

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMATICA Y MECÁNICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS:

**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL
MEJORAMIENTO DEL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA
EMPRESA EMBOTELLADORA INDUSTRIAL DE AGUA DE LA
REGIÓN DEL CUSCO**

PRESENTADO POR:

BR. CINTYA INDIRA BUSTAMANTE CUTIPA

BR. ALFREDO SALAS CASTILLO

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

ASESORA:

ING. MARY ELISA BARRIONUEVO PRADO

CUSCO – PERÚ

2018

PRESENTACION

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

En cumplimiento al Reglamento de Grados y títulos de la Escuela Profesional Ingeniería Eléctrica, ponemos a vuestra consideración el trabajo de investigación intitulado “Estudio de la Eficiencia Energética para el Mejoramiento del Uso de la Energía Eléctrica en la Empresa Embotelladora Industrial de Agua de la Región del Cusco”, con la finalidad de optar al Título Profesional de Ingeniero Electricista.

Actualmente, el sector energético enfrenta tres grandes retos: el cambio climático, la confiabilidad del suministro y la competitividad, este último relacionado directamente con la eficiencia energética eléctrica. En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos se encuentra la optimización de la demanda mediante el incremento de la eficiencia energética eléctrica y el ahorro económico, por ello nosotros como profesionales de la rama no podemos ser ajenos a este campo. El presente trabajo de investigación busca dar a conocer alternativas aplicables a la industria de hoy, para incrementar la eficiencia energética eléctrica, generando un ahorro económico en el sector industrial y contribuir a menguar el cambio climático que se vive en la actualidad.

Obtener el título de Ingeniero Electricista nos abrirá las puertas de un futuro prominente y consolidara nuestra visión profesional, con la finalidad de entregar a su sabia crítica y alta capacidad evaluadora el presente trabajo de investigación que a pesar de las limitaciones está avalada con la seriedad y pasión con que fue realizada.

Esperamos al mismo tiempo que el presente trabajo de investigación sea el inicio y fundamento de futuras investigaciones.

Los Tesistas.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada:

A Dios.

Por estar presente en cada paso que doy y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis Padres Lucas y Virginia.

Por darme la vida y ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mi hermana Yeshica.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan. Por su apoyo incondicional y valor mostrado para salir adelante y por su amor infinito.

A mi novia Cintya.

Porque sin ella no podría decir que culminamos satisfactoriamente esta etapa.

Tu fortaleza y aliento para continuar son sin duda el mejor descubrimiento de mi etapa universitaria.

A todos mis amigos, profesores y familiares que con sus sabios consejos y palabras de aliento me ayudaron a terminar este paso importante en la vida.

Atentamente
Alfredo Salas Castillo

La presente tesis está dedicada:

A Dios.

Por permitirme tener vida y salud para poder concretar uno más de mis objetivos ser Ingeniera.

A mis Padres Narciso y Julia

*Por brindarme su amor, su apoyo y comprensión durante toda mi etapa de estudiante.
Por sus buenos consejos y sus palabras de aliento en cada paso de mi vida*

A mi Hermano

Por enseñarme que con trabajo y perseverancia se encuentra el éxito profesional

A mi novio Alfredo.

Por ser mi apoyo fundamental e incondicional en los momentos mas difíciles de mi vida profesional y emocional, por haber dedicado tiempo y esfuerzo para culminar una meta más, por ser mi pareja idónea, por ser un ejemplo a seguir ,

*Atentamente
Cintya Indira Bustamante Cutipa*

INTRODUCCIÓN

En la década de los 90's en el Perú, surgió una época de déficit energético por causa de un periodo de estiaje prolongado, que hizo que los reservorios de agua de las centrales hidroeléctricas se reduzcan sustancialmente, ocasionando una falta de oferta energética en todo el país. Posteriormente en 1998 se inunda la Central Hidroeléctrica de Machupicchu, reduciendo la oferta en el nodo sur en un 25%, ante estos sucesos el gobierno a través del MINEM implementa un programa de ahorro energético (PAE), el cual consistía en desarrollar acciones de ahorro de energía pues no se tenían márgenes de reserva suficientes. Sin embargo, estos programas fueron periódicos y no sostenibles en el tiempo.

Actualmente, si bien es cierto las fuentes de generación de energía eléctrica se han diversificado con la implementación de centrales térmicas a gas que permiten una reserva estable pero temporal de energía (por ser el gas un recurso finito y no renovable), junto con ello también se han diversificado las industrias y comercios, a ello se suma el incremento de emisiones de CO₂ en la atmosfera (anexo A), que originan el efecto invernadero y un cambio climático cada vez más severo.

El presente estudio, busca realizar una metodología para reducir el consumo de energía eléctrica en la industria por ser este, el grupo de mayores consumidores de energía eléctrica y por ende de contaminación medioambiental, proponiendo soluciones y/o alternativas a consumos excesivos y desperdicios de energía, de forma que se haga un uso eficiente de la energía eléctrica, sin reducir los estándares de calidad del producto que producen, ni reducir los niveles de confort necesarios para producirlo. Su aplicación se realizará en una de las Empresas Embotelladoras de Agua de la región del Cusco desarrollando un estudio del sistema eléctrico de la empresa en su conjunto.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realiza el estudio y evaluación de la eficiencia energética en la industria, con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica utilizado para producir el producto comercializado, sin vulnerar los estándares de calidad y confort para producirlo. De esta manera, se logra identificar y minimizar las pérdidas y/o derroches de energía eléctrica, proponiendo alternativas de ahorro de energía y evaluando la viabilidad de poder ejecutarlas a través de su análisis económico, permitiendo así a la industria ser más competitiva y al mismo tiempo amigable con el medio ambiente, pues consumir menos energía se traduce en menores niveles de emisión de gases de efecto invernadero, que hoy en día toman mayor importancia y requieren de una acción conjunta como sociedad. Como ejemplo aplicativo se toma a una de las empresas embotelladoras más significativas de la región del Cusco.

