



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

Estudio De La eficiencia energética Y determinación de consumo en la
Industria Manufacturera Cementera UCEM

AUTOR:

Rivera Campoverde, Raúl Rolando

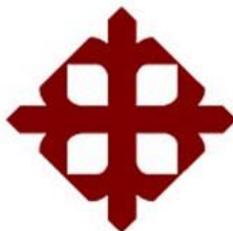
**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR:

Ing. Palau De La Rosa, Luis Ezequiel. M.Sc,

Guayaquil, Ecuador

2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular fue realizado en su totalidad por el Sr. Rivera Campoverde, Raúl Rolando, como requerimiento para la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD.

TUTOR

Ing. Palau De La Rosa, Luis Ezequiel. M.Sc,

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. PHD.

Guayaquil, 18 de febrero del 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rivera Campoverde, Raúl Rolando

DECLARO QUE:

El trabajo de Integración Curricular: **Estudio De La eficiencia energética Y determinación de consumo en la Industria Manufacturera Cementera UCEM**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

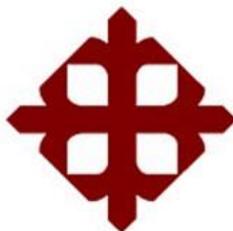
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, 18 de febrero del 2024

EL AUTOR

RAÚL RIVERA

Rivera Campoverde, Raúl Rolando



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, Rivera Campoverde, Raúl Rolando

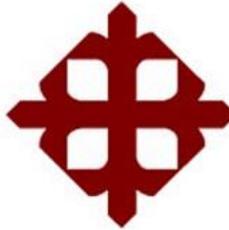
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: **Estudio De La eficiencia energética Y determinación de consumo en la Industria Manufacturera Cementera UCEM**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 18 de febrero del 2024

EL AUTOR

RAÚL RIVERA

Rivera Campoverde, Raúl Rolando



DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

REPORTE DE COMPILATIO

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
registro

Tesis Rivera, Raul

0%
Textos sospechosos

0% Similitudes
0% similitudes entre coincidencias
0% entre las fuentes ignoradas
+ 1% idioma no reconocido (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Rivera, Raul.pdf
ID del documento: ea38e6bbaac49c5f2729f06c29299006e50a210
Tamaño del documento original: 1.62 MB

Depositar: Luis Orlando Palau Asqui
Fecha de depósito: 1/2/2024
Tipo de carga: Interface
Fecha de fin de análisis: 1/2/2024

Número de palabras: 12.846
Número de caracteres: 87.452

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
----	---------------	-------------	-------------	-------------------

Reporte Compilatio del trabajo de titulación de la Carrera **Electricidad** denominado: **"Estudio De La eficiencia energética Y determinación de consumo en la Industria Manufacturera Cementera UCEM."**, del estudiante **RIVERA CAMPOVERDE RAUL ROLANDO** se encuentra al **0%** de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Luis Palau De La Rosa
DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron durante la realización de esta tesis. Su apoyo incondicional fue fundamental para alcanzar este logro.

Agradezco a mis amigos por su apoyo constante, y a mis profesores por su guía y conocimiento invaluable. También quiero agradecer a todas las fuentes de investigación que utilicé gracias a su colaboración y motivación sus ideas y aportes enriquecieron mi investigación. Sin ustedes, este trabajo no habría sido posible.

Agradezco también a todas las personas que participaron en las entrevistas y encuestas, su participación fue fundamental para obtener datos relevantes.

No puedo dejar de mencionar a mi tutor de tesis, quien me brindó orientación y retroalimentación constante. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

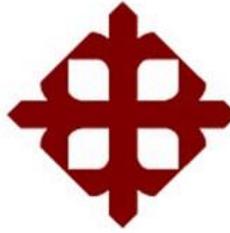
Por último, agradezco a todas las personas que de alguna manera contribuyeron en esta etapa de mi vida. Su aliento y palabras de aliento fueron un impulso para seguir adelante.

¡Gracias a todos por ser parte de este importante logro en mi vida académica!

DEDICATORIA

Deseo dedicar mi tesis a Dios, agradezco su sabiduría y bendiciones que me han guiado en este camino académico. También quiero dedicarla a mi familia, por su amor, apoyo y sacrificio, quienes han sido mi mayor motivación. ¡Gracias por creer en mí y ser mi mayor inspiración a todas las personas que han sido una inspiración en mi vida, aquellos que me han motivado a perseguir mis sueños y a nunca rendirme! Gracias por ser ejemplos de determinación y superación.

Finalmente, quiero dedicar mi tesis a mí mismo, por mi perseverancia, esfuerzo y dedicación a lo largo de este arduo proceso. Este logro es el resultado de mi compromiso y pasión por la investigación.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO PHD.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____
ING. RICARDO XAVIER UBILLA GONZÁLEZ, MSc.

COORDINADOR DE ÁREA

f. _____
ING. EDGAR RAUL QUEZADA CALLE, MSc.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I: Descripción general del trabajo de titulación	2
1.1. Introducción	2
1.2. Justificación y alcance	2
1.3. Planteamiento del problema	3
1.4. Objetivos del Problema de Investigación	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis	4
1.6 Metodología de Investigación	4
Capítulo II: Fundamentación Teórica	5
2.1 El objetivo de un sistema de puesta a tierra	5
2.2 Tipos de energía	7
2.2.1 Energía Renovable	8
2.2.2 Biomasa	9
2.2.3 Energías no renovables	11
2.3 Suministro Eléctrico	12
2.3.1 Infraestructura de transporte	13
Capítulo III: Característica de la Investigación	18
3.1 Características de investigación	18
3.2 Tipos de metodología	19
3.2.1 Metodología analítica	19
3.2.2 Metodología cualitativa	20
3.2.3 Técnicas de investigación aplicadas al estudio	20
3.3 Metodología de desarrollo	21
3.3.1 Ventajas de metodologías empleadas	21
Capítulo IV: Desarrollo y propuesta del proyecto	23
4.1 Objetivo de la propuesta	23
4.2 Diseño de la propuesta	24
4.3 Alcance de la Investigación	25

4.4 Planos del diseño	28
4.5. Carga por maquinaria del área de molienda	35
4.6. Propuesta de mejora y optimización	49
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	56
Conclusiones	56
Recomendaciones	57
Bibliografías	58
Anexo 1	66

ÍNDICE DE FIGURAS

CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CO ₂	Dióxido de Carbono
Eqv	Equivalentes
GJ	Giga Joules
GW	Giga Watts
Hab.	habitantes
Kg	kilogramos
m ²	metros cuadrados
Ton	Toneladas métricas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de Energía por Provincias	8
Figura 2 Tipos de energías renovables	9
Figura 3 Biomasa para la producción de energía eléctrica	10
Figura 4 Fuentes de energía de tipo no renovables	11
Figura 5 Etapas de distribución de energía eléctrica	12
Figura 6 Esquema de Suministro Eléctrico	13
Figura 7 Línea de transmisión eléctrica	14
Figura 8 Subestaciones eléctricas	15
Figura 9 Ubicación de Empresa UCEM	20
Figura 10 Diseño y normas para el funcionamiento de la propuesta	24
Figura 11 Clima anual de Guayaquil	31
Figura 12 Diagrama Unifilar de Molino de cemento 1	32
Figura 13 Diagrama Unifilar de Molino de cemento 2	33
Figura 14 Diagrama Unifilar de Molino de cemento 3	34
Figura 15 Detalle de motor fijo trifásico de Prensa de Clinker	35
Figura 16 Detalle de motor fijo trifásico de Prensa de Clinker	36
Figura 17 Detalle de Molino de Cemento 1	36
Figura 18 Detalle de Molino de Cemento 2	37
Figura 19 Detalle de Molino de Cemento 3	37
Figura 20 Detalle de Trituradora de Yeso	38
Anexos	
Figura A1 Factura de UNCEM	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fuentes de energía en Ecuador	8
Tabla 2 Consumo de energía en Molienda de Cemento de red primaria	27
Tabla 3 Consumo de energía en Molienda de Cemento en Kilovatios	27
Tabla 4 Costo de Consumo de Kilovatio Hora de Molienda de Cemento	28
Tabla 5 Total de producción del área de molienda de cemento	28
Tabla 6 Producción anual en área de molienda de cemento	29
Tabla 7 Detalles de Prensa de Clinker	41
Tabla 8 Detalles del Panel de Molino de Cemento 1	42
Tabla 9 Detalles del Panel de Molino de Cemento 2	43
Tabla 10 Detalles del Panel de Molino de Cemento 3	44
Tabla 11 Mejores fabricantes de motores por su eficiencia energética	46
Tabla 12 Producción con propuesta de cambio de maquinarias	50
Tabla 13 Costo por kWh en área de molienda, maquinaria actual	51
Tabla 14 Costo por kWh área de molienda, maquinaria nueva	51

Resumen

En el presente trabajo de integración curricular se aborda la problemática del consumo excesivo de energía en la industria del cemento, destacando la falta de planificación y modernización de equipos como principales causas. A nivel nacional, las empresas no priorizan el consumo energético, generando inconformidades y problemas ambientales. El estudio se enfoca en la manufacturera UCEM, especialmente en la etapa de molienda de cemento, identificando la necesidad de reducir el consumo energético y disminuir las emisiones de CO₂. Los objetivos de investigación incluyen determinar pérdidas energéticas, analizar el consumo de maquinaria y proponer mejoras en eficiencia energética. La hipótesis plantea que la transformación hacia recursos renovables en la molienda de cemento mejorará la eficiencia energética. La metodología adoptada es mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos para medir parámetros clave y obtener información sobre la calidad del cemento y su relación con el consumo energético.

Palabras claves: Consumo Energético, Industria del Cemento, Pérdidas Energéticas, Análisis de Procesos, Planificación Industrial.

ABSTRACT

In this curricular integration work, the problem of excessive energy consumption in the cement industry is addressed, highlighting the lack of planning and modernization of equipment as the main causes. At the national level, companies do not prioritize energy consumption, generating disagreements and environmental problems. The study focuses on the UCEM manufacturing, especially in the cement grinding stage, identifying the need to reduce energy consumption and reduce CO₂ emissions. The research objectives include determining energy losses, analyzing machinery consumption and proposing improvements in energy efficiency. The hypothesis states that the transformation towards renewable resources in cement grinding will improve energy efficiency. The methodology adopted is mixed, combining qualitative and quantitative approaches to measure key parameters and obtain information on cement quality and its relationship with energy consumption.

Keywords: Energy Consumption, Cement Industry, Energy Losses, Process Analysis.

Capítulo I: Descripción general del trabajo de titulación

1.1. Introducción

Actualmente el consumo de energía en el sector industrial se ve orientado a un consumo excesivo de energía que encarece los costos de producción por no tener una planificación y una modernización de sus equipos de producción que hagan un consumo eficiencia de energía , debido a las infraestructuras y maquinarias modelados para el área operativa, en el cual genera un alto impacto a nivel global; por ello se debe tener en cuenta que la planta de cemento pasa por un proceso de transformación de materias primas.

A nivel nacional las empresas no priorizan el consumo energético que conllevan el sistema de producción, debido a las unidades producidas en GW/h, lo cual va a depender de los tipos de fabricación de cemento y la cantidad que produce. Por otro lado, el CO₂ se genera por la cantidad producida de combustible fósiles acorde a la demanda energética del proceso productivo como Clinker, moliendo de cemento, entre otros. Cabe indicar que en la elaboración del cemento se efectúan inconformidades, debido al alto consumo energético que impacta con el financiamiento e impacto ambiental.

1.2. Justificación y alcance

El siguiente estudio se basa en describir los puntos críticos que está afrontando la empresa manufacturera en consumo energético; el proceso manufactura de cemento se encuentra formado por extracción de materias primas, preparación de crudo, producción de Clinker, molienda de cemento y

despacho; los mismos que cuentan con un sistema de automatización energético.

Este estudio busca analizar y proponer el ahorro dentro del proceso de manufactura en la etapa de molienda de cemento, la misma que está conformada por 1.000 m² en maquinarias de molinos de cementos, ventiladores, separadores, bandas transportadoras, dosificadores y filtros de desempolvado; lo que genera un impacto ambiental por un consumo per cápita de 355 kg/hab., esto a su vez conlleva que se efectúe el seguimiento de consumo energético, sea este por el proceso de fabricación en las distintas áreas, por ende el estudio tiene como estrategia el evaluar la eficiencia del consumo energético.

1.3. Planteamiento del problema

Dentro del proceso de manufactura de producción de cemento en la etapa molienda, se considera imprescindible bajar el consumo energético dentro del proceso, lo cual conlleva inconformidades al momento de analizar los consumos energéticos mensuales, generando un problema de un consumo aproximado entre 632 a 950 kg CO₂-Eq/ton de cemento. Un bajo rendimiento en el área de molienda de cemento provoca un alto consumo energético lo cual requiere más energía para lograr la finura deseada. Esto puede deberse a problemas en el equipo de molienda, la calidad del material de alimentación o la falta de optimización en los parámetros de operación.

1.4. Objetivos del Problema de Investigación

1.4.1 Objetivo general

Realizar un análisis y una propuesta para el mejoramiento de consumo energético de la empresa manufacturera UCEM, aplicando metodología mixta para la identificación de problemas, alcanzando ahorros energéticos en la línea de combustible sólidos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las pérdidas energéticas existentes en los sistemas de distribución y en el empleo energético de la empresa manufacturera UCEM.
- Analizar el consumo energético de las máquinas empleadas en los procesos de manufactura de UCEM.
- Diseñar una propuesta para la mejora de la eficiencia en el consumo energético.

1.5 Hipótesis

La eficiencia energética en el área de molienda de cemento mediante la implementación y transformación del uso de recursos energéticos no renovables a recursos renovables; ayudará al incremento y aprovechamiento energético en el proceso de producción.

1.6 Metodología de Investigación

Para el desarrollo de este estudio se lleva a cabo por una metodología mixta conformada de manera cualitativa y cuantitativa. En la investigación

cuantitativa se basa en medir y analizar parámetros como la finura de cemento, el consumo de energía y eficiencia del proceso, también se empleará en obtener información sobre la calidad del cemento. En la metodología cualitativa alcanzando a obtener información sobre la calidad del cemento a un mayor rendimiento enfocado a consumo energético.

