y sus consejos alentadores a lo largo de mi carrera profesional. A mi esposa Minerva, por la paciencia, el amor e incentivación de crecer y lograr realizarme profesionalmente.

A mis hijas Angeli y Alexia por brindarme su tiempo y comprensión ya que son los pilares más importante de mi vida. A mi familia, que directa e indirectamente me alentaron en mí deseo de superación y su anhelo por los logros en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Víctor y María, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi esposa Minerva e hijas por brindarme su tiempo, paciencia, durante mi desarrollo profesional y así mismo por motivarme a seguir adelante en los momentos de desesperación.

A la familia de mi esposa por brindarme siempre su apoyo incondicional y simpatía durante este periodo de aprendizaje.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. A los docentes de la universidad César Vallejo, por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitieron.

A mis amigos Robinson, Julio, Santiago, y compañeros de la carrera, por confiar y creer en mí durante toda mi etapa universitaria. He compartido con ellos, muchos momentos de alegría y adversidades durante mi etapa profesional.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Angel Miguel Rojas Rojas, con DNI N° 41431156, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 03 de Agosto del 2016


Rojas Rojas Ángel Miguel

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada” “APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA CÁLIDDA, LIMA-2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL.

El Autor

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN

1.1	Realidad Problemática.	1
1.2	Trabajos previos.	4
1.2.1	Trabajos Previos Nacionales.	4
1.2.2	Trabajos Previos Internacionales.	8
1.3	Teorías relacionadas al tema.	11
1.3.1	Mejora continua de los procesos.	11
1.3.2	Concepto de Calidad.	12
1.3.3	Principios de la mejora de la calidad.	13
1.3.4	Importancia de la Calidad.	14
1.3.5	Cultura de la Calidad y los grandes maestros.	15
1.3.6	Metodología Deming.	16
1.3.7	Diagrama de causa – efecto.	20
1.3.8	Diagrama de Pareto.	20
1.3.9	Productividad.	21
1.3.9.1	Eficiencia.	23
1.3.9.2	Eficacia.	23
1.3.10	Estudio de Tiempo.	23
1.3.10.1	Tiempo Total.	24
1.3.10.2	Tiempo Útil.	24
1.3.11	Importancia de la Productividad.	25
1.3.12	Caldera.	25
1.3.13	Clasificación de Calderas.	26
1.3.14	Intercambiadores de Calor.	28
1.4	Formulación del problema.	29
1.4.1	Problema Genera.	29
1.4.2	Problema Específico.	29
1.5	Justificación del estudio.	29
1.5.1	Justificación Teórica.	29
1.5.2	Justificación Práctica.	30

1.5.3	Justificación Económica.	30
1.5.4	Justificación Metodológica.	30
1.6	Hipótesis.	31
1.6.1	Hipótesis General.	31
1.6.2	Hipótesis Específicos.	31
1.7	Objetivos.	31
1.7.1	Objetivo General.	31
1.7.2	Objetivo Específicos.	31
II.	MÉTODO	33
2.1	Diseño de Investigación.	33
2.1.1	Tipo de Estudio.	34
2.2	Variables, Operacionalización.	34
2.2.1	Variable Independiente.	34
2.2.2	Variable Dependiente.	35
2.2.3	Operacionalización de Variables.	37
2.3	Población y muestra.	38
2.3.1	Población.	38
2.3.2	Muestra.	38
2.3.3	Muestreo.	39
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	39
2.4.1	Técnicas.	39
2.4.2	Instrumentos.	40
2.4.3	Validación del instrumento.	40
2.4.4	Confiabilidad del instrumento.	40
2.5	Métodos de análisis de datos.	41
2.5.1	Análisis Descriptivo.	41
2.5.2	Análisis Inferencial.	42
2.5.3	Nivel de significancia.	44
2.6	Aspectos éticos.	44

III. RESULTADOS	45
3.1 Proceso de aplicación de la Metodología Deming.	46
3.2 Análisis Descriptivo.	71
3.3 Análisis Inferencial.	84
3.3.1 Prueba de Normalidad.	84
3.3.2 Contrastación de Hipótesis.	85
IV DISCUSIÓN	95
4.1 Discusión de los Resultados Generales	95
4.2 Discusión de los Resultados Específicos N° 1	96
4.3 Discusión de los Resultados Específicos N° 2	97
V CONCLUSIÓN	99
VI RECOMENDACIÓN	101
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
7.1 Trabajos de Titulación (Tesis)	103
7.2 Libros	104
VIII ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Diagrama de causa efecto.	03
Figura N° 2	Ciclo Deming.	17
Figura N° 3	Ejemplo de Eficiencia y Eficacia.	21
Figura N° 4	Caldera Piro tubular.	26
Figura N° 5	Caldera Acuo tubular.	27
Figura N° 6	Intercambiador de calor.	28
Figura N° 7	Vista de estación de regulación	46
Figura N° 8	Histograma de frecuencia de fallas.	49
Figura N° 9	Tendencia de Operación en la EMR-Pachacámac.	50
Figura N° 10	Diagrama de Ishikawa.	52
Figura N° 11	Diagrama de Pareto.	54
Figura N° 12	Diagrama antiguo del proceso de calentamiento de gas natural.	61
Figura N° 13	Caldera Cálidda.	62
Figura N° 14	Intercambiador Cálidda.	62
Figura N° 15	Diagrama actual del proceso de calentamiento de gas natural.	63
Figura N° 16	Tendencia de Productividad 2014.	65
Figura N° 17	Tendencia de Productividad 2015.	69
Figura N° 18	Diagrama de flujo de acción correctiva.	70
Figura N° 19	Histograma de la productividad mensual 2014-2015.	73
Figura N° 20	Histograma de productividad 2014.	75
Figura N° 21	Histograma de productividad 2015.	75
Figura N° 22	Histograma de la eficiencia mensual 2014-2015.	77
Figura N° 23	Histograma de Eficiencia 2014.	79
Figura N° 24	Histograma de Eficiencia 2015.	79
Figura N° 25	Histograma de la eficacia mensual 2014-2015.	81
Figura N° 26	Histograma de Eficacia 2014.	83
Figura N° 27	Histograma de Eficacia 2015.	83
Figura N° 28	Diagrama de caja general.	86

Figura N° 29	Diagrama de caja específica N° 1.	89
Figura N° 30	Diagrama de caja específica N° 2.	89
Figura N° 31	Infraestructura de Cálidda.	125
Figura N° 32	Valores corporativos Cálidda.	126
Figura N° 33	Diagrama de flujo del proceso de gas natural.	127
Figura N° 34	Caldera Piro Tubular Cálidda.	128
Figura N° 35	Intercambiador de calor.	128
Figura N° 36	Filtro principal de gas natural.	129
Figura N° 37	Proceso de regulación de gas natural.	130
Figura N° 38	Flujometro Ultrasónico.	131
Figura N° 39	Cromatógrafo.	131
Figura N° 40	Proceso de Odorización.	131
Figura N° 41	Esquema organizacional.	132
Figura N° 42	Mapa de distritos.	133
Figura N° 43	Clasificación de clientes cálidda.	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Etapas de aplicación del ciclo Deming.	19
Tabla N° 2	Período de aplicación de la Metodología.	47
Tabla N° 3	Frecuencia de fallas en la EMR-Pachacámac.	48
Tabla N° 4	Reporte anual de horas de operación.	50
Tabla N° 5	Causas principales.	51
Tabla N° 6	Estratificación por tipo de causa.	53
Tabla N° 7	Programa de solución.	55
Tabla N° 8	Cronograma de trabajo.	56
Tabla N° 9	DAP del mantenimiento mensual del proceso de calentamiento.	58
Tabla N° 10	DAP del mantenimiento Semestral del proceso de calentamiento.	58
Tabla N° 11	DAP del mantenimiento Anual del proceso de calentamiento.	60
Tabla N° 12	Resultados de Eficiencia.	66
Tabla N° 13	Resultados de Eficacia.	67
Tabla N° 14	Resultados de Productividad.	68
Tabla N° 15	Resultados de la productividad 2014 - 2015.	72
Tabla N° 16	Estadístico descriptivo de la variable dependiente.	74
Tabla N° 17	Resultados de la eficiencia 2014 - 2015.	76
Tabla N° 18	Estadístico descriptivo de la dimensión N° 1.	78
Tabla N° 19	Resultados de la eficacia 2014 - 2015.	80
Tabla N° 20	Estadístico descriptivo de la dimensión N° 2.	82
Tabla N° 21	Prueba de normalidad.	84
Tabla N° 22	Estadístico de muestra relacionada de la hipótesis general.	86
Tabla N° 23	Igualdad de varianzas de productividad.	87
Tabla N° 24	Estadístico de muestra relacionada de la hipótesis específica N° 1.	89
Tabla N° 25	Igualdad de varianzas de eficiencia.	90
Tabla N° 26	Estadístico de muestra relacionada de la hipótesis específica N° 2.	92
Tabla N° 27	Igualdad de varianzas de eficacia.	93

ANEXOS

Anexo 01:	Matriz de Consistencia.	107
Anexo 02:	Certificado de Validación de Expertos N° 1 (Primera Variable).	108
Anexo 03:	Certificado de Validación de Expertos N° 2 (Primera Variable).	109
Anexo 04:	Certificado de Validación de Expertos N° 3 (Primera Variable).	110
Anexo 05:	Certificado de Validación de Expertos N° 1 (Segunda Variable).	111
Anexo 06:	Certificado de Validación de Expertos N° 2 (Segunda Variable).	112
Anexo 07:	Certificado de Validación de Expertos N° 3 (Segunda Variable).	113
Anexo 08:	Diseño de mejora del proceso de calentamiento de gas natural.	114
Anexo 09:	Procedimiento de Mantenimiento de los Calentadores del sistema de Distribución.	115
Anexo 10:	Plan de Mantenimiento para el proceso de Calentamiento 2015.	120
Anexo 11:	Programa de Capacitación del Personal.	121
Anexo 12:	Ficha de Recolección de Datos- Variable Independiente.	122
Anexo 13:	Ficha de Recolección de Datos- Variable Dependiente.	123
Anexo 14:	Análisis de la empresa.	124
Anexo 15:	Análisis económico	135

RESUMEN

La aplicación del método de Deming para mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda - Lima 2016, tiene como objetivo general, evaluar la aplicación del Método de Deming en la mejora de la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016. Al respecto de la variable independiente el autor Humberto Gutiérrez Pulido, sostiene la necesidad de evaluar las dimensiones de Planificar, Hacer, Verificar, Actuar, así mismo para la variable dependiente el autor expresa la necesidad de análisis de la eficiencia y eficacia

La presente investigación de acuerdo a su naturaleza, es cuantitativa y por su finalidad es aplicada. El diseño de la investigación es Cuasi Experimental de serie cronológicas, porque se realizarán mediciones periódicas de un grupo, después el tratamiento experimental y finalmente el post-test. La población, que se trabajo en la investigación es un período de 12 meses y por lo tanto la muestra es la misma.

Las técnicas que se aplicó a la investigación son de observación, ya que es un método de recolección de datos, la cual nos ayudará a determinar la confiabilidad de los instrumentos de medición. Además los datos recolectados fueron procesados y analizados a través de un software estadístico SPSS versión 21.

Los resultados de esta investigación conducen a la conclusión, que la aplicación del Método de Deming, ha logrado mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural en un 10%, de esta manera la organización incrementará su rentabilidad y así mismo será más competente en el mercado nacional e internacional.

Palabras Claves: Metodología Deming, Eficiencia, Eficacia, Productividad.

ABSTRACT

The application of the Deming method to improve productivity in the process of heating natural gas in the company Cálidda - Lima 2016, has as general objective, to evaluate the application of the Deming Method in improving the productivity of the gas heating process Natural in the company Cálidda, Lima 2016. Regarding the independent variable, the author Humberto Gutiérrez Pulido, maintains the need to evaluate the dimensions of Plan, Do, Check, Act, and also for the dependent variable the author expresses the need for analysis Efficiency and effectiveness.

This research according to its nature is quantitative and its purpose is applied. The research design is quasi-experimental time-series, because finally the posttest periodic measurements of a group will be made after the experimental treatment. The population, which works in research, is a period of 12 months and therefore the sample is the same.

The techniques applied to the research are observation, as it is a method of data collection, which will help us determine the reliability of measuring instruments. Furthermore, the data collected were processed and analyzed by SPSS statistical software version 21.

The results of this investigation lead to the conclusion that the application of the method Deming, has improved productivity in the heating process natural gas by 10 %, so the organization will increase its profitability and so it will be more competent in the national and international market.

Keywords: Methodology Deming, Efficiency, Effectiveness, Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En el Perú y en el mundo, se presentan ciertas dificultades en cuanto al progreso de una organización y así mismo en el desarrollo de sus procesos internos. La industria peruana de hidrocarburos (Gas Natural) ha experimentado un sostenido crecimiento de esta energía fósil en los últimos años, impulsada por la reactivación de la demanda interna y externa. Debido a esto, con la calidad del producto, obliga a las organizaciones mejorar los procesos internos de tal manera que apliquemos metodologías de mejoramiento continuo como el ciclo Deming, que es una de las herramientas cruciales de control de calidad en los procesos.

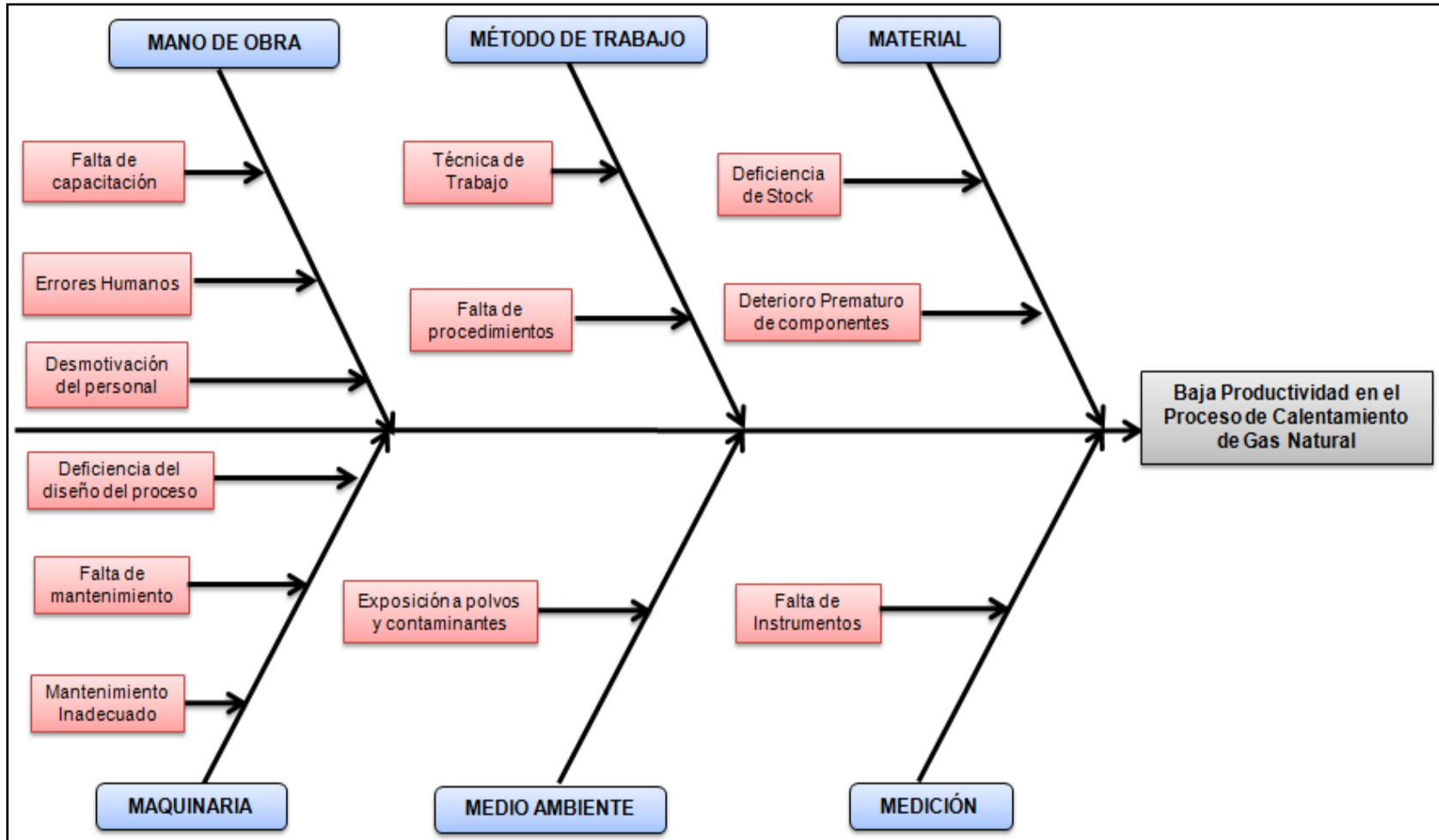
La Empresa Cálida, se dedica a la distribución de gas natural odorizado a través de tuberías de acero y polietileno en el departamento de Lima y Callao, este servicio se suministra continuamente al sector industrial y residencial. El estado peruano le otorgó la concesión por un plazo de 33 años prorrogables hasta un período máximo de 60 años. El sistema de distribución, cuenta con diferentes procesos de producción para el acondicionamiento del producto final. Por lo tanto, se ha identificado que el proceso de calentamiento de gas natural, actualmente presenta una baja productividad en el sistema de distribución de gas. Esta problemática es debido a muchos factores, la cual conlleva a que el proceso de calentamiento no sea muy eficiente y eficaz.

Este problema, tiene como consecuencia daños a la infraestructura del proceso, paradas imprevistas del servicio continuo, pérdidas económicas, mala calidad del servicio y entre otras. Por esta razón, la organización hace necesario buscar soluciones ante este problema, aplicando metodologías de los maestros de la calidad. El presente estudio pretende mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural, aplicando la metodología de mejora continua como es el Ciclo Deming (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), donde nos proporciona lineamientos de acción, para aplicar a la solución de nuestros problemas

internos. Por otro lado la aplicación de esta metodología permitirá a la organización ser más competitiva en el mercado nacional e internacional.

Para la determinación del problema principal en la organización, se aplicó el diagrama de causa-efecto, la cual nos ayudará a determinar el problema y las posibles causas dentro del proceso de calentamiento de gas natural.

Figura N° 1: Diagrama de Causa - Efecto



Fuente: Elaboración propia.

1.2 Trabajos previos

Para el desarrollo de esta investigación, se ha encontrado diferentes antecedentes que guardan relación con el tema que se ha investigado. Por lo tanto nos servirá como objeto de comparación en base a nuestros resultados obtenidos de dicho estudio, entre los antecedentes que más se relacionan para la aplicación del Método de Deming y la mejora de la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural son las siguientes:

1.2.1 Trabajos Previos Nacionales

Almeida, J y Olivares, N. Realizaron la tesis titulada *“Diseño e implementación de un Proceso de Mejora Continua en la fabricación de prendas de vestir en la Empresa Modetex”*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres del Perú (2013), para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, tuvieron como objetivo: demostrar los efectos del diseño e implementación de mejora continua en el área de costura módulo N° 1 (prendas de vestir), a través de la productividad, eficiencia y eficacia. Ellos lograron alcanzar el incremento de estas variables a través de la integración de metodologías como el Ciclo Deming, Metodología de las 5s, Distribución de Planta, Sistema de Manufactura Flexible. El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado.

Como instrumentos de medición se utilizaron las fichas de recolección de datos, la cual se analizó y cuantificó los resultados obtenidos. Como conclusión del desarrollo de esta investigación tuvo un efecto significativo en el incremento de la Eficiencia de 69,03% a 80,15%, la Eficacia se logro obtener un valor de 97,93% y la Productividad alcanzó en 2.87 unidades horas hombre.

La presente investigación dentro de su estructura, busca mejorar el incremento de la productividad, eficiencia y eficacia dentro del área de costura, aplicando metodologías de la calidad y así mismo sus

herramientas, que cuyo fin es garantizar la calidad del producto y servicio. Este trabajo constituye un valioso aporte para la realización de la presente investigación.

Arana, L. Realizó la tesis titulada *“Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje”*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres del Perú (2014), para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, tuvo como objetivo: Implementar herramientas de mejora continua para aumentar la productividad en el área de producción de carteras en la empresa Crepier.

El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado. La población está conformada por el área de producción, específicamente en la línea de producción. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron como instrumentos fichas de recolección de datos, formatos de verificación, cuestionarios, análisis de indicadores, y formatos de control. Además se aplicó las siguientes herramientas como Brainstorming, 5W, AMFE, 5S, QFD, Taguchi, Gráficas de control de Calidad, apoyadas como base en la metodología del ciclo PHVA, la cual permitió mejorar la productividad total de 60% a 62,17%, así mismo lograron incrementar su efectividad a través del producto de la eficiencia y eficacia.

Todas estas herramientas y metodologías, se aplicaron en la gestión de la producción, ya que los equipos se encontraban limitados debido a la demanda en el mercado. La aplicación del proyecto de mejora, exigió diversas inversiones tanto en tecnología como en las metodologías aplicadas, estas inversiones fueron justificadas en términos económicos a través de los ahorros expresados y los incrementos de productividad y efectividad.

Esta investigación, nos ayuda a comprender que tan importante es utilizar la metodología PHVA, como un hábito de mejora continua en nuestros procesos. Además, como índice de gestión se debe tomar en cuenta la eficiencia, eficacia, productividad y efectividad del proceso productivo. De esta manera la organización será más competente en el mercado nacional e internacional y así mismo logrará cumplir sus objetivos.

Cabrejos, D y Mejia, K. Realizaron la tesis titulada *“Mejora de la Productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil SAC mediante la aplicación de la metodología PHVA”*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres del Perú (2012), para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, tuvieron como objetivo principal el incremento de la productividad del proceso de confecciones mediante la aplicación de la metodología PHVA, con el propósito de mejorar los indicadores.

El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado. La población está conformada por el área de producción, en el proceso de confecciones. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron como instrumentos fichas de recolección de datos, análisis de indicadores, formatos de control de prendas. Además se aplicó diferentes metodologías y herramientas de calidad como por ejemplo el AMFE, Metodología de la 5S, QFD (Desarrollo de la calidad), Gráficas de control de Calidad, y por lo tanto estas herramientas se integraron en la metodología PHVA, permitiendo mejorar la productividad de 0.58 a 0.61 prendas por sol, así mismo la eficacia de 42,66% a 68,23%, eficiencia de 49,59% a 76,06%. Todas estas herramientas y metodologías, se aplicaron en la gestión de la producción, en el mantenimiento de los equipos y su disponibilidad, control de calidad de las prendas.

Este trabajo nos brinda un valioso aporte para el desarrollo de la investigación presente, por cuanto a la información nos muestra cómo

conseguir mejoras para disminuir los problemas existentes en el área de producción. Por lo tanto la aplicación de estas metodologías es efectiva para mejorar los procesos en las organizaciones.

Claudio, P. Realizó la tesis titulada “*Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria*”. Facultad de Ciencias E Ingeniería de Pontificia Universidad Católica del Perú (2011), para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, tuvieron como objetivo analizar las principales causas que generan ineficiencias y merman la productividad en un taller mecánico de una empresa comercializadora de maquinaria, además de identificar oportunidades de mejora que permitan incrementar la productividad y la eficiencia del área.

El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado, la población está conformada en el área de taller de producción. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron como instrumentos fichas de recolección de datos, estudio de tiempos en el taller, análisis de indicadores y encuestas. Además se utilizó como herramienta de mejora continua el Ciclo Deming.

Como conclusión de esta investigación, la mejora de procesos es una herramienta que busca optimizar los recursos de las organizaciones alineándolos con sus objetivos. Específicamente, con la metodología de mejora de Deming, que busca ordenar y mantener actualizados los procesos de negocio e iniciar la transformación del estado actual de desempeño de un área hacia un futuro de un nivel significativo superior. Además las organizaciones deben garantizar la competitividad y sostenibilidad de la compañía en función a la diferenciación de calidad que puede ofrecer a sus clientes.

El desarrollo de esta investigación brinda un aporte significativo de la importancia de las herramientas de la calidad para conseguir el incremento de la productividad y eficiencia del área productiva y cuyo fin supremo es garantizar la calidad del producto o servicio.

1.2.2 Trabajos Previos Internacionales

Gualotuña, A. Realizó la Maestría en Gestión de la Calidad y Productividad titulada *“Diagnostico del proceso de calentamiento de Acero líquido para la colada continua en la empresa Adelca e implementación de la mejora mediante ruta de la calidad”*. Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE (2012), tuvo como objetivo principal mejorar el proceso de calentamiento del acero líquido para obtener una buena calidad, implementando la Ruta de la Calidad (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).

El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado. Como muestra se utilizaron 713 coladas entre los meses de Marzo y Abril 2012 del área de producción. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron como instrumentos hojas de recolección de datos, análisis de variabilidad de indicadores, reportes y entre otros. Además se utilizaron las herramientas de calidad como por ejemplo diagrama de Pareto, Gráficas de control, Histogramas de barras, Gráfica de línea, ya que permiten diagnosticar adecuadamente el proceso productivo crítico, tal como lo establece la metodología de la Ruta de la Calidad.

Todas estas herramientas y la metodología de la ruta de la Calidad, se aplicaron en el proceso de calentamiento de acero líquido y la colada continua, obteniendo como resultado satisfactorio una disminución de la temperatura en el proceso de calentamiento.

La ruta de la Calidad proporciona las bases para la aplicación y la gestión eficaz de actividades orientadas a resolver los problemas relacionados con la inestabilidad de un proceso, en este caso el de calentamiento de Acero Líquido para colada Continua, lo cual permite aprovechar las oportunidades, fortalecer a la organización y reducir los efectos de las debilidades y amenazas.

Valdés, L y Rueda, J. Realizaron la tesis titulada “*Plan de mejoramiento del proceso de diseño de la empresa C.I. Manufacturas Stage Año 2012*”. Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura de Santiago de Cali (2012), para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, tuvieron como objetivo principal satisfacer las necesidades de los clientes en el tiempo propuesto y así mismo reducir el índice de rechazos de las prendas investigadas.

El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron herramientas estadísticas como el diagrama de flujo, mapa de flujo de valor y entre otros. Mediante el análisis de las causas del problema se formuló e implementó una propuesta de planeación, organización y control para el proceso del departamento de diseño mediante la metodología del mejoramiento continuo basada en el ciclo PHVA.

Como resultado a la implementación de esta metodología, los efectos se traducen en rechazos: al comparar el año 2011 frente al 2012, después de implementado la propuesta, la referencia Stage bajó de 36% a 16%, es decir, 20 puntos y de la referencia Dized, se redujo de 22% a 12%, lo que equivale a 10 puntos.

La investigación en referencia, es de gran utilidad ya que nos ayuda a entender la importancia de la mejora continua en los procesos y así mismo la satisfacción de los clientes. Es por eso que debemos de optar en utilizar

herramientas metodológicas, con la participación de todo el personal de la organización para incrementar el nivel de competencia en el mercado.

Sanchez, S. Realizó la tesis titulada *“Aplicación de las 7 herramientas de la calidad a través del Ciclo de Mejora Continua de Deming en la sección de Hilandería en la fabrica Pasamanería S.A”*. Facultad de Ciencia Químicas de la Universidad de Cuenca Ecuador (2013), para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, tuvo como objetivo: Mejorar la calidad del proceso de hilado al aplicar las 7 herramientas de la calidad y el ciclo de mejora continua de Deming.

El diseño de la presente investigación es Cuasi Experimental del tipo aplicado. La utilización de estas herramientas metodológicas nos ayudan a analizar los problemas junto con el ciclo de mejora continua (PHVA), más nos ayudan a solucionar problemas que se presentan en el proceso productivo.

La calidad, siempre da como consecuencia el ahorro de recursos y dinero, puesto a que la productividad aumenta y con menos fallos, si se calibra los manuales más eficientemente, la productividad del día puede aumentar 320 Kg, y si esto lo llevamos a prendas, las ventas podrían alcanzar hasta 108000 mil dólares si tomamos como base para estos dos ejemplos el BVD 1760.

El aporte de la tesis, es muy valioso para la realización de la presente investigación, por cuanto la información muestra cómo conseguir mejoras para disminuir los problemas existentes en la sección de Hilandería y así mismo lograr una mayor calidad en los productos. Es importante y fundamental, incentivar la motivación y capacitación a los empleados, de esta manera se garantiza la eficacia del sistema productivo.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Mejora continua de los procesos

Para Bonilla (2010, p. 30,31) “La mejora continua de los procesos es una estrategia de la gestión empresarial que consiste en desarrollar mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos y, como consecuencia elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas (stakeholders).

En ese sentido, la satisfacción debe entenderse como la relación entre la calidad del servicio o producto, percibida por el cliente, y las expectativas del cliente; así, **la mejora continua** debe basarse en la medición de los procesos y de sus resultados, de esa manera estará cuidando la satisfacción continua de sus clientes y la optimización de los recursos utilizados para tal fin”.¹

Para Gutiérrez (2014, p. 64) “Mejora continua, actividad recurrente para aumentar el desempeño de la organización en relación con la calidad, productividad y competitividad.

La mejora continua es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas o restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño. Es precisamente en el contexto de la mejora continua en el que los métodos y las estrategias que se estudian, toman su mayor utilidad”.²

¹ Mejora Continua de los Procesos: Herramientas y Técnicas por Bonilla Elsie [et al.].Lima: Universidad de Lima, 2010.30 pp, 31pp. ISBN:978-9972-45-241-3

² GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.64pp. ISBN: 978-607-15-1148-5

1.3.2 Concepto de Calidad

Para Gutiérrez (2014, p. 18,19) “Juran (1990): “Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente”. Por su parte, la American Society for Quality (ASQ) señala:

Calidad es un término subjetivo para el que cada persona o sector tiene su propia definición. En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados:

- 1) Son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas.
- 2) Es un producto o un servicio libre de deficiencias.