CAPITULO I: Se describe el entorno de la eficiencia energética en el país, además de los sucesos que marcaron el inicio de programas de ahorro energético. Luego se plantea la problemática y su justificación. Así mismo se establece los objetivos e hipótesis generales, específicos y las variables objeto del estudio, los alcances y limitaciones.

CAPITULO II: Se aborda los antecedentes que preceden al presente estudio, que muestran la importancia de realizar el estudio de la eficiencia energética eléctrica en la industria, las bases y fundamento teórico necesaria para la comprensión del trabajo.

CAPITULO III: Se plantea la metodología de cómo se debe realizar un estudio de eficiencia energética en el sector industrial, los análisis de indicadores de eficiencia energética, la medición de parámetros eléctricos, el análisis de motores, de sistemas de iluminación y de facturación. Luego se plantea algunas opciones de mejora de eficiencia energética como la viabilidad de poder ejecutar dichas propuestas realizando un análisis económico.

CAPITULO IV: Se realiza el estudio de la eficiencia energética eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol, a través de un diagnóstico energético. Para ello, primero se presenta los datos generales y la organización de la empresa, se describen los procesos necesarios para la producción del agua embotellada con los equipos consumidores de energía eléctrica necesarios para la producción, los indicadores de evaluación de la eficiencia energética eléctrica, consumos de energía activa, reactiva, máxima demanda, tipo de tarifa, niveles de iluminancia, diagrama unifilar, equipos utilizados para la iluminación de la empresa en cada zona de producción, análisis de motores involucrados en la empresa y la evaluación de los mayores consumidores de energía eléctrica, % de carga, análisis de sus consumos de energía eléctrica mes a mes de acuerdo a la tarifa acordada con la empresa distribuidora de energía eléctrica.

CAPITULO V: Con los datos recabados anteriormente, se identifica y analiza las oportunidades de mejora de la eficiencia energética en la empresa embotelladora desde la implementación de nueva tecnología (led's) para el alumbrado, corrección de factor de potencia, implementación de motores de eficiencia premium, mejor selección de opción tarifaria hasta el mantenimiento de las instalaciones eléctricas (identificación de puntos calientes, pruebas de operatividad de equipos y tableros, etc.). Posteriormente se realiza el análisis económico de cada una de las opciones descritas anteriormente tomando en cuenta el ahorro energético y económico de cada una de ellas, como el cálculo del valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación de beneficio/ costo para conocer la rentabilidad y viabilidad de estas acciones de mejora. Adicionalmente se muestra una opción de financiamiento para la ejecución de las acciones de mejora como un cronograma de implementación con una duración de cuatro años que demuestra la confiabilidad del estudio.

ABSTRACT

This research work to conduct the study and evaluation of energy efficiency in the industry, in order to reduce the consumption of electrical energy used to produce the product marketed, without violating quality standards and comfort to produce it. In this way, it is possible to identify and minimize alternative energy data, proposing alternative energy savings and evaluating the viability of power through its economic analysis, as well as the most competitive industry and at the same time friendly time with the environment, since it consumes less energy, translates into lower levels of greenhouse gas emissions, which nowadays take on greater importance and require joint action as a society. As an example, it applies to one of the most important bottling companies in the Cusco region.

CHAPTER I: Describe the environment of energy efficiency in the country, in addition to the events that marked the beginning of energy saving programs. Then the problem and its justification is raised. It also establishes the objectives, general, specific hypotheses, and the variables object of the study, the scope and limitations.

CHAPTER II: Address the background that precedes the present study, which shows the importance of conducting the study of electrical energy efficiency in industry, the foundations and the theoretical basis necessary for understanding the work.

CHAPTER III: The methodology of how to conduct an energy efficiency study in the industrial sector, the analysis of energy efficiency indicators, the measurement of electrical parameters, the analysis of engines, lighting systems and billing is proposed. Then, there are some options for improving energy efficiency, such as the feasibility of executing these proposals through an economic analysis.

CHAPTER IV: The study of electrical energy efficiency in the Company Cusco del Sol, through an energy diagnosis. For this, first the general data and

the organization of the company are presented, the necessary processes for the production of bottled water are described with the electric energy consuming equipment necessary for the production, the electric energy efficiency evaluation indicators, consumptions active energy, reactive, maximum demand, rate type, illuminance levels, single line diagram, equipment used for company lighting in each production area, engine analysis involved in the company and the evaluation of the largest energy consumers electric,% of load, analysis of your electricity consumption month by month according to the tariff agreed with the electric power distribution company.

CHAPTER V: With the data gathered above, the opportunities for improving energy efficiency in the bottling company are identified and analyzed from the implementation of new technology (LED's) for lighting, power factor correction, implementation of premium efficiency engines, better selection of fare options up to the maintenance of electrical installations (identification of hot spots, equipment and board operation tests, etc.). Subsequently, the economic analysis of each of the options described above is carried out taking into account the energy and economic savings of each of them, such as the calculation of the net present value (NPV), the internal rate of return (IRR) and the relationship of benefit / cost to know the profitability and viability of these improvement actions. Additionally, a financing option for the execution of the improvement actions is shown as an implementation schedule with a duration of four years that demonstrates the reliability of the study.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACION	II
INTRODUCCIÓN	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VIII
INDICE DE ILUSTRACIONES	XV
CAPÍTULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	5
1.5.1. ALCANCES	5
1.5.2. LIMITACIONES	6
1.6. OBJETIVOS.....	6
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.7. HIPÓTESIS Y VARIABLES	6
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL	6
1.7.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	7
1.8. VARIABLES E INDICADORES	7
1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.9.1. TIPO	8
1.9.2. NIVEL	8
1.9.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	9
1.9.4. MÉTODO.....	9
1.9.5. TÉCNICA.....	9
1.9.6. EQUIPOS	10
1.9.7. INSTRUMENTOS.....	11
1.9.8. ANÁLISIS DE DATOS	12
1.10. MARCO LEGAL	12

