



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“Auditoría del sistema eléctrico para disminuir el consumo de  
energía en la planta de elaboración de productos lácteos,  
Chotalac SRL - Chiclayo”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Sánchez Mendo, Cesar Julio (ORCID: 0000-0002-5690-5816)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

*Dedicado con toda mi alma para mis padres de todo corazón, su ejemplo ha hecho de mí una persona de mucho bien y han sido mi apoyo, esa fuerza que me han llevado a culminar con éxito mis estudios, esta etapa muy importante de mi vida Profesional.*

*También quiero dedicarle a mi hija, que con su comprensión, apoyo constante y dulzura ha conquistado mi corazón y siempre pidiéndole a Dios nos conceda la oportunidad de seguir compartiendo momentos felices y de éxitos juntos en nuestras vidas.*

*El Autor.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a dios en primer lugar por darme la vida, fortaleza y fuerza y seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestro distrito, nuestra región, nuestra sociedad y de nuestro País.*

*Por último, agradecemos a toda la plana docente de nuestra prestigiosa Universidad que a lo largo de nuestra formación Profesional nos han transmitidos sus conocimientos y experiencias para ser de nosotros unos profesionales competitivos y de excelencia.*

*El Autor.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tablas.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2 Trabajos Previos.....	8
1.3 Teorías relacionadas al Tema.....	10
1.4 Formulación del Problema.....	19
1.5. Justificación del Estudio.....	19
1.6 Hipótesis.....	20
1.7 Objetivos.....	21
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
2.1. Diseño de Investigación.....	22
2.2. Definición Operacional.....	22
2.3 Población y muestra:.....	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos: valides y confiabilidad: 24	
2.5 Métodos de análisis de datos:.....	25
2.6 Aspectos éticos:.....	25
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
3.1. Diagnosticar el estado actual del consumo de energía eléctrica en función a la cantidad de queso que se procesa en la empresa.....	26

3.2 Realizar un análisis comparativo entre los parámetros de funcionamiento nominal y real de los motores eléctricos de los mecanismos de los procesos, realizando mediciones eléctricas.....	36
3.3 Proponer acciones a implementar en la Planta, a fin de reducir el consumo de energía eléctrica.....	48
3.4. Realizar un análisis económico del proyecto, utilizando indicadores tales como VAN, relación Beneficio Costo, y Tasa Interna de Retorno. ....	62
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>65</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Consumo eléctrico por la industria. ....	2
Figura 2. Crecimiento de la demanda de energía en América latina. ....	2
Figura 3. Demanda energética por el sector privado económicamente en el año 2016. ....	3
Figura 4. El crecimiento de la elaboración de queso en el país, 2007-2016. ....	4
Figura 5. Evolución del consumo de energía eléctrica. ....	7
Figura 6. Facturación de energía eléctrica e historial del consumo. ....	7
Figura 7. Manifestación del consumo en horas punta y en horas normales. ....	8
Figura 8. Auditoria energética. ....	10
Figura 9. Proceso de elaboración de queso. ....	12
Figura 10. Ciclo de carnot. ....	14
Figura 11. Forma de la onda eléctrica. ....	16
Figura 12. Fuente de potencias. ....	16
Figura 13. Diagramas fasorial y vectorial de energía reactiva. ....	17
Figura 14. Diagrama fasorial y vectorial de energía por carga inductiva. ....	17
Figura 15. Circuito de una carga resistiva e inductiva. ....	18
Figura 16. Circuito de una carga mixta. ....	18
Figura 17. Flujo de potencia real y reactiva. ....	19
Figura 18. Evolución de la producción en kg por tipo de queso periodo marzo 2018 - marzo 2019. ....	27
Figura 19. Evolución de la producción en kg total de queso periodo marzo 2018- marzo 2019. ....	28
Figura 20. Evolución del consumo de energía activa total (KW-H). ....	30
Figura 21. Evolución del consumo de energía activa hora punta. ....	30
Figura 22. Evolución del consumo de energía activa hora fuera de punta (KW-H). ....	31
Figura 23. Evolución del consumo de energía reactiva (KVAR-H). ....	31
Figura 24. Potencia hora punta KM. ....	32
Figura 25. Potencia fuera hora punta KW. ....	32
Figura 26. Costo de la energía activa hora punta (S/). ....	33
Figura 27. Costo de la energía reactiva (S/). ....	33
Figura 28. Evolución del índice de consumo eléctrico. ....	35
Figura 29. Potencia de motores eléctricos en elaboración de queso. ....	38
Figura 30. % de la potencia instalada en la planta de elaboración de queso. ...	41
Figura 31. Comparación de la corriente nominal y medida en las cargas de mayor consumo. ....	44
Figura 32. Comparación de la corriente nominal y medida en las cargas de consumo medio. ....	44
Figura 33. Comparación de la corriente nominal en las cargas de menor consumo. ....	45
Figura 34. % de motores eléctricos en rango de indicador entre corriente medida y corriente nominal. ....	47
Figura 35. Valor de la potencia reactiva. ....	58