Capítulo II: Fundamentación Teórica

2.1 El objetivo de un sistema de puesta a tierra

En análisis y estudios de empresas industriales, sectores públicos, manufactureros entre otras actividades como dice Acosta Guambo, María “es necesario el diagnóstico de luminarias, equipos de aires acondicionados y ventiladores; centrándose en el consumo mensual de la empresa” (Acosta Guambo, 2021). Adicionalmente, el sector industrial reconoce la importancia del uso correcto de las energías sostenibles como menciona la Universidad Particular de Loja “En la actualidad,..... Las diferentes organizaciones empiezan a tomar conciencia sobre el cambio climático y las consecuencias del consumo de combustibles fósiles” para todo en este “escenario, empiezan a cobrar fuerza algunas alternativas como el uso de energías renovablesen eficiencia energética.” (Universidad Técnica Particular de Loja, 2022)

Conforme al análisis y estudio de las instalaciones eléctricas en las empresas de manufacturas según las entidades públicas como la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil

(MIMG) y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), aseguran que toda empresa de origen manufacturero cuente con instalaciones eléctricas acorde a la capacidad de producción, lo que conlleva que cuenten con acometidas, transformadores y generadore; logrando disminuir sobrevoltaje y caídas de voltajes. Con la finalidad de no tener afectaciones en las maquinarias y costos de producción.

Las empresas para potencializar la excelencia operacional le han conllevado a constantes búsquedas por ser las mejores en su tipo en la industria manufacturera. Es notorio ver como usan la creatividad para resolver problemas encontrando soluciones en el mercado. La clave está dada en la búsqueda y ser la más rentable del mercado disminuyendo costos de operación, para destinar ahorros en sus nuevas estrategias de innovación o investigación para desarrollo de nuevos productos o servicios. Por esa razón se enfocan en sus recursos y mejoras dentro del proceso productivo en los altos consumos energéticos que estos conllevan. (Alprecht Quiroz, 2023)

El sector de la industria manufacturera del cemento es una de las áreas que tienen un mayor consumo energético abarcando desde 30% y 70% en comparación a otros sectores de las industrias, tomando en cuenta los tipos de combustibles empleados en todo el proceso de producción en especial dentro de los hornos por la descomposición térmica del carbonato de calcio. (Revista UIS Ingenierías, 2021)

2.2 Tipos de energía

En Ecuador el consumo y demanda energético son las provincias de Guayas y Pichincha como se aprecia en la Figura 1, debido a que las industrias de mayor producción manufacturera se ubican en estas; adicional en la provincia de Bolívar el porcentaje de crecimiento es de 15.83% como se evidencia en el informe anual de consumo energético del Ecuador correspondiente al año 2002. Adicional en el mismo periodo se pudo exportar 0.69% a países vecinos cubriendo el consumo y demanda del país. (Electricidad, 2023)

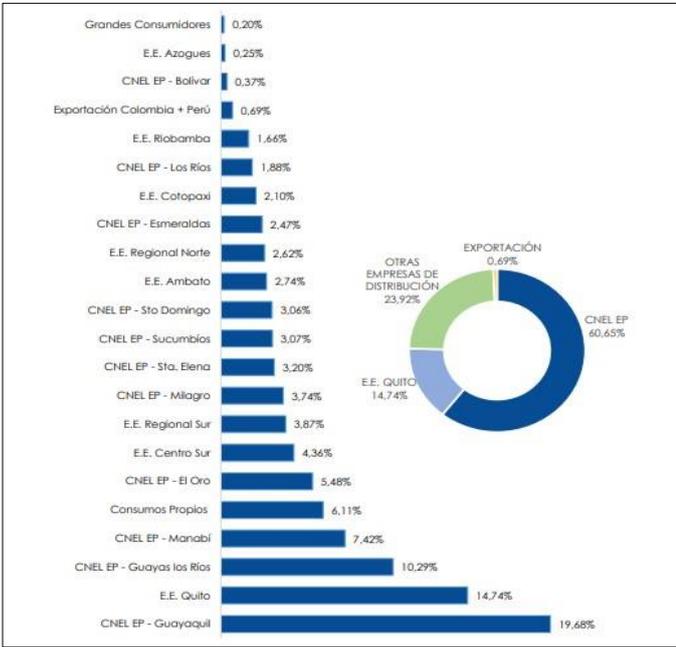


Figura 1 Distribución de Energía por Provincias

Fuente: (Electricidad, 2023)

En Ecuador las fuentes de energía para el año 2019 se consumieron de fuentes renovables y no renovables las siguientes como lo cita “de fuentes

renovables 60.75% y no renovables 39.25%” (Acosta Guambo, 2021), dando por sentado como se evidencia en la tabla #1 titulada Fuentes de energía en Ecuador.

Tabla 1 Fuentes de energía en Ecuador

Potencia Nominal en Generación de Energía Eléctrica		MW	%
Energía Renovable	Hidráulica	5.076,40	58,45%
	Eólica	21,15	0,24%
	Fotovoltaica	27,63	0,32%
	Biomasa	144,30	1,66%
	Biogas	7,26	0,08%
Total Energía Renovable		5.276,74	60,75%
No Renovable	Térmica MCI	2.037,95	23,46%
	Térmica Turbogas	882,55	10,16%
	Térmica Turbovapor	488,53	5,62%
Total Energía No Renovable		3.409,02	39,25%
Total Potencia Nominal		8.685,76	100,00%

(ARCONEL, 2019)

2.2.1 Energía Renovable

Las energías renovables son aquellas que se pueden usar dentro de los diferentes tipos de producción siendo: energía solar, eólica, biomasa. Estas sin importar sus procesos productivos se pueden usar las veces que sean necesarios sin tener afectaciones en el ciclo de vida del planeta tierra como se aprecia en la figura 2. (Unidas, 2023)

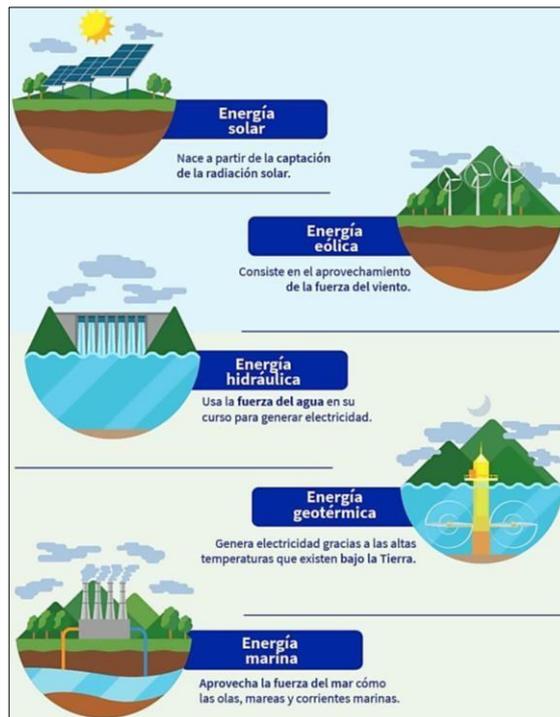


Figura 2 Tipos de energías renovables

Fuente: (Ramírez, 2023)

Los países como Costa Rica, Paraguay e Islandia producen el 100% de su energía de fuentes renovables, teniendo un máximo aprovechamiento de estos; a base de fuentes natural y residual, lo que conlleva a obtener una eficiencia energética en función de las necesidades de sus localidades.

(Zapata Sebastián, 2018)

2.2.2 Biomasa

Biomasa se define como materia orgánica la cual tiene como fuente proveniente de materia orgánica vegetal u animal, la misma que tuvo inicios en 1760 a partir de la revolución industrial, el cual dio un enfoque en la energía de la biomasa para transformar desechos sólidos, obteniendo un aprovechamiento de estos como se aprecia en la figura 3, direccionados para reducir consumos eléctricos. (Anales de la Química RSEQ, 2019)

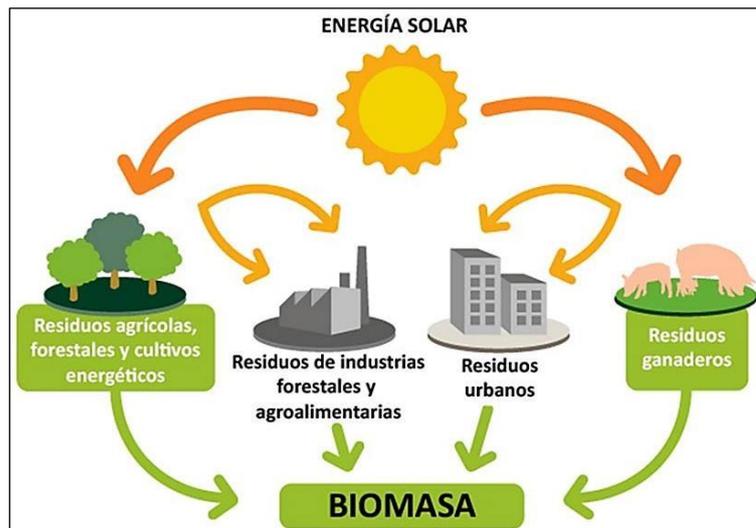


Figura 3 Biomasa para la producción de energía eléctrica Fuente:
(Erbia energy, 2019)

La biomasa contribuye a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y a disminuir las emisiones de los gases de los efectos invernaderos, su uso puede ayudar de manera sostenible los residuos orgánicos y promover el desarrollo de zonas rurales, puede ser utilizado para generar electricidad, calor y biocombustible. (SCIELO, 2021)

La biomasa utilizada como combustible en la generación de energía pueden ser de orígenes vegetal obtenidas de formas natural o mediante procesos de transformaciones artificiales. Se puede utilizar residuos orgánicos y provenientes de madera y residuos orgánicos. Por cual nos lleva a clasificar la biomasa de forma natural, residual y producida. (Fundación EDESA, 2023)

2.2.3 Energías no renovables

Las energías no renovables, suelen analizar y estudiar fuentes de energía como combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) y la energía nuclear. Se investigan su impacto ambiental, su disponibilidad, los procesos de extracción y producción, así como las implicaciones económicas y sociales. También se explora alternativas y soluciones para reducir la dependencia de esta fuente no renovable y promover el uso de energías limpias y sostenibles, como se puede apreciar en la figura 4. (Vega Kyuper & Ramírez Morales, 2019)



Figura 4 Fuentes de energía de tipo no renovables Fuente:
(Quiroa, 2019)

Estos tipos de energías se obtienen de fuentes que se regeneran de manera paulatina siendo estos combustibles fósiles, carbón, gas natural y petróleo; considerando altas cantidades de emisiones de CO₂ y gases de efecto invernadero, creando un alto impacto ambiental de forma negativa. En

especial en industrias manufactureras donde las emisiones se provocan en varios puntos de emisión. (Congreso Nacional de Chile, 2020)

2.3 Suministro Eléctrico

Se considera a todo un sistema que es capaz de lograr suministrar, abastecer y distribuir de energía eléctrica a un lugar determinado con la finalidad de evitar picos de voltaje y caídas de voltajes; logrando disminuir daños en los equipos eléctricos y en la parte productiva de las empresas. Con lo cual se reduce en impacto ambiental, tal como se visualiza en la figura 5. (Revista multidisciplinaria Pakamuros , 2023)

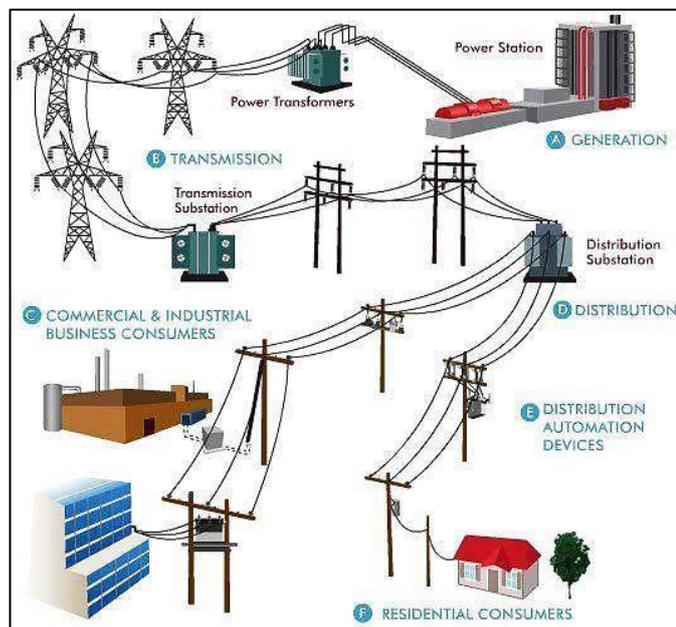


Figura 5 Etapas de distribución de energía eléctrica

Fuente: (Sector Electricidad, 2019)

El suministro eléctrico es la provisión de energía eléctrica a través de la red eléctrica para uso doméstico, comercial e industrial. La electricidad se genera en centrales eléctricas, ya sea a partir de fuentes renovables como la energía solar o eólica, o de fuentes no renovables como el carbón o el gas

natural. - garantizar la seguridad, se utilizan dispositivos de protección como disyuntores y fusibles en las instalaciones eléctricas, como se visualiza en la figura 6. Es importante tener en cuenta el consumo energético y utilizar eficientemente la electricidad para reducir costos e impacto ambiental.