La norma ISO 9000:2005 define la calidad como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiéndose requisito como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

En términos menos formales, la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que este tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que este tiene sobre el producto o servicio”.³

Para Hernández y Vizán (2013, p. 58) “La calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas “bien a la primera” y en todas sus áreas para alcanzar la plena satisfacción de los clientes, tanto externos como internos. El esfuerzo continuo mediante el despliegue de las

³ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.18pp,19pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

técnicas de calidad es la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas.

En esta situación cada empleado se convierte en un inspector de calidad, no habiendo distinción entre los operarios de la línea y el personal del departamento de calidad. De esta manera la reparación de los defectos no se realiza después de un largo tiempo de producción defectuosa, sino inmediatamente después de la localización de un problema”.⁴

La calidad significa hacer las cosas, con el mínimo defecto posible. Así mismo puede ser costoso y también económico, ya que no solo los productos o servicios de calidad tienen que ser relativamente costosos. Sin embargo, también podemos encontrar los productos y servicios de calidad con un costo económico o mínimo de tal manera satisfacer las necesidades del cliente u usuario.

1.3.3 Principios de la mejora de la calidad

Para Servat (2012, p. 89) “La calidad de los productos, servicios y otros outputs es determinada por la satisfacción de los clientes que los utilizan, y por la efectividad y eficiencia de los procesos que los crean y sostienen.

La mejora de la calidad se logra al mejorar los procesos. Toda actividad o ítem de trabajo de una organización compromete uno o más procesos.

La mejora de la calidad es una actividad continua, dirigida a lograr una mayor efectividad y eficiencia de los procesos.

Los esfuerzos de mejora de la calidad deben estar dirigidos hacia una búsqueda constante de oportunidades de avance, en lugar de esperar que un problema revele oportunidades.

⁴ HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing.[en línea].Madrid: Fundación EOI,2013 [fecha de consulta: 19 de Abril de 2015]. Disponible en: [//www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion](http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion). ISBN: 978-84-15061-40-3

Corregir los outputs del proceso reduce o elimina un problema que ha ocurrido. Las acciones preventivas y correctivas eliminan o reducen cualquier ocurrencia futura. Por lo tanto, las acciones correctivas y preventivas mejoran los procesos de una organización y son críticas para la mejora de la calidad”.⁵

Al mejorar nuestro proceso de calentamiento de gas natural en nuestro sistema de distribución, nos ayudará a ser más competitivos en el mercado nacional e internacional y así mismo incrementaremos nuestra productividad.

1.3.4 Importancia de la Calidad

Para Carro y González (2012, p. 2,3) “Particularmente, la calidad afecta a una empresa de cuatro maneras:

Costos y participación del mercado: las mejoras en calidad llevan a una mayor participación en el mercado y ahorros en los costos por disminución de fallas, reproceso y garantías por devoluciones.

Prestigio de la Organización: la calidad surgirá por las percepciones que los clientes tengan sobre los nuevos productos de la empresa y también por las prácticas de los empleados y relaciones con los proveedores.

Responsabilidad por los productos: las organizaciones que diseñan y elaboran productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizadas por daños o lesiones que resulten de su uso. Esto lleva a grandes gastos legales, costosos arreglos o pérdidas y una publicidad que no evita el fracaso de la organización entera.

⁵ SERVAT, Alexander. Mejora continua y Acción Correctiva. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012. 89pp. ISBN: 970-26-0172-X

Implicaciones Internacionales: en este momento de globalización, la calidad es un asunto internacional. Tanto para una compañía como para un país. En la competencia efectiva dentro de la economía global, sus productos deben cumplir con las expectativas de calidad y precio”.⁶

1.3.5 Cultura de la Calidad y los grandes maestros

Para Gutiérrez (2014, p. 30) “Para poder entender mejor la calidad es importante conocer a los grandes maestros creadores de las diferentes filosofías, así como el entorno en el que se desarrollaron.

A continuación se dan las aportaciones de los principales Maestros, también llamados por los medios publicitarios Gurús de la Calidad, que se dieron a conocer después de la Segunda Guerra Mundial.

W.Edwards Deming (1900-1993)

Fue un estadístico estadounidense, entre 1943 y 1945 Deming promovió en su país un curso sobre control estadístico de calidad para personal de la industria y universidades. En 1950 impartió conferencias a altos directivos japoneses sobre las ventajas del control estadístico de la calidad, además de un curso de control de calidad a 400 ingenieros Japoneses. Un año después, en Japón, se fundó el Premio a la calidad Deming, el cual se otorgaba en dos categorías: a un individuo por sus conocimientos en teoría estadística y a compañías por logros obtenidos en la aplicación estadística.⁷

Joseph M. Juran (1904-2008)

Para Gutiérrez (2014, p. 43,44) “El doctor Juran, en 1928 escribió su primer trabajo de calidad: un folleto de entrenamiento llamado “Métodos

⁶ CARRO, Roberto y GONZÁLES, Daniel. Administración de la Calidad Total.[en línea].Argentina: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales,2012 [fecha de consulta: 19 de Agosto de 2015]. Disponible en:http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjbn8WN1_3MAhWGJCYKHVjFAa8QFgggMAI&url=http%3A%2F%2Fnulan.mdp.edu.ar%2F1614%2F1%2F09_administracion_calidad.pdf&usg=AFQjCNG67awqEmrf0sC4Ms7NVE8c97iYA&sig2=sjNpwo_xqixej3qxv_ZMLg.

⁷ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México: Mc Graw Hill Educación, 2014.30pp. ISBN: 978-607-15-1148-5

estadísticos aplicados a los problemas de manufactura”. En 1937 conceptualizo el principio de Pareto y 17 años más tarde visitó Japón y ayudo a gerentes de esta nacionalidad a entender la calidad.

Una de sus aportaciones clave es lo que se conoce como la **trilogía de la calidad**, un esquema de administración funcional cruzada que se compone de tres procesos administrativos: planear, controlar y mejorar”.⁸

Kaouro Ishikawa (1915-1989)

Para Gutiérrez (2014, p. 45,46) “Fue un ingeniero acreedor al premio Deming y a un reconocimiento de la Asociación Americana de la Calidad (American Association for Quality, ASQ). Desempeñó un papel relevante en el movimiento por la calidad en Japón debido a sus actividades de promoción y a su aporte de ideas innovadoras para la calidad.

El diagrama de causa - efecto también se denomina diagrama de Ishikawa, debido a que fue él quien lo empezó a usar en forma sistemática. Además señala que el **Control Total de la Calidad (CTC)** es una filosofía de administración que se debe convertir en uno de los principales objetivos de la compañía, y para ello se deben fijar metas a largo plazo y anteponer a la calidad en todas las decisiones, empezando por el área de compras”.⁹

1.3.6 Metodología Deming

Para Gutiérrez (2014, p. 120) “El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el **ciclo de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad**, se desarrolla un plan (planear), este se

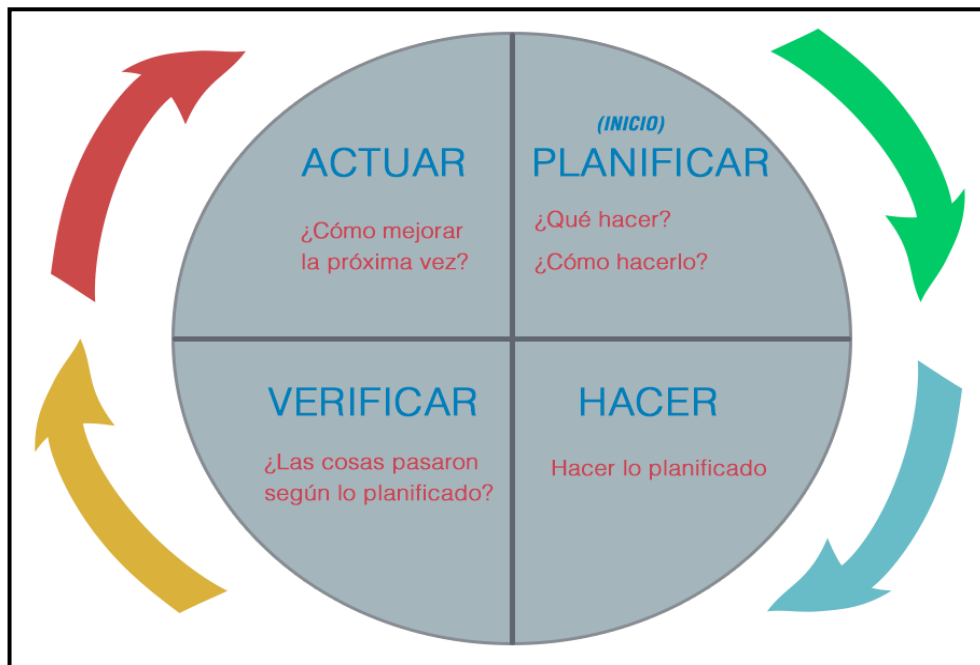
⁸ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4^a.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.43pp,44pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

⁹ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4^a.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.45pp,46pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

aplica en pequeña escala o sobre una base de ensayo (hacer), se evalúa si se obtuvieron los resultados esperados (verificar) y se actúa en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan si dio resultado con medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurándolo porque los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo.

La filosofía de este ciclo lo hace de gran utilidad para perseguir la mejora; y hay muchas metodologías de desarrollo de un proyecto que de alguna forma incorporan la filosofía del ciclo PHVA”.¹⁰

Figura N° 2: Ciclo de Deming



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Ciclo_PHVA.png

Para Servat (2012, p. 61) “El **Ciclo PDCA**, conocido como **círculo de Deming**, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo planificar-

¹⁰ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.43pp,120pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

ejecutar-verificar-actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua, tanto en las mejoras drásticas o radicales como en las pequeñas mejoras: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos”.¹¹

Cuando un equipo se reúne con el propósito de ejecutar un proyecto para resolver un problema importante y recurrente, antes de proponer soluciones y aventurar acciones se debe contar con información y seguir un método que incremente la probabilidad de éxito. De esta manera, la planeación, el análisis y la reflexión se harán un hábito y gracias a ello se reducirán las acciones por reacción. En este sentido se propone que los equipos de mejora siempre sigan el **ciclo PHVA** junto con los ocho pasos que a continuación se describen y que se sintetizan en la siguiente tabla N° 1:

¹¹ HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing.[en línea].Madrid: Fundación EOI,2013 [fecha de consulta: 12 de junio de 2015]. Disponible en: [//www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion](http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion). ISBN: 978-84-15061-40-3

Tabla N° 1 Etapas de aplicación del Ciclo Deming

Etapa del ciclo	Pasos	Nombre del paso	Técnicas que se pueden usar
Planear	1	Definir y analizar la magnitud del problema	Pareto, h. de verificación, histograma, c. de control.
	2	Buscar todas las posibles causas	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa
	3	Investigar cuál es la causa más importante	Pareto, estratificación, d. de dispersión, d. de Ishikawa
	4	Considerar las medidas remedio	Por qué...necesidad Qué...objetivo Dónde...lugar Cuánto...tiempo y costo Cómo...plan
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, Pareto, c. de control, h. de verificación
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del problema	Estandarización, inspección, supervisión, h. de verificación, cartas de control
	8	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro

Fuente: Elaboración Propia.

1.3.7 Diagrama de causa – efecto

Para Gutiérrez (2014, p. 206) “El diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa: un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas. Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales depende de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica; ellos son tipo 6M, flujo del proceso y enumeración de causas”.

A) Método de las 6M

El método de construcción de las 6M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): método de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen, de manera global, todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural de esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M.¹²

1.3.8 Diagrama de Pareto

Para Gutiérrez (2014, p. 193) “Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son las variables o datos categóricos. Su objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que se pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que solo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total”.¹³

¹² GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.206pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

¹³ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.193pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

1.3.9 Productividad

Para Gutiérrez (2014, p. 20) "La Productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. La productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: **eficiencia y eficacia**".¹⁴

- **Productividad:** Mejoramiento continuo del sistema

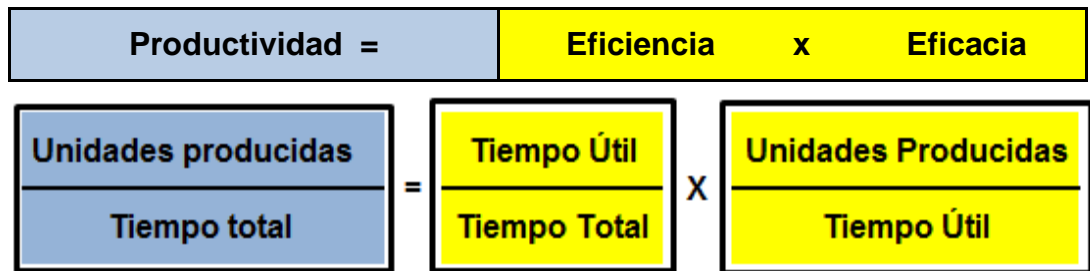


Figura N° 3: Ejemplo de eficiencia y eficacia

Eficiencia= 50%	Eficacia= 80%
<p>50% del tiempo se desperdicia en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación • Paros no programados • Desbalanceo de capacidades • Mantenimiento y reparaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • De 100 unidades 80 están libres de defectos • 20 tuvieron algún tipo de defecto.

Fuente: Elaboración propia

¹⁴ GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.20pp.ISBN: 978-607-15-1148-5

Según una encuesta aplicada en los sectores metal-mecánico, calzado, muebles, textil y confección en México (Giral et al., 1998), la eficiencia promedio detectada fue de 50%, es decir, en estos sectores se desperdiciaba la mitad del tiempo, en promedio, en aspectos inherentes a fallas de planeación y organización de la producción, principalmente. De aquí que tome sentido la afirmación de la figura 3, que se dice que más de producir más rápido es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos.

Por otro lado, está la mejora de la eficacia, cuyo propósito es optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, así como capacitar a la gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos, y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos. Además, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados y generar programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo. Según la encuesta referida antes, la eficacia promedio detectada fue de 80%, es decir, en un tiempo útil en que se producen 100 unidades, solo 80 están libres de defectos, las otras 20 se quedaron a lo largo del proceso por algún tipo de defecto. De estas 20 algunas podrán procesarse y otras serán desperdicio.

Para García (2010, p. 9,10) "La Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. Los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto.

3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente".¹⁵

1.3.9.1 Eficiencia

Para Gutiérrez (2014, p. 20) "Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos".

Para Pérez (2010, p. 157) "Por eficiencia vamos a entender la producción u output por unidad de input"; se identifica con productividad de los recursos ya que equivale a la relación entre cantidad producida y recursos consumidos. "¹⁶

1.3.9.2 Eficacia

Para Gutiérrez (2014, p. 20) "Es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados".

Para Pérez (2010, p. 157) "Por eficacia entendemos el nivel de contribución al cumplimiento de los objetivos del Plan del Sistema de Calidad (QSP) de la empresa o del proyecto. Diremos que una acción es eficaz cuando consigue los objetivos correspondientes".

1.3.10 Estudio de Tiempo

Para OIT (2014, p. 273) "El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a

¹⁵ GARCÍA, Roberto. Estudio del Trabajo. 2da. ed. Mexico. MC GRAW HILL [2010?]. [Fecha de consulta: 30 de Noviembre 2015]. Disponible en: www.megraw-hill-educación.com ISBN:970-10-4657-9

¹⁶ PÉREZ, José. Gestión por procesos. 4ª. ed. Madrid: ESIC, 2010. 157pp. ISBN:978-84-7356-776-3

fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. "¹⁷

Cálidda, como empresa privada tiene un contrato Boot con el estado peruano. Dentro de este contrato en el anexo 1, se menciona la disponibilidad de la red de distribución que se detalla a continuación:

La Red de Distribución deberá ser diseñada, construida, mantenida y operada para restringir paros no programados y proporcionar una disponibilidad de 99% para un año continuo.

Un paro no programado será definido como una falla en cubrir la demanda de los consumidores.

La Red de Distribución deberá tener suficiente capacidad de respaldos y redundancia así como de efectivos procedimientos de mantenimiento para alcanzar la disponibilidad especificada.

1.3.10.1 Tiempo Total

Se refiere a la disponibilidad neta del equipo durante un período dado. En otras palabras es el tiempo de carga disponible para la operación menos los tiempo necesarios para descanso, encuentros, etc. (inevitables)

$$\text{Tiempo Total} = \text{Tiempo Estándar (M)} - \text{Tiempo de Paradas Planificadas}$$

1.3.10.2 Tiempo Útil

Es el ratio de calidad Q que es el porcentaje de piezas buenas que hemos fabricado y que en términos de tiempo se define como el Tiempo útil que es el tiempo que deberíamos haber utilizado el

¹⁷ OIT. Introducción al estudio del trabajo.4ª.ed.México: LIMUSA, 2014.273 pp.
ISBN: 978-968-18-5628-1

equipo para fabricar el número de piezas buenas que hemos fabricado.

$$\text{Tiempo Útil} = \text{Tiempo Total} - \text{Paradas no planificadas}$$

1.3.11 Importancia de la Productividad

Para Freivalds y Niebel (2014, p.1) "La única forma en que un negocio o empresa puede crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida. Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo.

Con una agresividad nunca antes vista, las empresas están resolviendo aspectos como la reducción de costos y un aumento de calidad a través de una mejora en la productividad".¹⁸

1.3.12 Caldera

La **caldera**, en la industria, es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado.

La caldera es un caso particular en el que se eleva a altas temperaturas un set de intercambiadores de calor, en la cual se produce un cambio de fase. Además, es recipiente de presión, por lo cual es construida en parte con acero laminado a semejanza de muchos contenedores de gas.

¹⁸ FREIVALDS, Andris y Niebel, Benjamín. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13a.ed. México. MC GRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2014. 1 pp. ISBN: 978-607-15-1154-6

Debido a las amplias aplicaciones que tiene el vapor, principalmente de agua, la caldera es muy utilizada en la industria, a fin de generarlo para aplicaciones como:

- Para calentar otros fluidos, como por ejemplo, en la industria petrolera, donde el vapor es muy utilizado para calentar petróleos pesados y mejorar su fluidez.¹⁹

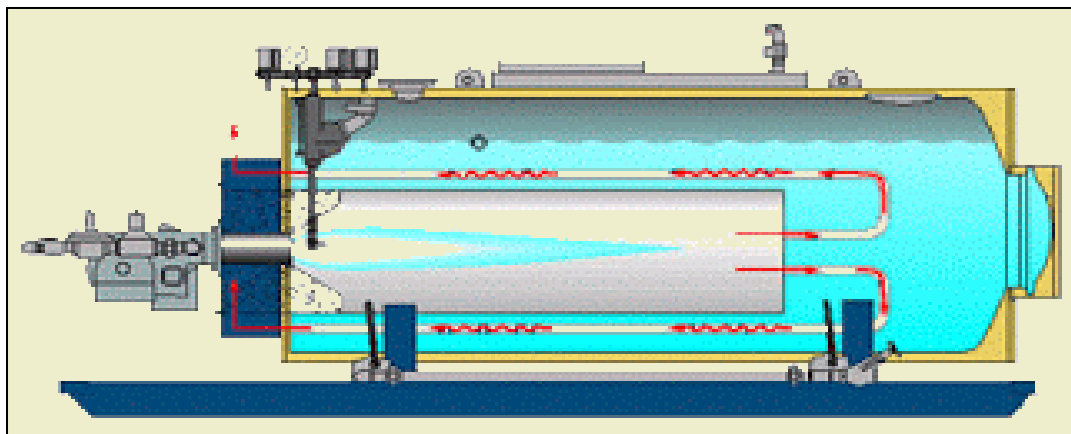
1.3.13 Clasificación de Calderas

Las calderas se clasifican en función del paso del fluido calo portador a través de los tubos de intercambio.

A) Calderas Piro tubulares

Son aquellas calderas en las que los gases de la combustión circulan por el interior de los tubos y el líquido se encuentra en un recipiente atravesado por dichos tubos. Son de aplicación principalmente cuando la presión de trabajo es inferior a los 22 Bar.

Figura N° 04: Caldera Piro tubular



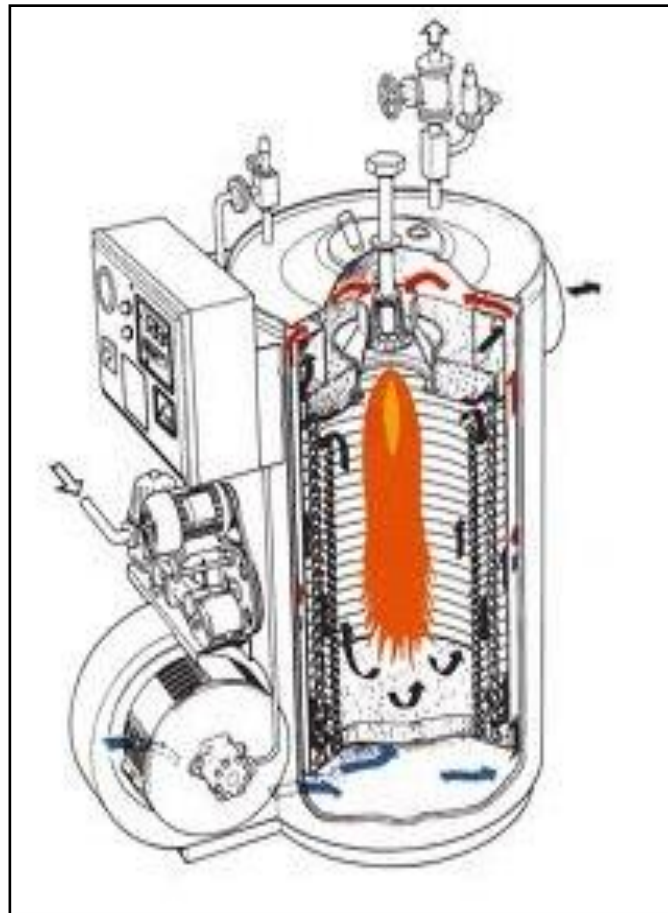
Fuente: <http://es.slideshare.net/luisjmacias1/generadores-de-vapor-30776564>

¹⁹ Wikipedia. Caldera (Máquina). [en línea]. 30 de Octubre de 2013 [Fecha de consulta: 7 de Agosto 2015]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_\(m%C3%A1quina\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_(m%C3%A1quina))

B) Calderas Acuotubulares

Son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo se desplaza por el interior de tubos durante su calentamiento y los gases de combustión circulan por el exterior de los mismos. Son de aplicación cuando se requiere una presión de trabajo por encima de los 22 Bar.²⁰

Figura N° 05: Caldera Acuotubular



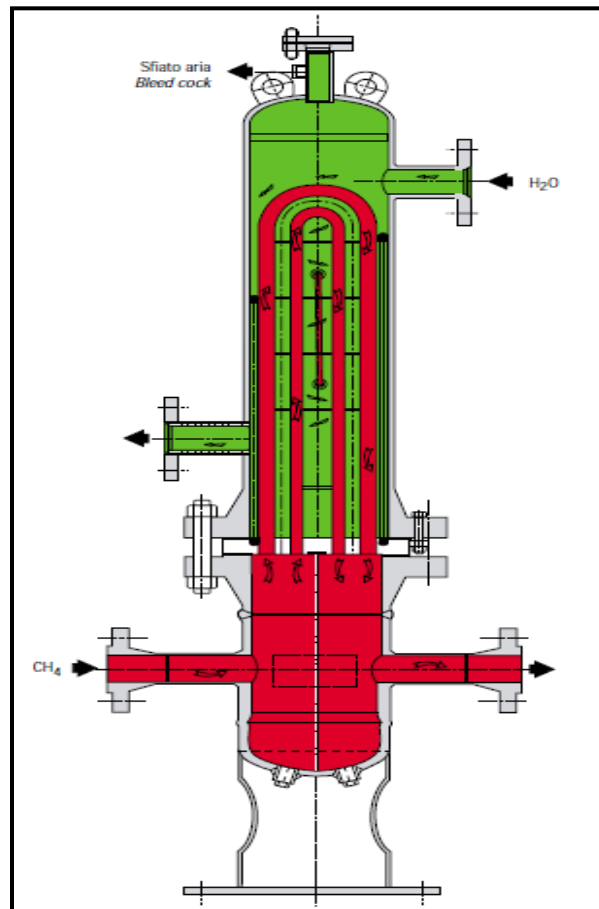
Fuente: <http://es.slideshare.net/luisjmacias1/generadores-de-vapor-30776564>

²⁰ Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Guía Básica de Calderas Industriales Eficientes [en línea]. Madrid: Comunidad de Madrid [Fecha de consulta: 20 de Diciembre de 2015]. Disponible en: http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahKEwj-ruW7wY_NAhWEMSYKHT2hA-4QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fenercom.com%2Fpdf%2Fpublicaciones%2FGuia-basica-calderas-industriales-eficientes-fenercom-2013.pdf&usg=AFQjCNF_T0NAOzUFpiQB0DJV3-Sk8tOQZw&sig2=-h1gCllsQ2qFV6wmh91XOg&bvm=bv.123664746,d.eWE

1.3.14 Intercambiadores de Calor

Un **intercambiador de calor** es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento. Son elementos fundamentales en los sistemas de calefacción, refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico, además de en aparatos de la vida cotidiana como calentadores, frigoríficos, calderas, ordenadores, el radiador del motor de un automóvil, etc.²¹

Figura N° 06: Intercambiador de Calor



Fuente: Cálidda

²¹ Wikipedia.Intercambiador de Calor. [en línea].14 de Abril del 2016 [Fecha de consulta: 4 de Noviembre 2015].Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Intercambiador_de_calor

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿De qué manera el Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016?

1.4.2 Problema Específico

¿En qué medida el Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016?

¿En qué medida el Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016?

1.5 Justificación del estudio

Para Bernal (2010, p. 106), “Toda investigación está orientada a la resolución de algún problema; por consiguiente, es necesario justificar, o exponer, los motivos que merecen la investigación. Asimismo, debe determinarse su cubrimiento o dimensión para conocer su viabilidad. De acuerdo con Méndez, la justificación de una investigación puede ser de carácter teórico, práctico o metodológico (Méndez, 1995).”

1.5.1 Justificación Teórica

Para Bernal (2010, p. 106), “En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”.

El estudio de esta investigación se justifica teóricamente, porque gracias a los aportes de Pulido Humberto (2014), en el tema de calidad y productividad, hace mención a los grandes maestros de la calidad como Edwards Deming, si mejoramos la calidad en los procesos, tendríamos

como resultado una reacción en cadena como por ejemplo el incremento de la productividad. De esta manera las organizaciones serian más competentes en el mercado nacional e internacional.

1.5.2 Justificación Práctica

Para Bernal (2010, p. 106), “Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”.

La presente investigación, tiene una justificación práctica, porque se aplicará la metodología Deming, de tal manera que nos ayudará a solucionar los problemas de productividad en el proceso de calentamiento de gas natural de la empresa Cálidda. Además se mejorará la eficiencia y eficacia del proceso.

1.5.3 Justificación Económica

La presente investigación se justifica económicamente, puesto que al implementar la metodología Deming, nos permitirá optimizar costos, mejorar la calidad del servicio de suministro de gas natural, minimizar el tiempo de paradas del proceso, y así mismo mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural.(Ver anexo 15)

1.5.4 Justificación Metodológica

Para Bernal (2010, p. 107), “En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable”.

El presente trabajo de investigación se justifica metodológicamente, ya que la manera como se aborda esta investigación servirá como referencia a empresarios, profesionales e investigadores que buscan determinar la relación existente entre la aplicación Método de Deming y su aporte en la

productividad del proceso de calentamiento de gas natural. Además las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se emplearon en la investigación, son de suma importancia y confiabilidad.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La aplicación del Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

1.6.2 Hipótesis Específicos

H1. La aplicación del Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

H2. La aplicación del Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Evaluar la aplicación del Método de Deming en la mejora de la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

1.7.2 Objetivo Específicos

Evaluar la aplicación del Método de Deming y la mejora de la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Evaluar la aplicación del Método de Deming y la mejora de la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

II.MÉTODO

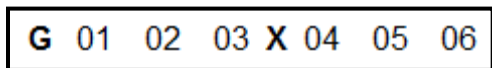
II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

El diseño Cuasi experimental de serie cronológica en ocasiones el investigador pretende analizar efectos al mediano y largo plazo o los efectos de la administración del tratamiento experimental varias veces; pero no cuenta con la posibilidad de asignar al azar a los sujetos o participantes a los grupos del experimento. En estos casos, pueden utilizarse los diseños cuasi experimentales, salvo que los grupos deben ser intactos. En ambas situaciones se aplican mediciones repetidas de la variable dependiente y se inserta el tratamiento experimental entre dos de esas mediciones en, al menos, un grupo; mientras que al otro grupo no se le aplica ningún tratamiento en el período de experimentación.²²

El presente diseño de la investigación, será del tipo Cuasi Experimental de serie cronológica de un solo grupo, esto quiere decir que a un único grupo se le administra varias pre-pruebas, después se le aplica el tratamiento experimental y finalmente varias pos-pruebas. Esto se determino porque la población de estudio es igual a mi muestra y por lo tanto mi muestreo es no probabilístico intencional.

El diseño de la presente investigación se presenta en el siguiente esquema:



El número de mediciones está sujeto a las necesidades específicas de la investigación que realizamos.

22

Metodología de la Investigación. 2012. Disponible en: http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahUKEwirpo_TilbOAhUE7B4KHbd0DEUQFghWMAk&url=http%3A%2F%2Fmetodologia2012.bligoo.cl%2Fmedia%2Fusers%2F23%2F1179686%2Ffiles%2F332545%2F05cap_MI5aCD.pdf&usq=AFQjCNHp3JQ4WCzUeHAL_P68l7CvzWCZEw&sig2=e7dEZ0t-ntXglpsKFJEfPQ.