1.11. MATRIZ DE CONSISTENCIA	14
CAPÍTULO II.....	16
FUNDAMENTO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICO	16
2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	18
2.2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	18
2.2.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA (EEE).....	18
2.2.3. BENCHMARKING ENERGÉTICO.....	19
2.2.4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	19
2.2.5. ÍNDICES DE CONSUMOS ENERGÉTICOS.....	20
2.2.6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE INDUCCIÓN	21
2.2.7. ILUMINANCIAS MÍNIMAS PARA AMBIENTES	30
2.2.8. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO	42
2.2.9. PLAN DE ACCIÓN	42
2.2.9.1. FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN.....	43
2.2.9.2. PRINCIPIOS QUE ORIENTAN LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN.....	43
2.2.9.3. ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES	43
2.2.9.4. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN	44
2.2.9.5. OPCIONES DE AHORRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	45
2.2.9.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS.....	45
2.2.9.7. VALOR ACTUAL NETO	45
2.2.9.8. TASA INTERNA DE RETORNO.....	47
2.2.9.9. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C):.....	48
CAPÍTULO III.....	50
METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO PARA EL ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL	50
3.1. INTRODUCCIÓN	50
3.2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	51
3.3. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	51
3.3.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA Y/O INDUSTRIA.....	51

3.3.2. DATOS DE PRODUCCIÓN.....	52
3.3.3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	53
3.3.3.1. DIAGRAMA DE PROCESOS	53
3.3.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA	54
3.3.5. ANÁLISIS DE MOTORES	58
3.3.6. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	61
3.3.6.1. ZONA DE TRABAJO	62
3.3.6.2. DEFINICIÓN DEL ESPACIO	62
3.3.6.3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	63
3.3.6.4. ANÁLISIS DE LUMINARIAS EXISTENTES.....	64
3.3.6.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS.....	65
3.3.6.6. MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINANCIA.....	67
3.3.6.7. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ACTIVIDAD.....	68
3.3.7. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN	68
3.3.8. ELABORACIÓN DE ÍNDICES DE CONSUMO O ÍNDICES ENERGÉTICO	70
CAPÍTULO IV	71
ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE AGUACUSCO DEL SOL S.R.L.	71
4.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	71
4.1.1. MISIÓN.....	72
4.1.2. VISIÓN	72
4.1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	72
4.2. DATOS DE PRODUCCIÓN.....	73
4.3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	74
4.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA	81
4.4.1. DIAGRAMA UNIFILAR	81
4.4.2. ZONIFICACIÓN DE ÁREAS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL.....	81
4.4.3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CARGAS.....	82
4.4.4. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS INSTALADAS	84
4.4.5. MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.....	95

4.4.6.	ANÁLISIS DE MOTORES	100
4.4.7.	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	105
4.4.8.	DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ZONAS	112
4.4.9.	ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN	114
4.4.10.	ELABORACIÓN DE ÍNDICES DE CONSUMO O ÍNDICES ENERGÉTICO	125
CAPÍTULO V	132
IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELECTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.....		
132		
5.1.	INTRODUCCIÓN	132
5.1.1.	CONTROL DE LA DEMANDA A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DE CARGA	133
5.1.2.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	135
5.1.3.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	136
5.1.4.	VARIADORES DE VELOCIDAD	137
5.1.5.	MEDIDAS CORRECTIVAS	142
5.1.6.	SISTEMA DE CONTROL	142
5.2.	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA	144
5.3.	IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	144
5.3.1.	CAMBIO DE REFLECTORES Y LÁMPARAS FLUORESCENTES.	144
5.3.2.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA.....	147
5.3.2.1.	FORMAS DE INSTALACION Y LOCALIZACIÓN DE BANCO DE CONDENSADORES.....	148
5.3.3.	REEMPLAZO DE MOTORES ESTÁNDAR POR UNO DE ALTA EFICIENCIA O PREMIUM.....	151
5.3.4.	CAMBIO DE OPCIÓN TARIFARIA.....	158
5.3.5.	MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	160
5.3.6.	RESUMEN DE LOS AHORROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	162
5.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	163

5.5. CONCLUSION GENERAL	171
5.6. RECOMENDACIONES	172
5.7. TRABAJOS FUTUROS	172
BIBLIOGRAFÍA	173
ANEXOS	175

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de evolución entre oferta y demanda de electricidad (periodo 2005-2015).....	1
Ilustración 2: Producción de Energía Eléctrica por tipo de fuente (Año 2015) ...	2
Ilustración 3: Funcionamiento de un Motor Eléctrico.....	21
Ilustración 4: Comportamiento de las Pérdidas en Función de la Carga de un Motor.....	23
Ilustración 5: Comparación de Eficiencia en Motores Eléctricos.....	25
Ilustración 6: Eficiencia vs Factor de Carga en Motores Eficientes.....	26
Ilustración 7: Partes de la Lámpara Fluorescente.....	27
Ilustración 8: Tipos de Fluorescentes Utilizados en la Industria.....	28
Ilustración 9: Partes de la Lámpara de Halogenuros Metálicos.....	29
Ilustración 10: Tipos de Halogenuros Utilizados en la Industria.....	30
Ilustración 11: Cavidades Zonales de Recinto.....	36
Ilustración 12: Separación de Lámparas y su Influencia.....	40
Ilustración 13: Distancias Típicas a la Pared de Algunos Tipos de Luminarias	41
Ilustración 14: Modelo de Diagrama de Operaciones.....	53
Ilustración 15: Triángulo de potencias.....	58
Ilustración 16: Formato para el Procedimiento de Análisis de Sistemas de Iluminación.....	62
Ilustración 17: Índice de Protección.....	66
Ilustración 18: Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	71
Ilustración 19: Organigrama Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	72
Ilustración 20: Producción Mensual de Hectolitros Embotellados.....	74
Ilustración 21: Diagrama de Operaciones del Proceso de Elaboración de Agua de Mesa en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	80
Ilustración 22: Distribución por áreas de la Embotelladora Cusco Sol.....	82
Ilustración 23: Plano de ubicación de SSEE Cusco del Sol S.R.L.....	83
Ilustración 24: Características de la Subestación 0010354.....	84
Ilustración 25: Distribución de Luminarias e Incidencia del consumo de Energía por Zonas (%).....	93
Ilustración 26: Distribución de Tomacorrientes e Incidencia de Consumo de Energía (%).....	95