(Maigua Valenzuela, 2023)

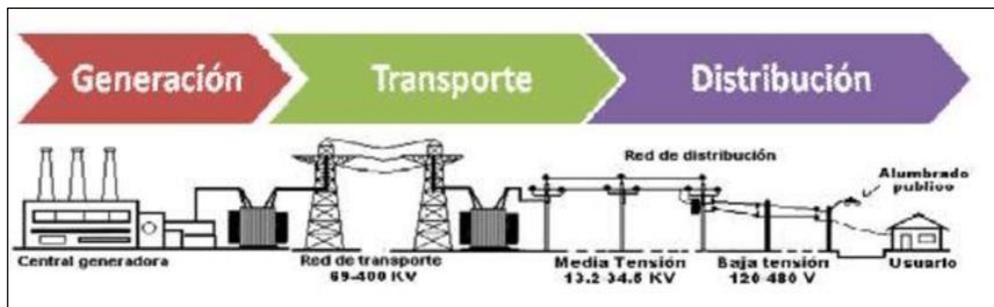


Figura 6 Esquema de Suministro Eléctrico Fuente:
Research Gate

2.3.1 Infraestructura de transporte

La infraestructura de transporte de energía es fundamental para el desarrollo y funcionamiento de las actividades en los países, ciudades y empresas. Además, el auge de la energía solar está impulsando la infraestructura de transporte alimentada por energía solar, lo que ofrece varias ventajas clave. (Revista multidisciplinaria Pakamuros , 2023)

Se reconoce a la infraestructura de transporte de energía esencial para llevar la electricidad desde su origen hasta los usuarios finales, garantizando un suministro confiable y seguro. Manteniendo un bajo impacto ambiental en la sociedad y ecosistema donde se distribuye. (Avellaneda Aldana, 2023)

La infraestructura de transporte de energía se refiere a las instalaciones y sistemas utilizados para transmitir y distribuir energía eléctrica desde las plantas de generación hasta los puntos de consumo, es fundamental para el funcionamiento de la red eléctrica y la distribución de energía a los consumidores. (Alprecht Quiroz, 2023)

2.3.1.1 Líneas de transmisión

Se reconoce fundamental las líneas de transmisión eléctrica para transportar la energía eléctrica a largas distancias, desde las plantas de generación hasta los centros de distribución y consumo, como se aprecia en la figura 7. Se utilizan para soportar las líneas de transmisión y distribución a lo largo de su recorrido. Pueden ser metálicos o de concreto. (Escalona, 2020)



Figura 7 Línea de transmisión eléctrica

Fuente: (Montegar, 2020)

Se identifica a las líneas de transmisión eléctrica a cables conductores que transportan electricidad a largas distancias, generalmente a voltajes altos, desde las centrales de generación hasta las subestaciones. Pueden ser aéreas (torres) o subterráneas. (Revista I+D Tecnológico, 2019)

En concordancia las líneas de transmisión eléctrica de alto rendimiento pueden aumentar su capacidad de transmisión y reducir el impacto ambiental. Además, las redes inteligentes son un avance clave en la transmisión de energía eléctrica. (Avellaneda Aldana, 2023)

2.3.1.2 Subestaciones eléctricas

Las subestaciones eléctricas son esenciales en las instalaciones, en estas son clave en la red de distribución de energía, como se puede apreciar en la figura 8, donde se transforma, controla y distribuye la energía eléctrica a diferentes niveles de voltaje para su posterior distribución a los consumidores. (Loor Plaza, 2020)



Figura 8 Subestaciones eléctricas

Fuente: (Elecnor, 2022)

Se reconocen a las instalaciones el lugar donde se realizan conversiones de voltaje y se controla el flujo de electricidad en una red de transmisión. Permiten la conexión entre diferentes líneas y la distribución a áreas locales. (Ibáñez Sepulveda, 2020)

Las subestaciones eléctricas pueden ser de diferentes tipos, como subestaciones elevadoras, reductoras, de transformación, de distribución, entre otras, cada una con funciones específicas en el sistema eléctrico.

(Chiluisa Castro, 2021)

2.3.1.3 Transformadores

Los transformadores son fundamentales en la transmisión y distribución de energía, ya que permiten ajustar el voltaje para adaptarse a las necesidades específicas de los consumidores y facilitar la transmisión eficiente a través de las líneas de transmisión eléctrica. (REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA, 2023)

Se utilizan en las subestaciones para cambiar el nivel de voltaje de la electricidad, aumentándolo o disminuyéndolo según sea necesario para transmisión o distribución. Son dispositivos que permiten aumentar o disminuir el voltaje de la corriente eléctrica, lo que facilita la transmisión y distribución eficiente de energía eléctrica en la red. (Ibáñez Sepulveda, 2020)

Los transformadores también desempeñan un papel crucial en la conversión de energía en aplicaciones industriales, comerciales y domésticas, lo que los hace indispensables en la infraestructura eléctrica. (Loor Plaza, 2020)

2.3.1.4 Redes de distribución

A las redes de distribución eléctrica se conforma por un sistema de cables, conductores y equipos que distribuyen la energía eléctrica desde las subestaciones a los consumidores finales, asegurando el suministro confiable y seguro de electricidad. (Escobar & Sigüenza, 2019)

Las redes de distribución eléctrica pueden ser aéreas o subterráneas, y su diseño y operación son fundamentales para garantizar un suministro continuo y estable de energía eléctrica a hogares, empresas e industrias. (Escobar & Sigüenza, 2019)

Las redes de distribución eléctrica también pueden integrar tecnologías inteligentes, como medidores inteligentes y sistemas de gestión de red, para mejorar la eficiencia, la monitorización y la respuesta a las demandas cambiantes de energía. (Alprecht Quiroz, 2023)

Capítulo III: Característica de la Investigación

3.1 Características de investigación

La investigación puede ser cualitativa y cuantitativa dependiendo del enfoque utilizado y analizar los datos. Además, puede ser experimental, descriptiva, correlacional o exploratoria; según los objetivos y el diseño de estudio. También se basa en la revisión de la literatura existente y en la formulación de hipótesis o preguntas de investigación. (Ramos Galarza, 2021)

Las características de la investigación se basan en evidencias y datos verificables, evitando la influencia de sesgos personales, como las siguientes:

- A. **Sistematicidad:** Se sigue un proceso lógico y ordenado para recolectar, analizar e interpretar la información.
- B. **Replicabilidad:** Los métodos y procedimientos utilizados en la investigación pueden ser repetidos por otros investigadores para obtener resultados similares.
- C. **Verificabilidad:** Los resultados y conclusiones de la investigación pueden ser comprobados y respaldados por pruebas y evidencias.
- D. **Precisión:** Se busca obtener resultados precisos y exactos, minimizando errores o incertidumbres.
- E. **Imparcialidad:** Se evita cualquier tipo de favoritismo o prejuicio, asegurando que los resultados sean imparciales y basados en la evidencia disponible. (Klik Soluciones Educativas, 2022)

3.2 Tipos de metodología

La metodología utilizada en este proyecto es de carácter mixto lo que incluye metodología analítica y cualitativa; siendo consideradas esenciales para la recopilación y análisis de información levantada de la empresa durante todo el desarrollo. Algunos otros ejemplos de metodologías son: gestión de proyectos, enseñanza-aprendizaje, desarrollo de software, mejora continua y la de análisis de riesgos. Cada una tiene su enfoque y conjunto específico de pasos y técnicas para alcanzar sus objetivos particulares. (Tecnológico Universitario Espíritu Santo, 2020)

3.2.1 Metodología analítica

La metodología analítica implica la recopilación, análisis de datos, la identificación de patrones, tendencias, y la formulación de conclusiones basadas en evidencia. Se utiliza en diversos campos como: ciencia, investigación, el análisis de datos y toma de decisiones, para llegar a conclusiones efectivas.

En la metodología analítica, se utilizan herramientas y técnicas como el análisis estadístico, el modelado matemático, la minería de datos y la visualización de datos para obtener información y conocimientos significativos. También involucra interpretación de resultados y la generación de recomendaciones o soluciones basadas en los hallazgos obtenidos.

3.2.2 Metodología cualitativa

La investigación cualitativa se basa en cinco fases las cuales se detallan a continuación: descriptiva, experimental y cualitativo etnográfico. Las mismas constan de cuestionarios, análisis de resultados experimentales y entrevistas en bases de observaciones experimentales los mismos se análisis exhaustivos de datos. (Vera Vélez, 2019)

3.2.3 Técnicas de investigación aplicadas al estudio

La técnica aplicada en el siguiente estudio se basa en una recopilación de datos mediante análisis en las máquinas de las líneas de campo siendo estas conformadas por un área de aproximadamente de 1000 m². Luego de unos diálogos con el personal encargado en esas áreas de procesos de producción quienes lo conforman operadores, supervisores, y jefes de líneas. La empresa UCEM se encuentra ubicada en vía a la Costa de la ciudad de Guayaquil, como se evidencia en la figura número 9.

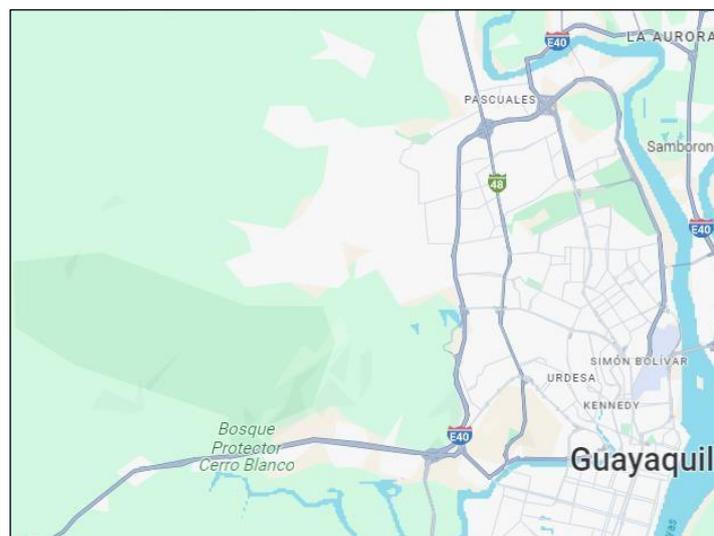


Figura 9 Ubicación de Empresa UCEM

Fuente: Google Maps

3.3 Metodología de desarrollo

La metodología de desarrollo se refiere a un conjunto de procesos y prácticas utilizados para planificar, diseñar, implementar y gestionar proyectos de desarrollo. Hay diferentes enfoques, sobre algunas metodologías de desarrollo comunes:

1. Metodología Agile: Se enfoca en la entrega incremental y continua del software, fomentando la colaboración y adaptación a los cambios durante el proceso.
2. Metodología Cascada: Se basa en una secuencia lineal de etapas, donde cada fase debe completarse antes de pasar a la siguiente. Es un enfoque más rígido y planificado.
3. Metodología Lean: Se centra en eliminar el desperdicio y optimizar los procesos para lograr una mayor eficiencia y satisfacción del cliente.
4. Metodología Scrum: Es una metodología ágil que se basa en ciclos de trabajo llamados "sprints", donde se priorizan tareas y se trabaja en ellas durante un período de tiempo determinado. (EAN UNIVERSIDAD, 2019)

3.3.1 Ventajas de metodologías empleadas

Las ventajas de las metodologías empleadas en el desarrollo de proyectos pueden variar según el enfoque utilizado, en el caso del estudio las ventajas de aplicar metodología mixta son las siguientes:

- 1) Las ventajas de la metodología cualitativa incluyen la profundidad en la comprensión de fenómenos sociales y la posibilidad de explorar causas y contextos.

- 2) La metodología cualitativa permite una comprensión más amplia y detallada de las experiencias individuales, así como la flexibilidad para adaptarse a situaciones cambiantes.
- 3) La metodología cualitativa fomenta la empatía y el entendimiento profundo de las motivaciones, emociones y percepciones de las personas involucradas en el estudio.
- 4) La metodología cualitativa ofrece una comprensión holística y enriquecedora de los fenómenos estudiados al capturar la complejidad y diversidad de las experiencias humanas.

Capítulo IV: Desarrollo y propuesta del proyecto

4.1 Objetivo de la propuesta

Presentar alternativas técnicas viables, que permita mejorar la calidad del servicio energético en el área de molienda, permitir un funcionamiento superior de los equipos, cuya finalidad es dispensar de óptimos niveles de energía en el sistema eléctrico siendo 5 maquinarias que conforman en el área de molienda de UCEM. Se aprecia el consumo de la empresa UCEM en el Anexo 1.

Se considera que la empresa tiene un total de 250 trabajadores entre hombre y mujeres, basándose en las disposiciones de las leyes del código de trabajo, lo cual un 4% de personas tienen cierto grado de discapacidad parcial, dando un total de 10 entre hombre y mujeres.

Se resalta que el total de personas se encuentran distribuidas entre personal administrativo y personal operativo. Esta distribución de personal administrativo trabaja de 08h00 hasta 17h00; en cambio personal operativo trabaja 3 turnos de 8 horas al día distribuidas desde: las 07h00 hasta las 15h00; 15h00 hasta las 23h00 y de 23h00 hasta las 07h00.

En el caso del personal que trabaja en turno nocturno se le reconoce todos los beneficios acordes a la ley vigente en el código de trabajo, adicional por encontrarse en un perímetro fuera de la zona poblada se les atribuye expreso y alimentación.

4.2 Diseño de la propuesta

En la Figura 10, se presenta una representación visual que muestra las diversas etapas involucradas en la creación del diseño sugerido. Vale destacar que este proceso ha sido cuidadosamente pensado y organizado, tomando en consideración ciertos parámetros que se han establecido. Estos parámetros abarcan tanto la red primaria como la secundaria, las cuales han sido diseñadas para distribuir efectivamente la energía del estado y la generación térmica. Cada una de estas redes cumple su propósito respectivo de manera eficiente.

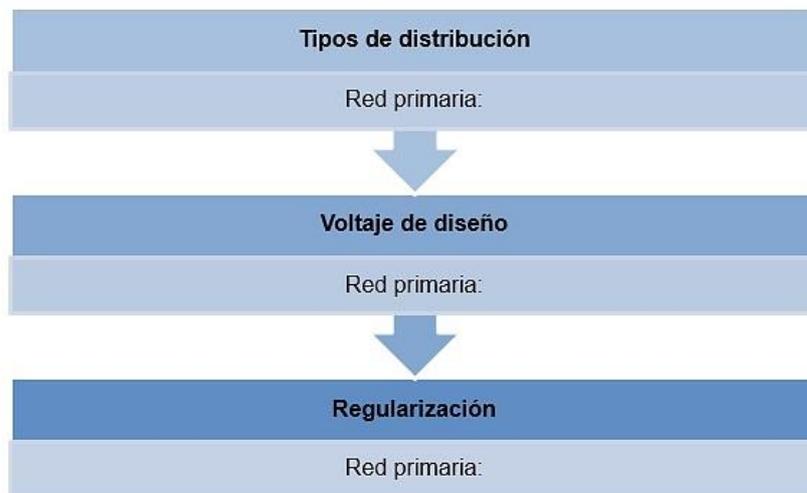


Figura 10 Diseño y normas para el funcionamiento de la propuesta

Elaborado: El Autor

La Figura 10 muestra los pasos previstos para llevar a cabo el diseño sugerido, los cuales están estrechamente relacionados con los parámetros establecidos. Estos abarcan tanto la red principal como la de soporte, dispersando hábilmente la energía del estado y la generación térmica de forma descentralizada. La totalidad de este procedimiento es

meticulosamente elaborado, garantizando una ejecución armoniosa y eficiente del diseño propuesto.

