

|  |   |               |                 |
|--|---|---------------|-----------------|
|  | <b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS<br/>BIBLIOTECARIOS</b> | <b>Código</b> | FO-SB-<br>12/v0 |
|  | <b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>                            | <b>Página</b> | 1/148           |

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): EDUARDO ANDRÉS APELLIDOS: PARRA URIBE

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ALBERTO APELLIDOS: FALLA ARIAS

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA TERMOTASAJERO S.A. E.S.P SAN CAYETANO NORTE DE SANTANDER**

RESUMEN

El trabajo de investigación trata sobre el diagnóstico y optimización energética del sistema de aire comprimido de la Central Termoeléctrica Termotasajero S.A E.S.P. San Cayetano, Norte de Santander. El problema: Los problemas energéticos presentes se deben principalmente a los efectos que causan sobre el medio ambiente. Objetivos: Se analiza por medio de una intervención, el inventario de equipos consumidores de aire comprimido. Seguido de, diagnosticar y evaluar las condiciones actuales del sistema de aire comprimido. Para luego, realizar una propuesta de optimización para el ahorro energético, en el sistema de aire comprimido. Y finalmente, demostrar mediante cálculos, la economía de energía en los compresores. Metodología: Se trata de un estudio explicativo, donde la población es el Termotasajero S.A. E.S.P y la muestra la conforma el sistema de aire acondicionado. Y se usa la observación directa para recaudar la información. Resultados: Se realiza el costo sobre el ahorro del sistema; operando en óptimas condiciones, se optimiza el sistema llevando las fugas a cero para lograr un ahorro energético, se realizan los costos de energía consumida por los equipos del cuarto de compresores.

PALABRAS CLAVE: Energetica, termoeléctrica, optimización, aire, comprimido.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 148 PLANOS:      ILUSTRACIONES:      CD ROOM: 1

| Elaboró                      |            | Revisó            |            | Aprobó            |            |
|------------------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
| Equipo Operativo del Proceso |            | Comité de Calidad |            | Comité de Calidad |            |
| <b>Fecha</b>                 | 24/10/2014 | <b>Fecha</b>      | 05/12/2014 | <b>Fecha</b>      | 05/12/2014 |

DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE AIRE  
COMPRIMIDO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA TERMOTASAJERO S.A. E.S.P  
SAN CAYETANO NORTE DE SANTANDER

EDUARDO ANDRÉS PARRA URIBE

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE AIRE  
COMPRIMIDO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA TERMOTASAJERO S.A. E.S.P  
SAN CAYETANO NORTE DE SANTANDER

EDUARDO ANDRÉS PARRA URIBE

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Mecánico

Director

ING. ALBERTO FALLA ARIAS

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 26 DE FEBRERO DEL 2019

**HORA:** 05:00 PM

**LUGAR:** FUNDADORES F306

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA MECANICA

**Título de la Tesis:** " DIAGNOSTICO Y OPTIMIZACION ENERGETICA DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA TERMOTASAJERO S.A.ESP SAN CAYETANO NORTE DE SANTANDER

**Jurados:**

ING. ORLANDO GUTIERREZ  
ING. FAUSTINO MORENO  
ESP. ANA MILENA GOMEZ

**Director:**

ING. ALBERTO FALLA ARIAS


| Nombre de los estudiantes  | Código  | Calificación |        |
|----------------------------|---------|--------------|--------|
|                            |         | Letra        | Número |
| EDUARDO ANDRES PARRA URIBE | 1121003 | Cuatro, DOS  | 4.2    |

**APROBADA**

  
ING. ORLANDO GUTIERREZ

  
ING. FAUSTINO MORENO

  
ESP. ANA MILENA GOMEZ

  
Vo. Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO G.  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a DIOS, Todo poderoso y a la Virgen María, ya que son la luz de mi vida y que toda la gloria sea hacia ti.

Mis padres, Ángelo Parra y Yadira Uribe, hermanos, abuelos, Daniel Uribe (Q.D.E.P), Rosaura Lizcano, a mis sobrinos, Sophia, Juan Esteban, Mariangel, Maximiliano, Gerónimo, y demás familiares, por su apoyo incondicional durante estos años, ya que han permitido que pueda terminar esta carrera.

## **Agradecimientos**

A Termotasajero S.A.E.S.P. por permitirme realizar estas pasantías en sus instalaciones; al Gerente técnico Ing. Juan David Arango Vélez; a la Doctora Luz Marina García. Al jefe de Mantenimiento, Ing. Buenaventura Kogson. En general, a todo el departamento de Mantenimiento predictivo, por su amistad y colaboración, los ingenieros Tutores Jorge Luis Manjarres y Alberto Falla, y demás ingenieros que me acompañaron este proceso.

También quiero agradecer a Lorraine Botello, por su apoyo incondicional durante este ciclo de mi vida Muchas gracias a todos.