Ilustración 27: Incidencia de cargas en el Consumo de energía eléctrica en la Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	98
Ilustración 28: Incidencia de Fajas de Transporte en el Consumo de Energía Eléctrica en la Embotelladora Cusco del Sol	99
Ilustración 29: Distribución de Cargas Eléctricas por Zonas	114
Ilustración 30: Diagrama de Demanda Máxima en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en el 2016	124
Ilustración 31: Diagrama de Consumo de Energía Activa en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en el 2016	124
Ilustración 32. Diagrama de Consumo de Energía Reactiva en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en el 2016	125
Ilustración 33: Histograma de Facturación de Energía Eléctrica en la Tarifa MT2 para el año 2016 en Cusco del Sol S.R.L.	127
Ilustración 34: Histograma de Evolución de Máxima Demanda para el año 2016 en Cusco del Sol S.R.L.	128
Ilustración 35: Consumo de Energía Activa en el año 2016 de la Empresa Cusco del Sol S.R.L.	129
Ilustración 36: Consumo de Energía Reactiva en el año 2016 de la Empresa Cusco del Sol S.R.L.	130
Ilustración 37: Ubicación de Banco de Condensadores en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.	149
Ilustración 38: Triangulo de Potencia para Corrección del Factor de Potencia de la Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.	150
Ilustración 39: SSEE DE LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L (Salida de Cables, lado secundario del transformador reductor 10.5/0.38 KV)	161

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de Energía Eléctrica por tipo de fuente (año 2015)	2
Tabla 2: Clasificación de Variables	7
Tabla 3: Equipos Utilizados para la Toma de Datos	10
Tabla 4 : Equipos Utilizados para la Toma de Datos	11
Tabla 5: Matriz de Consistencia	14
Tabla 6: Tipos de Perdidas en un Motor de Inducción	23
Tabla 7: Comparación de Eficiencia en Motores Eléctricos	25
Tabla 8: Iluminancias Mínimas para Ambientes	30
Tabla 9: Iluminancias Mínimas para Ambientes	31
Tabla 10 : Iluminancias Mínimas para Ambientes	31
Tabla 11 : Iluminancias Mínimas para Ambientes	32
Tabla 12 : Iluminancias Mínimas para Ambientes	32
Tabla 13 : Iluminancias Mínimas para Ambientes	33
Tabla 14: Calidad de Iluminación por Tipo de Tarea Visual	33
Tabla 15: Formato de Toma de Datos Generales de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol	52
Tabla 16: Formato de Toma de Datos del Régimen de Actividad	52
Tabla 17: Formato Para la Toma de Datos de las Maquinas	55
Tabla 18: Formato Para la Toma de datos de las Luminarias	55
Tabla 19: Formato de Toma de Datos de los Parámetros Eléctricos	58
Tabla 20: Formato de la Toma de Dato de los Factores de Carga en los motores de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L	60
Tabla 21: Formato de Toma de Datos de la Eficiencia de los Motores de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L	61
Tabla 22: Formato para la Toma de Datos del Tipo de Alumbrado por Zonas	64
Tabla 23: Comparación de Lámparas	65
Tabla 24 : Descripción de Grados de Protección IP – Solidos	66
Tabla 25: Descripción de Grados de Protección IP – Líquidos	67
Tabla 26: Formato para la Toma de Datos de los Nivel de Iluminancia por Zonas	68
Tabla 27: Formato para la Toma de Datos de la Distribución de Consumo de Energía Eléctricas por Zonas	68
Tabla 28: Formato de Lecturas y Consumos de Energía Eléctrica	70

Tabla 29: Formato para la Toma de Datos de los Indicadores de la Eficiencia Energética.....	70
Tabla 30: Datos Generales de la Embotelladora Cusco del Sol	71
Tabla 31: Régimen de Actividad	73
Tabla 32: Preformas Pet´s Comercializadas	77
Tabla 33 : Registro de Cargas Eléctricas.....	85
Tabla 34 : Registro de Cargas Eléctrica.....	85
Tabla 35: Registro de Cargas Eléctricas.....	86
Tabla 36: Registro de Cargas Eléctricas.....	86
Tabla 37: Registro de Cargas Eléctricas.....	87
Tabla 38: Luminarias Utilizadas en el Área de Planta de Producción	88
Tabla 39: Luminarias Utilizadas en el Área de APT (Almacén Producto Terminado).....	88
Tabla 40: Luminarias Utilizadas en el Área de Control de Calidad	89
Tabla 41: Luminarias Utilizadas en el Área de Bidones y Depósito	89
Tabla 42: Luminarias Utilizadas en el Área de Bag in box y Depósito	90
Tabla 43: Luminarias Utilizadas en el Área de Almacén de Pet´s.....	90
Tabla 44: Luminarias Utilizadas en el Área de Soplado, Horno y Almacén de Botellas	91
Tabla 45: Lámparas Utilizadas en la Zona Compresores, Bombas y SSEE	91
Tabla 46: Lámparas Utilizadas en la Zona de Filtros y Tanques.....	92
Tabla 47: Lámparas Utilizadas en las Áreas Administrativas (2do Piso)	92
Tabla 48: Distribución de Tomacorrientes en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	94
Tabla 49 : Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de Bombas, Motores y Hornos de la Embotelladora Cusco del Sol.....	95
Tabla 50 : Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de Bombas, Motores y Hornos de la Embotelladora Cusco del Sol.....	96
Tabla 51: Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de Bombas, Motores y Hornos de la Embotelladora Cusco del Sol.....	97
Tabla 52: Registro de Parámetros Eléctricos de Fajas de Transporte en la Embotelladora Cusco del Sol.....	99
Tabla 53: Factores de Carga en los Motores de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol.....	100