4.3 Alcance de la Investigación

El desarrollo de la investigación del consumo de energía eléctrica correspondiente al mes de septiembre del 2023 se tuvo un total de 20,486.310 kWh en las diferentes áreas de proceso correspondiente a la siguiente distribución:

- Aplastamiento: 447,394 kWh

La etapa de trituración es una etapa crucial en todo el proceso, requiriendo un total de 447.394 kilovatios-hora de energía eléctrica para realizar sus funciones y contribuir al desarrollo eficiente de la operación.

- Molino de Petróleo Crudo: 5.678.380 kWh

Las plantas encargadas de procesar petróleo crudo consumieron hasta 5.678.380 kWh de electricidad en septiembre. Este valor refleja los requisitos energéticos específicos de esta etapa crítica del proceso de producción.

- Horno: 5.054.891 kWh

Los hornos en el centro de la producción consumieron un total de 5.054.891 kWh de energía eléctrica. Este consumo está directamente relacionado con el proceso térmico básico de conversión de insumos.

- Planta de Coque: 880.065 kWh

El funcionamiento de la planta de coque genera un consumo eléctrico de 880.065 kWh, indicando los requerimientos energéticos específicos de esta etapa especializada del proceso.

- Planta de cemento: 7.149.542 kWh

Las plantas utilizadas para el procesamiento de cemento requieren grandes cantidades de energía eléctrica, totalizando 7.149.542 kWh. Este consumo resalta la importancia de esta etapa en las operaciones de este grupo.

- Paquete: 373,315 kWh

La aportación de la fase de envasado al consumo general es de 373.315 kWh. Aunque esta etapa es pequeña en comparación con otras etapas, juega un papel vital en la eficiencia y presentación final del producto.

- Servicio General: 902,723 kWh

El consumo de servicios generales en todas las áreas de soporte fue de 902.723 kWh. Esta categoría incluye actividades que son críticas para el funcionamiento general de la instalación.

El análisis detallado de estos datos proporciona una visión detallada del consumo energético de cada zona, aportando información valiosa para la toma de decisiones sobre eficiencia energética y optimización de los procesos productivos.

En el desarrollo del estudio se enfoca en el proceso de Molienda de Cemento con las áreas que se detallan en la Tabla 2, donde se evidencia los consumos y su respectivo porcentaje en relación con el total mensual consumido, en lo cual solo el área de molienda consume un aproximado de 36,79% mensual de corriente continua.

Tabla 2 Consumo de energía en Molienda de Cemento de red primaria

AREA / EQUIPO	CNEL EP	TOTAL	%	% CC
	GU			
	KWH	CC KWH	Del total.	Del Total.
Prensa de Clinker	655.899	655.899	2,98	2,98
Molino de Cemento1	1.192.710		5,42	
Molino de Cemento2	1.659.345		7,53	
Molino de Cemento 3	4.308.117	7.160.172	19,60	32,55
Trituradora Yeso/Limo	278.140	278.140	1,26	1,26
Total		8.094.211	36,79	36,79

(Fuente: El Autor)

En la tabla 3 se puede apreciar el consumo de kWh en toda el área de molienda de cemento.

Tabla 3 *Consumo* de energía en Molienda de Cemento en Kilovatios

KILOVATIOS DE E.E. RED PUBLICA			
Centro De Costo	Total, kWh	Distribución	Total, kWh Distribuido
Cemento	8.094.211,00	77.176,50	8.171.387,50

(Fuente: El Autor)

Los valores del consumo energético de manera mensual se aprecian en el Anexo 1. Cabe resaltar que el proceso de molienda de cemento genera un costo de producción aproximadamente de cinco mil dólares como se puede apreciar en la tabla 4.

Tabla 4 Costo de Consumo de Kilovatio Hora de Molienda de Cemento

Centro Costo	Descripción Cuentas	Base de Cálculos KWH por Costo TM		Costo Energía Eléctrica Mes
Moliendo De Cemento	E. Eléctrica	8.094.211	0,616	4.986.034
	Comprada			
	Variable			
Total				\$4.986.033,98

(Fuente: El Autor)

4.4 Planos del diseño

Los planos eléctricos de las diferentes maquinarias usadas en el proceso de molienda de cemento se presentan a continuación de manera respectivas detallada en las tablas 5 y 6 respectivamente, llegando a una producción por horas, diaria, mensual como se aprecia en la tabla 5, en la

tabla 6 se puede apreciar la producción anual del área de molienda de cemento. de producción.

Tabla 5 Total de producción del área de molienda de cemento

Maquinarias	ton/h	ton/diarias	ton/mes
Prensa	350	8.400	252.000
Molino1	110	2.640	79.200
Molino 2	110	2.640	79.200
Molino 3	220	5.280	158.400
Trituradora	150	3.600	108.000
TOTAL	940	22.560	676.800

(Fuente: El Autor)

Tabla 6 Producción anual actual en área de molienda de cemento

Meses	Maquinarias				
	prensa (ton/mes)	molino1 (ton/mes)	molino 2 (ton/mes)	molino 3 (ton/mes)	trituradora (ton/mes)
Enero	252.000	79.200	79.200	158.400	108.000
Febrero	234.360	73.656	73.656	147.312	100.440
Marzo	236.880	74.448	74.448	148.896	101.520
Abril	239.400	75.240	75.240	75.240	75.240
Mayo	264.600	83.160	83.160	166.320	113.400
Junio	272.160	85.536	85.536	171.072	116.640
Julio	274.680	86.328	86.328	172.656	117.720
Agosto	277.200	87.120	87.120	174.240	118.800
Septiembre	283.500	89.100	89.100	178.200	121.500
Octubre	289.800	91.080	91.080	182.160	124.200
Noviembre	294.840	92.664	92.664	185.328	126.360
Diciembre	299.880	94.248	94.248	188.496	128.520
TOTAL	3.219.300	1.011.780	1.011.780	1.948.320	1.352.340
Σ Ton/Anuales Molienda de Cemento Actual				8.543.520	

(Fuente: El Autor)

La Tabla 6 muestra un detallado desglose de la elaboración mensual de todo el proceso de manufactura inmersa en la molienda de cemento, que contiene cifras en toneladas de distintas herramientas, entre ellas se encuentran: la prensa, los molinos 1, 2 y 3, además de la trituradora. La información registrada abarca todos los meses del año, y al terminarse el año se suma para poder tener una noción general de la elaboración anual. En total, se produce un volumen de 8.543.520 toneladas anuales, que se dividen entre las diferentes herramientas que conforman la etapa de molienda.

En términos que son un porcentaje de la producción total, la elaboración mes a mes se divide de la siguiente manera: la prensa colabora con el 37%, en tanto que los molinos 1 y 2 añaden un 24%. El molino 3 representa el 23% de la elaboración, en tanto que la trituradora contribuye con el 16%. Estos números de porcentaje indican la proporción que tiene cada máquina en la producción total de cemento, de esta forma es posible entender más en detalle la contribución de cada máquina al procedimiento global de molienda de cemento.

Es importante mencionar que la distribución de la elaboración se ajusta a las circunstancias del tiempo, que tienen importancia para los demandantes del producto. La diversidad en la elaboración de cemento a lo largo del año se relaciona a las alteraciones en la petición de este producto, las cuales están influenciadas por las condiciones del tiempo. La Figura 11, por otro lado, muestra un estudio detallado de las temperaturas anualmente, resaltando la importancia de los dos centros climáticos en Ecuador debido a su lugar

geográfico. El análisis climático apoya a entender la manera en la que se produce y se demanda la producción de cemento.

Se puede apreciar que debido al temporal la producción de cemento baja ya que el consumidor no arriesga sus inversiones en la construcción de domicilios, pavimentación de calles entre otras actividades de máximo aprovechamiento del cemento. Caso contrario en los otros meses del año en los cuales su demanda es mayor acorde de beneficio del clima. Acorde a los valores de las temperaturas y precipitaciones que son evidentes en ciudades cálidas como a la ciudad de Guayaquil, en los meses de enero hasta marzo aproximadamente caen entre 90 a 100 mm³. Con esto se puede completar lo visto en la figura 11. Se considera que la producción es para la ciudad de Guayaquil y cantones aledaños a este cantón.

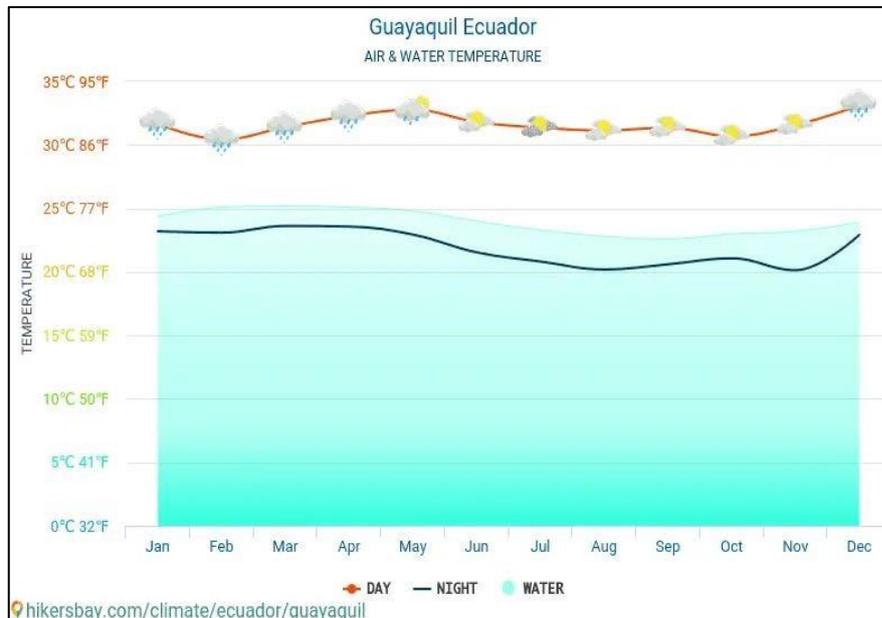


Figura 11 Clima anual de Guayaquil

Fuente: Cimate Ecuador

En las figuras desde la 12 hasta la 14 se puede apreciar en diagrama unifilar del molino de cemento, en la cual se puede apreciar subestación de molino de cemento 1, motores de media tensión de 5 Kv e interruptor de 5 Kv. los mismos que llegan alimentar por medios de motores trifásicos de corriente continua a lo largo de proceso de operación