Dónde:

G : Grupo Experimental

O1,O2,O3 : Mediciones pre pruebas (Antes de la aplicación Deming)

X : Variable Independiente (Método Deming)

O4,O5,O6 : Mediciones pos pruebas (Después de la aplicación Deming)

2.1.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio de la presente investigación es cuantitativo, ya que se utilizará fichas de recolección de datos para probar las hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y la prueba de teorías. Además, podemos decir que el tipo de investigación es aplicada.

2.2 Variables, Operacionalización**Definición de Variables**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 105), lo define “Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos valores respecto de la variable referida.”

2.2.1 Variable Independiente

- **Método de Deming**

Definición Conceptual: Para Pulido (2014), "El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad"120.p.

Definición Operacional: La aplicación del método de Deming implica en el desarrollo de una serie de pasos estandarizados como el Planificar, Hacer, Verificar, Actuar, para cumplir con los objetivos planteados a través de los indicadores como el plan de objetivos, nivel de acciones, nivel de resultados, nivel de objetivos, la cual serán recolectadas a través de nuestros instrumentos.

Dimensiones:

- Planificar.
- Hacer.
- Verificar.
- Actuar.

Indicadores:

- Plan de Objetivos.
- Nivel de Acciones.
- Nivel de Resultados.
- Nivel de Objetivos.

2.2.2 Variable Dependiente

- **Productividad en el proceso de calentamiento de gas natural.**

Definición Conceptual: Para Pulido (2014), "La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia" 20.p

Definición Operacional: La productividad de un proceso puede medirse de diversas formas, el método que se aplicará para determinar la productividad es a través de la eficiencia y eficacia. Dentro de estas dimensiones, se utilizarán indicadores de tiempo y unidades producidas, la cual será recolectada a través de nuestros instrumentos.

Dimensiones:

- Eficiencia.
- Eficacia.

Indicadores:

- Tiempo Útil.
Fórmula: Tiempo Total – Paradas no planificadas.
- Tiempo Total.
Fórmula: Tiempo Estándar – Tiempo de parada planificada
- Unidades Producidas.
Fórmula: Tiempo Útil x Capacidad del Equipo.
- Unidades Propuestas.
Fórmula: Tiempo Total x Capacidad del Equipo.

2.2.3 Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES									
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULA DE INDICADORES	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE INDICADORES	INSTRUMENTO
MÉTODO DE DEMING	<p>Pulido,H (2014) El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad.120.p</p>	<p>La aplicación del método de Deming implica en el desarrollo de una serie de pasos estandarizados como el Planificar, Hacer, Verificar, Actuar, para cumplir con los objetivos planteados a través de los indicadores como el plan de objetivos, nivel de acciones, nivel de resultados, nivel de objetivos, la cual serán recolectadas a través de nuestros instrumentos.</p>	Planificar	Plan de Objetivos	N° de Programas Realizadas/ N° de Programas Establecidas * 100	Observación Experimental	Porcentaje.	Razón	Hoja de Registro
			Hacer	Nivel de Acciones	Acciones Ejecutadas/ Acciones Programadas *100	Observación Experimental	Porcentaje.	Razón	Hoja de Registro
			Verificar	Nivel de Resultados	Resultado Alcanzado/ Resultado Planeado *100	Observación Experimental	Porcentaje.	Razón	Hoja de Registro
			Actuar	Nivel de Objetivos	Objetivo Alcanzado / Objetivo Propuesto *100	Observación Experimental	Porcentaje.	Razón	Hoja de Registro
PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL	<p>Pulido,H (2014) La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. 20.p</p>	<p>La productividad de un proceso puede medirse de diversas formas, el método que se aplicará para determinar la productividad es a través de la eficiencia y eficacia. Dentro de estas dimensiones, se utilizarán indicadores de tiempo y unidades producidas, la cual serán recolectadas a través de nuestros instrumentos.</p>	Eficiencia	Tiempo Útil	$TU = \text{Tiempo Total} - \text{Paradas no planificadas.}$	Observación de campo	Horas	Razón	Recolección de datos
				Tiempo Total	$\text{Tiempo Total} = \text{Tiempo Estándar} - \text{Tiempo de parada planificada}$	Observación de campo	Horas	Razón	Recolección de datos
			Eficacia	Unidades Producidas	$UP = \text{Tiempo Útil} \times \text{Capacidad del Equipo}$	Observación de campo	Giga calorías/Hora	Razón	Recolección de datos
				Unidades Propuestas	$UP = \text{Tiempo Total} \times \text{Capacidad del calentador}$	Observación de campo	Giga calorías/Hora	Razón	Recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174), "La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Lepkowski, 2008b)".

Para el desarrollo de la investigación, se ha considerado como población los 12 meses de un período anual en el proceso de calentamiento de gas natural de la estación de regulación Pachacámac. Por lo tanto nuestra unidad de análisis será la productividad en determinados períodos.

Para conocer el tamaño de la población, se obtuvo información de la empresa Cálidda, a través de la base de datos donde se registra todo los acontecimientos y así mismo del centro de control (SCADA).

2.3.2 Muestra

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 175), "La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Todas las muestras (en el enfoque cuantitativo) deben ser representativas; por tanto, el uso de los términos al azar y aleatorio sólo denota un tipo de procedimiento mecánico relacionado con la probabilidad y con la selección de elementos o unidades, pero no aclara el tipo de muestra ni el procedimiento de muestreo".

Para esta investigación se ha considerado como muestra, el mismo valor de la población (12 meses)

2.3.3 Muestreo

Según VALDERRAMA, S. (2014). Es el proceso de selección de una parte representativa de la población, la cual permite estimar los parámetros de la población. Un parámetro es un valor numérico que caracteriza a la población que es objeto de estudio.

Dentro de la investigación se ha aplicado una **muestra no probabilístico de conveniencia o intencional**, ya que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación. Además el investigador selecciona directa e intencionadamente los elementos de la población.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Para Bernal (2010, p. 192), "En la actualidad, en investigación científica hay una gran variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una determinada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas. Según Muñoz Giraldo et al (2001), la investigación cuantitativa utiliza generalmente los siguientes instrumentos y técnicas para la recolección de información: Encuestas, entrevistas, observación sistemática, análisis de contenido, prueba de rendimiento, fichas de cotejo, técnicas proyectivas, pruebas estadísticas, etc."

La técnica que se aplicará para esta investigación es de observación Experimental y Recolección de Datos. Para Hernández, Fernández y Baptista (2010, p. 260), "Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y sub categorías".

2.4.2 Instrumentos

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 199,200), "Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (Grinnell, Williams y Unrau, 2009). En toda investigación cuantitativa aplicamos un instrumento para medir las variables contenidas en la hipótesis (y cuando no hay hipótesis simplemente para medir las variables de interés) Esa medición es eficaz cuando el instrumento de recolección de datos en realidad representa las variables que tenemos en mente".

Para la presente investigación, se hizo la construcción de fichas de observación, recolección de datos y planificación. Estas mediciones nos ayudarán a realizar la acción correctiva en nuestro proceso. Los datos recolectados de la variable independiente y dependiente de la investigación se encuentran en el **Anexo 12 y 13**.

2.4.3 Validación del instrumento

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, y para determinar la validez y objetividad de contenido, se sometió a la técnica del criterio de tres expertos Ingenieros Industriales de la Universidad César Vallejo con vasta experiencia, brindaron las pautas necesarias en la validación de los instrumentos, los mismos que después de ser corregidos y tomados los criterios de observación de los profesionales en consulta.

2.4.4 Confiabilidad del instrumento

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200), "La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

Dentro de la investigación, se realizó mediciones del tiempo para las tareas del mantenimiento preventivo, se utilizó un cronómetro digital. Este cronómetro presenta una exactitud de +/- 0,01% y una resolución de 0,01, la cual nos brinda una confiabilidad en las mediciones realizadas.

2.5 Métodos de análisis de datos

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 272), “En la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo **por computadora u ordenador**. Ya casi nadie lo hace de forma manual ni aplicando fórmulas, en especial si hay un volumen considerable de datos. El análisis de los datos se efectúa sobre la matriz de datos utilizando un **programa computacional**”.

El muestreo de los datos obtenidos para el estudio será de manera opcional según el proceso operativo que se esté analizando, dado que se analizará la información en contraste entre un antes y después de la implementación. Como programa computacional utilizaremos el **Software de Análisis Estadístico SPSS Statistics v22**.

2.5.1 Análisis Descriptivo

Consiste en un análisis mediante la Estadística Descriptiva, que tiene como objeto procesar, resumir y analizar un conjunto de datos obtenidos en cada una de las variables del modelo teórico. Los atributos estadísticos descriptivos son: La Media, La Mediana, La Moda, La Desviación Estándar, Varianza, Rango, cuyas propiedades existe gran conocimiento, experiencia y consenso, por lo que no es necesario realizar análisis de validez y fiabilidad. Es necesario tener definidos los criterios a seguir en caso de porcentajes elevados de no respuesta y los eventuales sesgos que esto pueda representar. Los mismos que sirven para describir el comportamiento de la variable en una población o en el interior de sub poblaciones.

2.5.2 Análisis Inferencial

Consiste en un análisis a través de la estadística inferencial, para probar hipótesis y estimar parámetros. Además busca inferir, generalizar las cualidades observadas en una muestra o población, mediante modelos matemáticos estadísticos como la prueba T, análisis de varianza, análisis de covarianza, prueba de normalidad. Estas herramientas sirven para estimar parámetros y probar hipótesis con base a la distribución muestral.

A. Hipótesis de Investigación

H₁: La aplicación del Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Hipótesis Estadística:

H₁₀: La aplicación del Método de Deming no mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

$$H_{10}: I_{1a} - I_{1p} \leq 0 \approx I_{1a} \leq I_{1p}$$

H_{1a}: La aplicación del Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

$$H_{1a}: I_{1a} - I_{1p} > 0 \approx I_{1a} > I_{1p}$$

B. Hipótesis de Investigación 1

H₂: La aplicación del Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Indicadores:

- Tiempo Útil.
- Tiempo total.

Hipótesis Estadística:

H₂₀: La aplicación del Método de Deming no mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

$$H_{20}: I_{2a} - I_{2p} \leq 0 \approx I_{2a} \leq I_{2p}$$

H_{2a}: La aplicación del Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

$$H_{2a}: I_{2a} - I_{2p} > 0 \approx I_{2a} > I_{2p}$$

C. Hipótesis de Investigación 2

H₃: La aplicación del Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Indicadores:

- Unidades producidas.
- Unidades propuestas.

Hipótesis Estadística:

H₃₀: La aplicación del Método de Deming no mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

$$H_{30}: I_{3a} - I_{3p} \leq 0 \approx I_{3a} \leq I_{3p}$$

H_{3a}: La aplicación del Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

$$H_{3a}: I_{3a} - I_{3p} > 0 \approx I_{3a} > I_{3p}$$

2.5.3 Nivel de significancia

El nivel de significancia o también denominado nivel de riesgo (α) escogido para la prueba de hipótesis fue del 0.05 tomamos este nivel por ser considerado el más usado por proyectos de investigación, en tanto podemos incidir que el nivel de confianza tomará el valor de 0.95.

$$\alpha = 0.05 \Rightarrow \text{Nivel de Confianza} = 1 - \alpha = 0.95$$

2.6 Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta la veracidad de resultados; el respeto por la propiedad intelectual; el respeto por las convicciones políticas, religiosas y morales; respeto por el medio ambiente y la biodiversidad; responsabilidad social, política, jurídica y ética; respeto a la privacidad; proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio; honestidad, etc. Es importante contar con un juicio profesional y la confidencialidad de los datos recogidos. Asesoramiento por parte de un comité de ética. El investigador debe tener siempre en cuenta los aspectos éticos de su estudio. La participación en un estudio de investigación es voluntaria (consentimiento informado).

La presente investigación es realizada de acuerdo a los principios éticos anteriormente expresados, según lo establecen los cánones de la profesión, la cual asegura el bienestar del investigador y de las personas, actividades que se estudian.

III. RESULTADOS

3.1 Proceso de aplicación de la Metodología Deming

Debido a la situación de la empresa y las exigencias del mercado, la organización se ve obligada a utilizar herramientas metodológicas que nos ayude a mejorar los procesos productivos, de tal manera que mejore la productividad.

El presente estudio se realizó dentro de las instalaciones de la empresa Cálidda, específicamente en el área de producción (Proceso de calentamiento de gas natural). **La metodología que se aplicará a esta investigación es el Método de Deming**, ya que nos brindará los lineamientos necesarios para el desarrollo de este trabajo y así mismo cumplir con los objetivos propuestos, como es la mejora de la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural.

Previa a la implementación del proyecto, se hizo un estudio y análisis en el año 2014, de las falencias que ocurren en el proceso de calentamiento y así mismo en la disponibilidad del proceso, la cual conlleva una baja productividad en este proceso. El desarrollo del proyecto de mejora continua, se aplicará a pequeña escala sobre una base de ensayo como es la estación de regulación Pachacámac. A continuación se muestra una figura de una estación de regulación de gas natural.

Figura N°07: Vista de Estación de Regulación



Fuente: Cálidda

Para la implementación de la Metodología Deming se ha tomado un período de 109 días (3.6 meses aproximadamente), en donde participaron las diferentes aéreas de la organización relacionadas al proceso productivo. A continuación se muestra el período de aplicación:

Tabla N° 2: Período de aplicación de la Metodología.

PERÍODO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING																											
Etapas	Actividades	Fecha de Inicio	Fecha Final	Periodo de duración	05/01/2015	06/01/2015	07/01/2015	08/01/2015	09/01/2015	10/01/2015	11/01/2015	12/01/2015	13/01/2015	18/02/2015	19/02/2015	23/02/2015	24/02/2015	05/03/2015	06/03/2015	10/03/2015	11/03/2015	26/03/2015	27/03/2015	09/04/2015			
					Planificar	Se determina las causas principales.	05/01/2015	12/01/2015	8 Días	2 D																	
Se define los objetivos.		2D																									
Se crea una solicitud de acción de mejora.(SAM)			2D																								
Se crea un plan de trabajo.				2D																							
Hacer	Se mejora el diseño del proceso de calentamiento.	13/01/2015	10/03/2015	57 Días								37 D															
	Se mejora el programa de mantenimiento.														5 D												
	Se elabora un plan de capacitación y entrenamiento.																10 D										
	Se elabora procedimientos de mantenimiento.																			5 D							
Verificar	Verificar resultados y registrar.	11/03/2015	10/04/2015	30 Días																	20 D						
	Comparar y analizar los resultados.																							10 D			
Actuar	Estandarizar y documentar los resultados	11/04/2015	24/04/2015	14 Días																			5 D				
	Preservar los avances logrados.																									9 D	

Fuente: Elaboración propia

La metodología está basada en cuatro etapas que se describen a continuación:

- **Planear:**

En este primer paso, la organización tiene como objeto mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural, debido a alta frecuencia de paradas no planificadas, sobre exceso de la capacidad diseñada y fallas de que se presentan durante la operación (Ver anexo 08 y 09). Como primer paso, se define y delimita con claridad el problema que se busca resolver, de tal forma que se entienda en qué consiste, cómo y dónde se manifiesta, cómo afecta al cliente y cómo influye en la calidad y la productividad. Además, se debe tener en clara la magnitud del problema: con qué frecuencia se presenta y cuánto cuesta.

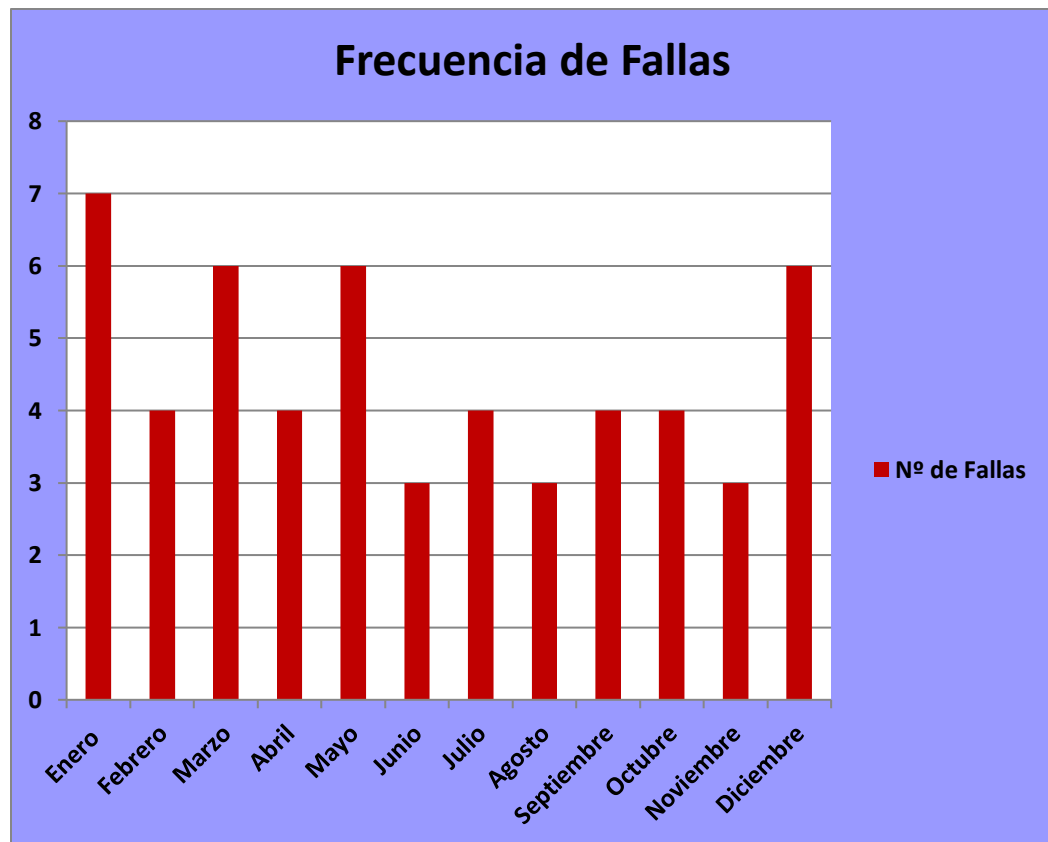
Tabla N°3: Frecuencia de fallas en la EMR - Pachacámac

Estación	Mes	Nº de Fallas	Año
EMR-14660 PACHACÁMAC	Enero	7	2014
	Febrero	4	2014
	Marzo	6	2014
	Abril	4	2014
	Mayo	6	2014
	Junio	3	2014
	Julio	4	2014
	Agosto	3	2014
	Septiembre	4	2014
	Octubre	4	2014
	Noviembre	3	2014
	Diciembre	6	2014
Total	54		

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N°8, se muestra mediante un gráfico de columnas el número de fallas que se ha presentado en la EMR-14660 Pachacámac durante el período del año 2014. Además se procedió a utilizar como herramienta básica el histograma que se muestra en la figura siguiente:

Figura N° 8: Histograma de frecuencia de fallas



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 4 se muestra un reporte anual del año 2014, de las horas de operación del proceso de calentamiento de gas natural en la EMR-14660 (Pachacámac)

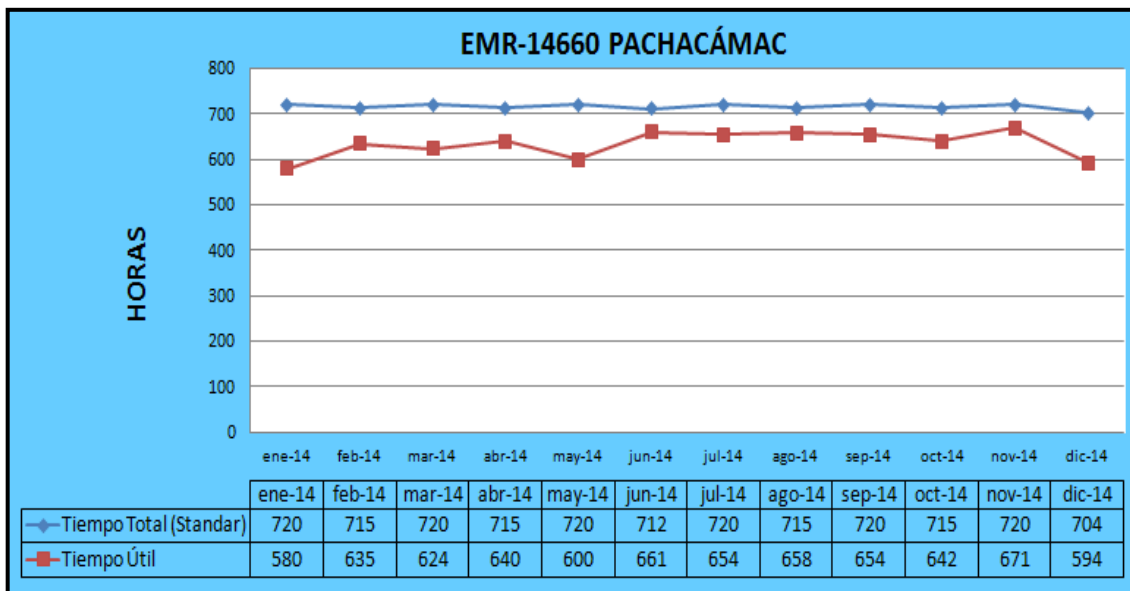
Tabla N° 4: Reporte anual de horas de operación.

Reporte Anual de Horas de Operación del Proceso de Calentamiento de Gas Natural 2014 (EMR - 14660 Pachacámac)

Item	Mes	Tiempo Total Mensual (Horas)	Paradas no planificadas / Averías (Horas)	Tiempo Útil Total (Horas)
1	Enero	720	140	580
2	Febrero	715	80	635
3	Marzo	720	96	624
4	Abril	715	75	640
5	Mayo	720	120	600
6	Junio	715	54	661
7	Julio	720	66	654
8	Agosto	715	57	658
9	Septiembre	720	66	654
10	Octubre	715	73	642
11	Noviembre	720	49	671
12	Diciembre	715	121	594
			Total Horas Anual	7613

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 9: Tendencia de operación en la EMR-Pachacámac



Fuente: Elaboración propia

Este segundo pasó, los miembros encargados del equipo deben buscar todas las posibles causas del problema que se presenta. Una herramienta de utilidad en esta actividad es la **técnica de lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa**, para así considerar los diferentes puntos de vista y no descartar de antemano ninguna posible causa.

Tabla N° 5: Causas Principales

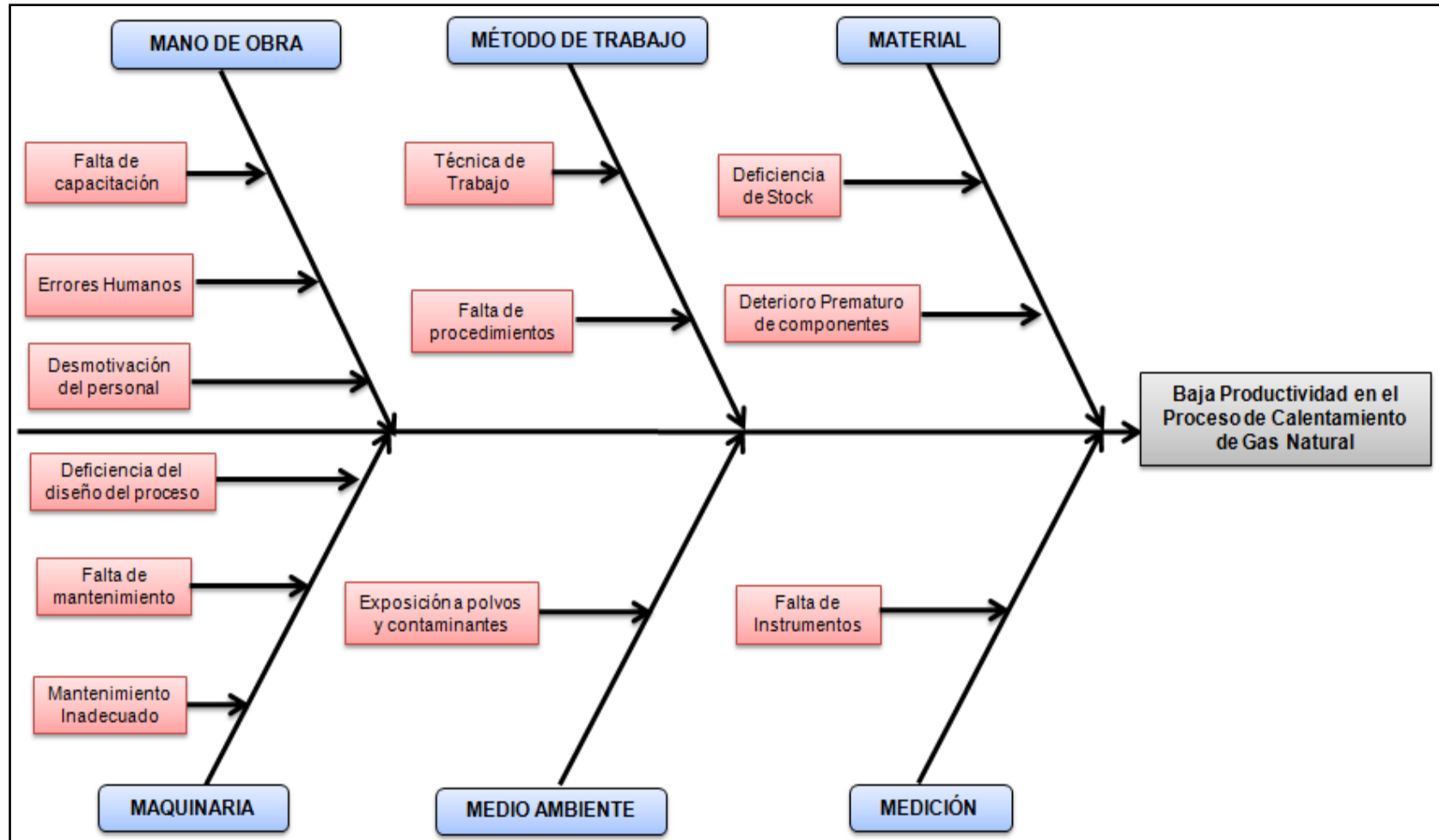
Item	Causas	Frecuencia	Impacto	Efecto
1	Falta de mantenimiento.	3	9	27
2	Mantenimiento inadecuado.	3	9	27
3	Deficiencia del diseño del proceso.	3	9	27
4	Técnica de trabajo.	3	9	27
5	Falta de capacitación.	3	9	27
6	Deterioro prematuro de materiales.	3	9	27
7	Desmotivación de personal.	3	3	9
8	Deficiencia de stock.	3	3	9
9	Falta de procedimientos.	3	3	9
10	Errores humanos.	3	3	3
11	Falta de instrumentos.	3	3	3
12	Exposición a polvos y contaminantes.	1	1	1

Impacto	
Muy alto impacto	12
Alto impacto	9
Medio impacto	3
Bajo impacto	1

Frecuencia	
Muy frecuente	5
Frecuente	3
Poco frecuente	1

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 10 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

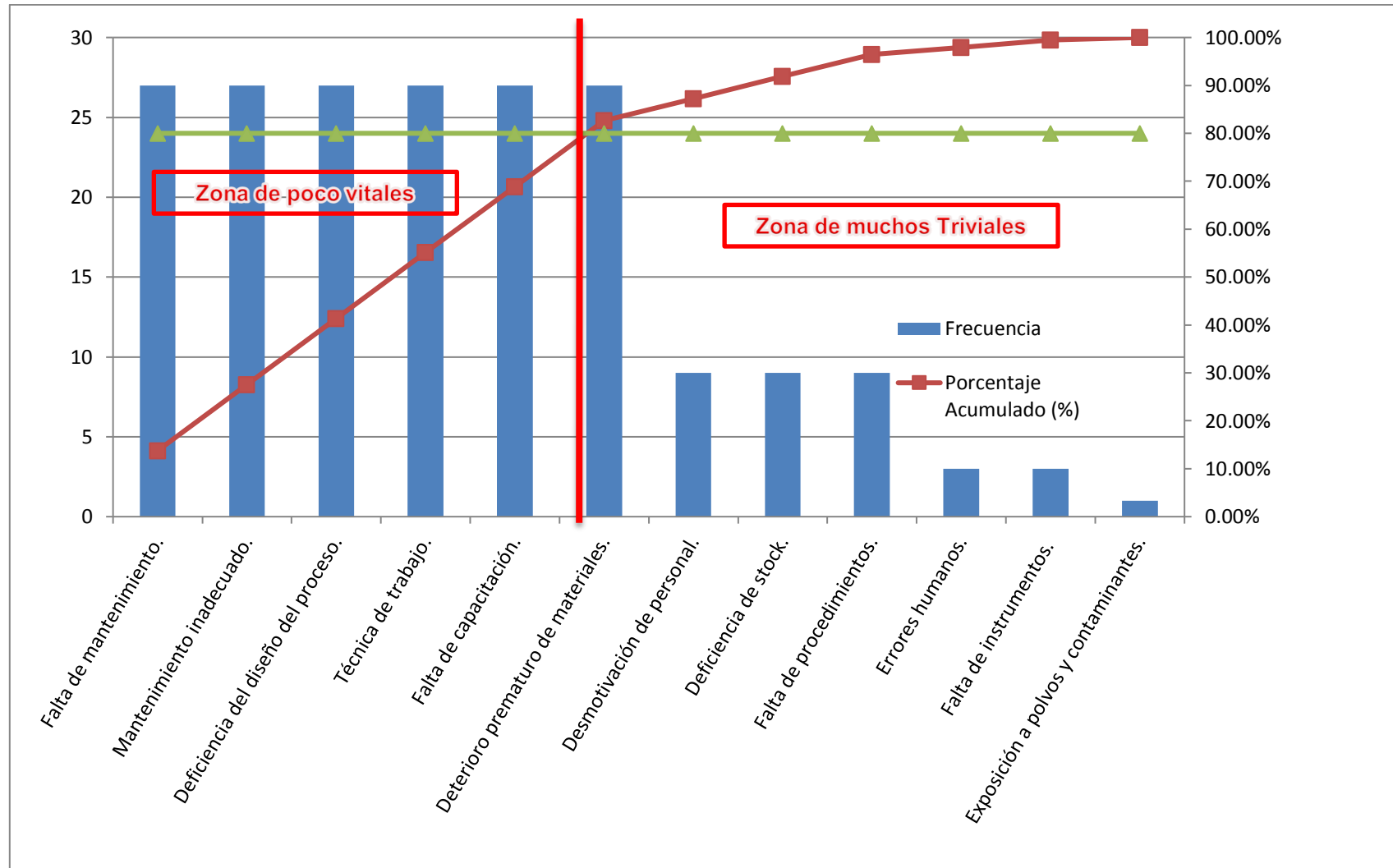
En este tercer paso, se logra identificar cuáles son las causas o los factores más importantes. Para esto se utilizó como herramienta el diagrama de Pareto, la cual nos ayudará a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. Se procedió a hacer un análisis con base en datos y así mismo la gráfica en barras que nos ayudarán a identificar las prioridades.