“La fe es la certeza de lo que se espera, convicción de lo que no se ve” Hebreos 11:1

## Contenido

|                                      | <b>pág.</b> |
|--------------------------------------|-------------|
| Introducción                         | 19          |
| 1. Problema                          | 20          |
| 1.1 Título                           | 20          |
| 1.2 Planteamiento del Problema       | 20          |
| 1.3 Formulación del Problema         | 21          |
| 1.4 Objetivos                        | 21          |
| 1.4.1 Objetivo general               | 21          |
| 1.4.2 Objetivo específico            | 21          |
| 1.5 Justificación                    | 22          |
| 1.6 Alcance y Limitaciones           | 22          |
| 1.7 Delimitaciones                   | 23          |
| 1.7.1 Delimitación espacial          | 23          |
| 1.7.2 Delimitación temporal          | 23          |
| 1.7.3 Delimitación conceptual        | 23          |
| 2. Marco Referencial                 | 24          |
| 2.1 Antecedentes                     | 24          |
| 2.2 Marco Teórico                    | 26          |
| 2.2.1 Aire comprimido                | 26          |
| 2.2.1.1 Ventajas del aire comprimido | 26          |
| 2.2.2 Compresor                      | 27          |
| 2.2.2.1 Desplazamiento positivo      | 27          |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.2.2 Compresores dinámicos              | 35 |
| 2.2.2.3 Otros compresores                  | 36 |
| 2.2.3 Accesorios para compresores          | 37 |
| 2.2.3.1 Filtro de aire                     | 37 |
| 2.2.3.2 Regulador                          | 37 |
| 2.2.3.3 Lubricador                         | 38 |
| 2.2.3.4 Válvulas                           | 39 |
| 2.2.3.5 Caudal circulante por las válvulas | 42 |
| 2.2.3.6 Secado del aire comprimido         | 43 |
| 2.2.3.7 Manómetros                         | 43 |
| 2.2.3.8 Presostato                         | 43 |
| 2.3 Marco Conceptual                       | 44 |
| 2.4 Marco Legal                            | 45 |
| 2.5 Marco Contextual                       | 47 |
| 2.5.1 Historia de la empresa               | 47 |
| 2.5.2 Misión                               | 49 |
| 2.5.3 Visión                               | 49 |
| 2.5.4 Políticas                            | 49 |
| 2.5.4.1 Calidad                            | 49 |
| 2.5.4.2 Ambiental                          | 50 |
| 2.5.5 Propósito institucional              | 50 |
| 3. Diseño Metodológico                     | 51 |
| 3.1 Tipo de Investigación                  | 51 |
| 3.2 Población y Muestra                    | 51 |



|  |    |
|--|----|
| 3.2.1 Población  | 51 |
| 3.2.2 Muestra  | 51 |
| 3.3 Instrumentos para la Recolección de la Investigación                       | 52 |
| 3.4 Técnicas de Recolección de Datos   | 52 |
| 4. Situación Actual  | 53 |
| 4.1 Utilización  | 53 |
| 4.2 Capacidad del Sistema  | 53 |
| 4.3 Inventario de los Equipos Consumidores de Aire Comprimido                  | 54 |
| 4.4 Esquema Cuarto de Compresores  | 71 |
| 4.5 Evaluación de las Condiciones Actuales                                     | 71 |
| 4.6 Guess-Timator Chart For UP 9000/10000                                      | 72 |
| 4.7 Perfil de Demanda del SISTEMA de Aire Comprimido de la Planta              | 75 |
| 4.8 Determinación de Fugas   | 80 |
| 4.9 Fórmulas que se Utilizaran en el Transcurso de Algunos Cálculos a Ejecutar | 82 |
| 4.10 Costo de Energía  | 82 |
| 4.10.1 Cálculo de precios de las fugas en el sistema actual                    | 82 |
| 4.10.2 Costo de energía debido a los compresores                               | 85 |
| 4.10.2.1 Poder específico teórico  | 85 |
| 4.10.2.2 Poder específico real   | 86 |
| 4.10.2.3 Costo específico teórico  | 86 |
| 4.10.2.4 Costo específico real   | 87 |
| 4.10.2.5 Poder especifico teórico  | 89 |
| 4.10.2.6 Poder especifico real   | 90 |
| 4.10.2.7 Costo especifico teórico  | 90 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.10.2.8 Costo específico real  | 91  |
| 4.10.2.9 Poder específico teórico   | 111 |
| 4.10.2.10 Costo específico teórico  | 111 |
| 4.10.3 Costo de energía consumida por los secadores                           | 112 |
| 4.11 Impacto Ambiental Emisión de Condensados                                 | 113 |
| 4.12 Gráficas   | 113 |
| 4.13 Análisis de Prioridad  | 117 |
| 4.14 Daños Encontrados  | 119 |
| 4.15 Costo Total de Energía consumida en Todo el Sistema                      | 121 |
| 5. Propuesta de Optimización  | 122 |
| 6. Cálculo Sobre el Ahorro Energético Realizando la Propuesta de Optimización | 126 |
| 6.1 Costo de Aire Comprimido del Sistema Actual                               | 126 |
| 6.2 Inversiones   | 128 |
| 6.3 Mano de Obra  | 130 |
| 6.4 Costo del Mantenimiento   | 131 |
| 6.5 Inversión estimada  | 135 |
| 6.6 Retorno de la Inversión   | 136 |
| 6.7 Costo-Beneficio   | 136 |
| 7. Conclusiones   | 141 |
| 8. Recomendaciones  | 144 |
| Referencias Bibliográficas  | 143 |