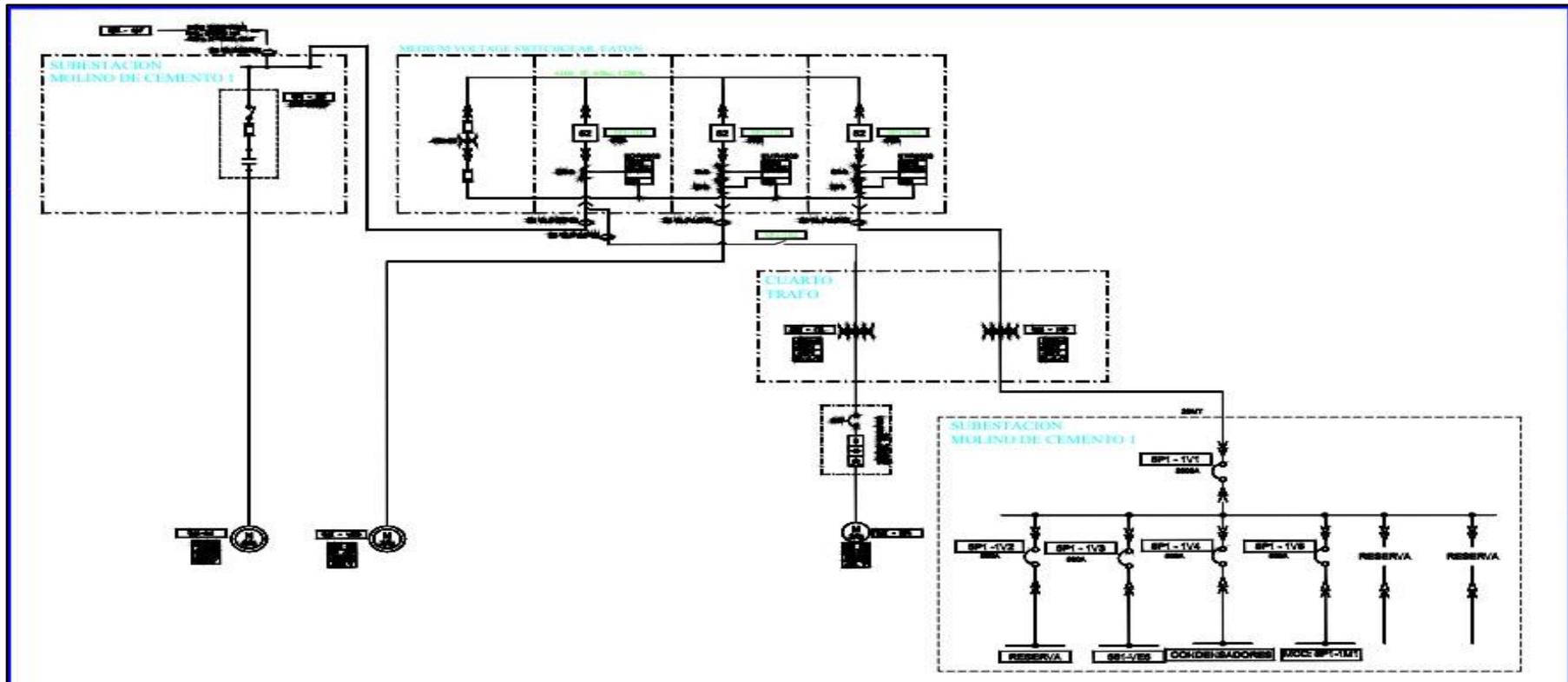


Figura 12 Diagrama Unifilar de Molino de cemento1

Fuente: Empresa UCEM

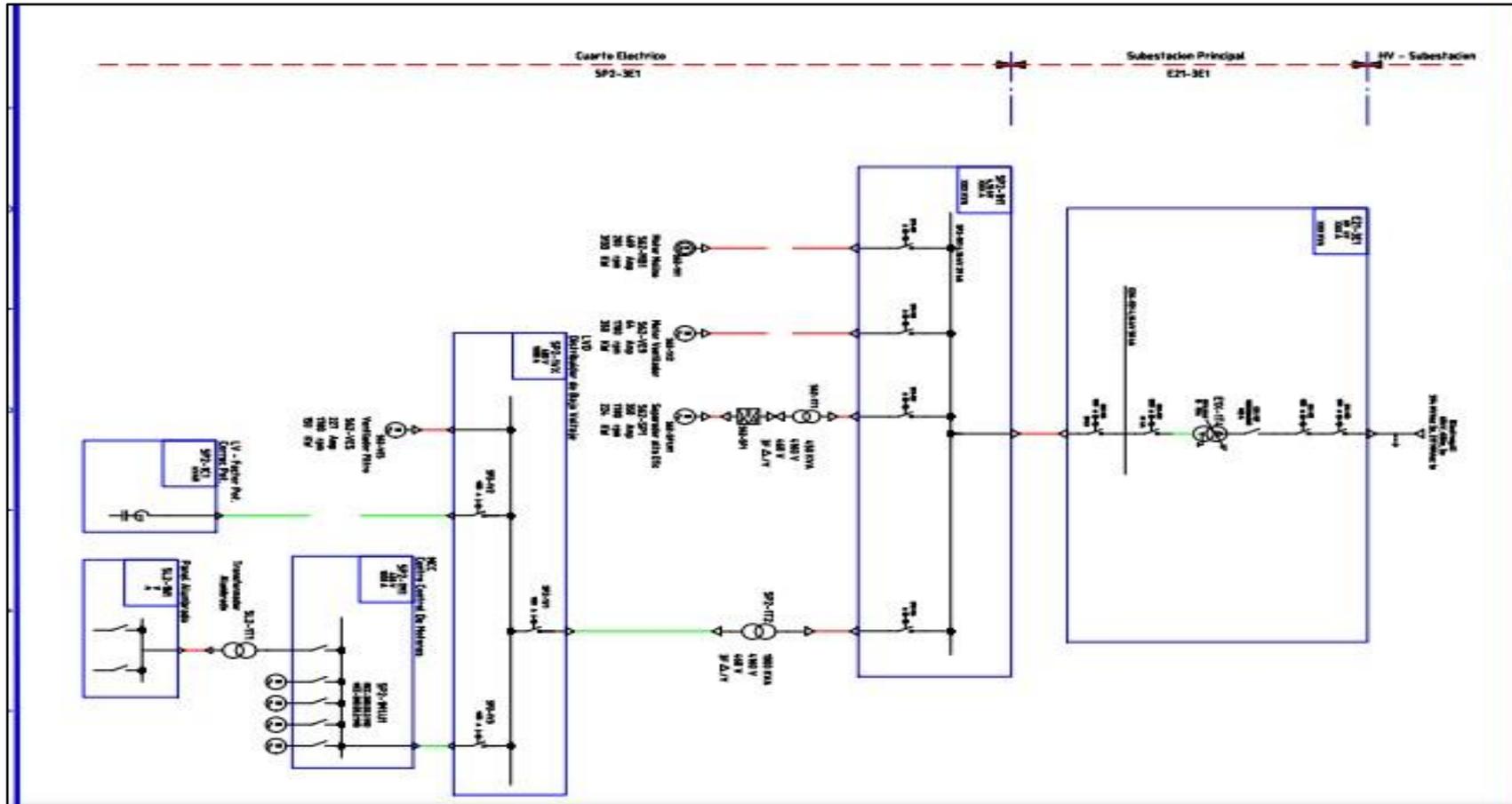


Figura 13 Diagrama Unifilar de Molino de cemento 2

Fuente: Empresa UCEM

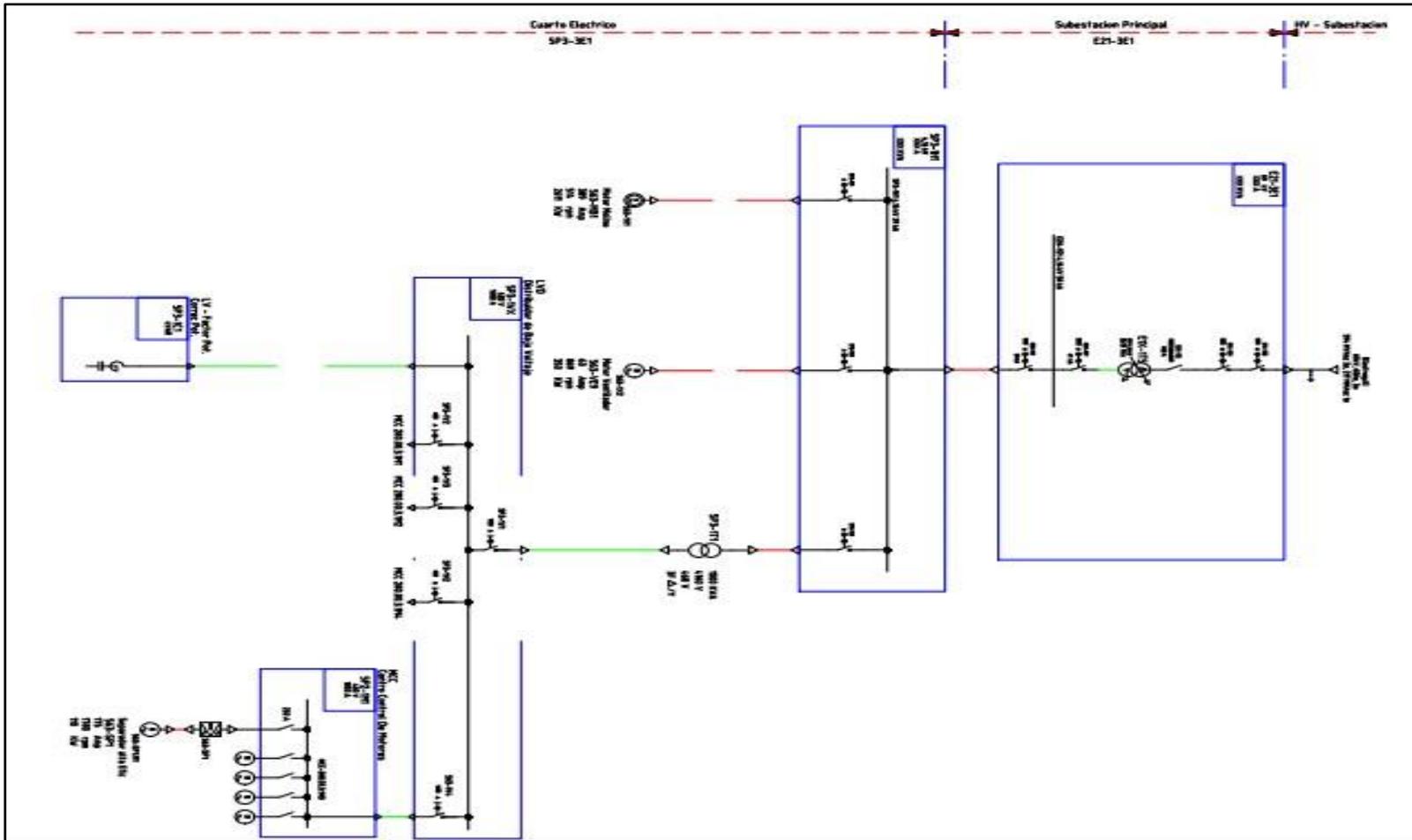


Figura 14 Diagrama Unifilar de Molino de cemento 3

Fuente: Empresa UCEM

4.5. Carga por maquinaria del área de molienda

De las maquinarias empeladas en el estudio se conoce que cada una de ellas es de media tensión, por lo cual cada una tiene un detalle eléctrico las mismas se presenta la descripción con su respectiva figura de las especificaciones técnicas y eléctricas de cada una de las maquinarias presentadas a continuación:

- Prensa de Clinker: esta maquinaria produce aproximadamente 350 ton/h de Clinker en una jornada de trabajo de 8 horas, teniendo tres turnos de producción; el mismo trabaja con dos motores trifásicos. Ambos motores tienen con un voltaje de 4000 voltios, cuya potencia es de 939 HP y una corriente de 124 Amperios. El segundo motor En la figura 15 y 16 se aprecia el detalle eléctrico de ambos motores trifásicos correspondientes a la prensa de Clinker.

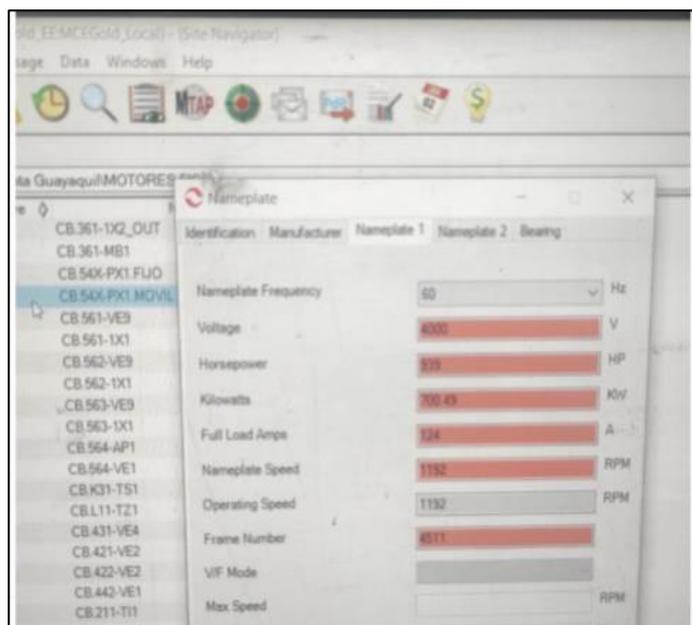


Figura 15 Detalle de motor fijo trifásico de Prensa de Clinker

Fuente: Empresa UCEM

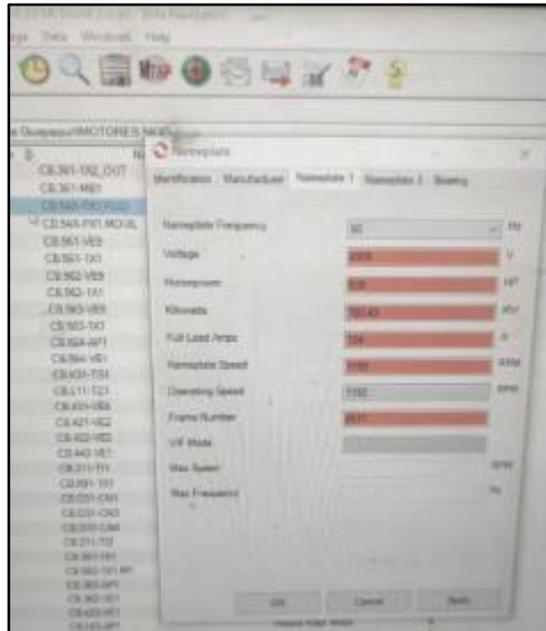


Figura 16 Detalle de motor fijo trifásico de Prensa de Clinker

Fuente: Empresa UCEM

- Molino de Cemento 1: esta maquinaria produce entre 110 a 115 ton/h en una jornada de trabajo de 8 horas, en tres turnos de producción. La potencia de 4200 HP, Voltaje de 4000/250 Voltios y una corriente nominal de

400/88 Amperios, los otros detalles se aprecian en la figura 17.

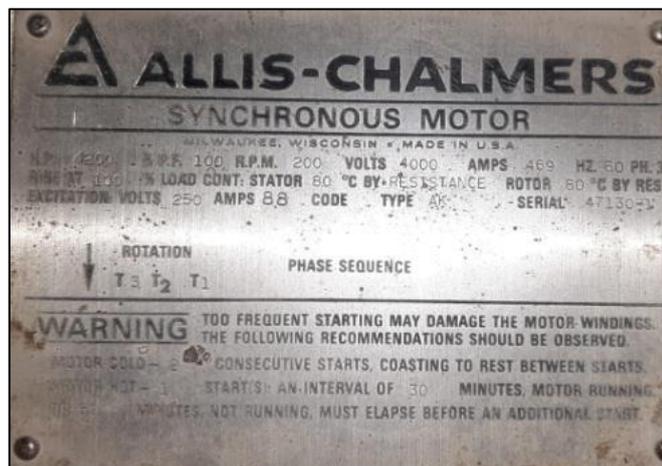


Figura 17 Detalle de Molino de Cemento 1

Fuente: Empresa UCEM

- Molino de Cemento 2: esta maquinaria produce 120 ton/h en una jornada de trabajo de 8 horas, teniendo tres turnos de producción. En la figura se aprecia el detalle eléctrico. La potencia de 4200 HP, Voltaje de 4000/250 Voltios y una corriente nominal de 400/88 Amperios, los otros detalles se aprecian en la figura 18.



Figura 18 Detalle de Molino de Cemento 2

Fuente: Empresa UCEM

- Molino de Cemento 3: esta maquinaria produce 240 ton/h en una jornada de trabajo de 8 horas, teniendo tres turnos de producción. En la figura se aprecia el detalle eléctrico. La potencia de 5100 HP, Voltaje de 4160 Voltios y una corriente nominal de 820 Amperios, los otros detalles se aprecian en la figura 19.

MOTOR DE INDUCCION TRIFASICO		ROTOR	JAUJA	ANILLOS							
MD	MGI800	Nr.	107726H232	IP/DN	7	RUIDO dB (A)	Refrig.	IC#1			
KW	5100	PRIMARIO		FS	1.00	Cojinete L.A.	M10483H04R				
		V	4160	A	820.7	CON	Y	CSB B	0.89	Lubricante	SKF LGHP
FRD	800	V	A	CON	AMB	0/45°C	Cojinete L.O.A.	NT282C2			
H ₂	60.8	V	A	CON	ALT	1000m	Lubricante	SKF LGHP			
CAT		SECUNDARIO		ST	CLASS B	Distinta de rotacion visto del lado indicado					
SERVICIO	S1	V	A	CON	IP	IP75	Horario				
AISI #	RENDIMIENTO %	96.8%	100%	96.8%	75%	MASA	18450KG	Anti-Horatio			
								Amhor			

Figura 19 Detalle de Molino de Cemento 3

Fuente: Empresa UCEM

- Trituradora: esta maquinaria tiene una alimentación de 150 a 200 ton/diarias de yeso limolita, durante una jornada de trabajo de 8 horas, teniendo tres turnos de producción. La potencia de 600 HP, Voltaje de 4160 Voltios y una corriente de 84 Amperios, los otros detalles eléctricos se aprecian en la figura 20.