Tabla N° 6: Estratificación por tipo de causas

Diagrama de Pareto				
Causas	Frecuencia	Porcentaje Acumulado (%)	Frecuencia Acumulado	80-20
Falta de mantenimiento.	27	13,78%	27	80%
Mantenimiento inadecuado.	27	27,55%	54	80%
Deficiencia del diseño del proceso.	27	41,33%	81	80%
Técnica de trabajo.	27	55,10%	108	80%
Falta de capacitación.	27	68,88%	135	80%
Deterioro prematuro de materiales.	27	82,65%	162	80%
Desmotivación de personal.	9	87,24%	171	80%
Deficiencia de stock.	9	91,84%	180	80%
Falta de procedimientos.	9	96,43%	189	80%
Errores humanos.	3	97,96%	192	80%
Falta de instrumentos.	3	99,49%	195	80%
Exposición a polvos y contaminantes.	1	100,00%	196	80%
	196			

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 11: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

En este cuarto paso, se analiza la naturaleza de cada una de las causas, se decide una serie de acciones para corregirlas y así eliminar los problemas que ocasionan la baja productividad en el proceso de calentamiento de gas natural. Por lo tanto se procede a realizar un cronograma de trabajo con todas las áreas involucradas que estén relacionadas con el proceso productivo y así mismo el programa de solución.

Tabla N° 7: Programa de solución

Programa de Solución	
Causas Principales	Alternativa de solución
A. Deficiencia del diseño del proceso.	• Mejorar el diseño del proceso y la capacidad de los equipos.
B. Mantenimiento inadecuado.	• Realizar instructivo de mantenimiento de acuerdo al manual.
C. Falta de mantenimiento.	• Mejorar el programa de mantenimiento anual.
D. Falta de capacitación.	• Impartir cursos sobre proceso de calentamiento de gas natural.
E. Técnica de trabajo.	• Elaboración de procedimientos para el mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8: Cronograma de trabajo

CRONOGRAMA DE TRABAJO																													
Etapas	Actividades	Fecha de Inicio	Fecha Final	Periodo de duración	05/01/2015	06/01/2015	07/01/2015	08/01/2015	09/01/2015	10/01/2015	11/01/2015	12/01/2015	13/01/2015	18/02/2015	19/02/2015	23/02/2015	24/02/2015	05/03/2015	06/03/2015	10/03/2015	11/03/2015	26/03/2015	27/03/2015	09/04/2015	Responsable				
Planificar	Se determina las causas principales.	05/01/2015	12/01/2015	8 Días	2 D																				Mantenimiento				
	Se define los objetivos.					2D																							
	Se crea una solicitud de acción de mejora (SAM)						2D																						
	Se crea un plan de trabajo.							2D																					
Hacer	Se mejora el diseño del proceso de calentamiento.	13/01/2015	10/03/2015	57 Días									37 D												Mantenimiento Ingenieria				
	Se mejora el programa de mantenimiento.															5 D													
	Se elabora un plan de capacitación y entrenamiento.																		10 D										
	Se elabora procedimientos de mantenimiento.																				5 D								
Verificar	Verificar resultados y registrar.	11/03/2015	10/04/2015	30 Días																	20 D				Mantenimiento				
	Comparar y analizar los resultados.																							10 D					
Actuar	Estandarizar y documentar los resultados	11/04/2015	24/04/2015	14 Días																			5 D		Mantenimiento Ingenieria				
	Preservar los avances logrados.																										9 D		

Fuente: Elaboración propia

- **Hacer:**

En esta segunda etapa, es la implementación de las mejoras del programa de solución que se identificaron en el paso anterior, con el objeto de mejorar la productividad del proceso de calentamiento de gas natural, ya que es muy importante dentro del sistema de distribución. El no solucionar estos problemas puede traer muchas consecuencias severas dentro de los procesos y así mismo la imagen de la organización. Con este mejoramiento se logrará incrementar la productividad que actualmente se encuentra en un valor de 78,58%.

Además, se realizó el estudio del tiempo, durante el desarrollo de las actividades del mantenimiento preventivo que se realizan en el proceso de calentamiento de gas natural, la cual es muy fundamental para nuestra investigación. Los estudios de la tarea que se realizaron son las siguientes:

- Mantenimiento Preventivo Mensual.
- Mantenimiento Preventivo Semestral.
- Mantenimiento Preventivo Anual.

Los registros del programa de solución se encuentran en los **anexos 08, 09,10, 11**.

Tabla N° 9: DAP del mantenimiento mensual del Proceso de Calentamiento.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO									
EMPRESA:		CÁLIDDA							
DEPARTAMENTO/ÁREA:		OPERACIONES/MANTENIMIENTO							
ACTIVIDAD:		MANTENIMIENTO MENSUAL DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO							
RESUMEN				OBSERVADOR:	ROJAS ROJAS ANGEL MIGUEL				
ACTIVIDAD:	Mét.Actual	Mét.Mejorado	Propuesta	FECHA:	10/04/2015				
Operación	○	12		MÉTODO:	Actual				
Transporte	⇒	0			Mejorado				
Espera	D	0		TIPO:	Operario				
Inspección	□	9			Material				
Almacenamiento	▽	0			Maquina				
Tiempo total		300 Minutos		LUGAR:					
Distancia total		0							
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (Min)	SIMBOLO			OBSERVACIONES	
1	Gestionar el ingreso a la infraestructura con el centro de control.			1	○				
2	Medición de mezcla explosiva en el área.			2					
3	Inspeccionar la integridad de la instalación eléctrica (tablero, canalización, tuberías).			5					
4	Inspeccionar el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento,			5					
5	Inspeccionar las conexiones de puesta a tierra de los equipos e infraestructura.			5					
6	Verificar los indicadores de presión y temperatura en las líneas de gas y agua del proceso de calentamiento de gas natural.			5					
7	Realizar contraste de valores de presión y temperatura desde campo con el centro de control.			5					
8	Inspeccionar y/o reemplazar el filtro de alimentación de gas de ser necesario.			20					
9	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras de presión de gas.			15					
10	Verificar el correcto funcionamiento de todos los componentes que conforman la caldera Piro-Tubular.			40					
11	Realizar limpieza externa del quemador y sus componentes.			10					
12	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas solenoides de apertura de piloto y quemador.			5					
13	Realizar ajustes del conexionado eléctrico en el tablero y así mismo los terminales del electrodo de ionización			12					
14	Realizar medición de la corriente de ionización en la varilla detectora de llama.			10					
15	Verificar la limpieza y drenajes de la sala de la caldera.			30					
16	Realizar ajuste y medición de los parámetros de combustión.			60					
17	Inspeccionar y/o reparar pérdida de agua en el proceso de calentamiento.			5					
18	Inspeccionar y/o rellenar agua en el tanque de expansión del proceso de calentamiento y así mismo agregar inhibidor de			20					
19	Realizar purgado de aire al proceso de calentamiento.			15					
20	Verificar operación de las electrobombas de recirculación.			5					
21	Realizar análisis de la calidad de agua en los calentadores (medición de dureza, sólidos disueltos, PH y nitratos).			25					
TOTAL:			0	300	12	0	0	9	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: DAP del mantenimiento Semestral del Proceso de Calentamiento.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO										
EMPRESA:		CALIDDA								
DEPARTAMENTO/ÁREA:		OPERACIONES/MANTENIMIENTO								
ACTIVIDAD:		MANTENIMIENTO SEMESTRAL DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO								
RESUMEN				OBSERVADOR: ROJAS ROJAS ANGEL MIGUEL						
ACTIVIDAD:	Mét.Actual	Mét.Mejorado	Propuesta	FECHA: 10/04/2015						
Operación	15			MÉTODO: Actual						
Transporte	0			Mejorado						
Espera	0			TIPO: Operario						
Inspección	13			Material						
Almacenamiento	0			Maquina						
Tiempo total	480 Minutos			LUGAR:						
Distancia total	0									
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (Min)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
1	Gestionar el ingreso a la infraestructura con el centro de control.			1	○	→	□	▽		
2	Medición de mezcla explosiva en el área.			2						
3	Inspeccionar la integridad de la instalación eléctrica (tablero, canalización, tuberías).			5						
4	Inspeccionar el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento).			5						
5	Inspeccionar las conexiones de puesta a tierra de los equipos e infraestructura.			5						
6	Verificar los indicadores de presión y temperatura en las líneas de gas y agua del proceso de calentamiento de gas natural.			5						
7	Realizar contraste de valores de presión y temperatura desde campo con el centro de control.			5						
8	Inspeccionar y/o reemplazar el filtro de alimentación de gas de ser necesario.			20						
9	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras de presión de gas.			15						
10	Verificar el correcto funcionamiento de todos los componentes que conforman la caldera Piro-Tubular.			40						
11	Realizar limpieza externa del quemador y sus componentes.			10						
12	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas solenoides de apertura de piloto y quemador.			5						
13	Realizar ajustes del conexionado eléctrico en el tablero y así mismo los terminales del electrodo de ionización			12						
14	Realizar medición de la corriente de ionización en la varilla detectora de llama.			10						
15	Verificar la limpieza y drenajes de la sala de la caldera.			30						
16	Realizar ajuste y medición de los parámetros de combustión.			60						
17	Inspeccionar y/o reparar pérdida de agua en el proceso de calentamiento.			5						
18	Inspeccionar y/o rellenar agua en el tanque de expansión del proceso de calentamiento y así mismo agregar inhibidor de corrosión.			20						
19	Realizar purgado de aire al proceso de calentamiento.			15						
20	Verificar operación de las electrobombas de recirculación.			5						
21	Verificar la hermeticidad de las válvulas reguladoras y registrar sus valores de calibración.			40						
22	Verificar el correcto funcionamiento y hermeticidad de la válvula de bloqueo por sobrepresión.			15						
23	Verificar hermeticidad de las válvulas solenoides del piloto y quemador.			20						
24	Realiza el mantenimiento integral del quemador y piloto.			60						
25	Realiza la prueba funcional a los electrodos de ionización y de encendido.			15						
26	Realiza el mantenimiento al inyector de aire del quemador.			10						
27	Inspecciona el estado del refractario de las tapas de los calentadores.			20						
28	Realizar análisis de la calidad de agua en los calentadores (medición de dureza, sólidos disueltos, PH y nitratos).			25						
TOTAL:			0	480	15	0	0	13	0	

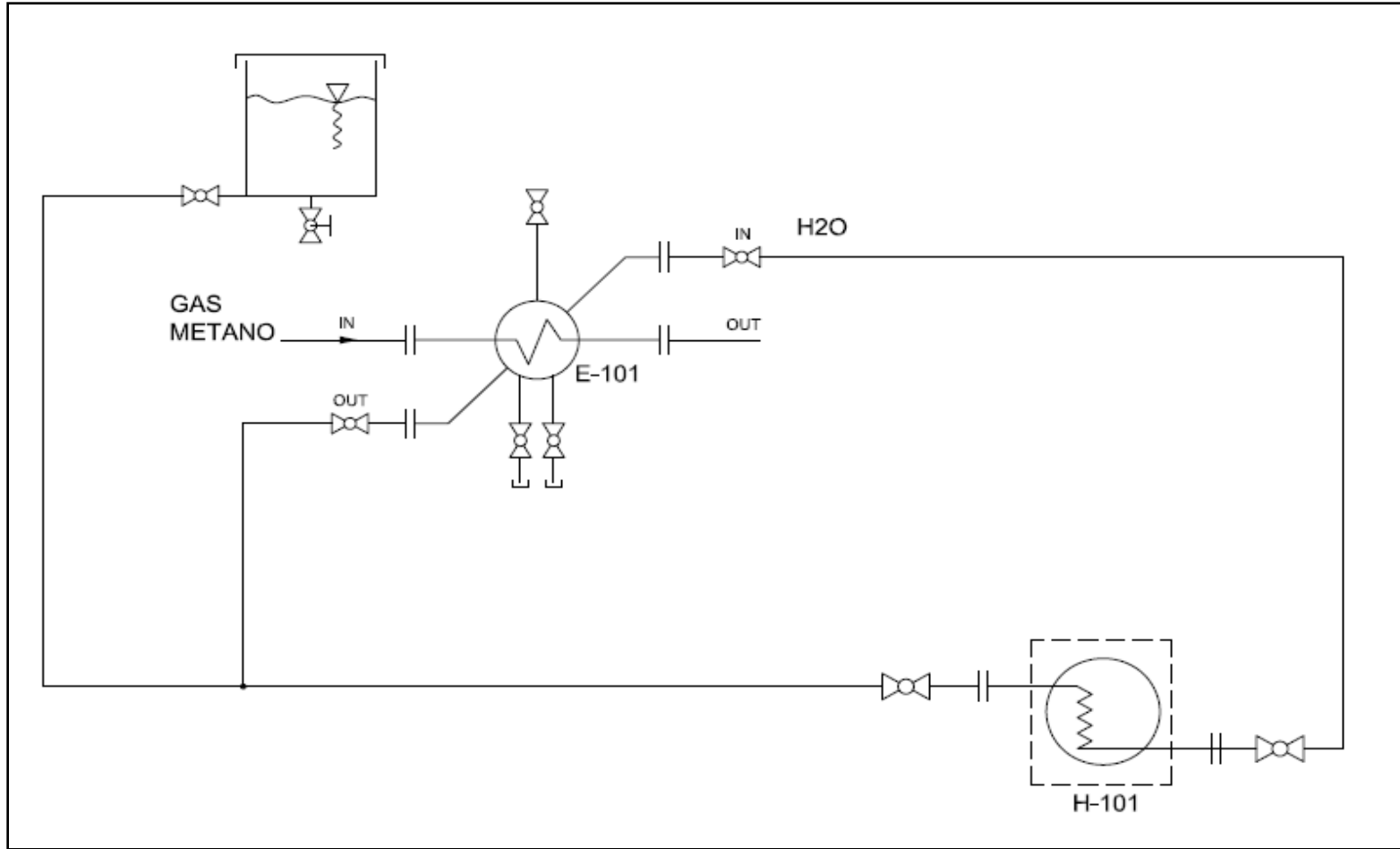
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11: DAP del servicio de mantenimiento Anual del Proceso de Calentamiento.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO						
EMPRESA:		CALIDDA				
DEPARTAMENTO/ÁREA:		OPERACIONES/MANTENIMIENTO				
ACTIVIDAD:		MANTENIMIENTO ANUAL DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO				
RESUMEN				OBSERVADOR:	ROJAS ROJAS ANGEL MIGUEL	
ACTIVIDAD:	Mét Actual	Mét Mejorado	Propuesta	FECHA:	10/04/2015	
Operación		21		MÉTODO:	Actual	
Transporte		0			Mejorado	
Espera		0		TIPO:	Operario	
Inspección		14			Material	
Almacenamiento		0			Maquina	
Tiempo total		960 Minutos		LUGAR:		
Distancia total		0				
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (Min)	SIMBOLO	OBSERVACIONES
1	Gestionar el ingreso a la infraestructura con el centro de control.			1	○	
2	Medición de mezcla explosiva en el área.			2	→	
3	Inspeccionar la integridad de la instalación eléctrica (tablero, canalización, tuberías).			5	□	
4	Inspeccionar el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento, corrosión y			5	□	
5	Inspeccionar las conexiones de puesta a tierra de los equipos e infraestructura.			5	□	
6	Verificar los indicadores de presión y temperatura en las líneas de gas y agua del proceso de calentamiento de gas natural.			5	□	
7	Realizar contraste de valores de presión y temperatura desde campo con el centro de control.			5	□	
8	Inspeccionar y/o reemplazar el filtro de alimentación de gas de ser necesario.			20	□	
9	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras de presión de gas.			15	□	
10	Verificar el correcto funcionamiento de todos los componentes que conforman la caldera Piro-Tubular.			40	□	
11	Realizar limpieza externa del quemador y sus componentes.			10	□	
12	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas solenoides de apertura de piloto y quemador.			5	□	
13	Realizar ajustes del conexionado eléctrico en el tablero y así mismo los terminales del electrodo de ionización			12	□	
14	Realizar medición de la corriente de ionización en la varilla detectora de llama.			10	□	
15	Verificar la limpieza y drenajes de la sala de la caldera.			30	□	
16	Realizar ajuste y medición de los parámetros de combustión.			60	□	
17	Inspeccionar y/o reparar pérdida de agua en el proceso de calentamiento.			5	□	
18	Inspeccionar y/o rellenar agua en el tanque de expansión del proceso de calentamiento y así mismo agregar inhibidor de corrosión.			20	□	
19	Realizar purgado de aire al proceso de calentamiento.			15	□	
20	Verificar operación de las electrobombas de recirculación.			5	□	
21	Verificar la hermeticidad de las válvulas reguladoras y registrar sus valores de calibración.			40	□	
22	Verificar el correcto funcionamiento y hermeticidad de la válvula de bloqueo por sobrepresión.			15	□	
23	Verificar hermeticidad de las válvulas solenoides del piloto y quemador.			20	□	
24	Realiza el mantenimiento integral del quemador y piloto.			60	□	
25	Realiza la prueba funcional a los electrodos de ionización y de encendido.			15	□	
26	Realiza el mantenimiento al inyector de aire del quemador.			10	□	
27	Inspecciona el estado del refractario de las tapas de los calentadores.			20	□	
28	Preservar en buen estado el sistema de puesta a tierra.			30	□	
29	Realizar mantenimiento integral de válvula reguladora de gas y de bloqueo.			60	□	
30	Realizar mantenimiento integral del ventilador del aire forzado .			60	□	
31	Realizar mantenimiento integral de las electrobombas de recirculación.			60	□	
32	Realizar mantenimiento de las valvulas de alivio.			40	□	
33	Realizar contraste y calibración de los instrumentos de medición.			60	□	
34	Limpieza interna de la coraza de intercambiador de calor.			180	□	
35	Inspección de haz de tubos del intercambiador de calor.			15	□	
TOTAL:			0	960	21 0 0 14 0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 12: Diagrama Antiguo del Proceso de Calentamiento de Gas Natural.



Fuente: Elaboración propia

- **A). Descripción del Antiguo Proceso de Calentamiento:**

En la figura N° 12, se visualiza el antiguo diseño del proceso de calentamiento de gas natural de la estación Pachacámac, que básicamente está compuesto por los siguientes componentes principales:

- 01 Caldera Pirotubular (Vertical)
- 01 Intercambiador de Calor

Figura N° 13: Caldera



Fuente: Cálidda

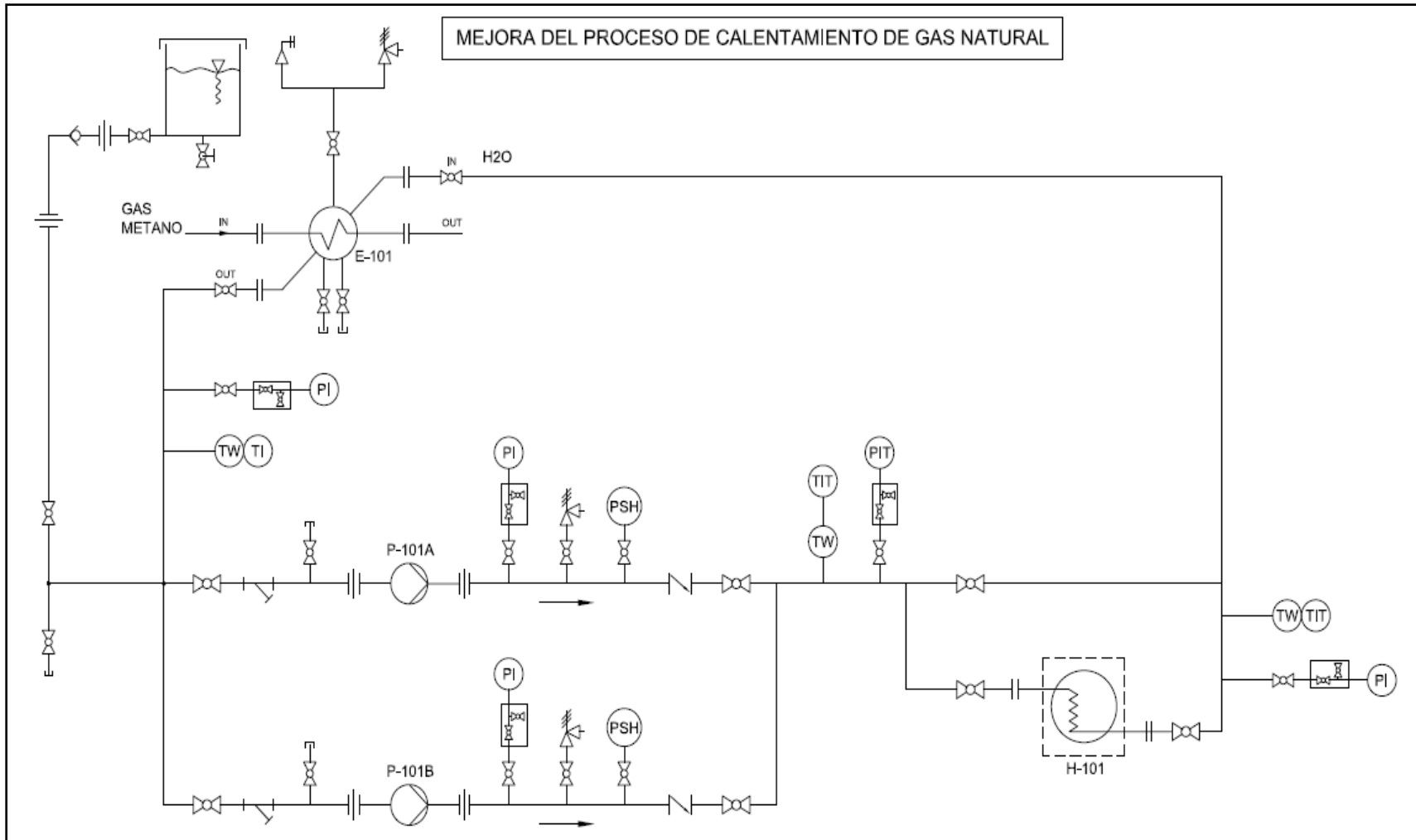
Figura N° 14: Intercambiador



Fuente: Cálidda

Se detectó algunas deficiencias en el diseño del proceso de calentamiento, ya que no se considero el crecimiento continuo de la demanda de gas en los distritos de Lurín y Pachacamác, así mismo un sistema de recirculación forzada e instrumentos de medición y protección del mismo proceso. Es por eso que el proceso de calentamiento no es muy eficiente y eficaz, por lo tanto esto tiene como consecuencia el congelamiento de las válvulas reguladoras de presión que presenta el proceso regulación, además el deterioro prematuro de los componentes y accesorios, daños de la infraestructura (Corrosión) y la inoperatividad del proceso de regulación de gas.

Figura N° 15: Diagrama Actual del Proceso de Calentamiento de Gas Natural.



Fuente: Elaboración propia

- **A). Descripción del nuevo diseño del Proceso de Calentamiento:**

En la figura N° 15, se visualiza el nuevo diseño del proceso de calentamiento de gas natural de la estación Pachacámac, que básicamente está compuesto por los siguientes componentes principales:

- 01 Caldera Pirotubular (Vertical).
- 01 Intercambiador de Calor.
- 02 Electrobombas.
- Transmisores de presión y temperatura.
- Filtros.
- Instrumentos Analógicos.

Con este nuevo diseño e integración de equipos e instrumentos digitales y analógicos se mejorará la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural. Esta integración de instrumentos de medición (transmisores de presión y temperatura) al proceso de calentamiento, nos ayudará a mantener un monitoreo continuo del proceso, así mismo serán integrados al sistema **SCADA** de la organización, de tal manera que se pueda monitorear de forma local o remota.

La integración de equipos (Electrobombas) al proceso de calentamiento, nos ayudará a tener una mejor circulación del agua caliente hacia el intercambiador de calor, de tal manera que el proceso de calentamiento sea más eficiente.

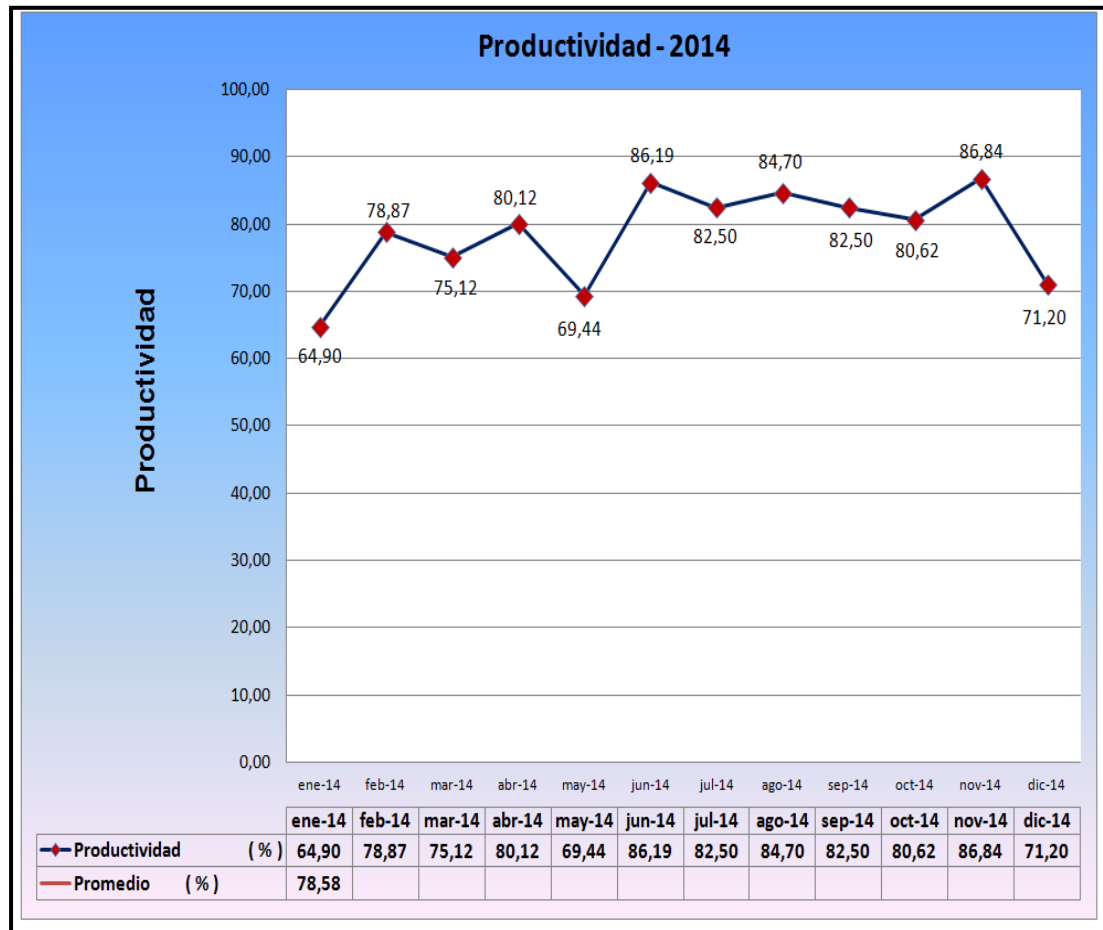
Por otro lado se integraron filtros de retención de sólidos, para cerciorarse que el flujo de agua sea continuo y libre de impurezas solidas, ya esto puede dañar los accesorios internos de la electrobomba. Estos filtros nos ayudarán a preservar la integridad de las electrobombas y así mismo la disponibilidad de los equipos para mejorar la productividad.

- **Verificar:**

En esta tercera etapa, se evaluará el impacto de la mejora que se ha implantado, para conocer si realmente el cambio ha sido favorable y ha logrado cumplir con los objetivos propuestos.