Tabla 54 : Factores de Carga en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol.....	101
Tabla 55: Factores de Carga en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol	102
Tabla 56: Factores de Carga en los Motores de las Correas de Transporte de la Embotelladora Cusco del Sol.....	102
Tabla 57 : Eficiencia en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol.....	103
Tabla 58: Eficiencia en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol.....	104
Tabla 59: Tipo de Alumbrado por Zona.....	105
Tabla 60: Consumo de Potencia por Áreas	106
Tabla 61 : Tipos de Luminarias por Áreas	106
Tabla 62 : Tipos de Luminarias por Áreas	107
Tabla 63 : Tipos de Luminarias por Áreas	107
Tabla 64: Cálculo del Número de Luminarias por Zonas por el Método de Lúmenes	109
Tabla 65: Nivel de Iluminancia por Zonas	112
Tabla 66: Distribución de Cargas Eléctricas por Zonas	113
Tabla 67: Lecturas y Consumos de Energía Eléctrica de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	116
Tabla 68: Factura Mes de Enero.....	117
Tabla 69: Factura Mes de Febrero.....	117
Tabla 70: Factura Mes de Marzo	118
Tabla 71: Factura Mes de Abril	118
Tabla 72: Factura Mes de Mayo.....	119
Tabla 73: Factura Mes de Junio.....	119
Tabla 74: Factura Mes de Julio	120
Tabla 75: Factura Mes de Agosto	120
Tabla 76: Factura Mes de Setiembre	121
Tabla 77: Factura Mes de Octubre.....	121
Tabla 78: Factura Mes de Noviembre	122
Tabla 79: Factura Mes de Diciembre	122
Tabla 80: Registro de consumo Eléctrico Mensual en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	123

Tabla 81: Indicadores de eficiencia energética en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.....	126
Tabla 82: Diagrama de Costo de Energía Eléctrica en la Tarifa MT2	127
Tabla 83: Registro del año 2016 de Máxima Demanda en la Empresa Cusco del Sol S.R.L	128
Tabla 84: Consumo de Energía Activa en el 2016 por la Empresa Cusco del Sol S.R.L.	129
Tabla 85: Consumo de Energía Reactiva en el 2016 por la Empresa Cusco del Sol S.R.L.....	130
Tabla 86: Valores de Corrección de Factor de Potencia.....	136
Tabla 87: Propuesta de Cambio de Lámparas High Bay por Led	145
Tabla 88: Propuesta de Cambio de Lámparas Fluorescentes T-12 por Fluorescentes T-5	145
Tabla 89: Propuesta de Cambio de Lámparas en la Zona de Filtros y Oficinas Administrativas.....	146
Tabla 90: Propuesta de Cambio de Lámparas.....	146
Tabla 91: Resumen de Ahorro de Potencia por cambio de Lámparas en la Embotelladora Cusco del Sol.....	147
Tabla 92: Características de la Sopladora de Pet´s	152
Tabla 93: Características de la Sopladora de Pet´s (propuesta).....	153
Tabla 94: Características del Horno de Soplado.....	154
Tabla 95: Características del Horno de Soplado (Propuesta)	155
Tabla 96: Características del Horno Empaquetador	156
Tabla 97: Características del Horno Empaquetador (Propuesta).....	157
Tabla 98: Tabla de Comparación de Tarifas Eléctricas para la Embotelladora Cusco del Sol.....	159
Tabla 99: Resumen del Ahorro Económico en la Embotelladora Cusco del Sol	163
Tabla 100: Inversión - Uso Eficiente de la Energía Eléctrica	164
Tabla 101: Inversión – Compensación del Factor de Potencia	164
Tabla 102: Inversión – Implementación de Motores con Eficiencia Premium	165
Tabla 103: Inversión – Sistemas de Iluminación Eficientes	165
Tabla 104: Inversión – Mejoramiento y Control de la Tarifación	166
Tabla 105: Resumen de Inversiones (Duración: Cuatro años)	167

Tabla 106: Resumen de Ahorro Económico (Duración: Cuatro años)	168
Tabla 107: Flujo de Análisis Económico	169

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO

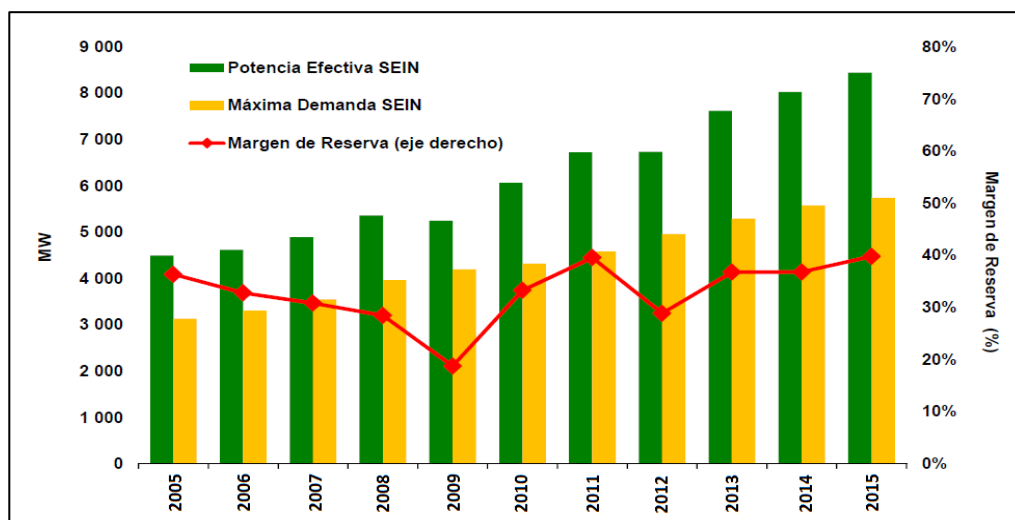
La Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. está ubicada en la zona sur este de la ciudad del Cusco, distrito de Wanchaq – zona parque industrial, presentando las siguientes características ambientales:

- Humedad relativa promedio : 56%
- Temperatura mínima : 8°C
- Temperatura máxima : 19°C
- Temperatura promedio : 15°C

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento económico sostenido en el Perú explica el incremento de la demanda eléctrica en 9% promedio anual en los últimos 5 años, lo que trae consigo una variación del margen de reserva de capacidad (MINEM-DGE, 2015).