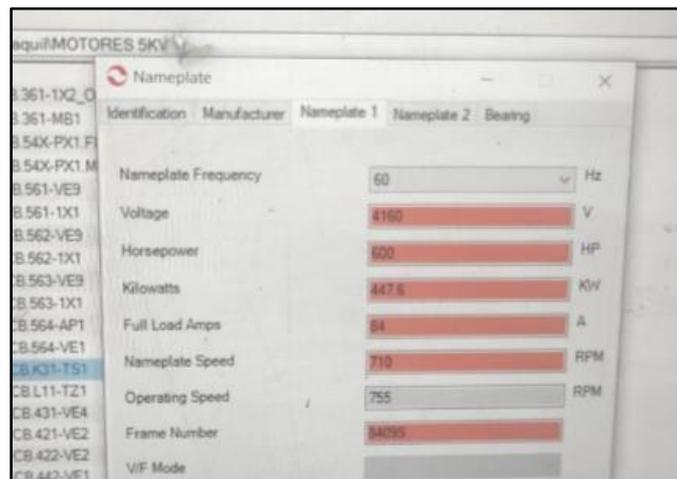


Figura 20 Detalle de Trituradora de Yeso

Fuente: Empresa UCEM

Tomando en cuenta que los modelos de fábrica de las maquinarias presentes en el área de molienda de cemento en las placas se presentan en HP (Horse Power), en español caballos de fuerza, se hace necesario emplear la siguiente ecuación. Ecuación 1:

$$1 \text{ Hp (Horse Power)} = 745.7 \text{ Watts}$$

Los motores para considerar con las siguientes conversiones son las siguientes las que se detallan a continuación.

$$\begin{aligned} \text{Motor de Prensa de Clinker 1} &= 939 \text{ Hp} * \frac{745.7 \text{ Watts}}{1 \text{ Hp}} = 700212,3 \\ &\approx 700 \times 10^3 \text{ Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor de Prensa de Clinker 2} &= 939 \text{ Hp} * \frac{745.7 \text{ Watts}}{1 \text{ Hp}} = 700212,3 \\ &\approx 700 \times 10^3 \text{ Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor de Cemento 1} &= 4200 \text{ Hp} * \frac{745.7 \text{ Watts}}{1 \text{ Hp}} = 3131940 \\ &1 \text{ Hp} \approx 313.2 \times 10^4 \text{ Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor de Cemento 2} &= 4200 \text{ Hp} * \frac{745.7 \text{ Watts}}{1 \text{ Hp}} = 3131940 \\ &1 \text{ Hp} \approx 313.2 \times 10^4 \text{ Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor de Cemento 3} &= 6840 \text{ Hp} * \frac{745.7 \text{ Watts}}{1 \text{ Hp}} = 5100 \times 10^3 \text{ Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor de Trituradora} &= 600 \text{ Hp} * \frac{745.7 \text{ Watts}}{1 \text{ Hp}} = 45 \times 10^4 \text{ Watts} \end{aligned}$$

La demanda consumida por otra parte se considera por medio de la siguiente ecuación 3:

*Demanda: Potencia * Factor*

Los valores por considerar para la demanda se consideran de motores de las maquinarias, tomando en cuenta el valor de factor de 0.6095 el cual se puede apreciar en el Anexo 1.

$$\begin{aligned} \text{Demanda de motor 1 de prensa de clinker} &= 700 \times 10^3 \text{Watts} * 0,6095 \\ &= 426.65 \times 10^3 \text{Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de motor 2 de prensa de clinker} &= 700 \times 10^3 \text{Watts} * 0,6095 \\ &= 426.65 \times 10^3 \text{Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de motor 1 de molino de cemento} &= 313.2 \times 10^4 \text{Watts} * 0,6095 \\ &= 190.9 \times 10^4 \text{Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de motor 2 de prensa de clinker} &= 313.2 \times 10^4 \text{Watts} * 0,6095 \\ &= 190.9 \times 10^4 \text{Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de motor 3 de prensa de clinker} &= 5100 \times 10^3 \text{Watts} * 0,6095 \\ &= 310.8 \times 10^4 \text{Watts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de motor 1 de trituradora} &= 45 \times 10^4 \text{Watts} * 0,6095 \\ &= 27.4 \times 10^4 \text{Watts} \end{aligned}$$

El resultado de las potencias y demandas de las maquinarias de prensa de Clinker se aprecia la tabla 5, donde se detalla valores como frecuencias, voltajes, intensidad de corriente, velocidad angular. Los mismos que son esenciales para realizar un excelente análisis con la propuesta planteada. En las tablas que van desde la número 7 hasta la tabla 9 se puede apreciar los elementos eléctricos que conforman dichas maquinarias.

Tabla 7 Detalles de Prensa de Clinker

Detalles	Frecuencia (Hz)	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Potencia (Watts)	Intensidad de Corriente (A)	Velocidad (rpm)	Frecuencia	Factor de Potencia	Factor de Demanda	Demanda (KW)
Motor Trifásico 1	60	4000	939	700000	124	1192	45,11	0,9372	0,6095	426,65
Motor trifásico 2	60	4000	939	700000	124	1192	45,11	0,9372	0,6095	426,65

Fuente: Empresa UCEM

La Tabla 7 proporciona una descripción general completa de los detalles relacionados con la prensa de Clinker, centrándose en los diversos parámetros clave del motor trifásico que impulsa esta importante pieza de equipo en los procesos industriales. Las especificaciones técnicas de los dos motores trifásicos son muy detalladas. Desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la prensa.

En primer lugar, se proporciona información sobre la frecuencia de funcionamiento, expresada en Hercios (Hz), que es de 60 Hz para ambos motores. A continuación, especifica el voltaje de suministro, que se establece en 4000 V, y luego la potencia nominal en caballos de fuerza (HP), que es 939 HP. La potencia (vatios) de 700.000 demuestra la enorme capacidad de estos motores. El amperaje, una métrica clave para evaluar cargas eléctricas, se midió en 124 amperios (A), lo que destaca la robustez del motor. La velocidad en revoluciones por minuto (rpm) alcanza los 1192 rpm, lo que subraya la eficiencia operativa del motor trifásico.

El análisis se extiende a factores clave como Frened (en 45,11) y factores de potencia y demanda (en 0,9372 y 0,6095 respectivamente). La potencia total requerida en kilovatios (KW) por motor trifásico se estima en 426,65 KW. Estos valores detallados proporcionan una visión completa de los requisitos de capacidad, eficiencia y potencia asociados con los motores trifásicos en el contexto de una prensa de Clinker.

Tabla 8 Detalles del Panel de Molino de Cemento 1

Detalles	Frecuencia (Hz)	Voltaje (V)	Potencia HP	Potencia Watts	Intensidad de Corriente (A)	Velocidad (rpm)	Factor de Potencia	Factor de Demanda	Demanda (KW)
Estator	60	4000	4200	3131940	469	200	0,9372	0,6095	1908,91743

Fuente: Empresa UCEM

En la Tabla 8 se encuentra un desglose completo del Panel 1 del Molino de Cemento, profundizando en su rendimiento eléctrico. La tabla nos ilumina sobre detalles cruciales como la frecuencia, fijada en 60 Hz, y el voltaje, que se mantiene firme en 4000 V. La potencia del estator es de unos impresionantes 4200 HP, lo que se traduce en la friolera de 3.131.940 W. Además, consume una corriente. intensidad de 469 A y mantiene una velocidad constante de 200 rpm. Lo que realmente destaca es el notable factor de potencia de 0,9372, que muestra su excepcional eficiencia en la conversión de energía eléctrica. Además, el factor de demanda de 0,6095 revela la gestión eficaz de los picos de demanda, lo que convierte a este panel en un símbolo de eficiencia y fiabilidad en el ámbito del rendimiento eléctrico. La demanda eléctrica actual se registra en 1908,91743 KW. Estas cifras específicas proporcionan una comprensión profunda del funcionamiento

eléctrico del estator del molino, lo cual es esencial para evaluar tanto su efectividad como su capacidad en el extenso procedimiento de molienda de cemento.

Tabla 9 Detalles del Panel de Molino de Cemento 2

Detalles	Frecuencia (Hz)	Voltaje (V)	Potencia HP	Potencia Watts	Intensidad de Corriente (A)	Velocidad (rpm)	Factor de Potencia	Factor de Demanda	Demanda (KW)
Estator	60	4000	4200	3131940	469	200	0,9372	0,6095	1908,91743

Fuente: Empresa UCEM

En la Tabla 9, se observa un desglose extenso del rendimiento eléctrico del Panel 2 del Molino de Cemento. Esta tabla ofrece una vista completa de su funcionamiento. Según los datos, el estator funciona a una frecuencia de 60 Hz y se alimenta con una tensión de 4000 V. La potencia del estator se registra en 4200 CV, lo que equivale a unos 3.131.940 W. La intensidad de corriente equivale a 469 A. mientras que la velocidad de rotación alcanza unos notables 200 rpm. Además, se observa un factor de potencia registrado de 0,9372, lo que sugiere una eficiencia impresionante en la conversión de energía eléctrica. Además, el factor de demanda se sitúa en un alentador 0,6095. El consumo eléctrico actual es de 1908,91743 KW. Esta información ofrece una visión integral del funcionamiento eléctrico del estator del molino de cemento 2, lo cual es crucial para evaluar la efectividad y capacidad de este elemento en el contexto más amplio de la molienda de cemento.

Tabla 10 Detalles del Panel de Molino de Cemento 3

Detalles	Frecuencia (Hz)	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Potencia (Watts)	Intensidad de Corriente (A)	Velocidad (rpm)	Factor de Potencia	Factor de Demanda	Demanda (KW)
Estator	60	4160	6840	5100	820	900	0,9372	0,6095	3,10845

Fuente: Empresa UCEM

En la Tabla 10, se logra apreciar los detalles relacionados con el Panel 3 del Molino de Cemento. Esta tabla se destaca específicamente el estator, una pieza importante de este sistema crucial en la infraestructura industrial. Los parámetros técnicos descritos en la tabla brindan información valiosa sobre las características eléctricas esenciales que gobiernan el rendimiento del estator. Para comenzar, es importante señalar que el estator opera a una frecuencia de 60 Hercios (Hz), que representa la frecuencia con la que funciona dentro del sistema eléctrico. El voltaje que se le suministra se establece en 4160 voltios (V) y la potencia nominal del estator es de unos impresionantes 6840 caballos de fuerza (HP), lo que destaca su notable capacidad como componente crucial.

Se reconoce a potencia del estator se mide en 5100 vatios, lo que demuestra su resistencia y capacidad para manejar cargas eléctricas. La intensidad de corriente, que es una medida decisiva para esta carga, se estima en 820 amperios. Esto resalta la robustez y la capacidad del estator para manejar altas corrientes. Además, la velocidad de rotación del estator se expresa en revoluciones por minuto (rpm), alcanzando un valor de 900 rpm.

Esto indica que el estator opera con eficiencia y mantiene una velocidad controlada. Además, los factores de potencia y demanda, que tienen valores de 0,9372 y 0,6095 respectivamente, arrojan luz sobre la efectividad y conexión entre potencia activa y potencia aparente. Se estima que el requerimiento total de energía para el estator del Panel 3 del Molino de Cemento asciende a 3,10845 KW, expresado en kilovatios (KW).

Al realizar los análisis necesarios, se ha puesto de manifiesto que el rendimiento y uso de máquinas como la Prensa, Molino 1, Molino 2, Molino 3 y Trituradora son ampliamente conocidos por su ineficiencia. Esta ineficiencia se debe a su antigüedad, lo que provoca un consumo sustancial de electricidad. Como resultado, se ha vuelto crucial contemplar la sustitución de estas máquinas por modelos más nuevos para reducir efectivamente el consumo actual. Las máquinas contemporáneas actualmente disponibles ofrecen niveles superiores de eficiencia y un rendimiento óptimo. Esta mejora podría conducir potencialmente a una mejora significativa en la eficiencia operativa y una reducción de los costos asociados con el consumo de energía en el proceso de molienda de cemento.

Luego de observar los resultados indican la ineficiencia del equipo provocada por su antigüedad, se ha hecho una completa investigación de diferentes fabricantes renombrados por sus motores eficientes y ahorradores de energía. Mechanical Inc. and ABB Motors, que es reconocido por fabricar motores de propulsión eléctrica de gran capacidad, brindan una vasta gama de posibilidades que se adaptan a exigentes normas de energía. Además de

ser un intérprete significativo dentro del área de motores de electricidad, Siemens comercializa una variedad de motores que son energéticamente efectivos para diversas finalidades de la industria. La compañía WEG Electric Corp., de Brasil, genera soluciones de automatización y motores eléctricos de gran capacidad, y está entre las empresas más destacadas en el área.

Tabla 11 Mejores fabricantes de motores por su eficiencia energética

Fabricante	Eficiencia Energética	Certificaciones
ABB Motors and Mechanical Inc.	Alta	ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, ETL Listed
Siemens	Excelente	ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, UL Listed
WEG Electric Corp.	Sobresaliente	ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, UL Listed
Baldor Electric Company (ahora parte de ABB)	Notable	ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, UL Listed
SEW-EURODRIVE	Destacada	ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, CE Certified

Fuente: Empresa UCEM

En la Tabla 11 se proporciona que ABB adquirió la compañía Baldor Electric, debido a sus motores de propulsión eléctrica de gran capacidad. Otro modelo destacable dentro de esta área es SEW-EURODRIVE, una compañía de Alemania que fabrica motores y soluciones de propulsión valorada por su fiabilidad y su capacidad. La evidente falta de eficiencia en máquinas como Prensa, Molino 1, Molino 2, Molino 3 y Trituradora debido a su antigüedad, resalta la importancia de considerar el reemplazo de estas máquinas por

modelos más nuevos. Adoptar el uso de motores eléctricos energéticamente eficientes de fabricantes como ABB, Siemens, WEG y SEW-EURODRIVE tiene el potencial de mejorar en gran medida la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con el consumo de energía en diversos procesos industriales.