## Índice de Tablas

Tabla 1. Producción de queso y mantequilla. ....	4
Tabla 2. Consumo de energía y facturación eléctrica. ....	6
Tabla 3. Registro de volúmenes de producción. ....	27
Tabla 4. Historia de consumo de energía eléctrica, periodo abril 2018- marzo 2019. ....	29
Tabla 5. Índice de consumo eléctrico (KW-H/KG). ....	35
Tabla 6. Cargas eléctricas en iluminación de la planta. ....	36
Tabla 7. Motores eléctricos y sus ponencias. ....	37
Tabla 8. Cargas eléctricas en área de conservación de queso. ....	39
Tabla 9. Equipos de oficinas según su potencia. ....	39
Tabla 10. Potencia instalada en planta de elaboración de queso. ....	40
Tabla 11. Motores eléctricos y sus cargas de consumo. ....	42
Tabla 12. Cargas eléctricas. ....	43
Tabla 13. Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad Nominal en %. ....	46
Tabla 14. % de motores eléctricos en rango de indicador entre corriente medida y corriente nominal. ....	47
Tabla 15. Calculo de caída de tensión en conductores eléctricos. ....	50
Tabla 16. Conductor eléctrico con caída de tensión superior al 2%. ....	51
Tabla 17. Potencia que se pierde. ....	53
Tabla 18. Caída de tensión con propuesta de modificación de conductor eléctrico. ....	54
Tabla 19. Capacidad de corriente. ....	55
Tabla 20. Motores eléctricos a reemplazar. ....	56
Tabla 21. Incrementa de eficiencia. ....	57
Tabla 22. Determinación del valor de la potencia reactiva compensadora por cada carga eléctrica. ....	60
Tabla 23. Calculo de la capacitancia. ....	61
Tabla 24. Inversión inicial. ....	62
Tabla 25. flujo economico. ....	63

## RESUMEN

El trabajo de tesis denominado “AUDITORIA DEL SISTEMA ELECTRICO PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PLANTA DE ELABORACION DE PRODUCTOS LACTEOS, CHOTALAC SRL – CHICLAYO”, tiene como objeto de estudio, el análisis de los parámetros de funcionamiento de los dispositivos eléctricos que accionan los mecanismos de los procesos de elaboración de productos lácteos, específicamente de queso, a fin de realizar modificaciones si los valores están lejos de lo nominal, para que el consumo de energía eléctrica sea el adecuado.

En principio se hizo un análisis de los registros del consumo de energía eléctrica y de producción de queso en cada mes y se determinó que el menor valor de consumo de energía eléctrica por 1 Kg de Queso es de 5.75 KW-H, se dio en el mes de diciembre del 2018, sin embargo, en el mes de marzo del 2019, el consumo fue de 13.91 KW-H; se observa una diferencia muy notable, por lo cual no sólo es un problema técnico, sino también de optimización de los procesos de elaboración de queso.

La potencia instalada de la planta es de 97.56 KW, siendo la máxima demanda registrada de 69.30 KW, siendo las áreas de elaboración y conservación de queso, es en donde se tiene la mayor potencia instalada, los cuales representan el 58.94% y 31.78% respectivamente; totalizando el 90.71% de la potencia instalada total, por lo cual, son las áreas en donde se realiza la auditoría energética.

Entre las propuestas que se plantearon en función al análisis realizado, en cuanto a las caídas de tensión en los conductores eléctricos que alimentan a los diferentes motores eléctricos de la planta, determinándose que 9 motores eléctricos poseen conductores en el cual la caída de tensión supera los 2.00 voltios. La potencia activa de éstos 9 motores eléctricos es de 54.4 Kw de los 88.5 Kw del total de la planta.

**Palabras Claves:** Consumo de energía eléctrica, auditoría energética, elaboración de producto lácteo.



## ABSTRACT

The thesis work entitled "AUDIT OF THE ELECTRICAL SYSTEM TO REDUCE THE ENERGY CONSUMPTION IN THE PLANT DE ELABORACION DE PRODUCTOS LACTEOS, CHOTALAC SRL - CHICLAYO", has as object of study, the analysis of the operating parameters of the electrical devices that trigger the mechanisms of the processes of elaboration of dairy products, specifically cheese, in order to make modifications if the values are far from the nominal, so that the consumption of electric power is adequate.

In principle, an analysis was made of the records of electric energy consumption and cheese production in each month and it was determined that the lowest value of electric energy consumption per 1 Kg of Cheese is 5.75 KW-H, occurred in the December of 2018, however, in the month of March 2019, consumption was 13.91 KW-H; a very noticeable difference is observed, which is why it is not only a technical problem, but also one of optimization of cheese making processes.

The installed power of the plant is 97.56 KW, with the highest registered demand of 69.30 KW, being the cheese processing and preservation areas, where it has the highest installed power, which represent 58.94% and 31.78% respectively; totaling 90.71% of the total installed power, therefore, are the areas where the energy audit is carried out. Among the proposals that were raised based on the analysis performed, regarding the voltage drops in the electrical conductors that feed the different electric motors of the plant, determining that 9 electric motors have conductors in which the voltage drop exceeds the 2.00 volts. The active power of these 9 electric motors is 54.4 Kw of the 88.5 Kw of the total of the plant.

**Keywords:** Consumption of electrical energy, energy audit, elaboration of dairy product.

## Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Ing. Dante Omar Panta Carranza de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo Chiclayo, asesor de la Tesis titulada:


**“AUDITORIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PLANTA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS, CHOTALAC SRL - CHICLAYO”**

Del autor **SÁNCHEZ MENDO CESAR JULIO** constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 25 de junio 2020

Apellidos y Nombres del Asesor: PANTA CARRANDA, DANTE OMAR	
DNI 17435779	Firma 
ORCID 0000-0002-4731-263X	