Para mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural, se ha trabajado con las dimensiones de la eficiencia y eficacia la cual se hizo una evaluación cuantitativa entre los años 2014 y 2015 que se muestra en las siguientes tablas y figuras:

Figura N° 16: Tendencia de productividad 2014



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Resultados de Eficiencia

EFICIENCIA										
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)					
Mes	Tiempo Útil (Horas)	Tiempo Total (Horas)	Resultado (%)	Promedio	Mes	Tiempo Útil (Horas)	Tiempo Total (Horas)	Resultado (%)	Meta (%)	Promedio
ene-14	580	720	80,56%	88,56%	ene-15	677	715	94,69%	95%	94,72%
feb-14	635	715	88,81%		feb-15	675	715	94,41%	95%	
mar-14	624	720	86,67%		mar-15	665	715	93,01%	95%	
abr-14	640	715	89,51%		abr-15	675	715	94,41%	95%	
may-14	600	720	83,33%		may-15	665	715	93,01%	95%	
jun-14	661	712	92,84%		jun-15	690	712	96,91%	95%	
jul-14	654	720	90,83%		jul-15	690	715	96,50%	95%	
ago-14	658	715	92,03%		ago-15	685	715	95,80%	95%	
sep-14	654	720	90,83%		sep-15	685	715	95,80%	95%	
oct-14	642	715	89,79%		oct-15	670	715	93,71%	95%	
nov-14	671	720	93,19%		nov-15	688	715	96,22%	95%	
dic-14	594	704	84,38%		dic-15	649	704	92,19%	95%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: Resultados de Eficacia

EFICACIA										
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)					
Mes	Unidades Producidas (Gcal)	Tiempo Útil o Unidades propuestas (Gcal)	Resultado (%)	Promedio	Mes	Unidades Producidas (Gcal)	Tiempo Útil o Unidades propuestas (Gcal)	Resultado (%)	Meta (%)	Promedio
ene-14	162,4	201,6	80,56%	88,56%	ene-15	177,8	200,2	88,81%	95%	94,23%
feb-14	177,8	200,2	88,81%		feb-15	189	200,2	94,41%	95%	
mar-14	174,72	201,6	86,67%		mar-15	186,2	200,2	93,01%	95%	
abr-14	179,2	200,2	89,51%		abr-15	189	200,2	94,41%	95%	
may-14	168	201,6	83,33%		may-15	186,2	200,2	93,01%	95%	
jun-14	185,08	199,36	92,84%		jun-15	193,2	199,36	96,91%	95%	
jul-14	183,12	201,6	90,83%		jul-15	193,2	200,2	96,50%	95%	
ago-14	184,24	200,2	92,03%		ago-15	191,8	200,2	95,80%	95%	
sep-14	183,12	201,6	90,83%		sep-15	191,8	200,2	95,80%	95%	
oct-14	179,76	200,2	89,79%		oct-15	187,6	200,2	93,71%	95%	
nov-14	187,88	201,6	93,19%		nov-15	192,64	200,2	96,22%	95%	
dic-14	166,32	197,12	84,38%		dic-15	181,72	197,12	92,19%	95%	

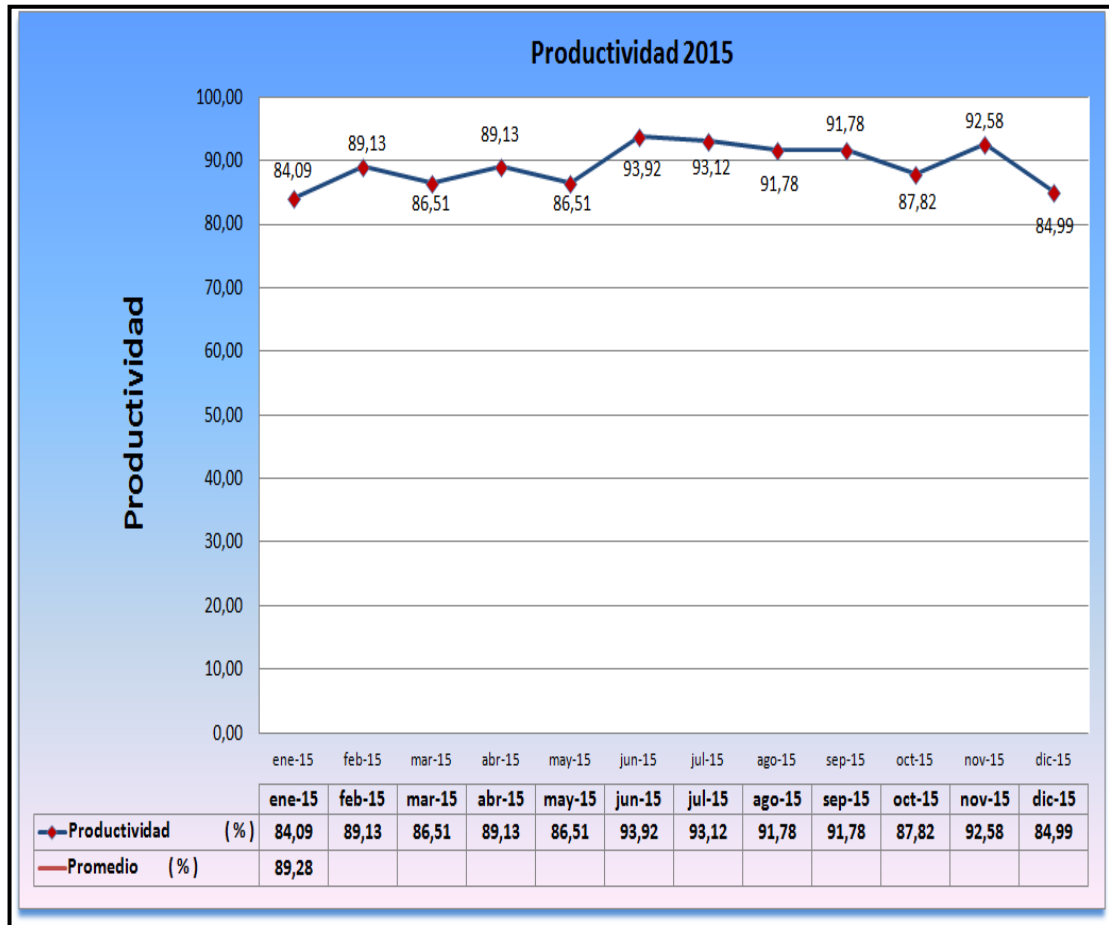
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Resultados de la productividad del proceso de calentamiento de gas natural

PRODUCTIVIDAD									
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)				
Mes	Resultado de la Eficiencia en (%)	Resultado de la Eficacia en (%)	Productividad (%)	Promedio (%)	Mes	Resultado de la Eficiencia en (%)	Resultado de la Eficacia en (%)	Productividad (%)	Promedio (%)
ene-14	80,56	80,56	64,90	78,58	ene-15	94,69	88,81	84,09	89,28
feb-14	88,81	88,81	78,87		feb-15	94,41	94,41	89,13	
mar-14	86,67	86,67	75,12		mar-15	93,01	93,01	86,51	
abr-14	89,51	89,51	80,12		abr-15	94,41	94,41	89,13	
may-14	83,33	83,33	69,44		may-15	93,01	93,01	86,51	
jun-14	92,84	92,84	86,19		jun-15	96,91	96,91	93,92	
jul-14	90,83	90,83	82,50		jul-15	96,50	96,50	93,12	
ago-14	92,03	92,03	84,70		ago-15	95,80	95,80	91,78	
sep-14	90,83	90,83	82,50		sep-15	95,8	95,8	91,78	
oct-14	89,79	89,79	80,62		oct-15	93,71	93,71	87,82	
nov-14	93,19	93,19	86,84		nov-15	96,22	96,22	92,58	
dic-14	84,38	84,38	71,20		dic-15	92,19	92,19	84,99	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 17: Tendencia de productividad 2015



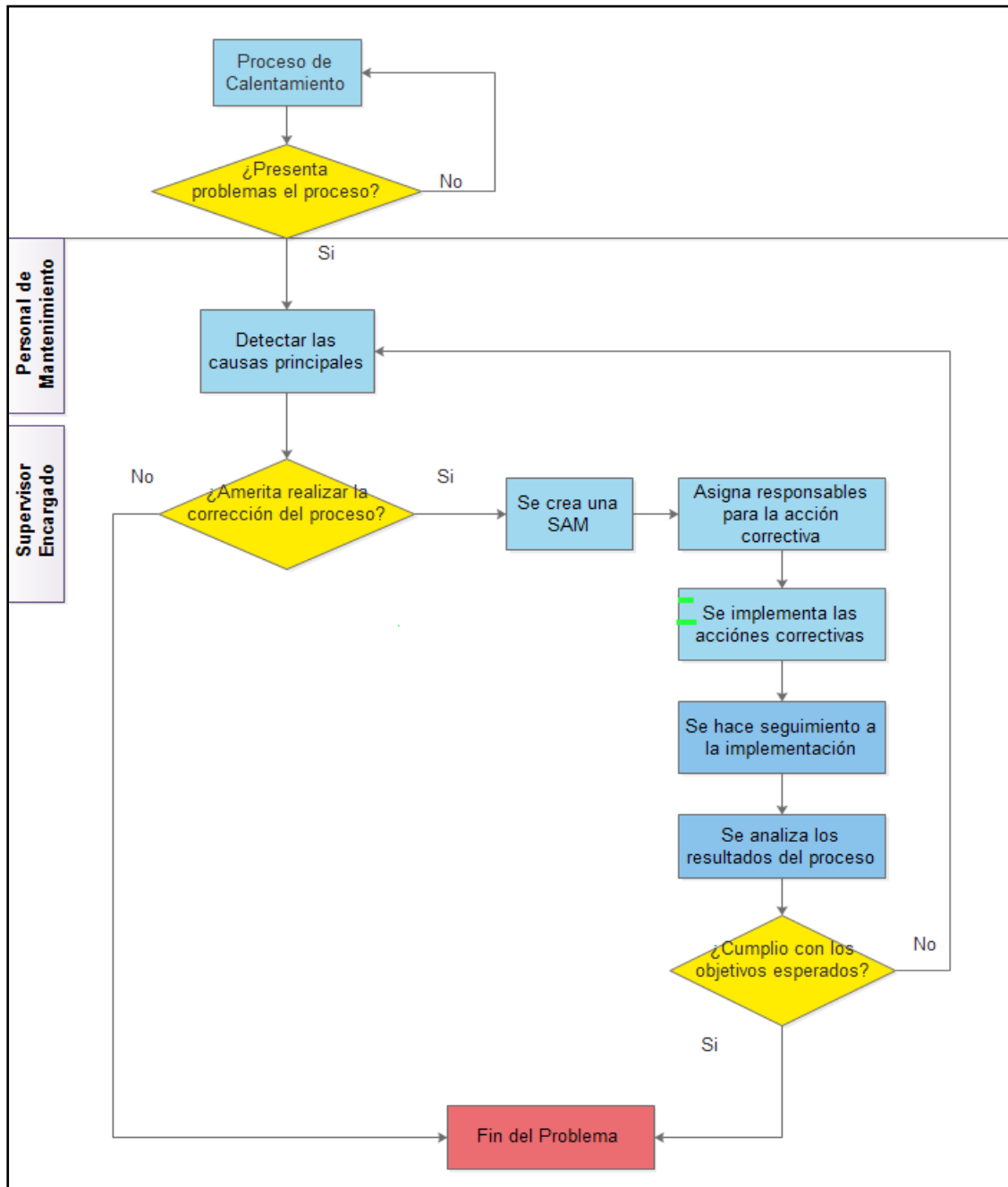
Fuente: Elaboración propia.

- **Actuar:**

En esta etapa, debemos ver si las soluciones dieron resultados para mantener el programa de solución. Si la solución fue positiva se debe estandarizar el programa de solución, para garantizar los avances logrados, de tal manera de que no se vuelva a presentar, por lo menos con la frecuencia actual. Si las soluciones no dieron resultado se debe repasar todo lo hecho, aprender de ello, reflexionar, obtener conclusiones, y con base a esto, empezar de nuevo desde la primera etapa.

Diagrama de Flujo de Acción Correctiva en el Proceso de Calentamiento de Gas Natural

Figura N° 18: Diagrama de flujo de acción correctiva



Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis Descriptivo

Para el procesamiento de los datos, se utilizó el conjunto de métodos estadísticos para organizar, analizar, resumir, los resultados del mejoramiento de la productividad, en base al cumplimiento de los objetivos.

- **Objetivos General.**

Evaluar la aplicación del Método de Deming en la mejora de la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Para determinar si estadísticamente ocurrió un cambio en la productividad, se ha realizado un análisis de medidas de tendencia central como la medición de la media y la varianza de la productividad del año 2014 (sin Deming) y del año 2015 (con Deming)

- **Objetivos Específicos.**

Evaluar la aplicación del Método de Deming y la mejora de la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Evaluar la aplicación del Método de Deming y la mejora de la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

A). Productividad en el proceso de calentamiento (Variable Dependiente)

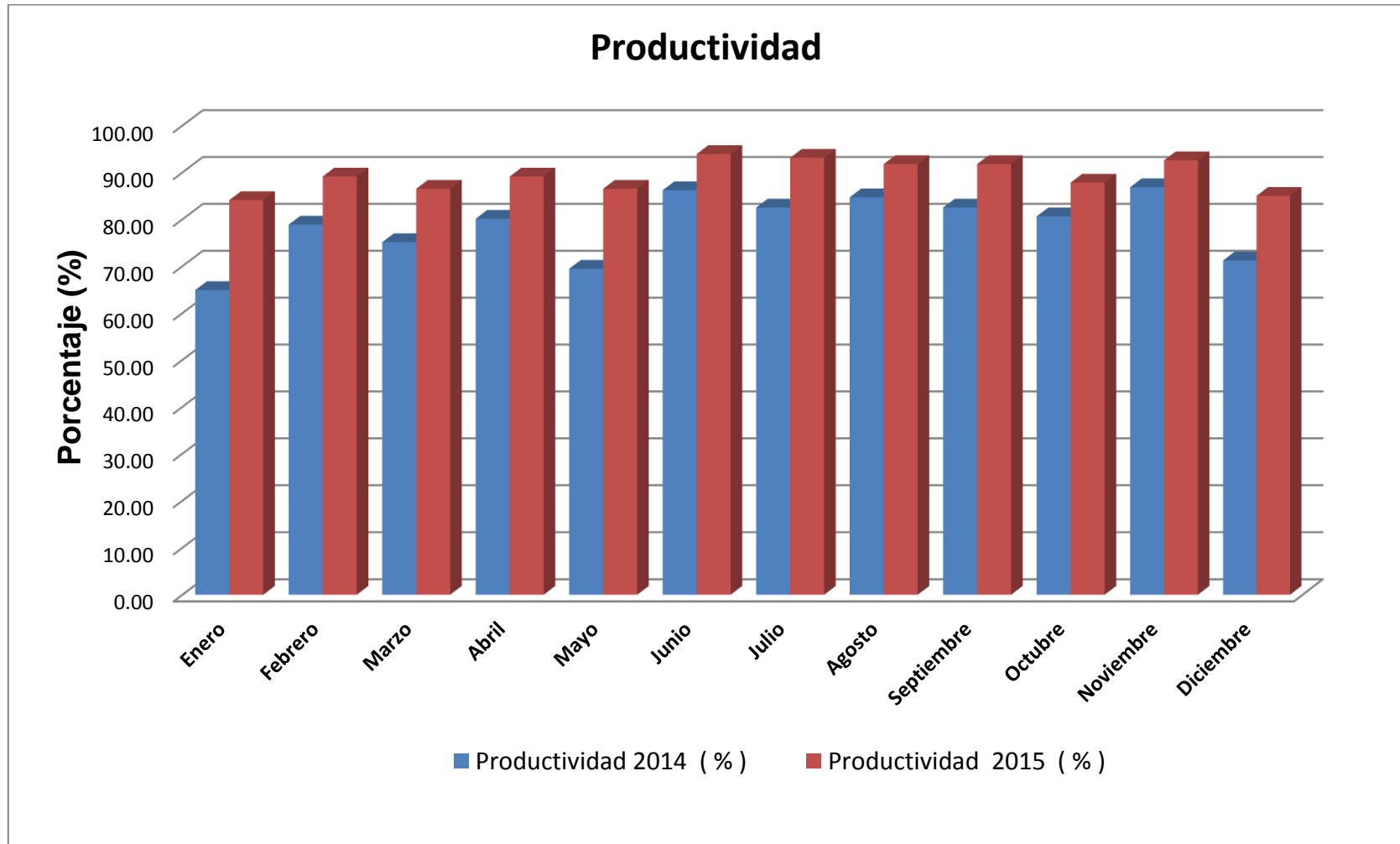
Para la medición y evaluación de esta variable, se debe tener en cuenta la productividad del equipo (Caldera), la cual se determina a través del producto de la eficiencia y eficacia, para ello se debe mostrar información relevante y confiable del escenario, para luego realizar un análisis descriptivo de los valores obtenidos.

Tabla N° 15: Resultados de la Productividad 2014 - 2015

PRODUCTIVIDAD									
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)				
Mes	Resultado de la Eficiencia en (%)	Resultado de la Eficacia en (%)	Productividad (%)	Promedio (%)	Mes	Resultado de la Eficiencia en (%)	Resultado de la Eficacia en (%)	Productividad (%)	Promedio (%)
ene-14	80,56	80,56	64,90	78,58	ene-15	94,69	88,81	84,09	89,28
feb-14	88,81	88,81	78,87		feb-15	94,41	94,41	89,13	
mar-14	86,67	86,67	75,12		mar-15	93,01	93,01	86,51	
abr-14	89,51	89,51	80,12		abr-15	94,41	94,41	89,13	
may-14	83,33	83,33	69,44		may-15	93,01	93,01	86,51	
jun-14	92,84	92,84	86,19		jun-15	96,91	96,91	93,92	
jul-14	90,83	90,83	82,50		jul-15	96,50	96,50	93,12	
ago-14	92,03	92,03	84,70		ago-15	95,80	95,80	91,78	
sep-14	90,83	90,83	82,50		sep-15	95,8	95,8	91,78	
oct-14	89,79	89,79	80,62		oct-15	93,71	93,71	87,82	
nov-14	93,19	93,19	86,84		nov-15	96,22	96,22	92,58	
dic-14	84,38	84,38	71,20		dic-15	92,19	92,19	84,99	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 19: Histograma de la productividad mensual 2014-2015



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16: Estadístico descriptivo de la Variable Dependiente

Descriptivos			
		Estadístico	Error típ.
Productividad Pre-Test 2014	Media	78,5833	2,01897
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	74,1396	
	Límite superior	83,027	
	Media recortada al 5%	78,8848	
	Mediana	80,37	
	Varianza	48,915	
	Desv. típ.	6,99391	
	Mínimo	64,9	
	Máximo	86,84	
	Rango	21,94	
	Amplitud intercuartil	11,97	
	Asimetría	-0,767	0,637
	Curtosis	-0,408	1,232
Productividad Post-Test 2015	Media	89,28	0,96345
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	87,1595	
	Límite superior	91,4005	
	Media recortada al 5%	89,3106	
	Mediana	89,13	
	Varianza	11,139	
	Desv. típ.	3,3375	
	Mínimo	84,09	
	Máximo	93,92	
	Rango	9,83	
	Amplitud intercuartil	5,87	
	Asimetría	-0,119	0,637
	Curtosis	-1,412	1,232

Fuente: Elaboración propia

- **Histogramas de la Productividad (Pre test y Post test)**

Figura N° 20: Histograma de Productividad 2014 (Pre Test)

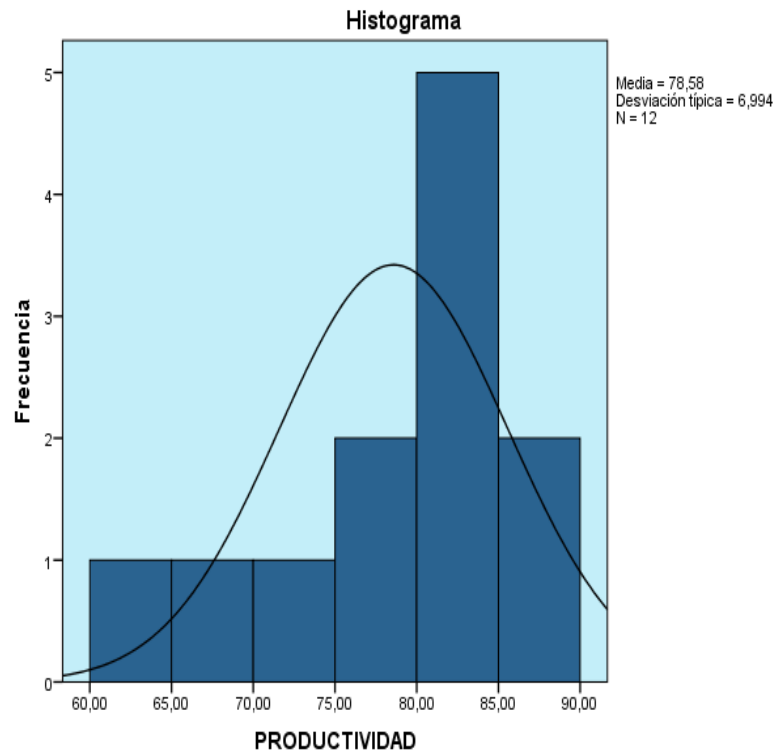
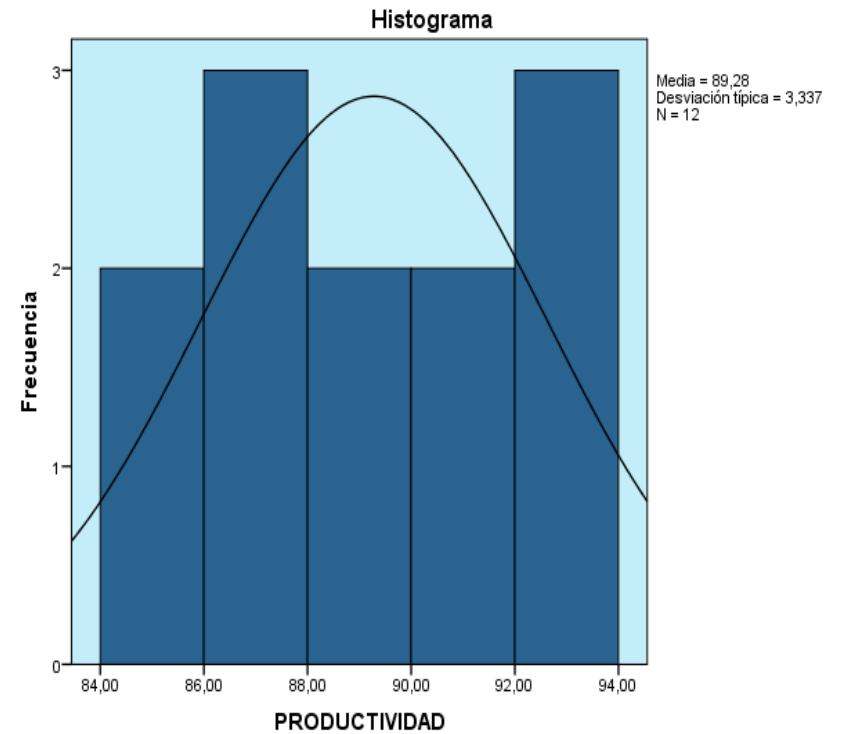


Figura N° 21: Histograma de Productividad 2015 (Post Test)



Fuente: Elaboración propia

B). Eficiencia (Dimensión N° 1 de la variable dependiente)

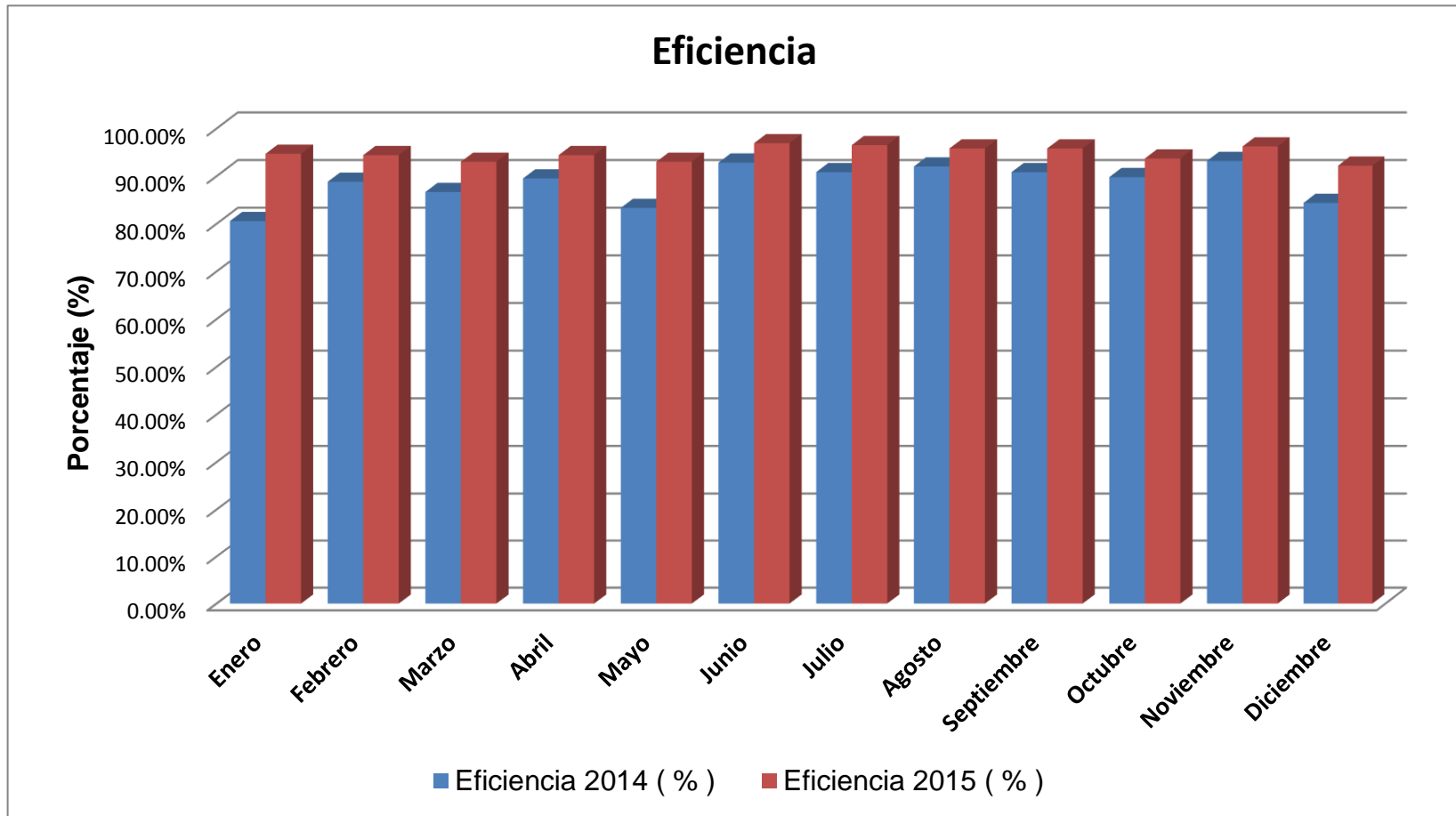
Para la medición de esta variable, se ha utilizado los indicadores del tiempo útil entre el tiempo total del equipo (Caldera), la cual está reflejada también, como la disponibilidad del equipo. Estas mediciones fueron obtenidas en 2 periodos anuales distintos, antes y después de la implementación.