La organización está actualmente inmersa en un proceso de mejora continua que incluye una exhaustiva exploración de la optimización de los motores mediante la adopción de prácticas destinadas a elevar tanto la eficiencia energética como el rendimiento general. Ante esta circunstancia, se está considerando la verificación de motores que sean muy efectivos en el consumo de energía. A continuación, se destacan algunas de las medidas que contribuyen en el ahorro energético para la cementera:

- A la hora de mantener los motores en el tiempo, es fundamental examinar y ajustar periódicamente su alineación y el equilibrio. El objetivo principal del procedimiento en cuestión es reducir las fallas mecánicas, haciendo que los motores funcionen de manera eficiente y constante durante un largo período. Esta costumbre es importante para preservar la integridad y duración del equipo.
- Añadir variadores de frecuencia (VFD) a los motores se considera fundamental dentro del campo de la optimización. Esta actividad permite un control específico de la velocidad en condiciones de diferente peso, esto se traduce en un uso más económico de la energía y se ajusta a las

necesidades actuales. En consecuencia, se incrementa la capacidad operativa.

- La utilización de planes de mantenimiento preventivo surge como una etapa fundamental para garantizar el buen funcionamiento de la máquina y aumentar su vida útil. Esta táctica juega un papel importante en la mejora de la eficiencia operativa con el tiempo al detener momentáneamente el trabajo y mejorar la confiabilidad del sistema.
- Para solucionar el problema de potencia y reducir las pérdidas de energía provocadas por la acción del motor, es recomendable introducir condensadores o capacitores. Esta medida no sólo aumenta la capacidad del sistema eléctrico, sino que también garantiza la confiabilidad y calidad de la energía suministrada.
- Evaluar y realizar los ajustes necesarios a la cantidad de trabajo que tienen los motores es una actividad fundamental para evitar el sobredimensionamiento y mejorar el funcionamiento diario de la máquina. Este procedimiento asegura un uso óptimo de la energía, según las particularidades de cada tarea, lo que maximiza las posibilidades de los recursos.
- Utilización de sistemas de monitoreo constante de energía, es posible encontrar y resolver correctamente casos de alto consumo energético. Esto proporciona la capacidad de monitorear constantemente la capacidad de nuestros dispositivos, asegurando su máxima efectividad. Este punto de vista proactivo no sólo apoya la identificación temprana de dificultades, sino que también apoya la optimización permanente del uso

de la energía y, en consecuencia, promueve la gestión eficiente de los recursos energéticos más valiosos.

- La viabilidad de incorporar métodos de recolección de energía, como métodos de recolección de calor. Esta actividad tiene como objetivo priorizar la sobrealimentación que se genera en varias partes del procedimiento, esto permitirá en gran medida la optimización del sistema en su conjunto y la promoción de comportamientos energéticos sustentables.
- Adicional es aconsejable la implementación y uso de un analizador de redes para analizar los parámetros de consumo de energía de cada uno de los motores que conforma la industria.

4.6. Propuesta de mejora y optimización

Acorde al aprovechamiento de la optimización de los recursos se considera esencial la instalación de una maquinaria de manufactura del proceso de cemento, cuya finalidad sea la utilización y rentabilidad del proceso. Para ello se hace esencial una propuesta que sobre pase la producción anual actual de 8.543.520 toneladas anuales lo que equivale la sumatoria de todas las maquinarias existentes. Cuya finalidad se obtenga una optimización de energía y disminución de CO₂.

Se plantea un cambio de maquinarias en todo el proceso de cemento para mejorar la producción del 95% mensual, equivalente a una mejora como se detalla en la tabla 12. A su vez con este cambio se puede considerar una aproximado de producción anual en las diferentes maquinarias las cuales conforman el área de molienda de cemento, siendo una proyección estimada

de 16.659.864 ton/anuales. Esta propuesta tiene un costo de \$8.500.000 incluido IVA (Impuesto de Valor Agregado) en toda la instalación, lo que comprende en: cambios de maquinarias, mano de directa, mano de obra de indirecta e instalación eléctrica.

Tabla 12 Producción anual de propuesta con cambio de maquinarias

Meses	Maquinarias				
	prensa (ton/mes)	molino1 (ton/mes)	molino 2 (ton/mes)	molino 3 (ton/mes)	trituradora (ton/mes)
Enero	491.400	154.440	154.440	308.880	210.600
Febrero	457.002	143.629	143.629	287.258	195.858
Marzo	461.916	145.174	145.174	290.347	197.964
Abril	466.830	146.718	146.718	146.718	146.718
Mayo	515.970	162.162	162.162	324.324	221.130
Junio	530.712	166.795	166.795	333.590	227.448
Julio	535.626	168.340	168.340	336.679	229.554
Agosto	540.540	169.884	169.884	339.768	231.660
Septiembre	552.825	173.745	173.745	347.490	236.925
Octubre	565.110	177.606	177.606	355.212	242.190
Noviembre	574.938	180.695	180.695	361.390	246.402
Diciembre	584.766	183.784	183.784	367.567	250.614
TOTAL	6.277.635	1.972.971	1.972.971	3.799.224	2.637.063
Proyección anual del área de molienda de cemento				16.659.864 Ton/anuales	

Fuente: El autor

En la tabla 13 se puede apreciar el costo en kWh del área de molienda con las maquinarias que se encuentran instaladas, adicional se detalla el total de producción es de 8.543.520 ton/anuales estos valores se encuentran en la tabla 6; con estos valores se considera el costo de \$0.90 kWh los cuales se toma en cuenta dentro del proceso de molienda de cemento.

Tabla 13 Costo por kWh en área de molienda, maquinaria actual

Maquinarias	Total Ton/anual	Costo KWH Maquinaria	Costo Total por área de Molienda de Cemento
Prensa	3.219.300	\$0,90	\$2.897.370,00
Molino1	1.011.780	\$0,90	\$910.602,00
Molino 2	1.011.780	\$0,90	\$910.602,00
Molino 3	1.948.320	\$0,90	\$1.753.488,00
Trituradora	1.352.340	\$0,90	\$1.217.106,00
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCIÓN ACTUAL TON/ANUAL			\$7.689.168,00

Fuente: El autor

En consecuencia, en los valores presentados en la tabla 13 siendo un total de 8.543.520 toneladas anuales entre la prensa, los tres molinos y la trituradora, considerando el factor de emisión de 0,8 en la huella de carbono en la producción de cemento como lo presentado en un artículo científico publicado en el año 2022. ((CIV, 2022). El valor de la cantidad de emisiones es de 6.834.816 ton/anual de CO₂ como se aprecia en la siguiente ecuación.

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \frac{\text{Producción} \times \text{Factor de emisión de } CO_2}{\text{anuales}}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \frac{8.543.520 \text{ toneladas /anuales}}{0,8}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 6.834.816 \text{ ton/año}$$

En la tabla 14 se puede apreciar el costo de kWh con la propuesta de la instalación y cambio de las maquinarias del área de molienda con un aumento de producción del 90% siendo un total de 16.659.864 toneladas anuales; tomando en cuenta los valores del proyecto a implementar, lo que da como resultado de \$0.51 kWh, cómo se puede apreciar en la siguiente ecuación.

$$\text{Costo de kWh} = \frac{\text{Precio de Venta incluido IVA}}{\text{Proyección de producción anual}}$$

$$\text{Costo de kWh} = \frac{\$8.500.000}{16.659.864}$$

$$\text{Costo de kWh} = \$0,51 \text{ kWh}$$

Tabla 14 Costo por kWh área de molienda, maquinaria nueva

Maquinarias	Total ton/anuales	Costo KWH Nueva Maquinaria	Costo Total por área de Molienda de Cemento
Prensa	6.277.635	\$0,51	\$3.201.593,85
Molino1	1.972.971	\$0,51	\$1.006.215,21
Molino 2	1.972.971	\$0,51	\$1.006.215,21
Molino 3	3.799.224	\$0,51	\$1.937.604,24
Trituradora	2.637.063	\$0,51	\$1.344.902,13
TOTAL, DE COSTO POR TON/ANUALES			\$8.496.530,64

Fuente: El autor

Acorde a los resultados en las dos tablas anterior 13 y 14, se considera un porcentaje de rentabilidad con los valores de los costos de producción actual de \$7.689.168 toneladas anuales y los costos de la producción proyectada de \$8.496.530,64 toneladas anuales, dando como resultado un porcentaje del 90%, como se puede apreciar en la siguiente ecuación.

$$\text{Porcentaje de Rentabilidad} = \frac{\text{Costo de Producción maquinarias actual}}{\text{Costo de producción de maquinaria propuesta}}$$

$$\text{Porcentaje de Rentabilidad} = \frac{\$7.649.937,55}{\$8.499.931,61} * 100\% = 90\%$$

Acorde a la cantidad de producción se tiene un análisis de un porcentaje de rentabilidad del 90%, esto resultado es un porcentaje mayor al mínimo para considerar un proyecto rentable del 75%. Lo que indica que la propuesta es viable para el aumento de producción.

En relación con la reducción de emisiones de CO₂, para considerar una maquinarias sostenible con el medio ambiente deben tener una eficiencia del 90% de emisiones de CO₂, como lo indica la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones en comparación con otras maquinarias propuestas en el mercado; por lo tanto se analiza la producción proyectada de 16.659.864 toneladas anuales, obteniendo un valor de emisiones de CO₂ de 1.332.789,12 por las toneladas producidas dentro del proceso de manufactura con la propuesta de instalación de nuevas maquinarias. (Ruiz, 2022)

Se resalta lo importancia de la implementación es la disminución de emisiones de CO₂ es de 5.502.026,88; estos valores se consideran de las emisiones de CO₂ de la producción proyectada de 1.332.789,12 de la diferencia de las emisiones de CO₂ de la producción actual de 6.834.816; como se aprecia en la siguiente ecuación.

$$\text{Diferencia de emisiones de CO}_2 = \text{Emisiones CO}_2 \text{ Propuesta} - \text{Emisiones CO}_2 \text{ Actual}$$

$$\text{Diferencia de emisiones de CO}_2 = 1.332.789,12 - 6.834.816$$

$$\text{Diferencia de emisiones de CO}_2 = 5.502.026,88$$

Esta diferencia de emisiones de CO₂ en el total de producción anual del proceso de manufactura de molienda de cemento; equivalente a una eficiencia del 90% en beneficios al medio ambiente.

En función de los beneficios tributarios se considera el costo de proyecto de \$8.500.00, con los años de vida útil de la maquinaria a instalar de 25 años, como se aprecia en la siguiente ecuación. El cual tiene como resultado un beneficio de \$425.000.

$$\text{Beneficio Tributario} = \frac{\text{Costo de Proyecto} * 2}{10} * 25\%$$

$$\text{Beneficio Tributario} = \frac{\$8.500.000 * 2}{10} * 25\%$$

$$\text{Beneficio Tributario} = \$425.000$$

Para determinar el Payback (tiempo de retorno) en la siguiente ecuación se toma en cuenta el valor del proyecto es \$8.500.000, el costo de producción propuesta anual es de \$8.499.930,61 expresada en la tablas anteriores y un beneficio tributario de \$425.000 expresada en la ecuación anterior.

$$PAYBACK = \frac{\text{Valor de Proyecto}}{\text{Costo de Producción anual} + \text{Beneficio Tributario}}$$

$$PAYBACK = \frac{\$8.500.000}{\$8.499.930,61 + \frac{\$8.500.000 * 2}{10} * 25\%}$$

$$PAYBACK = 1$$

Recordando que en para poder aumentar la producción manteniendo un mercado competente se considera mantener la potencia de los motores, más sin embargo se logra bajar las emisiones de CO₂, lo que permite cumplir con las ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible) correspondientes a: #7 Energía Asequible; #8 Trabajo Decente y Crecimiento Económico; #9 Industria, Innovación e Infraestructura; #12 Producción y Consumo Responsable.

Por lo tanto, se debe acorde a la producción aumenta un estimado del 60% las potencias de las máquinas no cambian, pero si se reduce el valor de emisiones de CO₂, lo cual se analizó en el mercado las maquinarias con menor impacto en las huellas de carbono.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Con la implementación y reemplazo de maquinarias de última generación, no solo se logra un ahorro energético, sino que paralelamente se obtiene una disminución del CO₂
- Se identificaron con precisión las pérdidas de energía en los sistemas de distribución y en el uso de energía de la compañía de fabricación UCEM. Este estudio detallado ofrece un sustento robusto para entender las zonas importantes que requieren atención.
- El análisis detallado de la utilización de las máquinas en los procedimientos de fabricación ha posibilitado obtener información importante acerca de la manera en la que estas máquinas ayudan a economizar energía. Este entendimiento es importante para orientar las tácticas de perfeccionamiento en ciertas áreas y maximizar los beneficios.
- La implementación de la propuesta de modernización de equipos en la empresa manufacturera UCEM resultará crucial para reducir significativamente el consumo de energía en la fase de molienda del cemento. Este éxito se traduce en una mejora notable en la eficiencia operativa y una reducción significativa de los costes asociados al consumo de energía.

Recomendaciones

- Se recomienda que la UCEM desarrolle indicadores de desempeño que estén relacionados con el consumo de energía. Estas métricas brindarán datos estadísticos que permitan tendencias de consumos.
- La colaboración con proveedores, clientes y otras partes interesadas puede ayudar a ampliar la eficiencia del suministro de energía a lo largo de toda la cadena de distribución. Establecer relaciones de colaboración puede ser beneficioso para implementar prácticas sostenibles a mayor escala.
- UCEM debe tomar en consideración la divulgación de sus beneficios energéticos. Los éxitos editoriales pueden generar estímulo en otras empresas y contribuir a la buena reputación de la marca UCEM por su contribución al medio ambiente.

Bibliografías

- Álvarez, M. (28 de julio de 2020). *Te explicamos de manera general el patrón de arquitectura del software MVC (Model - View - Controller o Modelo - Vista - Controlador). Cómo se separan las distintas capas atendiendo a sus responsabilidades*. Obtenido de Desarrollo Web.com: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>
- Acosta Guambo, M. F. (2021). Diagnóstico de producción más limpia para una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Aguely. (8 de 10 de 2015). *Sistemas de información*. Obtenido de <https://aguely2908.wordpress.com/2015/10/08/tipos-de-sistemas-deinformacion/>
- Aldas Aldaz, L. E. (2013). *Sistema Web para el control de facturación e inventario de medicamentos y bienes en el Hospital Regional Docente Ambato*. Ambato.
- Alianza Editorial, M. (1979). *filosofia.org*. Obtenido de <https://www.filosofia.org/enc/fer/sistema.htm>
- Alprecht Quiroz, A. A. (2023). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10868/1/T-UCSG-POS-MAE-175.pdf>
- Anales de la Química RSEQ. (2019). La biomasa - fuente de alternativas de combustibles y compuestos químicos. España.
- Arcia Cordero, I. G. (2013). *Desarrollo de un Sistema Web de Control de Inventario y Facturación en el Minisúper Silva*.