Ilustración 1: Diagrama de evolución entre oferta y demanda de electricidad (periodo 2005-2015)



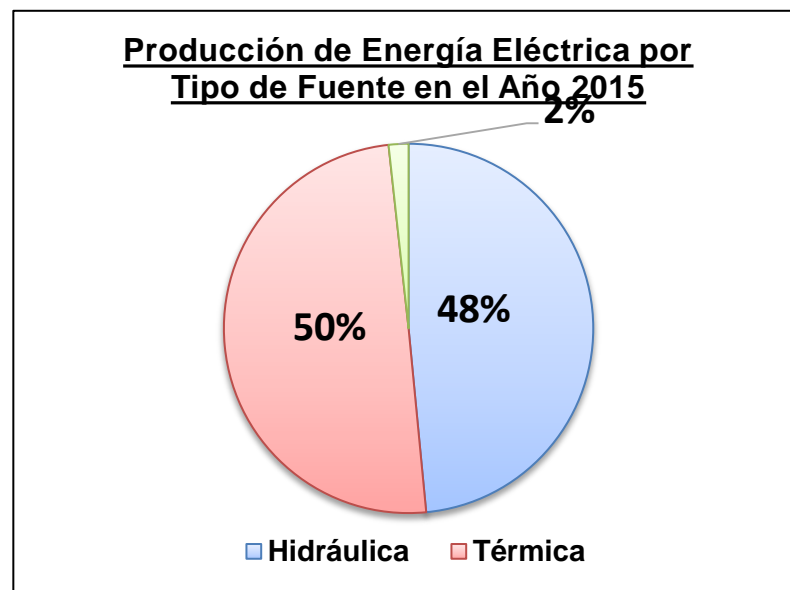
Fuente: (MINEM-DGE, 2015)

En la ilustración 1, si bien se aprecia un crecimiento de la reserva en los últimos años, este incremento se dio en gran medida por la contribución del

gas natural y dicho crecimiento tiene un tiempo de vida limitado, ya que el gas natural es un recurso energético no renovable, por ello ante el crecimiento de la demanda en los siguientes años, y con la contribución cada vez menor del gas natural, el sector eléctrico podría enfrentar riesgos de déficit de energía, aumento de los costos marginales, racionamiento en el mediano plazo y riesgo de insuficiencia en el largo plazo.

Tal como se muestra en la ilustración 2, en el 2015 la producción de energía eléctrica fue de 48 066.20 GW.h de los cuales aproximadamente el 50% de la oferta eléctrica del país fue generado por centrales termoeléctricas, principalmente las que se alimentan con el gas natural (Ruiz & Vera Tudela, 2013).

Ilustración 2: Producción de Energía Eléctrica por tipo de fuente (Año 2015)



Fuente: (MINEM-DGE, 2015)

Tabla 1: Producción de Energía Eléctrica por tipo de fuente (año 2015)

Producción de Energía Eléctrica por Tipo de Fuente en el año 2015				
Año	Total Generado	Hidráulica	Térmica	RER*
2015	48,066.20 GW.h	23,300.6 GW.h	23,932.8 GW.h	832.8 GW.h
	100%	48.5%	49.8%	1.7%

Fuente: (MINEM-DGE, 2015)

En una época en la que la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor y que el consumo de energía eléctrica se ha llegado a entender como un indicador de actividad y desarrollo de un país, se ha extrapolado esta falsa identidad entre consumo y desarrollo dejando en un segundo plano los parámetros de la eficiencia del consumo de energía eléctrica.

En un estudio realizado por la empresa PROCOBRE, se afirma que la mayoría de las instalaciones eléctricas residenciales derrochan un 20% o más de la energía que se adquiere de las empresas concesionarias de distribución de energía eléctrica, debido a una mala selección y operación inadecuada de los equipos y sistemas de distribución de electricidad. Así mismo, en el sector industrial se calcula que cerca del 35% de la energía utilizada para el consumo eléctrico, es derrochada (perdidas) y/o mal utilizada (PROCOBRE, 2000).

Al ser el sector industrial un actor importante para el desarrollo de la región y del país por ser un activador de la economía, se debe buscar optimizar los recursos de forma que el sector industrial en la región del Cusco sea más competitivo y se oriente a la mejora continua, para tal propósito necesita ser cada día más eficiente y ello implica reducir costos para maximizar beneficios. Así mismo, la misma actividad industrial y el uso de energía eléctrica suponen la principal causa, junto con el transporte de las emisiones de gases de efecto invernadero lo cual trae consigo el cambio climático que actualmente se vive y una forma de limitar e impedir sus consecuencias consiste en realizar un uso eficiente y racional de la energía eléctrica.

En la región del Cusco se cuenta con distintos tipos de industrias siendo las más resaltantes las empresas embotelladoras. Un caso específico es la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L, la cual tiene una potencia contratada de 250 kW, un consumo mensual promedio de 87,327.58 kW.h y una demanda máxima mensual promedio de 85.88 kW. En el sistema tarifario es considerada con la tarifa MT2, la cual es una tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de dos potencias. Así mismo es calificada como un cliente presente en horas punta, lo que ocasiona una facturación que supera los S/. 32,000.00 nuevos soles al mes

por consumo de energía eléctrica, esto es la consecuencia de no contar con un estudio de eficiencia energética para el mejoramiento del uso de energía eléctrica en una embotelladora industrial de agua y hace que dicha empresa embotelladora sea menos competitiva frente a otras marcas, ya que sus costos de producción son más elevados, lo que a mediano y largo plazo puede conllevar a problemas más serios tales como una reducción sustancial en las ventas y por ende en las utilidades de la empresa, en este posible escenario llevaría a la empresa a un estado de crisis agudo pudiendo incluso terminar en un cierre definitivo de la misma si es que no se toman las medidas correctivas necesarias.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera un Estudio de la Eficiencia Energética logrará la Mejora del Uso de la Energía Eléctrica en una Empresa Embotelladora Industrial de la Región del Cusco?