Tabla N° 17: Resultados de la Eficiencia 2014 - 2015

EFICIENCIA										
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)					
Mes	Tiempo Útil (Horas)	Tiempo Total (Horas)	Resultado (%)	Promedio	Mes	Tiempo Útil (Horas)	Tiempo Total (Horas)	Resultado (%)	Meta (%)	Promedio
ene-14	580	720	80,56%	88,56%	ene-15	677	715	94,69%	95%	94,72%
feb-14	635	715	88,81%		feb-15	675	715	94,41%	95%	
mar-14	624	720	86,67%		mar-15	665	715	93,01%	95%	
abr-14	640	715	89,51%		abr-15	675	715	94,41%	95%	
may-14	600	720	83,33%		may-15	665	715	93,01%	95%	
jun-14	661	712	92,84%		jun-15	690	712	96,91%	95%	
jul-14	654	720	90,83%		jul-15	690	715	96,50%	95%	
ago-14	658	715	92,03%		ago-15	685	715	95,80%	95%	
sep-14	654	720	90,83%		sep-15	685	715	95,80%	95%	
oct-14	642	715	89,79%		oct-15	670	715	93,71%	95%	
nov-14	671	720	93,19%		nov-15	688	715	96,22%	95%	
dic-14	594	704	84,38%		dic-15	649	704	92,19%	95%	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22: Tendencia de la eficiencia (2014-2015)



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18: Estadístico descriptivo de la dimensión N° 1 (Variable Dependiente)

Descriptivos			
		Estadístico	Error típ.
Eficiencia Pre-Test 2014	Media	88,5642	1,1579
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	86,0156	
	Límite superior	91,1127	
	Media recortada al 5%	88,7519	
	Mediana	89,65	
	Varianza	16,089	
	Desv. típ.	4,01109	
	Mínimo	80,56	
	Máximo	93,19	
	Rango	12,63	
	Amplitud intercuartil	6,78	
	Asimetría	-0,831	0,637
	Curtosis	-0,279	1,232
Eficiencia Post-Test 2015	Media	94,7217	0,44389
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	93,7447	
	Límite superior	95,6987	
	Media recortada al 5%	94,7407	
	Mediana	94,55	
	Varianza	2,365	
	Desv. típ.	1,5377	
	Mínimo	92,19	
	Máximo	96,91	
	Rango	4,72	
	Amplitud intercuartil	2,93	
	Asimetría	-0,161	0,637
	Curtosis	-1,215	1,232

Fuente: Elaboración propia

- **Histogramas de la Eficiencia (Pre test y Post test)**

Figura N° 23: Histograma de Eficiencia 2014 (Pre test)

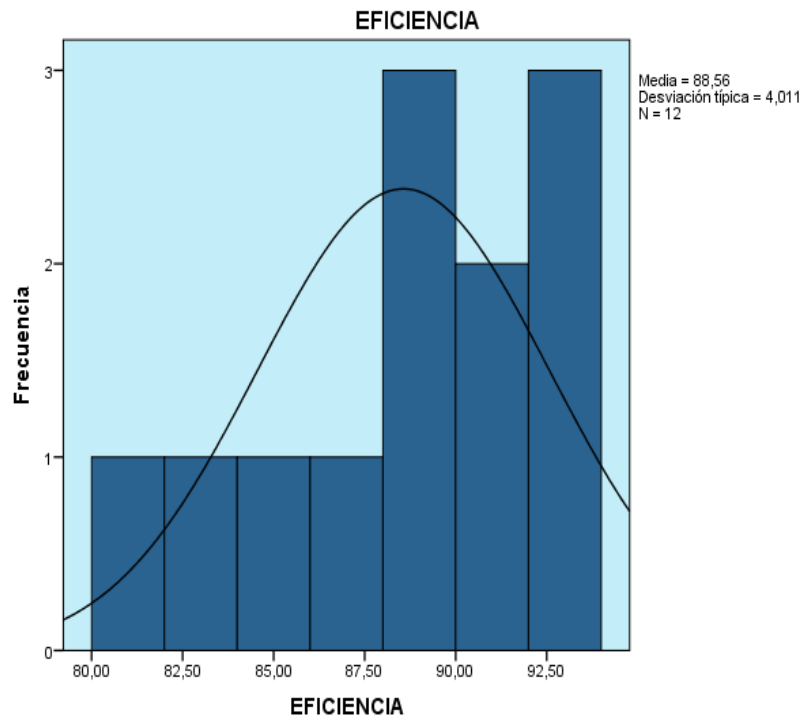
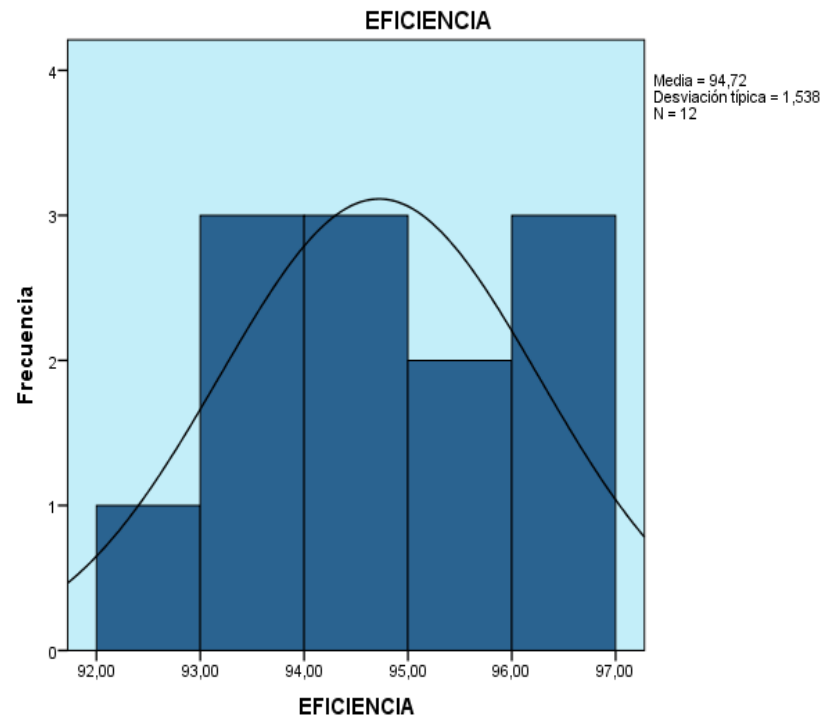


Figura N° 24: Histograma de Eficiencia 2015 (Post Test)



Fuente: Elaboración propia

C). Eficacia (Dimensión N° 2 de la variable dependiente)

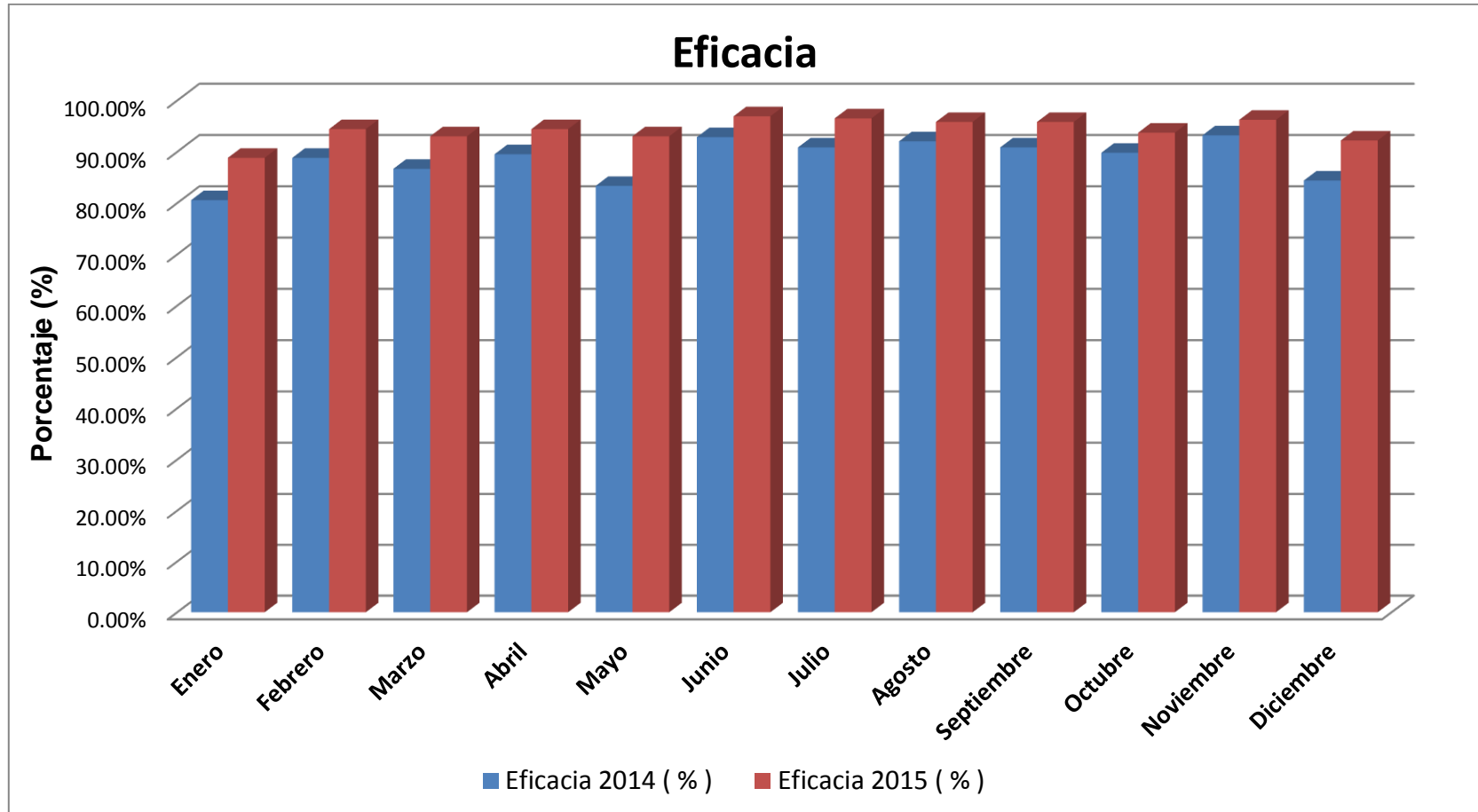
Para la medición de esta variable, se ha utilizado los indicadores de unidades producidas entre las unidades propuestas, la cual está reflejada también, como el rendimiento del equipo. Estas mediciones fueron obtenidas en 2 periodos anuales distintos, antes y después de la implementación.

Tabla N° 19: Resultados de la Eficacia 2014 - 2015

EFICACIA										
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)					
Mes	Unidades Producidas (Gcal)	Tiempo Útil o Unidades propuestas (Gcal)	Resultado (%)	Promedio	Mes	Unidades Producidas (Gcal)	Tiempo Útil o Unidades propuestas (Gcal)	Resultado (%)	Meta (%)	Promedio
ene-14	162,4	201,6	80,56%	88,56%	ene-15	177,8	200,2	88,81%	95%	94,23%
feb-14	177,8	200,2	88,81%		feb-15	189	200,2	94,41%	95%	
mar-14	174,72	201,6	86,67%		mar-15	186,2	200,2	93,01%	95%	
abr-14	179,2	200,2	89,51%		abr-15	189	200,2	94,41%	95%	
may-14	168	201,6	83,33%		may-15	186,2	200,2	93,01%	95%	
jun-14	185,08	199,36	92,84%		jun-15	193,2	199,36	96,91%	95%	
jul-14	183,12	201,6	90,83%		jul-15	193,2	200,2	96,50%	95%	
ago-14	184,24	200,2	92,03%		ago-15	191,8	200,2	95,80%	95%	
sep-14	183,12	201,6	90,83%		sep-15	191,8	200,2	95,80%	95%	
oct-14	179,76	200,2	89,79%		oct-15	187,6	200,2	93,71%	95%	
nov-14	187,88	201,6	93,19%		nov-15	192,64	200,2	96,22%	95%	
dic-14	166,32	197,12	84,38%		dic-15	181,72	197,12	92,19%	95%	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 25: Tendencia de la eficacia (2014-2015)



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: Estadístico descriptivo de la dimensión N° 2 (Variable Dependiente)

Descriptivos			
		Estadístico	Error típ.
Eficacia Pre-Test 2014	Media	88,5642	1,1579
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	86,0156	
	Límite superior	91,1127	
	Media recortada al 5%	88,7519	
	Mediana	89,65	
	Varianza	16,089	
	Desv. típ.	4,01109	
	Mínimo	80,56	
	Máximo	93,19	
	Rango	12,63	
	Amplitud intercuartil	6,78	
	Asimetría	-0,831	0,637
	Curtosis	-0,279	1,232
Eficacia Post-Test 2015	Media	94,2317	0,6633
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	92,7718	
	Límite superior	95,6916	
	Media recortada al 5%	94,3841	
	Mediana	94,41	
	Varianza	5,28	
	Desv. típ.	2,29773	
	Mínimo	88,81	
	Máximo	96,91	
	Rango	8,1	
	Amplitud intercuartil	3,11	
	Asimetría	-1,126	0,637
	Curtosis	1,572	1,232

Fuente: Elaboración propia

- **Histogramas de la Eficacia (Pre test y Post test)**

Figura N° 26: Histograma de Eficacia 2014 (Pres Test)

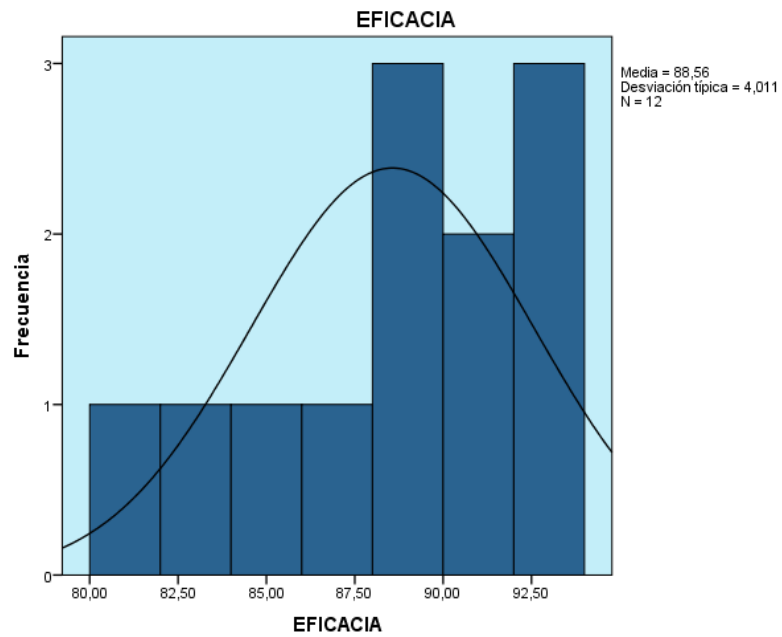
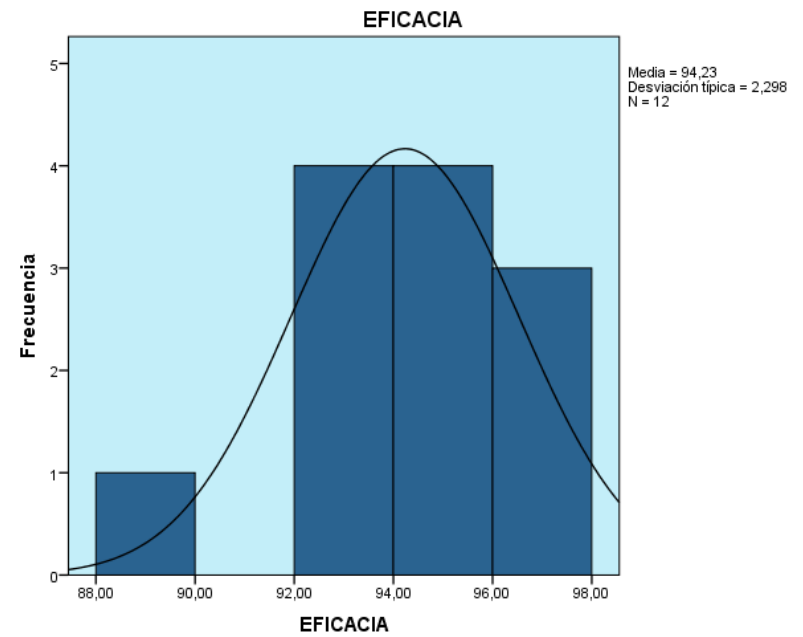


Figura N° 27: Histograma de Eficacia 2015 (Post Test)



Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis Inferencial

3.3.1 Prueba de Normalidad:

Para la prueba de normalidad de datos se aplicará el Shapiro Wilk debido a que la muestra está constituida por menos de 50 datos. Teniendo en todos los casos que el **valor de sigma es mayor de 0.05**; demostrando que los datos si siguen una curva normal, por lo tanto para validar las hipótesis se aplicarán estadístico paramétrico como la prueba de t de student.

Tabla Nº 21: Prueba de Normalidad

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sigma
PRODUCTIVIDAD PRE-TEST	0,922	12	0,301
PRODUCTIVIDAD POST-TEST	0,936	12	0,454
EFICIENCIA PRE - TEST	0,915	12	0,249
EFICIENCIA POST TEST	0,948	12	0,613
EFICACIA PRE TEST	0,915	12	0,249
EFICACIA POST TEST	0,907	12	0,194

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Los datos analizados tienen un comportamiento normal, debido a que el Sigma es superior a 0.05 en la prueba de **Shapiro - Wilk**.

3.3.2 Contrastación de Hipótesis

Hipótesis General:

Ho: La aplicación del Método de Deming no mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Ha: La aplicación del Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ho : $u_1 = u_2$

Ha : $u_1 \neq u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de porcentajes de la productividad del grupo pre-test durante el año 2014.

u_2 : Promedio de porcentajes de la productividad del grupo post-test durante el año 2015.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicara el estadístico T de student debido a que la muestra está constituido por menos de 30 datos; comparando la media del grupo pre test 2014 con las media del grupo post test 2015; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 21.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

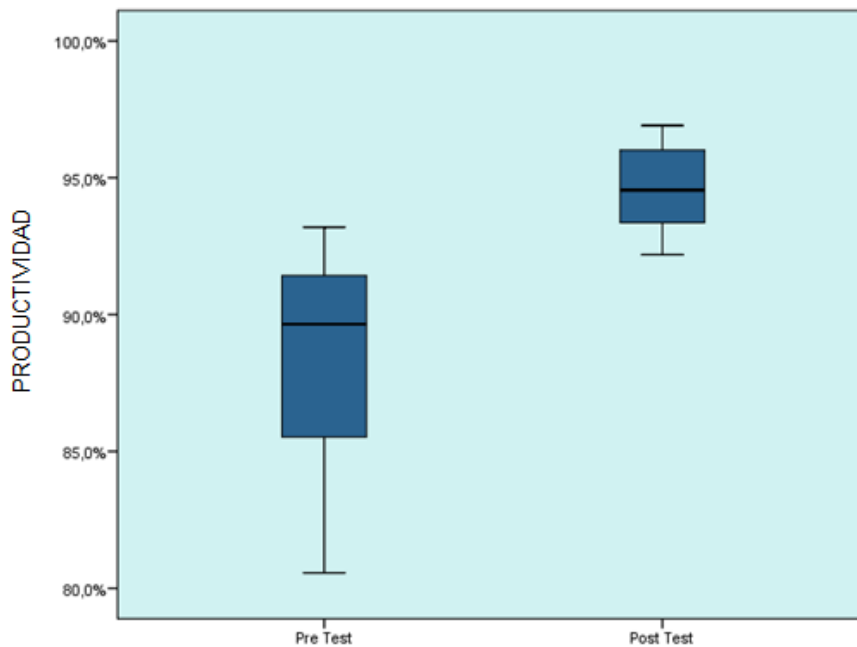
Cálculos:

Tabla N° 22: Estadísticos de muestra relacionadas de la hipótesis general

Estadísticos de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
PRODUCTIVIDAD	Pre Test	12	78,5833	6,99391	2,01897
	Post Test	12	89,28	3,3375	0,96345

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28: Diagrama de caja General



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la gráfica anterior tenemos que el promedio del grupo post test es mayor que el promedio del grupo pres test de la variable productividad, analizada

en dos periodos, siendo el año 2014 el pre test con una media de 78.58% y el año 2015 el post test con una media de 89.28%, esta diferencia en la productividad se debió a la aplicación del Método de Deming en el proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Tabla N° 23: Igualdad de Varianzas de la Productividad

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sigma (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
PRODUCTIVIDAD	Se han asumido varianzas iguales	5,543	0,028	-4,78	22	0	-10,69	2,237	-15,336	-6,0572
	No se han asumido varianzas iguales			-4,78	15,7	0	-10,69	2,237	-15,444	-5,9484

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como el valor de sigma = 0.000 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que existen diferencias significativas entre el promedio de porcentajes de la productividad del grupo pre test durante el año 2014 con el promedio de porcentajes de la productividad del grupo post test durante el año 2015, comprobando que la aplicación del Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima- 2016.

Hipótesis específica 1:

Ho: La aplicación del Método de Deming no mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Ha: La aplicación del Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ho : $u_1 = u_2$

Ha : $u_1 \neq u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de porcentajes de eficiencia del grupo pre test durante el año 2014.

u_2 : Promedio de porcentajes de eficiencia del grupo post test durante el año 2015.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicara el estadístico T de student debido a que la muestra está constituido por menos de 30 datos; comparando la media del grupo pre test 2014 con las media del grupo post test 2015; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 21.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

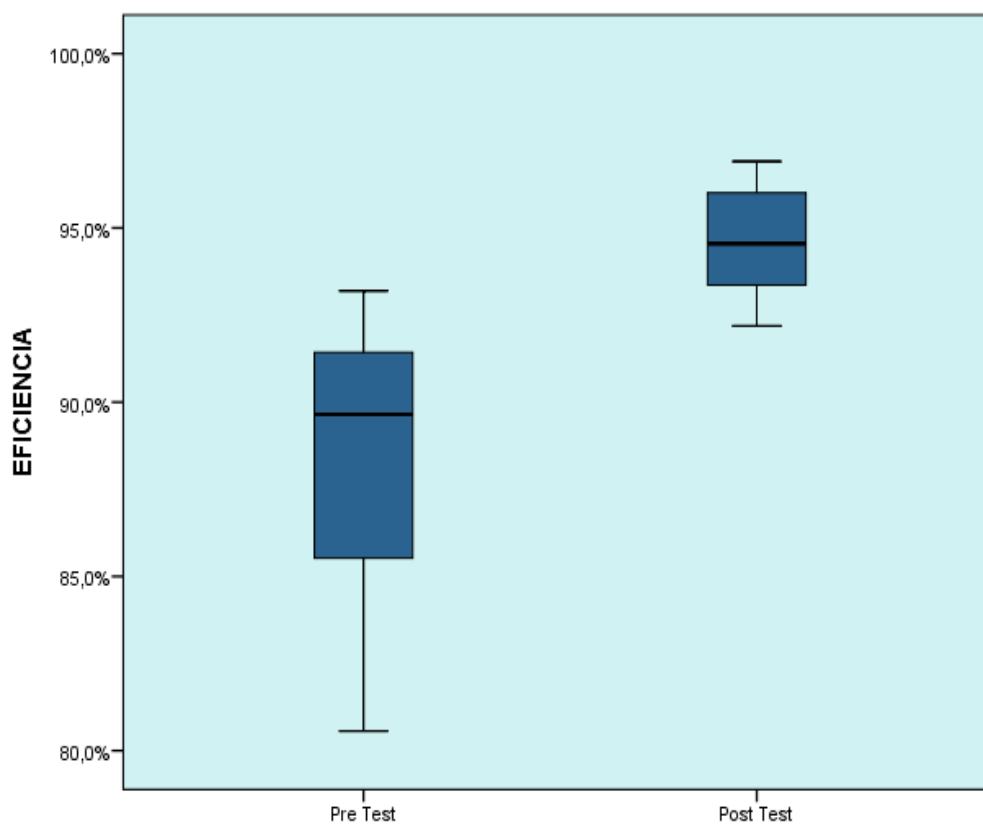
Nivel de sigma = 0.05

Tabla N° 24: Estadísticos de muestra relacionadas de la hipótesis específica N° 1

Estadísticos de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
EFICIENCIA	Pre Test	12	88,5642	4,01109	1,1579
	Post Test	12	94,7217	1,5377	0,44389

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29: Diagrama de caja específica N° 1



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la gráfica anterior tenemos que el promedio del grupo post test es mayor que el promedio del grupo pres test de va variable eficiencia, analizada en dos periodos, siendo el año 2014 el pre test con una media de 88.56% y el año 2015 el post test con una media de 94.72%, esta diferencia en la eficiencia se debió a la aplicación del Método de Deming en el proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Tabla N° 25: Igualdad de Varianzas de la Eficiencia

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sigma (bilateral)	Diferencia de medias	Error tít. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
EFICIENCIA	Se han asumido varianzas iguales	8,465	0,008	-4,96	22	0	-6,1575	1,24007	-8,72925	-3,58575
	No se han asumido varianzas iguales			-4,96	14,16	0	-6,1575	1,24007	-8,81429	-3,50071

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como el valor de sigma = 0.000 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que existen diferencias significativas entre el promedio de porcentajes de eficiencia del grupo pre test durante el año 2014 con el promedio de porcentajes de eficiencia del grupo post test durante el año 2015, comprobando que la aplicación del Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Hipótesis específica 2:

Ho: La aplicación del Método de Deming no mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Ha: La aplicación del Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ho : $u_1 = u_2$

Ha : $u_1 \neq u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de porcentajes de eficacia del grupo pre test durante el año 2014.

u_2 : Promedio de porcentajes de eficacia del grupo post test durante el año 2015.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicara el estadístico T de student debido a que la muestra está constituido por menos de 30 datos; comparando la media del grupo pre test 2014 con las media del grupo post test 2015; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 21.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

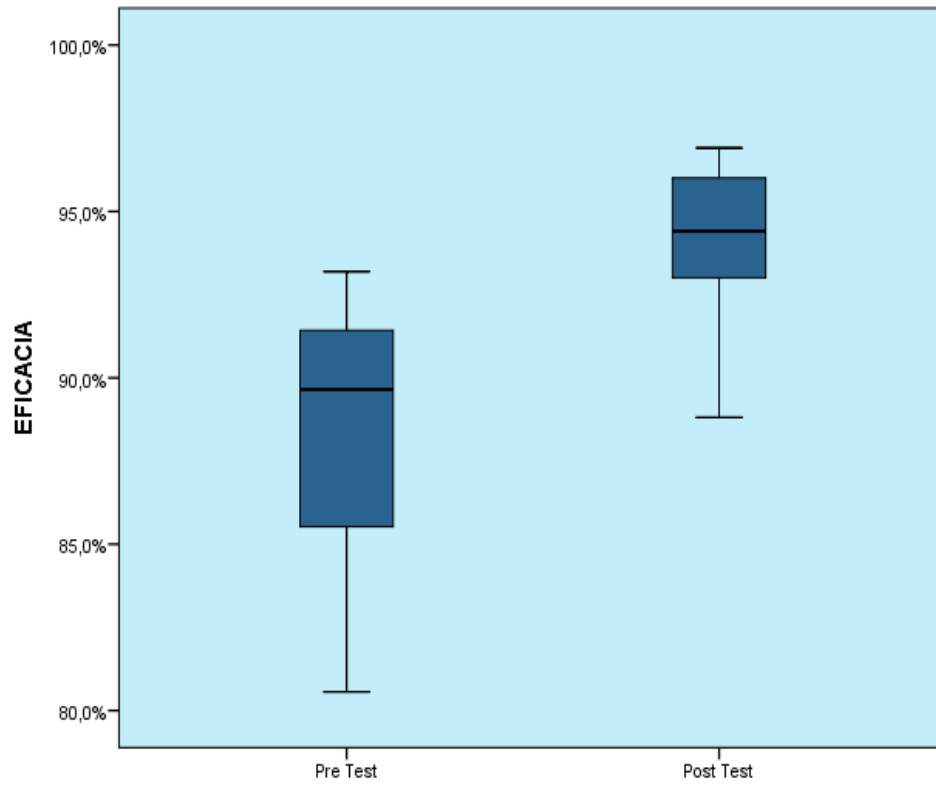
Tabla N° 26: Estadísticos de muestra relacionadas de la hipótesis específica N° 1

Estadísticos de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
EFICACIA	Pre Test	12	88,5642	4,01109	1,1579
	Post Test	12	94,2317	2,29773	0,6633

e

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30: Diagrama de caja específica N° 2



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la gráfica anterior tenemos que el promedio del grupo post test es mayor que el promedio del grupo pres test de la variable eficacia, analizada en dos periodos, siendo el año 2014 el pre test con una media de 88.56% y el año 2015 el post test con una media de 94.23%, esta diferencia en la eficacia se debió a la aplicación del Método de Deming en el proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

Tabla N° 27: Igualdad de Varianzas de la Eficacia

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sigma (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
EFICACIA	Se han asumido varianzas iguales	3,892	0,061	-4,24	22	0	-5,6675	1,33443	-8,43493	-2,90007
	No se han asumido varianzas iguales			-4,24	17,51	0,001	-5,6675	1,33443	-8,47658	-2,85842

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como el valor de sigma = 0.000 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que existen diferencias significativas entre el promedio de porcentajes de eficacia del grupo pre test durante el año 2014 con el promedio de porcentajes de eficacia del grupo post test durante el año 2015, comprobando que la aplicación del Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima-2016.

IV. DISCUSIÓN

IV DISCUSIÓN

4.1 Discusión de los Resultados Generales

Los resultados obtenidos y la metodología empleada para conseguir dichos resultados (Ver tabla N° 15) nos indica que existe relación con la investigación científica de **Arana, L (2014)**, en la tesis titulada *“Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje”*. Como conclusión se logro alcanzar el índice de productividad total de 60% a 62,17%, así mismo lograron incrementar su efectividad a través del producto de la eficiencia y eficacia. Se logró alcanzar el incremento de esta variable a través de la aplicación de metodologías como el Ciclo Deming, Metodología de las 5s, y herramientas de la calidad.

Los resultados del presente trabajo de investigación, nos muestra que la aplicación del Método de Deming, ha permitido mejorar la **productividad** de 78,58% a 89,28% logrando así el incremento de un 10% de mejora en un período anual, esto significa que el resultado fue positivo, así mismo con la eficiencia y eficacia que se muestran la tabla N° 17 y N° 19, por lo tanto las diferencias son favorables.

Los resultados obtenidos de acuerdo a la estadística inferencial, nos señala que la información descrita tiende a comportarse de manera normal, mostrando así un nivel de significancia de 0,454 (Productividad) y en la contrastación de la hipótesis general se logra mostrar el valor de sigma es 0.000 y es menor que 0.05 (Ver tabla N° 23), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; demostrando así que existe diferencias significativa. Por lo tanto “La aplicación del Método de Deming mejora la productividad el proceso de calentamiento de gas natural”.

Es así, que estadísticamente llegamos a una afirmación de confiabilidad de los reportes y resultados obtenidos, la cual podemos decir que la aplicación de la metodología es positiva.

4.2 Discusión de los Resultados Específicos N° 1

De los resultados obtenidos para la contrastación de la hipótesis específica N° 1, de acuerdo a la tabla N° 17, nos muestran una similitud a los resultados obtenidos por **Almeida, J y Olivares, N (2013)**, en la tesis titulada “*Diseño e implementación de un Proceso de Mejora Continua en la fabricación de prendas de vestir en la Empresa Modetex*”. Como conclusión, lograron alcanzar el índice de la Eficiencia de 69,03% a 80,15%. El incremento de esta dimensión se dio a través de la integración de metodologías como el Ciclo Deming, Metodología de las 5s, Sistema de Manufactura Flexible.

Los resultados del presente trabajo de investigación nos muestra que la aplicación de del Método de Deming, ha permitido mejorar la **eficiencia** de 88,56% a 94,72% logrando así el incremento de un 6,16% de mejora en un período anual, esto significa que el resultado fue bueno.

Los resultados obtenidos de acuerdo a la estadística inferencial, nos señala que la información descrita tiende a comportarse de manera normal, mostrando así un nivel de significancia de 0,613 (Eficiencia) y en la contrastación de la hipótesis general se logra mostrar el valor de sigma es 0.000 y es menor que 0.05 (Ver tabla N° 25), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; demostrando así que existe diferencias significativa. Por lo tanto “La aplicación del Método de Deming mejora la eficiencia en el proceso de calentamiento de gas natural”.