- ARCONEL. (2019). Informe de energía del Ecuador 2019. Quito, Ecuador.
- Avellaneda Aldana, J. E. (1 de 06 de 2023). Aspectos Ambientales y Socioeconómicos relacionados con la implementación del transporte Público Eléctrico en Bogotá, en las localidades Engativá y Fontibón. Bogotá, Colombia.
- Bhattacharya. (6 de 11 de 2023). *Mdn*. Obtenido de <https://developer.mozilla.org/en-US/blog/vs-code-tips-tricks/>
- Chiluisa Castro, A. J. (16 de 11 de 2021). Propuesta técnica para la atenuación del fenómeno de resonancia de la subestación de distribución la esperanza de la empresa eléctrica regional norte. *Propuesta técnica para la atenuación del fenómeno de resonancia de la subestación de distribución la esperanza de la empresa eléctrica regional norte*. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Congreso Nacional de Chile. (2020). Congreso Nacional de Chile. *Energía renovable*.
- Desarrollo de un Sistema Web de Control de Inventario y Facturación en el Minisúper Silva*. (s.f.). desarrolloweb.com. (28 de Julio de 2020). Obtenido de <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>
- EAN Universidad. (2019). Análisis comparativo entre metodologías ágiles y tradicionales para la gerencia de proyectos.
- Elecnor*. (4 de 2 de 2022). Obtenido de <https://www.elecnor.ec/subestaciones-electricas>
- Electricidad, C. O. (2023). *Informe Anual 2022*. Quito.

Erbio energy. (2019). Obtenido de <https://erbiaenergy.com/es-posibleutilizar-la-biomasa-para-producir-energia-con-un-sistema-ecologico/>

Escalona, A. (2020). Revisión de propuestas innovadoras de movilidad en el transporte público en Latinoamérica para la transformación a ciudades inteligentes sustentables. Venezuela.

Escobar, L., & Sigüenza, L. (02 de 10 de 2019). "Construcción e implementación de una subestación eléctrica de distribución 69/13.8kv y dos alimentadoras en 13.8kv para dotar energía eléctrica al sector camaronero y disminuir el uso de combustibles fósiles en el sector de Chongón, Guayaquil". Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESPOL.

Española, R. A. (17 de mayo de 2017). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/aplicaci%C3%B3n>

Fernández Arena, J. A. (1991). *El proceso administrativo*. México: Diana. Obtenido de <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=000019481>

Flores. (22 de 7 de 2022). *Openwebinars*. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-queventajas-ofrece/>

Fundación EDESA. (2023). *Centrales de biomasa y sus tipos*. Madrid: Fundación EDESA.

González. (2014). *Redes según su alcance (qué es una red – parte 2)*. Obtenido de <https://www.pimetic.com/es/redes-segun-alcance/>

- Hernández, P. (13 de febrero de 2007). *No solo usabilidad: revista sobre personas, diseño y tecnología*. Obtenido de <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/web20.htm>
- Hurtado, D. (2018). *Principios de Administración*. ITM. Obtenido de <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/1897>
- Ibáñez Sepulveda, A. M. (2020). Propuesta metodológica para el mejoramiento continuo de la gestión de proyectos en una fábrica de transformadores eléctricos en Colombia. *Propuesta metodológica para el mejoramiento continuo de la gestión de proyectos en una fábrica de transformadores eléctricos en Colombia*. Colombia: Universidad EAN.
- IBM. (23 de Agosto de 2022). *¿Qué es la arquitectura de tres niveles?* Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/three-tierarchitecture>
- Klik Soluciones Educativas. (2022). Metodología de la Investigación. En F. J. Villanueva Couoh. México.
- Lester Sebastián Díaz Alemán, M. M. (12 de 3 de 2018). *Aplicación web para la gestión y control de los procesos administrativos de la empresa Cocho Museo*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/13634/1/Lester-Sebastian-Diaz-Aleman.pdf>
- Loor Plaza, M. E. (2020). Diseño de un sistema domótico para la seguridad de los cuartos de Transformadores Eléctricos de la empresa CNEL EP en Guayaquil. *Diseño de un sistema domótico para la seguridad*

de los cuartos de Transformadores Eléctricos de la empresa CNEL EP en Guayaquil. Guayas, Ecuador: ESPOL. FIEC.

Maida, E. G. (diciembre de 2015). *Metodologías de desarrollo de software.*

Obtenido de

<https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>

Maigua Valenzuela, W. P. (2023). *Modelo de eficiencia energética, como estrategia de negocio en la administración de la Planta HolcimLatacunga.* Latacunga - Ecuador.

Martí Pallerols, X. (14 de noviembre de 2022). *Haz tu web*

Responsive Design y adáptala a todas las plataformas. Obtenido de

IEBSCHOOL: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-responsiveweb-design-analitica-usabilidad/>

Microsoft. (2016). *Asp.net.* Obtenido de <http://www.asp.net/>

Microsoft. (01 de Diciembre de 2022). *Desarrollo de aplicaciones*

innovadoras. Obtenido de Microsoft:

<https://learn.microsoft.com/es-es/azure/cloud-adoption-framework/innovate/considerations/apps>

Microsoft. (23 de mayo de 2023). *Desafío de conocimientos de la nube.*

Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>

Microsoft. (13 de julio de 2023). *Desafío de conocimientos de la nube.*

Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/overview>

Montegar. (11 de 11 de 2020). Obtenido de <https://montegar.es/lineas-detransmision-electrica/>

- Moya Navarro, M. J. (1999). *Control de inventarios*. EUNED.
- Pérez, M. A. (2010). *Aplicación web para el control de inventario, ingreso, egresos y facturación de la empresa COMARP*.
- Prats, P. M. (26 de febrero de 2016). *Universitario en Ingeniería de Telecomunicación*. Obtenido de <https://www.uv.es/uvweb/masteringenieria-telecomunicacion/es/blog/lan-wan-man-otras-redes-1285954593702/GasetaRecerca.html?id=1285959494096>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software un enfoque practico*. Obtenido de <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- PRUSAK, D. Y. (1999). *UNAM*. Obtenido de diferencia entre dato, Información y conocimiento: [https://iibi.unam.mx/voutssasmt/documento S/dato-informacion- conocimiento.pdf](https://iibi.unam.mx/voutssasmt/documento/S/dato-informacion- conocimiento.pdf)
- Quiroa. (28 de 9 de 2019). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/energia-no-renovable.html>
- Ramírez. (2023). *Aprende Institute*. Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/energia-eolica/energias-renovables/>
- Ramos Galarza, C. (2021). *CienciAmérica*. Obtenido de <file:///C:/Users/Maria.Acosta/Downloads/Dialnet-Editorial-7890336.pdf>
- Real Academia Española*. (17 de 05 de 2017). Obtenido de <https://dle.rae.es/aplicacion>
- Revista Colombiana de tecnologías de avanzada. (2023). desarrollo de un sistema multisensorial embebido para detección de fallas incipientes en

transformadores electricos. *desarrollo de un sistema multisensorial embebido para detección de fallas incipientes en transformadores electricos*. Colombia: Revista Colombiana de Tecnologías de avanzada.

Revista I+D Tecnológico. (2019). Estado del Arte de conmutación de líneas de transmisión con análisis de contingencias. *Estado del Arte de conmutación de líneas de transmisión con análisis de contingencias*. Universidad Politécnica Salesiana.

Revista multidisciplinaria Pakamuros . (11 de 09 de 2023). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica*. Amazonía.

Revista UIS Ingenierías. (2021). Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial. Santander.

SCIELO. (noviembre - diciembre de 2021). Potencia de biomasa en América del Sur para la producción de bioplásticos. Quito, Pichincha, Ecuador.

Sector Electricidad. (2019). Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/11389/el-viaje-de-la-energielectrica-y-sus-etapas-generacion-transmision-distribucion-y-utilizacion/>

Tecnológico Universitario Espíritu Santo. (2020). *Espíritu Emprendedor TES*.

Obtenido de

<http://espirituemprendedortes.com/index.php/revista/article/view/207>

UM. (1994). *Universidad de Murcia*. Obtenido de

<https://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/Tec3.pdf>

Universidad Técnica Particular de Loja. (22 de diciembre de 2022). Eficiencia

energética, clave para el desarrollo sostenible. Quito,

Pichincha, Ecuador.

Unidas, O. d. (2023). ODS 2023.

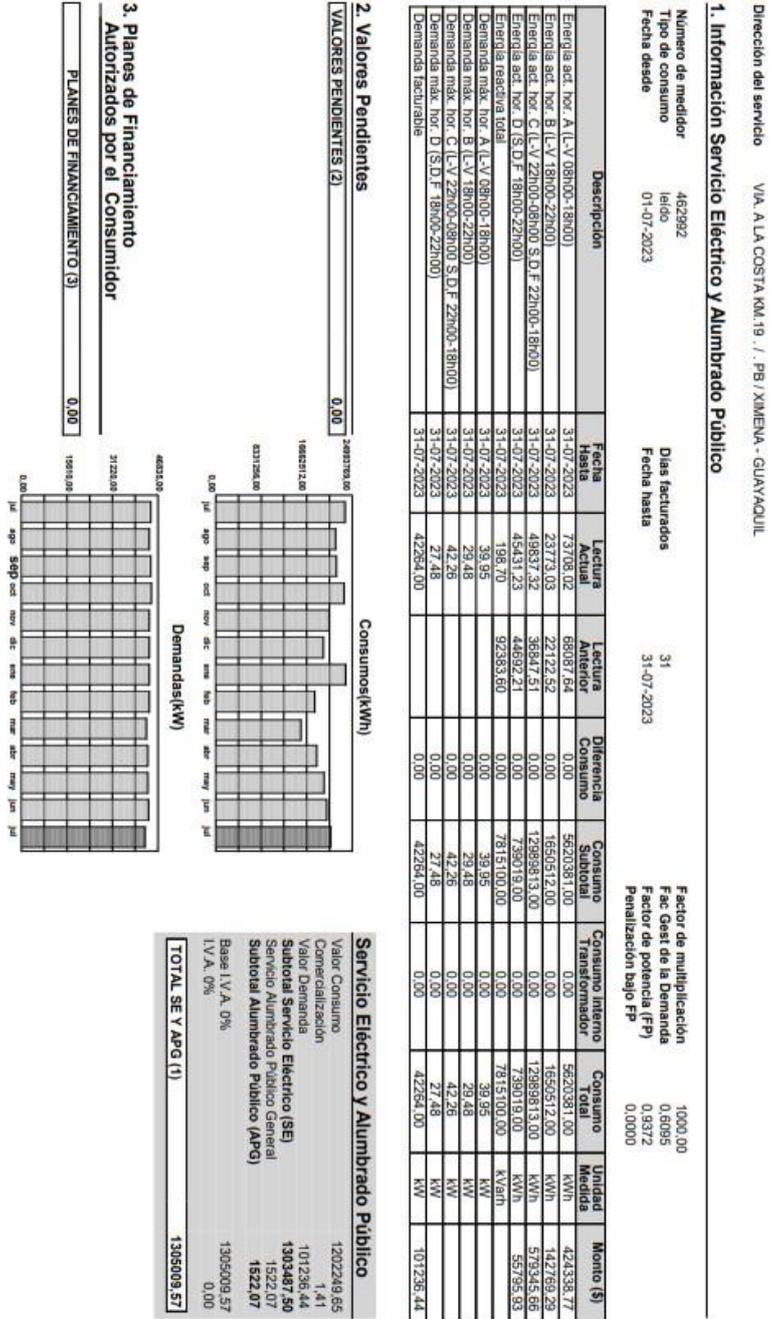
Vega Kyuper, J. C., & Ramírez Morales, S. (2019). Fuente de Energía renovable y no renovable. Aplicaciones. Bogotá D.C., Colombia.

Vera Vélez, D. L. (2019). *La investigación cualitativa*.

Zapata Sebastián, C. M. (2018). Efectos de largo plazo de la generación al 100% renovable en el mercado eléctrico colombiano. *ELSIEVER*, 10-16.

Anexo 1

Figura A1 Factura de UNCEM



Elaborado por: El Autor



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rivera Campoverde, Raúl Rolando** con C.C: **0920545365** autor del Trabajo de Integración Curricular: **Estudio De La eficiencia energética Y determinación de consumo en la Industria Manufacturera Cementera UCEM**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de integración curricular para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de integración curricular, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de febrero del año 2024

RAUL RIVERA

Rivera Campoverde, Raúl Rolando
C.C: 0920545365



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio De La eficiencia energética Y determinación de consumo en la Industria Manufacturera Cementera UCEM.		
AUTOR(ES)	Rivera Campoverde, Raúl Rolando		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) INSTITUCIÓN:	Ing. Palau De La Rosa, Luis Ezequiel. M.Sc Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de febrero del 2024	No. DE PÁGINAS:	66
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía y Sostenibilidad Industrial		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Consumo Energético, Industria del Cemento, Pérdidas Energéticas, Análisis de Procesos, Planificación Industrial		
RESUMEN:	<p>En el presente trabajo de integración curricular se aborda la problemática del consumo excesivo de energía en la industria del cemento, destacando la falta de planificación y modernización de equipos como principales causas. A nivel nacional, las empresas no priorizan el consumo energético, generando inconformidades y problemas ambientales. El estudio se enfoca en la manufacturera UCEM, especialmente en la etapa de molienda de cemento, identificando la necesidad de reducir el consumo energético y disminuir las emisiones de CO2. Los objetivos de investigación incluyen determinar pérdidas energéticas, analizar el consumo de maquinaria y proponer mejoras en eficiencia energética. La hipótesis plantea que la transformación hacia recursos renovables en la molienda de cemento mejorará la eficiencia energética. La metodología adoptada es mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos para medir parámetros clave y obtener información sobre la calidad del cemento y su relación con el consumo energético.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	<input type="checkbox"/>	Teléfono: +593- 984227671	E-mail: juan.rosales01@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	<input type="checkbox"/>	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD. Teléfono: +593- 995147293 E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			