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La situación heredada de la industria de las décadas pasadas, en la que hablar de eficiencia energética era un tema que estaba en segundo plano por no estar asociada al desarrollo de la industria propiamente y menos a una contribución con la sociedad y el medio ambiente, ha conducido a que actualmente las empresas, industrias y la sociedad en su conjunto no hagan un uso responsable y consciente de la energía eléctrica, ya sea por desconocimiento o falta de asesoramiento (ONUDI, 2016). Por lo que se debe reconocer que en nuestra coyuntura actual representa un problema que año tras año se va agudizando y trae consigo consecuencias, que incluso podrían conllevar al cierre de una empresa, no obstante, es un problema remediable. Por ello, el presente trabajo de investigación, plantea realizar en una de las empresas embotelladoras industriales más significativas de la ciudad del Cusco un estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de energía eléctrica, es decir realizar una serie de acciones que contribuyan a una reducción sustancial del consumo de energía eléctrica tales como: selección adecuada de opción tarifaria, desarrollar una cultura energética en todo el personal, programar la

producción evitando tiempos muertos que generen pérdida de energía, optimizar el sistema de iluminación, corregir el factor de potencia, innovar con tecnología más avanzada o utilizar motores de alto rendimiento. Todo ello sin disminuir los niveles de calidad del producto comercializado, ni vulnerar los niveles de confort necesarios para producirlos. Como consecuencia adicional de la reducción del consumo de energía eléctrica y la implementación de nueva tecnología en los ambientes de la empresa embotelladora, lleva a la misma a ser amigable con el medio ambiente, logrando de esta manera realizar una mejora integral de la empresa embotelladora lo que en el corto y mediano plazo hará que sea más competitiva frente a las demás marcas a causa de la reducción de los costos de producción.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1. ALCANCES

El Estudio de la Eficiencia Energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco, consiste en realizar una recolección de datos sobre el suministro y consumo de energía eléctrica con el propósito de evaluar, cuantificar y proponer alternativas de mejora para el incremento de la eficiencia energética en las empresas embotelladoras industriales de agua analizando la conveniencia y oportunidad de poder ejecutarlas para que en un corto-mediano plazo sean traducidas como un ahorro de energía eléctrica como de costos de producción para la empresa embotelladora.

Cabe precisar que las propuestas de mejora de la eficiencia energética serán realizadas de forma que no reduzcan el volumen de producción ni vulneren los niveles de calidad y confort para producir el agua de mesa. Como caso práctico en el presente estudio se toma el sistema de utilización de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L, lo que comprende las áreas de:

- Control de calidad (laboratorio).
- Planta de producción (sala de filtros, llenadora, taponadora, empaquetadora).

- Área de producto terminado (APT)
- Oficinas administrativas (gerencia, tesorería, secretaria, etc.)

1.5.2. LIMITACIONES

Para el desarrollo del presente estudio, un aspecto limitante fue el difícil acceso a la información de la muestra debido al horario de producción y falta de personal técnico.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una metodología para elaborar un diagnóstico energético, con el fin de desarrollar un estudio de la Eficiencia Energética en todas las instalaciones de una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco.
2. Elaborar un diagnóstico energético a una empresa embotelladora industrial de agua en la región del Cusco, para conocer con mayor exactitud los consumos reales de energía y por ende la situación energética actual de la empresa.
3. Evaluar las alternativas de mejora desde el punto de vista técnico y económico (beneficio - Costo) para el uso eficiente de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco.

1.7. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

- El estudio de la eficiencia energética logra la mejora del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco, a través de propuestas que permiten disminuir la demanda eléctrica (consumo de energía

eléctrica), sin vulnerar los niveles de calidad y confort necesarios para producir el producto comercializado.

1.7.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

1. La metodología para elaborar un Diagnóstico Energético en la empresa embotelladora industrial de agua, permite identificar los pasos y procedimientos de manera adecuada, para elaborar un diagnóstico, energético.
2. El Diagnostico Energético en la empresa embotelladora industrial de agua, permite identificar, realizar y cuantificar las propuestas de mejora para un uso eficiente de la energía eléctrica.
3. Las propuestas de mejora brindan la oportunidad de reducir el consumo de energía eléctrica y permiten crear una cultura de eficiencia energética en el personal que labora en el sector industrial, lo que ayuda a realizar un mejor seguimiento y control a futuro. El realizar un estudio económico de las propuestas de mejora para la reducción del consumo de energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco, permite identificar la viabilidad de poder ejecutarlas.

1.8. VARIABLES E INDICADORES

Las variables en el presente estudio serán según la siguiente tabla:

Tabla 2: Clasificación de Variables

VARIABLES	INDICADORES
Variable Independiente	
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia Energética 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice Energético [kW.h/Producto] • Nivel de Actividad [Producción/día] • Intensidad energética [kW.h/Nivel de actividad]

Variable dependiente:	
<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de consumo de Energía Eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda Eléctrica en la Empresa Embotelladora [kW.h]
Variable Interviniente:	
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Económico de las propuestas de mejora para un uso eficiente de la Energía Eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • VAN [S/.] • TIR [%] • Relación B/C

Fuente: Elaboración propia

1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1. TIPO

La presente investigación es de tipo aplicada pues tiene por objeto calcular la eficiencia energética en la empresa embotelladora Cusco del Sol S.R.L. y plantear propuestas de mejora que contribuyan a la reducción sustancial de la demanda eléctrica sin vulnerar los niveles de calidad y confort necesarios para producirlos, para ello se utiliza la estadística como herramienta básica para el análisis de datos. Por tanto, el desarrollo del estudio se realizará con el enfoque cuantitativo, debido a la preponderancia del análisis de datos que se basan en la cuantificación y cálculo de los mismos (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2007).

1.9.2. NIVEL

El nivel de una investigación viene dado por el grado de profundidad y alcance que se pretende con la misma, en consecuencia, el nivel del estudio a desarrollar es Descriptivo – Correlacional, porque consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes mediante una descripción exacta de las actividades y procesos identificando la relación entre las variables y proponiendo alternativas de mejora de la eficiencia energética en la Empresa

Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en un tiempo determinado (Noguera Ramos, 2003).