Es así, que estadísticamente llegamos a una afirmación de confiabilidad de los reportes y resultados obtenidos, la cual podemos decir que la aplicación de la metodología es positiva. Por otro lado, para la medición de la eficiencia se utilizo el estudio del tiempo, ya que es un factor muy importante en nuestra investigación y antecedente.

4.3 Discusión de los Resultados Específicos N° 2

De los resultados obtenidos para la contrastación de la hipótesis específica N° 2, de acuerdo a la tabla N° 19, nos muestran una similitud a los resultados obtenidos por **Cabrejos, D y Mejia, K (2012)**, en la tesis titulada *“Mejora de la Productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil SAC mediante la aplicación de la metodología PHVA”*. Como conclusión se logro alcanzar el índice de la Eficacia de 42,66% a 68,23%. Ellos lograron alcanzar el incremento de estas variables a través de metodologías y herramientas de calidad (AMFE, Metodología de la 5S, QFD, Gráficas de control de Calidad), estas herramientas se integraron a la metodología PHVA.

Los resultados del presente trabajo de investigación nos muestra que la aplicación de del Método de Deming, ha permitido mejorar la **eficacia** de 88,56% a 94,23% logrando así el incremento de un 5,67% de mejora en un período anual, esto significa que el resultado fue bueno.

Para reafirmar la mejora se demuestra mediante la estadística inferencial, la cual nos señala que la información descrita tiende a comportarse de manera normal, mostrando así un nivel de significancia de 0,194 (Eficacia) y en la contrastación de la hipótesis general se logra mostrar el valor de sigma es 0.000 y es menor que 0.05 (Ver tabla N° 27), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; demostrando así que existe diferencias significativa. Por lo tanto “La aplicación del Método de Deming mejora la eficacia en el proceso de calentamiento de gas natural”.

Es así, que estadísticamente llegamos a una afirmación de confiabilidad de los reportes y resultados obtenidos, la cual podemos decir que la aplicación de la metodología es positiva.

V. CONCLUSIÓN

V CONCLUSIÓN

1. Se determinó que el problema principal en el proceso de calentamiento de gas natural era la baja productividad, consecuencia de no haber considerado una visión en el diseño del proceso y así mismo la aplicación de metodologías de la Calidad. Para mejorar la productividad en el proceso de calentamiento de gas natural se aplicó la Metodología Deming (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) ya que es considerada como una de las herramientas cruciales de control de calidad y así mismo asegurar el mejoramiento continuo de los procesos. La aplicación de esta Metodología en la empresa ha notado grandes cambios positivos en la mejora de la productividad del proceso de calentamiento de gas natural, dicha productividad se pone en manifiesto con un valor promedio de 89,28% en la estación de regulación de gas natural Pachacámac. El mejoramiento de dicho proceso, tiene como impacto la satisfacción de los clientes, optimización de recursos, aseguramiento de la calidad en el sistema de distribución de gas natural y entre otros.
2. Con la aplicación de esta metodología, se logro incrementar la eficiencia de un valor de 88,56% a 94,72% en el proceso de calentamiento de gas, debido a la disminución de tiempos improductivos, capacitación del personal, procedimientos de mantenimiento y mejora del programa de mantenimiento anual.
3. La aplicación de esta metodología, se logro incrementar la eficacia de un valor de 88,56% a 94,23% en el proceso de calentamiento de gas, debido al incremento de unidades producidas en Giga calorías/Hora, así mismo la capacitación del personal y el rediseño del proceso.

VI. RECOMENDACIÓN

VI RECOMENDACIÓN

1. La metodología Deming, debe ser tomada como un hábito de mejora continua para incrementar la productividad en los procesos del sistema de distribución. Ya que nos ayudará a identificar y solucionar los problemas a través de sus lineamientos estandarizados y la participación conjunta de los empleados involucrados en el proceso.(Ver figura 10,11 y tabla N° 8)
2. Debe mantenerse y respetarse el programa de mantenimiento 2015, hasta un periodo dado que nos permita recuperar la calidad y disponibilidad de los equipos. Además debe cumplirse el plan de capacitación del personal, ya que es muy importante en el desarrollo de este proceso. Por otro lado los índices de la productividad en el proceso de calentamiento, debe medirse a través de los ratios de la eficiencia y eficacia para detectar anomalías, y que no interfieran en los objetivos establecidos.(Ver anexo 10,11 y 13)
3. Finalmente concientizar al personal que la metodología Deming en el proceso de calentamiento de gas natural, no termina con el cumplimiento de los objetivos del proceso si no que es el inicio de un camino de mejora, siendo este un ciclo operativo. (Ver figura N° 2 y Tabla N° 1)

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1 Trabajos de Titulación (Tesis)

Almeida, Jhonny. Olivares Rosa. Diseño e implementación de un Proceso de Mejora Continua en la fabricación de prendas de vestir en la Empresa Modetex. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad de San Martín de Porres del Perú, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2013.218pp.

Arana, Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad de San Martín de Porres del Perú, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2014.266pp.

Cabrejos, Danpne. Mejia, Karla. Realizaron la tesis titulada “Mejora de la Productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C mediante la aplicación de la metodología PHVA”. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad de San Martín de Porres del Perú, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2012.212pp.

Claudio, Pedro. Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias E Ingeniería, 2011.103pp.

Gualotuña, Andrea. Diagnostico del proceso de calentamiento de Acero líquido para la colada continua en la empresa Adelca e implementación de la mejora mediante ruta de la calidad. Tesis (Maestría en Gestión de la Calidad y Productividad). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio, 2013. 224pp.

Valdés, Lubes. Rueda, Johanna. Plan de mejoramiento del proceso de diseño de la empresa C.I. Manufacturas Stage Año 2012. Tesis (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad de San Buenaventura de Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, 2012.96pp.

Sanchez, Sergio (2013). Aplicación de las 7 herramientas de la calidad a través del Ciclo de Mejora Continua de Deming en la sección de Hilandería en la fabrica Pasamanería S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencia Químicas, 2013.96pp.

7.2 Libros

- BERNAL, César. Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 3° ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. 320 pp.
ISBN: 9789586991285
- HERNÁNDEZ, R [et. Al]. Metodología de la investigación. 6ª ed. México.McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A DE C.V. 2014, 600.pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Mejora Continua de los Procesos: Herramientas y Técnicas por Bonilla Elsie [et al.].Lima: Universidad de Lima, 2010.30 pp, 31pp.
ISBN: 978-9972-45-241-3
- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.64pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.18pp,19pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing. [en línea].Madrid: Fundación EOI, 2013 [fecha de consulta: 19 de Abril de 2015]. Disponible en: [//www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-técnicas-e-implantación](http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-técnicas-e-implantación).
ISBN: 978-84-15061-40-3
- SERVAT, Alexander. Mejora continua y Acción Correctiva. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012.89pp.
ISBN: 970-26-0172-X

- CARRO, Roberto y GONZÁLES, Daniel. Administración de la Calidad Total. [en línea].Argentina: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 2012 [fecha de consulta: 19 de Agosto de 2015].Disponible en: http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjbn8WN1_3MAhWGJCYKHVjFAa8QFgggMAI&url=http%3A%2F%2Fnulan.mdp.edu.ar%2F1614%2F1%2F09_administracion_calidad.pdf&usg=AFQjCNG67awqEmrf0sC4Ms7NVE8c97iYA&sig2=sjNpwo_xqixej3qyv_ZMLg.
- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México: Mc Graw Hill Educación,2014.30pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.43pp,44pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.45pp,46pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad.4ª.ed.México:Mc Graw Hill Educación,2014.43pp,120pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing. [en línea].Madrid: Fundación EOI, 2013 [fecha de consulta: 12 de junio de 2015]. Disponible en://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-técnicas-e-implantacion.
ISBN: 978-84-15061-40-3
- GARCÍA, Roberto.Estudio del Trabajo.2da.ed.Mexico.MC GRAW HILL [2010?].[Fecha de consulta: 30 de Noviembre 2015]. Disponible en: www.megraw-hill-educación.com
ISBN:970-10-4657-9
- PÉREZ, José. Gestión por procesos.4ª.ed.Madrid: ESIC, 2010.157pp.
ISBN:978-84-7356-776-3

- OIT. Introducción al estudio del trabajo.4ª.ed.México: LIMUSA, 2014. 273pp. ISBN: 978-968-18-5628-1
- FREIVALDS, Andris y Niebel, Benjamín. Métodos, estándares y diseño del trabajo.13a.ed.México.MC GRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2014.1 pp. ISBN: 978-607-15-1154-6
- Wikipedía. Caldera (Máquina). [en línea].30 de Octubre de 2013 [Fecha de consulta:7deAgosto2015].Disponible en:[https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_\(m%C3%A1quina\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_(m%C3%A1quina))
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Guía Básica de Calderas Industriales Eficientes [en línea].Madrid: Comunidad de Madrid [Fecha de consulta: 20 de Diciembre de 2015]. Disponible en: http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahKEwj-ruW7wY_NAhWEMSYKHT2Ha-4QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fenercom.com%2Fpdf%2Fpublicaciones%2FGuia-basica-calderas-industriales-eficientes-fenercom-2013.pdf&usg=AFQjCNF_T0NAOzUFpiQB0DJV3-Sk8tOQZw&sig2=-h1gCllsQ2qFV6wmh91XOg&bvm=bv.123664746,d.eWE

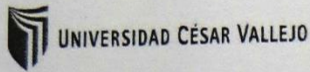
VIII ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA									
TÍTULO: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA CÁLIDDA, LIMA-2016									
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES	INSTRUMENTO
¿De que manera el Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016?	Evaluar la aplicación del Método de Deming en la mejora de la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016.	La aplicación del Método de Deming mejorará la productividad del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016.	MÉTODO DE DEMING	Pulido,H (2014) El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad.120.p	La aplicación del método de Deming implica en el desarrollo de una serie de pasos estandarizados como el Planificar, Hacer, Verificar, Actuar, para cumplir con los objetivos planteados a través de los indicadores como el plan de objetivos, nivel de acciones, nivel de resultados, nivel de objetivos, la cual serán recolectadas a través de nuestros instrumentos.	Planificar	Plan de Objetivos	Razón	Hoja de registro
						Hacer	Nivel de Acciones	Razón	Hoja de registro
						Verificar	Nivel de Resultados	Razón	Hoja de registro
						Actuar	Nivel de Objetivos	Razón	Hoja de registro
¿En que medida el Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016?	Evaluar la aplicación del Método de Deming y la mejora de la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016.	La aplicación del Método de Deming mejorará la eficiencia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016.	PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL	Pulido,H (2014) La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. 20.p	La productividad de un proceso puede medirse de diversas formas, el método que se aplicará para determinar la productividad es a través de la eficiencia y eficacia. Dentro de estas dimensiones, se utilizarán indicadores de tiempo y unidades producidas, la cual serán recolectadas a través de nuestros instrumentos.	Eficiencia	Tiempo Útil	Razón	Recolección de datos
							Tiempo Total	Razón	Recolección de datos
¿En que medida el Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016?	Evaluar la aplicación del Método de Deming y la mejora de la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016.	La aplicación del Método de Deming mejorará la eficacia del proceso de calentamiento de gas natural en la empresa Cálidda, Lima 2016.	PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL	Pulido,H (2014) La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. 20.p	La productividad de un proceso puede medirse de diversas formas, el método que se aplicará para determinar la productividad es a través de la eficiencia y eficacia. Dentro de estas dimensiones, se utilizarán indicadores de tiempo y unidades producidas, la cual serán recolectadas a través de nuestros instrumentos.	Eficacia	Unidades Producidas	Razón	Recolección de datos
							Unidades Propuestas	Razón	Recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 02: Certificado de Validación de Experto N° 1 (Primera Variable)



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	PLANIFICAR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2							
2	HACER	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3							
3	VERIFICAR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4							
4	ACTUAR	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sega y Alpica Walter Leoncio
 DNI: 09197825

Especialidad del validador:
Ingeniero Industrial


17 de 3 del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 03: Certificado de Validación de Experto N° 2 (Primera Variable)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable independiente: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	PLANIFICAR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2							
2	HACER	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3							
3	VERIFICAR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4							
4	ACTUAR	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []


Apellidos y nombres del juez validador. Dr. (Mg.) ROMALD DAVILA LAGUNA
DNI: 22473025

Especialidad del validador:
INGENIERIA INDUSTRIAL

17 de 03 del 2016


1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 04: Certificado de Validación de Experto N° 3 (Primera Variable)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable independiente: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DEMING

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	PLANIFICAR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2							
2	HACER	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3							
3	VERIFICAR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4							
4	ACTUAR	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

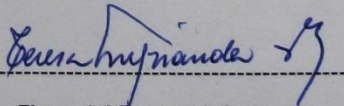
Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: TERESA J. Muanda Herrera
DNI: 08076360

Especialidad del validador:
ING. INDUSTRIAL

... 03 de 03 del 2016

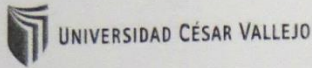
¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 05: Certificado de Validación de Experto N° 1 (Segunda Variable)



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable Dependiente: **PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	EFICIENCIA	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2							
2	EFICACIA	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sosa Yalpica Walter Leoncio
 DNI: 09197825

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

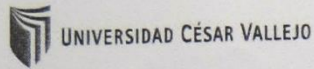
17 de 3 del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 06: Certificado de Validación de Experto N° 2 (Segunda Variable)



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	EFICIENCIA	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2							
2	EFICACIA	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg. ROSA DAVIDA LAGUNA
 DNI: 2.242.302.5

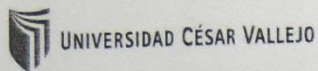
Especialidad del validador:
INGENIERO INDUSTRIAL.

17 de 03 del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 07: Certificado de Validación de Experto N° 3 (Segunda Variable)



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	EFICIENCIA	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2							
2	EFICACIA	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Tevez Muanda Herero
 DNI: 080.76.360

Especialidad del validador:
ING. Industrial

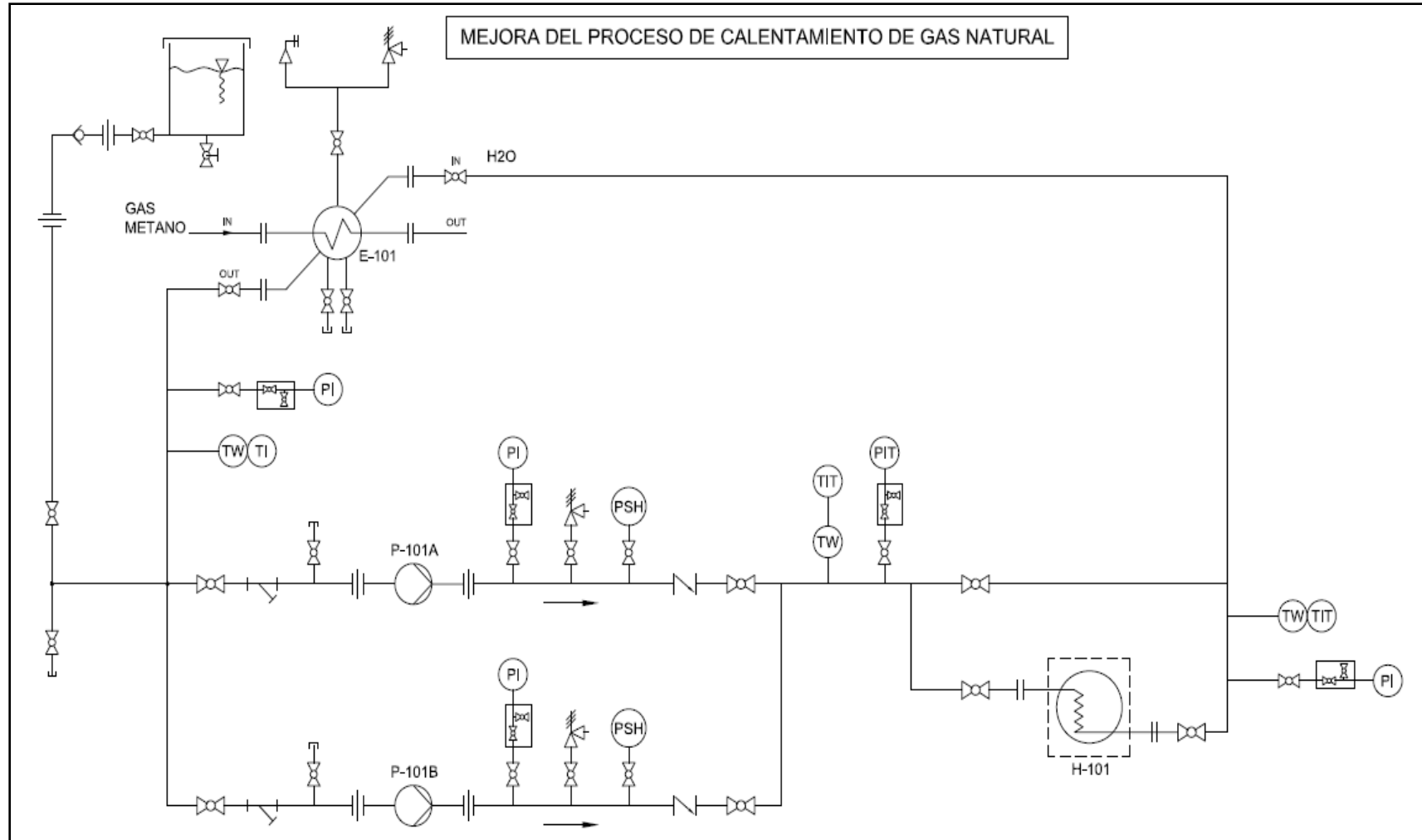
3 de 3 del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo


Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Tevez Muanda Herero
 Firma del Experto Informante.

Anexo 08: Diseño de mejora del proceso de calentamiento de gas natural.



Fuente: Elaboración Propia

	Procedimiento de Mantenimiento de Calentadores del Sistema de Distribución	Anexo 09
1	OBJETIVO	
1.1	Establecer el procedimiento para realizar las inspecciones periódicas y tareas de mantenimiento, que aseguren el correcto funcionamiento de los Calentadores del Sistema de Distribución y Acometidas.	
2	ALCANCE	
2.1	Este procedimiento aplica a todos los Calentadores del Sistema de Distribución ERP's, ERM's y clientes principales de la Concesionaria.	
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO	
3.1	Técnico de Estaciones.	
4	DEFINICIONES	
4.1	Refiérase a la sección 8 "DEFINICIONES" del Manual de Mantenimiento (M-MAN-001)	
4.2	Calentador: Equipo estacionario que permite calentar el gas natural por transferencia de calor, mediante un agente (agua destilada).	
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	
5.1	Refiérase a la sección 5 "DOCUMENTOS DE REFERENCIA" del Manual de Mantenimiento (M-MAN-001)	
5.2	Guía de Mantenimiento de Estaciones (S-MAN-100)	
5.3	Manual de Operación y Mantenimiento de equipos de los fabricantes.	
5.4	Programa de Mantenimiento Anual del Sistema de Distribución (F-MAN-004)	
5.5	Procedimiento de Bloqueo y Etiquetado (P-GSS-012)	
5.6	Guía de Administración de Fugas en Instalaciones de Gas Natural (S-MAN-003)	
5.7	Procedimiento de Control de Ingreso a las Infraestructura de Distribución de Gas Natural (P-OPE-001)	
5.8	Instructivo de HSE para Mantenimiento de Calentadores I-GSS-045	
5.9	Procedimiento de Pruebas Hidrostáticas de Calentadores	
5.10	Procedimiento de Lavado Químico de calentadores y Accesorios	
5.11	P-MAN-130_V2 Proc-Mantenimiento de Válvulas de Alivio	
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS	
6.1	<p>Frecuencia</p> Los Calentadores del Sistema de Distribución cuenta con la siguiente frecuencia de mantenimiento : <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Mensual. • Mantenimiento Semestral. • Mantenimiento Anual. <p>NOTA: Cualquier desviación a las frecuencias indicadas, deberá ser documentada en el Programa de Mantenimiento Anual del Sistema de Distribución.</p>	
6.2	<p>Equipo de trabajo</p> El equipo de trabajo deberá estar conformado por personal técnico de Cálidda o Contratistas que estén aprobadas por el área HSEQ. Además, deben contar con detectores de fugas, accesorios y herramientas varias.	

6.3	Es responsabilidad del Supervisor de Estaciones - Elaborar el presente procedimiento para llevar a cabo las actividades mencionadas. - Entregar al personal técnico ejecutor la orden de trabajo correspondiente, con la documentación y/o formatos asociados a dicha actividad, asegurando los recursos propios y de terceros. - Verificar el cumplimiento de las actividades de las órdenes de trabajo vinculadas a dichas actividades.	
6.4	Es responsabilidad del Técnico ejecutor - Verificar que el vehículo disponga de todos los elementos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.	
6.5	Es responsabilidad del Contratista: - Realizar los trabajos de mantenimiento según los lineamientos y pautas establecidos en el presente procedimiento.	
6.6	Consideraciones - Aquellos equipos que por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente. - Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes.	
6.7	Actividades no Rutinarias: El Supervisor de Estaciones podrá proponer y coordinar con el área de Planeamiento, inspecciones a los Calentadores del Sistema de Distribución ante condiciones anormales de operación. Estas son reportadas mediante: avisos del Centro de Control, observaciones detectadas en los mantenimientos de las ERP's y reportes de acciones de mejoras (SAM y SAMP), mismas que podrán incluir uno o más actividades del Mantenimiento Rutinario, y cuyo objeto es identificar oportunidades de mejora para tales sistemas. Las inspecciones podrán involucrar la consignación del sistema de calentamiento para verificar la integridad del mismo, pudiendo involucrar revisiones a uno o más de los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Calentador de Agua ▪ Intercambiador de calor ▪ Tanque de expansión ▪ Sistema de tuberías de interconexión ▪ Auxiliares, sistema de alimentación e instrumentación asociada. 	
7	DESARROLLO	
7.1	Previo al Inicio de la Inspección o Mantenimiento - En campo	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1.1	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	Considera las siguientes precauciones para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de Calentadores del Sistema de Distribución: <ul style="list-style-type: none"> • Aleja del área toda fuente posible de ignición, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo. • Asegura la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar.

		<ul style="list-style-type: none"> • Puede utilizar linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad. • Antes de ingresar se dará aviso al operador de Centro de Control y se le solicitará los valores de las variables monitoreadas a través del sistema, para luego verificarlas con los datos obtenidas de campo. • Para el ingreso de vehículos en cámaras aéreas con cerco perimetral verificar que el mismo disponga de arrestallamas.
7.1.2	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Realiza las actividades detalladas en el Procedimiento de Bloqueo y Etiquetado (P-GSS-012), si el mantenimiento lo requiere.</p> <p>Antes de iniciar cualquier actividad deberán elaborar un ATS y un Permiso de Trabajo de acuerdo a los trabajos a realizar. Este último requerimiento aplica solo a las contratistas que realizan trabajos dentro de las infraestructuras de CÁLIDDA.</p>
7.2	Mantenimiento Mensual	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.2.1	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Realiza las siguientes actividades Generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitorea permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con un Indicador de Gas Combustible (IGC). - Verifica y/o controlar fugas de gas en toda la instalación. La detección, clasificación, control, reparación y seguimiento se realizaran tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8 y en la Guía de Administración de Fugas en Instalaciones de Gas Natural (S-MAN-003). - Verifica la integridad de la instalación eléctrica, tableros, canalización, tuberías conduit, accesorios y selladores (recubrimiento, corrosión y otros). - Verifica el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento, corrosión y otros). - Verifica el estado de los indicadores de presión y temperatura en las líneas de gas y baño de agua del sistema de calentamiento (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros). Los reemplazará si se encontrasen en mal estado. - Verificar el libre giro de las válvulas de bloqueo manuales. - Verificar la conexión puesta a tierra de la instalación. - Contrasta los valores en campo con los del centro de control.
7.2.2	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Realiza las siguientes actividades en el Sistema de regulación y tren de alimentación al quemador:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inspecciona el filtro de alimentación de gas, reemplaza la malla o elemento filtrante de ser necesario. - Verifica el correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras y registra sus valores de calibración. - Verifica el funcionamiento de las válvulas solenoides de apertura de piloto(s) y quemador(es).
	Técnico de Estaciones /	<p>Realiza las siguientes actividades en el Quemador y piloto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realiza la limpieza integral del quemador en conjunto

7.2.3	Técnico de Contratista	<ul style="list-style-type: none"> - Verifica el correcto funcionamiento de la totalidad de componentes eléctricos de control del quemador y piloto (controlador de encendido, presostato, motor, transformador de encendido, controlador de temperatura, amplificador de ionización y otro que pudieran presentar). - Inspecciona el estado del quemador. - Verifica conexiones y terminales de los electrodos de ionización y encendido (recubrimiento, corrosión y otros). - Durante la operación mide la corriente de ionización en la varilla detectora de llama. - Inspecciona el registro de ingreso de aire al quemador. - Mantiene en buen estado la chimenea y que la salida de los gases no se encuentre interrumpidos por agentes extraños - Mide los gases de combustión, regula mezcla de gas/aire si fuera necesario.
7.2.4	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Realiza las siguientes actividades en la línea de recirculación de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verifica y/o controla fugas de agua en la línea de recirculación. - Verifica el nivel de agua en el tanque de expansión, reponer de ser necesario y agregar inhibidor de corrosión en la proporción 100:1. Para reponer el agua y el inhibidor, deben purgar el aire del sistema por la parte más elevada (válvula esférica del intercambiador de calor) y canalizar el excedente, mediante manguera, hacia el drenaje más cercano. - Verifica el estado de los equipos y accesorios de la línea de recirculación de agua: tanque pulmón, válvulas de alivio, tanque elevado y sensores de nivel (indicar estado de corrosión y otros). - Verifica el correcto funcionamiento de las electrobombas. - Efectúa el análisis de la calidad de agua en los calentadores (medición de dureza, sólidos disueltos, PH y nitratos). - Verifica el estado de los indicadores de presión y temperatura en las líneas de baño de agua (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros).
7.2.5	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Registra toda la información en el formato de Mantenimiento de Calentadores Del Sistema de Distribución GNLC (F-MAN-141) y en el formato de Mantenimiento de Calentadores del Sistema de Distribución - Esquema General (F-MAN-142), indicados para cada mantenimiento.</p>
7.3	Mantenimiento Semestral	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.3.1	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Desarrolla las tareas descritas en el ITEM 7.2, más las que se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verifica la hermeticidad al cierre de las válvulas reguladoras y registrar sus valores de calibración. - Verifica el correcto funcionamiento y hermeticidad al cierre de la válvula de bloqueo por sobrepresión (si aplica) y registrar sus valores de calibración. - Verifica el funcionamiento y hermeticidad al cierre de las válvulas solenoides de apertura de piloto(s) y quemador(es). - Realiza el mantenimiento integral del quemador y piloto. - Realiza la prueba funcional a los electrodos de ionización y de encendido.

		<ul style="list-style-type: none"> - Realiza el mantenimiento al inyector de aire del quemador (si aplica). - Inspecciona el estado del refractario de las tapas de los calentadores. - Realiza prueba funcional de los indicadores de nivel de agua.
7.4	Mantenimiento Anual	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.4.1	Técnico de Estaciones / Técnico de Contratista	<p>Desarrollar la tareas descritas en los ITEMS 7.2 y 7.3, mas las que se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preservar el buen estado del pozo a tierra de la zona de calentadores, agrega los químicos necesarios para mantener una resistencia baja (<10 ohm). Inspecciona los accesorios internos y partes blandas de las válvulas reguladoras y bloqueo (reemplazar de ser necesario), en el sistema de regulación y tren de alimentación al quemador. - Inspecciona el estado de los haz de tubos, reemplazar los deteriorados. - Realiza el mantenimiento integral del motor inyector de aire: cambio de rodamientos, barnizado, medición de aislamiento, reemplazo de terminales, condensadores y otros accesorios que pueda presentar. - Realizar el mantenimiento integral de la bomba de recirculación: cambio de rodamientos, limpieza de impulsores, cambio de borneras y otros accesorios. - <p>Además, se realizarán aquellas tareas que de manera particular recomiende el fabricante del equipo(s), tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento a válvulas reguladoras. • Mantenimiento a válvulas de bloqueo. • Mantenimiento de válvulas de alivio. • Mantenimiento de electrobombas.

Anexo 10: Plan de Mantenimiento para el proceso de Calentamiento 2015.

ITEM	PLAN DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL PLAN	TIEMPO ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD	AÑO 2015												OBSERVACIONES
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	EMR-14050 Ramiro Priale Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
2	EMR-14040 Carretera Central Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
3	EMR-14080 La Victoria Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
4	EMR-14090 La Molina Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
5	EMR-14590 Javier Prado Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
6	EMR-14060 Surco 50/9 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
7	EMR-14510 Surco 50/5 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
8	EMR-14120 Atocongo 50/9 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
9	EMR-14580 Atocongo 50/5 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
10	EMR-14070 Pachacútec 50/5 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
11	EMR-14100 Lima 50/9 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
12	EMR-14620 Lurin 50/3 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
13	EMR-13010 San Lorenzo 50/3 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
14	EMR-14660 Pachacámac 50/6 Barg Calentador "A"	Mensual	5 Horas	10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		
		Semestral	8 Horas	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
		Anual	16 Horas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11: Programa de Capacitación del personal.

 PLAN DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO 2015																	
ITEM	CAPACITACIÓN	DIRIGIDO A	TIEMPO	TIPO	AÑO 2015												OBSERVACIONES
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	Control y Monitoreo de Variables de proceso.	Técnicos y Operadores	20 Horas	Presencial								X					
2	Intercambiadores de calor.	Técnicos, Operadores y Ingeniería	8 Horas	Presencial		X											
3	Principio de funcionamiento de quemadores de gas.	Técnicos y Operadores	4 Horas	Presencial													
4	Calderas Piro tubulares y Acuo tubulares	Técnicos, Operadores y Ingeniería	12 Horas	Presencial				X									
5	Tratamiento de agua para calderas	Técnicos y Operadores	3 Horas	Presencial									X				
6	Instalación, Control y Mantenimiento de motores de inducción	Técnicos y Operadores	12 Horas	Presencial													
7	Mantenimiento de Sistema Electromecánicos	Técnicos y Operadores	8 Horas	Presencial						X							
8	Automatización de procesos industriales.	Técnicos y Operadores	8 Horas	Presencial													
9	Instrumentación Industrial.	Técnicos y Operadores	8 Horas	Presencial													
10	Seguridad e Higiene ocupacional y medio ambiente	Técnicos y Operadores	4 Horas	Presencial													

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12: Ficha de recolección de datos – Variable Independiente.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
Variable Independiente	Aplicación del Método Deming		
Dimensiones	Indicadores	Fórmula	
Planificar	Plan de Objetivos	N° de Programas Realizadas/ N° de Programas Establecidas * 100	
Hacer	Nivel de Acciones	Acciones Ejecutadas/ Acciones Programadas *100	
Verificar	Nivel de Resultados	Resultado Alcanzado/ Resultado Planeado *100	
Actuar	Nivel de Objetivos	Objetivo Alcanzado / Objetivo Propuesto *100	

Planificar		Hacer		Verificar		Actuar		
Plan de Objetivos		Nivel de Acciones		Nivel de Resultados		Nivel de Objetivos		
POST TEST (2015)		POST TEST (2015)		POST TEST (2015)		POST TEST (2015)		
Mes	Resultado (%)	Mes	Resultado (%)	Mes	Resultado (%)	Mes	Resultado (%)	Objetivo
ene-15	100%	ene-15	100%	ene-15	84,09	ene-15	84,09	89,0%
feb-15	100%	feb-15	100%	feb-15	89,13	feb-15	89,13	89,0%
mar-15	100%	mar-15	100%	mar-15	86,51	mar-15	86,51	89,0%
abr-15	100%	abr-15	100%	abr-15	89,13	abr-15	89,13	89,0%
may-15	100%	may-15	100%	may-15	86,51	may-15	86,51	89,0%
jun-15	100%	jun-15	100%	jun-15	93,92	jun-15	93,92	89,0%
jul-15	100%	jul-15	100%	jul-15	93,12	jul-15	93,12	89,0%
ago-15	100%	ago-15	100%	ago-15	91,78	ago-15	91,78	89,0%
sep-15	100%	sep-15	100%	sep-15	91,78	sep-15	91,78	89,0%
oct-15	100%	oct-15	100%	oct-15	87,82	oct-15	87,82	89,0%
nov-15	100%	nov-15	100%	nov-15	92,58	nov-15	92,58	89,0%
dic-15	100%	dic-15	100%	dic-15	84,99	dic-15	84,99	89,0%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13: Ficha de recolección de datos – Variable Dependiente.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
Variable Dependiente		Productividad en el proceso de calentamiento de gas natural							
Dimensiones		Indicadores				Fórmula			
Eficiencia		Tiempo Útil				E: Tiempo Total - Paradas no planificadas			
		Tiempo Total				E: Tiempo Estandar - Tiempo de parada planificada			
Eficacia		Unidades Producidas				E: Tiempo Útil x Capacidad del equipo			
		Unidades Propuestas				E: Tiempo Total x Capacidad del equipo			
EFICIENCIA									
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)				
Mes	Tiempo Útil (Horas)	Tiempo Total (Horas)	Resultado (%)	Promedio	Mes	Tiempo Útil (Horas)	Tiempo Total (Horas)	Resultado (%)	Promedio
ene-14	580	720	80,56%	88,56%	ene-15	677	715	94,69%	94,72%
feb-14	635	715	88,81%		feb-15	675	715	94,41%	
mar-14	624	720	86,67%		mar-15	665	715	93,01%	
abr-14	640	715	89,51%		abr-15	675	715	94,41%	
may-14	600	720	83,33%		may-15	665	715	93,01%	
jun-14	661	712	92,84%		jun-15	690	712	96,91%	
jul-14	654	720	90,83%		jul-15	690	715	96,50%	
ago-14	658	715	92,03%		ago-15	685	715	95,80%	
sep-14	654	720	90,83%		sep-15	685	715	95,80%	
oct-14	642	715	89,79%		oct-15	670	715	93,71%	
nov-14	671	720	93,19%		nov-15	688	715	96,22%	
dic-14	594	704	84,38%		dic-15	649	704	92,19%	
EFICACIA									
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)				
Mes	Unidades Producidas (Gcal)	Unidades propuestas (Gcal)	Resultado (%)	Promedio	Mes	Unidades Producidas (Gcal)	Unidades propuestas (Gcal)	Resultado (%)	Promedio
ene-14	162,4	201,6	80,56%	88,56%	ene-15	177,8	200,2	88,81%	94,23%
feb-14	177,8	200,2	88,81%		feb-15	189	200,2	94,41%	
mar-14	174,72	201,6	86,67%		mar-15	186,2	200,2	93,01%	
abr-14	179,2	200,2	89,51%		abr-15	189	200,2	94,41%	
may-14	168	201,6	83,33%		may-15	186,2	200,2	93,01%	
jun-14	185,08	199,36	92,84%		jun-15	193,2	199,36	96,91%	
jul-14	183,12	201,6	90,83%		jul-15	193,2	200,2	96,50%	
ago-14	184,24	200,2	92,03%		ago-15	191,8	200,2	95,80%	
sep-14	183,12	201,6	90,83%		sep-15	191,8	200,2	95,80%	
oct-14	179,76	200,2	89,79%		oct-15	187,6	200,2	93,71%	
nov-14	187,88	201,6	93,19%		nov-15	192,64	200,2	96,22%	
dic-14	166,32	197,12	84,38%		dic-15	181,72	197,12	92,19%	
PRODUCTIVIDAD									
PRE TEST (2014)					POST TEST (2015)				
Mes	Resultado de la Eficiencia en (%)	Resultado de la Eficacia en (%)	Productividad (%)	Promedio (%)	Mes	Resultado de la Eficiencia en (%)	Resultado de la Eficacia en (%)	Productividad (%)	Promedio (%)
ene-14	80,56	80,56	64,90	78,58	ene-15	94,69	88,81	84,09	89,28
feb-14	88,81	88,81	78,87		feb-15	94,41	94,41	89,13	
mar-14	86,67	86,67	75,12		mar-15	93,01	93,01	86,51	
abr-14	89,51	89,51	80,12		abr-15	94,41	94,41	89,13	
may-14	83,33	83,33	69,44		may-15	93,01	93,01	86,51	
jun-14	92,84	92,84	86,19		jun-15	96,91	96,91	93,92	
jul-14	90,83	90,83	82,50		jul-15	96,50	96,50	93,12	
ago-14	92,03	92,03	84,70		ago-15	95,80	95,80	91,78	
sep-14	90,83	90,83	82,50		sep-15	95,8	95,8	91,78	
oct-14	89,79	89,79	80,62		oct-15	93,71	93,71	87,82	
nov-14	93,19	93,19	86,84		nov-15	96,22	96,22	92,58	
dic-14	84,38	84,38	71,20		dic-15	92,19	92,19	84,99	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14: Análisis de la Empresa

A). Introducción de la Empresa

Cálidda es una empresa peruana que tiene la concesión del Estado por un plazo de 33 años prorrogables para diseñar, construir y operar el sistema de distribución de gas natural en el departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao en el Perú. Su principal accionista es el Grupo Energía de Bogotá, líder empresarial del sector energético con presencia en Colombia, Perú y Guatemala.

El Gas natural es muy utilizado y apreciado en muchos países alrededor del mundo. Es el combustible más seguro, económico, cómodo y limpio que existe. **Cálidda** es la empresa pionera en brindar este moderno servicio público en el Perú, contribuyendo así a la mejora en la calidad de vida de la población y a la preservación de nuestro medio ambiente.

La distribución del gas natural es un servicio público regulado por el **Ministerio de Energía y Minas-MEM** y el **OSINERGMIN**. El **MEM** establece el marco legal normativo en el que se tiene que desarrollar la distribución del gas natural, y el **OSINERGMIN** vela por el cumplimiento del marco regulatorio y de las normas técnicas, comerciales y ambientales; igualmente, es el encargado de determinar las tarifas aplicables.

El compromiso de **Cálidda** es cumplir con los parámetros y requerimientos de confiabilidad, calidad, eficiencia y continuidad establecidos en las leyes aplicables a este tipo de negocio.

B). Datos generales de la empresa

Cálidda, está conformado por dos únicos accionistas que son **PROMIGAS S.A** y **EEB PERÚ HOLDINGS**. La organización presenta los siguientes datos generales:

- Razón Social : Gas Natural de Lima y Callao S.A.
- Nombre Comercial : Cálidda Gas Natural del Perú.
- RUC : 20503758114
- Página Web : <http://www.calidda.com.pe>
- Tipo de Empresa : Sociedad Anónima.
- CIIU : 40205.
- Actividad Comercial : Fabricación y Distribución de Gas Natural.
- Distrito/ Ciudad : San Borja
- Departamento : Lima

Figura N° 31: Infraestructura de Cálidda



Fuente: Cálidda

C). Misión y Visión

- **MISIÓN.**

Somos una empresa que lleva los beneficios del gas natural a la comunidad de Lima y Callao, a través del desarrollo y manejo seguro de nuestro sistema de distribución, proporcionando valor agregado a todos los grupos de interés, trabajando con responsabilidad global y altos estándares de Calidad Internacional, con un equipo humano comprometido, innovador y eficiente.

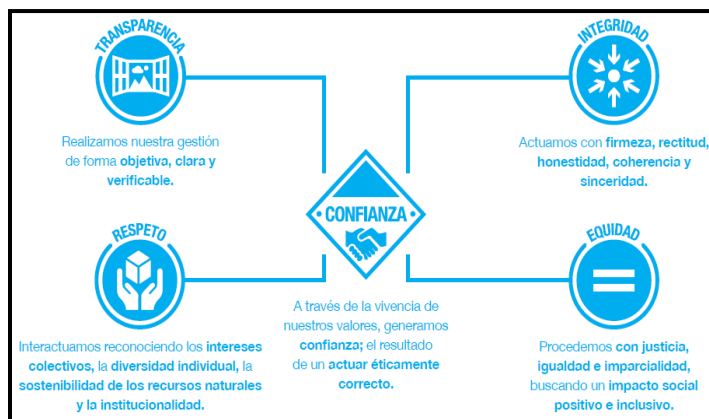
- **VISIÓN.**

Ser en el año 2024 la mejor empresa de distribución de gas natural a nivel nacional, reconocido por haber logrado la masificación del gas natural en el departamento de Lima y Callao y por brindar un servicio de calidad con estándares de clase mundial.

- **VALORES CORPORATIVOS.**

Cálidda, práctica los valores que la identifican en la sociedad y guían su comportamiento. Es responsabilidad de todos los colaboradores adoptarlos y aplicarlos porque definen la manera en que la empresa se relaciona con sus grupos de interés.

Figura N° 32: Valores Corporativos Cálidda



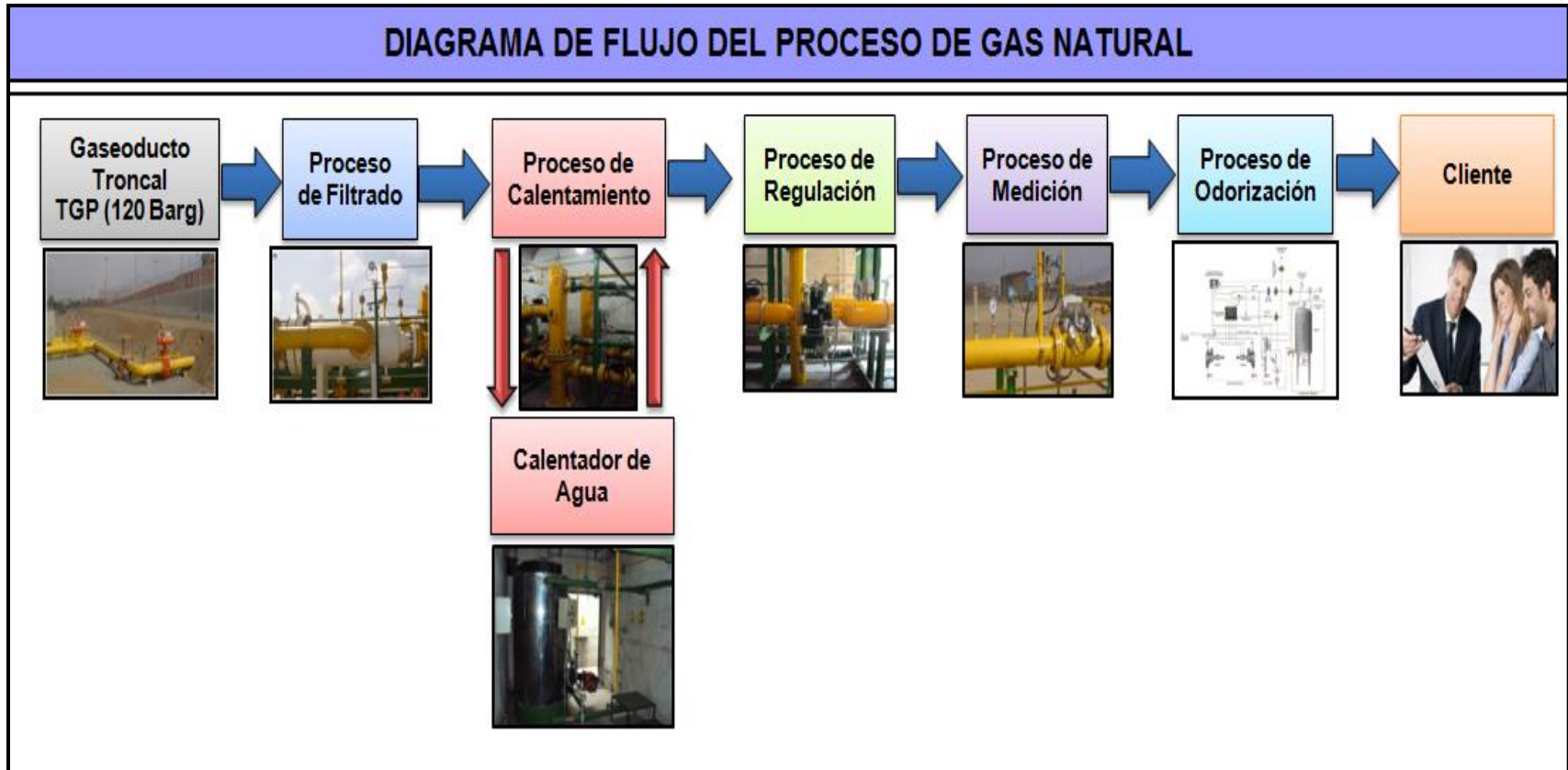
Fuente: Cálidda

D). Línea de Producción

La línea de producción del sistema de distribución de gas natural en Cálidda se sub-dividen en los siguientes procesos:

- Proceso de Calentamiento.
- Proceso de Filtración.
- Proceso de Regulación.
- Proceso de Medición.
- Proceso de Odorización.

Figura N° 08: Diagrama de flujo de proceso de gas natural

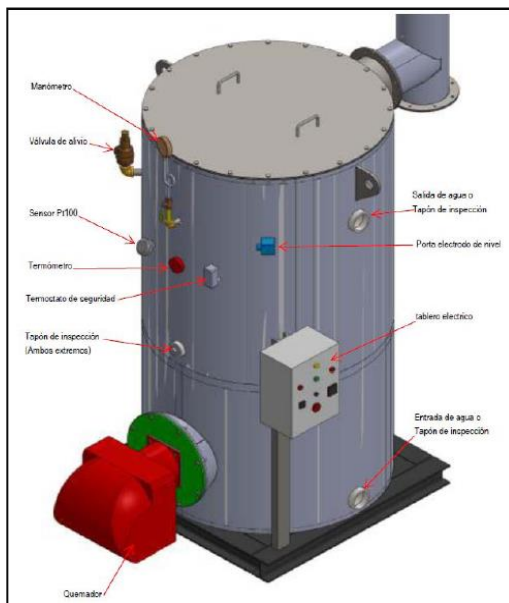


Fuente: Elaboración propia

- **Proceso de Calentamiento.**

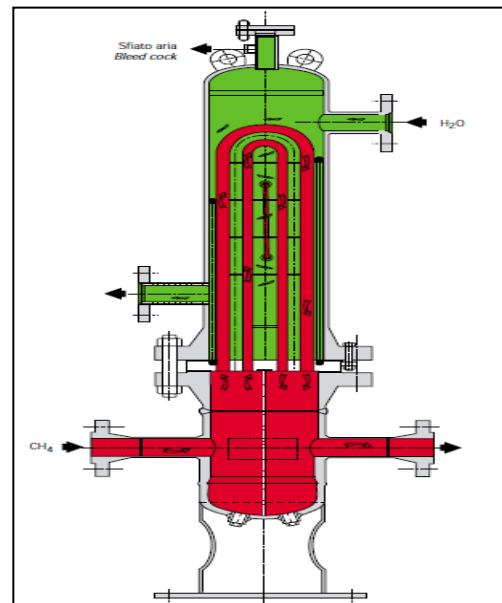
El proceso de calentamiento de gas natural en las estaciones de regulación de gas natural, está compuesto por intercambiadores de calor y una caldera piro tubular. La caldera piro tubular de flujo natural o forzado, es una caldera de agua caliente que tiene como función elevar la temperatura del agua en un determinado diferencial según el caudal del agua recirculante. Está equipado con un quemador automático de gas natural y controles de seguridad normalizados.

Figura N° 34: Caldera Piro Tubular Cálidda



Fuente: Cálidda

Figura N° 35: Intercambiador de calor



Fuente: Cálidda

El motivo de calentar el gas natural, se debe a la reducción de presión que se origina en el siguiente proceso de regulación. La reducción de presión da como resultado una caída en la temperatura, debido a la expansión del gas.

La reducción de la presión a través de un regulador de gas ocasionará una caída de temperatura de 7° Fahrenheit por cada 100 Psi de caída de presión. Si el gas natural contiene una cantidad excesiva de agua, se pueden formar hielo o hidratos en las áreas donde hay restricción, ocasionando taponamiento del

regulador o de las tuberías. Sin embargo, es una práctica común que el gas proveniente de las líneas de transporte sea un gas deshidratado.

- **Proceso de Filtración.**

El proceso de filtrado, cuenta con elementos de retención de sólidos y líquidos particulados, con la finalidad de entregar un gas limpio a nuestros clientes. Los elementos filtrantes que se utilizan en el sistema de distribución son de alta eficiencia (elementos de 0,3 micras, 3 micras, 1 micra, 5 micras).

Figura N° 36: Filtro principal de gas natural



Fuente: Cálidda

- **Proceso de Regulación.**

El proceso de regulación del sistema de distribución de gas natural está conformado generalmente por 2 a 4 ramales en las estaciones de gas. Así mismo los spool están conformados por los siguientes componentes:

- Válvulas manuales.
- Válvulas de control.
- Válvulas de alivio.
- Válvulas de bloqueo.
- Instrumentos de medición.

Figura N° 37: Proceso de regulación de gas natural



Fuente: Cálidda

- **Proceso de Medición**

El proceso de medición de gas natural en el sistema de distribución es muy importante para poder cuantificar el caudal que se registra diario en cada estación. Además está compuesto por transmisores de presión, temperatura, computador de flujo y Cromatógrafo.

Todos estos elementos son necesarios para la lectura del volumen de gas, que pasa a través del medidor debe ser corregida por la presión, la temperatura y por un factor que depende de la composición del gas, la cual es obtenida por el Cromatógrafo.

Figura N° 38: Flujo metro Ultrasónico



Fuente: Cálidda

Figura N° 39: Cromatógrafo

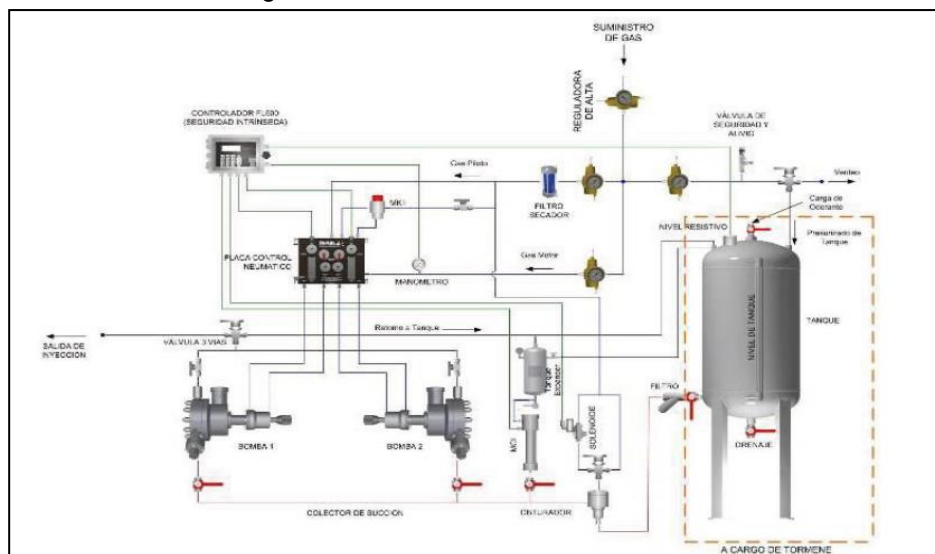


Fuente: Cálidda

- **Proceso de Odorización**

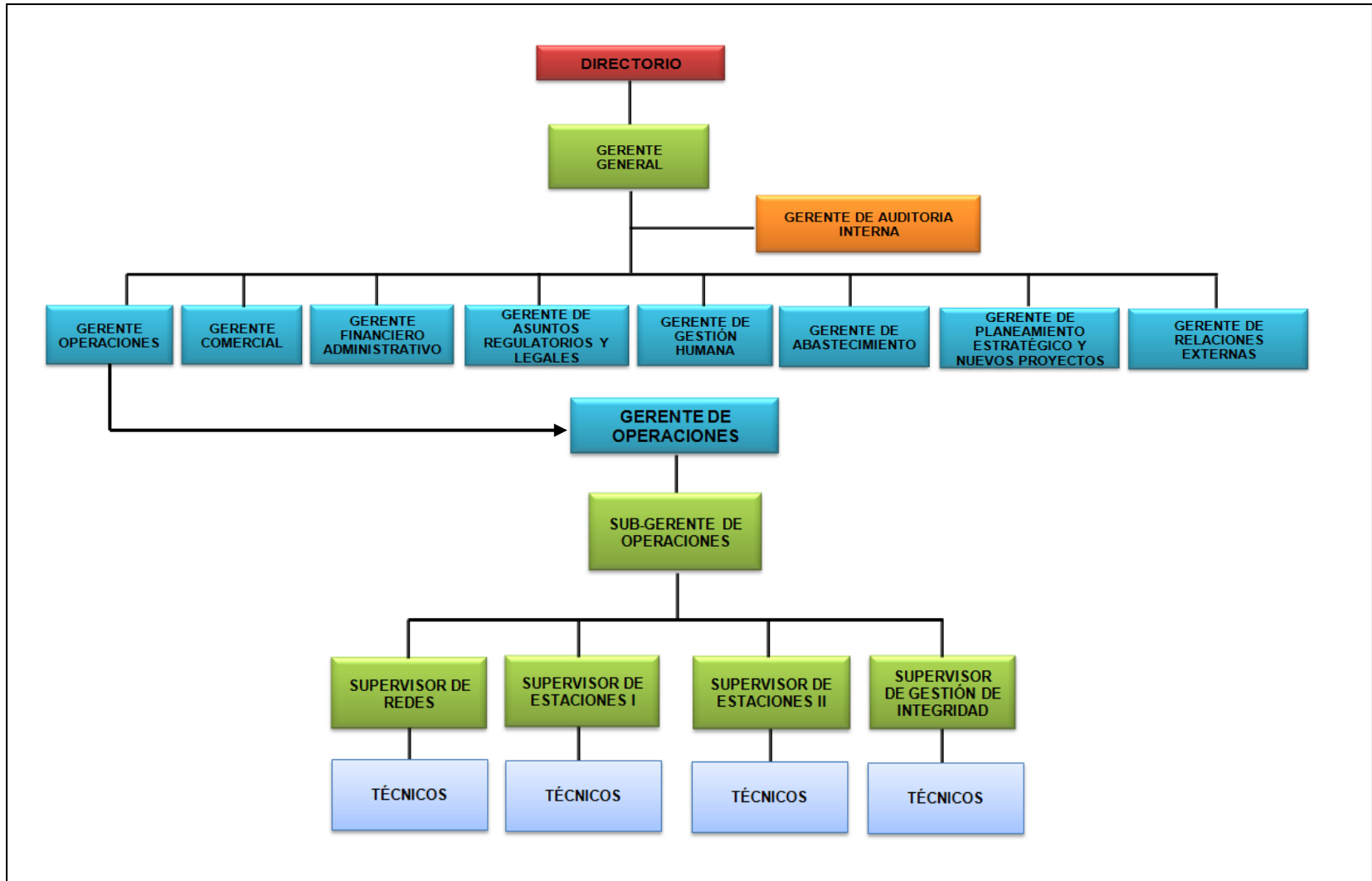
El proceso de odorización está compuesto por isotanques que contiene líquido odorante (Mercaptano) y además un proceso de inyección de odorante. Este sistema se encarga de inyectar mercaptano al gaseoducto para poder percibir el gas natural ante cualquier tipo de fuga o pérdida que se presenta en todo el sistema de distribución de gas.

Figura N° 40: Proceso de Odorización



Fuente: Cálidda

Figura N° 41: Esquema organizacional



Fuente: Cálida

E). Mercado

Cálidda, como mercado nacional tiene la ciudad de Lima y Callao para la masificación, operación, y suministro de gas natural de manera eficiente y eficaz. Además cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales de calidad.

En la actualidad Cálidda, suministra gas natural tanto residencial, comercial e industrial a los siguientes distritos de Lima y Callao que se detalla a continuación:

- Villa María del Triunfo.
- Villa el Salvador
- San Juan de Miraflores.
- Chorrillos.
- Santiago de Surco.
- Surquillo.
- San Luis.
- La Victoria.
- Jesús María.
- Santa Anita.
- Ate Vitarte.
- El Agustino.
- San Juan del Lurigancho.
- Lima.
- Rímac.
- Magdalena del Mar.
- Breña.
- Pueblo Libre.
- San Miguel.
- Los Olivos.
- San Borja
- Comas.

Figura N° 42: Mapa de distrito



Fuente: Cálidda

- San Martín de Porres.
- Independencia.
- Comas.
- Bellavista.
- Carmen de la Legua-Reynoso.
- Ventanilla.
- Chaclacayo.
- Puente Piedra.
- Lurín.
- Pachacamac.

Figura N° 43: Clasificación de clientes Cálidda



Fuente: Cálidda

La operación consiste en el suministro y distribución de Gas Natural de Lima y Callao a través de tuberías de acero y polietileno. Por lo tanto estas redes se van masificando por todos los distritos de Lima y Callao y así mismo beneficiando a la sociedad.

Anexo N° 15: Análisis Económico

COSTO DE INVERSIÓN DEL REDISEÑO DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL				
ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
1	MANO DE OBRA			5000
2	MAQUINARIA E EQUIPOS			
2.1	Electrobomba de agua de 1HP	2	\$ 150,00	300
2.2	Transmisor de Temperatura de -10 a 200 ° Celsius	2	\$ 300,00	600
2.3	Transmisor de presión de 0 - 10 Barg	1	\$ 320,00	320
2.4	Manómetros de presión de 0 - 5 Barg - conexión de 1/2"	4	\$ 30,00	120
2.5	Termometro de 0 a 160 ° Celsius	4	\$ 20,00	80
2.6	Válvula de alivio de bronce de 1"x 1 1/2" - Rango de 0 - 10 Barg	3	\$ 110,00	330
2.7	Presostato de Rango de 0 - 10 Barg	2	\$ 80,00	160
2.8	Filtros Strainer	2	\$ 130,00	260
2.9	Válvula de bloqueo y purga de 1/2"	5	\$ 200,00	1000
2.10	Válvula esferica de 1/2"	16	\$ 20,00	320
2.11	Válvula esferica de 1"	1	\$ 30,00	30
2.12	Válvula check de 1/2"	1	\$ 15,00	15
2.13	Válvula check de 4"	2	\$ 220,00	440
2.14	Unión universal de 1/2"	1	\$ 15,00	15
2.15	Trampa de condensado de 1"	1	\$ 45,00	45
2.16	Válvula esferica de 4"	6	\$ 200,00	1200
2.17	Tuberia de acero al carbono de 4" (01 tubo mide 6 metros)	10	\$ 1.200,00	12000
			TOTAL	\$ 22.235,00
PÉRDIDA ECONÓMICAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL				
ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL (\$)
1	PROCESO DE REGULACIÓN			
1.1	Kit de reparación de válvula reguladora Mod.956 - Tormene	1	\$ 2.500,00	2500
1.2	Limpieza y pintado de infraestructura (Corrosión)	1	\$ 2.500,00	2500
2	CORTE DE CLIENTES			
2.1	Clientes Residenciales.	8000	\$ 5,00	40000
2.2	Clientes Industriales.	5	\$ 30,00	150
2.3	Clientes GNV.	7	\$ 30,00	210
			TOTAL	\$45.360,00