1.9.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

- La población donde se realizará el estudio, está conformada por todos los ambientes de la “Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.”.
- Las muestras que se deben tomar en el presente estudio serán los niveles de tensión, potencia, intensidad de corriente, energía consumida, factor de potencia en los distintos equipos que se encuentran en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

1.9.4. MÉTODO

Se entiende como método, al camino o procedimiento que se sigue mediante un conjunto sistemático de operaciones y reglas prefijadas para alcanzar el resultado propuesto. El método es el orden que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñar la manera de alcanzar un objetivo.

Por ello, el presente estudio tiene un método ex-post-facto, es decir primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, para posteriormente plantear alternativas de mejora de la eficiencia energética, por lo que se trata de un método de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto del análisis ya que no se tiene el control directo sobre las variables porque ya acontecieron sus manifestaciones y en base a ello se analizan sus consecuencias y se plantea alternativas de mejora (diagnostico – propositivo) (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2007).

1.9.5. TÉCNICA

Para la realización del presente estudio se utilizará la técnica no experimental donde no se construye ninguna situación sino se observan situaciones ya existentes, es decir situaciones no provocadas intencionalmente por los investigadores y está integrada

por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y toma de datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver.

Para recabar la información, se recurre a diferentes fuentes de información clasificadas como fuentes primarias y secundarias de la siguiente manera:

- Fuentes Primarias. - Caracterizadas por ser nuevas, originales y contemporáneas, denominadas también información de primera mano. Para el presente estudio se tienen como fuentes primarias a encuestas, entrevistas, mediciones y otros.
- Fuentes Secundarias. - Son aquellas que contienen material ya conocido pero organizado y sintetizado. Para el presente estudio las fuentes secundarias son las fuentes impresas citadas en la bibliografía, artículos de revistas y fuentes de internet (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2007).

1.9.6. EQUIPOS

Para la toma de datos en la planta embotelladora se utilizarán los siguientes equipos:

Tabla 3: Equipos Utilizados para la Toma de Datos

<ul style="list-style-type: none">• Equipo 01: Multímetro Fluke 87 V	
--	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 : Equipos Utilizados para la Toma de Datos

<ul style="list-style-type: none">• Equipo 01: Pinza Amperimetrica Fluke 376	 A yellow and red Fluke 376 FC clamp meter is shown in its black carrying case. The device has a digital display and various control buttons.
<ul style="list-style-type: none">• Equipo 02: Verificador de Tensión Volt Alert Fluke 1AC-A II.	 A yellow and black Fluke 1AC-A II voltage tester is shown. It has a white tip and a black handle with a yellow grip.
<ul style="list-style-type: none">• Equipo 03: Analizador de Redes PQA824	 A PQA824 network analyzer is shown. It has a blue and orange casing and a large color display showing a network diagram and various settings.

Fuente: Elaboración Propia

1.9.7. INSTRUMENTOS

Para la recopilación de información se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Registro de campo, registro de datos, encuestas, entrevistas, histogramas.

1.9.8. ANÁLISIS DE DATOS

El presente estudio se desarrollará por etapas, organizado de la siguiente manera:

- Recolección de información básica de las instalaciones, para lo cual se realizará la identificación del proceso productivo, fuentes de energía, consumos de energía, capacidad instalada, horas de operación, información histórica de las facturas del suministro. Así mismo también se recopilará datos a través de encuestas y mediciones propias realizadas por los autores.
- Análisis cuantitativo y cualitativo del consumo de energía eléctrica, para visualizar el estado actual de las instalaciones pudiendo identificar las pérdidas de energía en equipos y sistemas de producción, es decir, se realizará un diagnóstico del estado actual de las instalaciones de la empresa embotelladora.
- Realizar un diagnóstico energético, el cual consiste en el procesamiento de los datos obtenidos en la etapa anterior con la ayuda de diferentes métodos y softwares de cálculo que permitirá identificar las propuestas de mejora de la eficiencia energética en la empresa embotelladora de agua.
- Análisis de las propuestas de mejora para un uso eficiente de la energía desde el punto de vista técnico (índices de consumo de energía, eficiencia energética) y económico (VAN, TIR, B/C).
- Elaboración de un estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en la empresa embotelladora de agua de la región del Cusco (caso práctico, Cusco del Sol S.R.L)

1.10. MARCO LEGAL

- Ley de Concesiones Eléctricas.
- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
- Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006
- Ley N°27345, “Ley de Promoción de Uso Eficiente de la Energía”.

- D.S. N°053-2007-EM, “Reglamento de la Ley de Promoción de Uso Eficiente de la Energía”.
- Resolución Ministerial N° 038-2009-MEM/DM (Indicadores de Consumo Energético y Metodología de monitoreo)
- Decreto Supremo N° 064-2010-EM (Política energética Nacional del Perú 2010-2040).
- IEC 61557-12 e IEEE 1448 “Mediciones de Potencia”

1.11. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 5: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿De qué manera un Estudio de la Eficiencia Energética logrará la Mejora del Uso de la Energía Eléctrica en una Empresa Embotelladora Industrial de la Región del Cusco?	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco. 	<p><u>HIPOTESIS GENERAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> El estudio de la eficiencia energética logra la mejora del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco, a través de propuestas que permiten disminuir la demanda eléctrica (consumo de energía eléctrica), sin vulnerar los niveles de calidad y confort necesarios para producir el producto comercializado. 	Variable independiente: Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> Índice Energético [kW.h/Producto] Nivel de Actividad [Producción/día] Intensidad energética [kW.h/Nivel de actividad]
			Variable dependiente: Nivel de consumo de Energía	<ul style="list-style-type: none"> Demanda eléctrica en la empresa embotelladora industrial [kW.h]
			Variable interviniente: Análisis Económico de las propuestas de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> VAN [S/.] TIR [%] Relación B/C

	<p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar una metodología para elaborar un diagnóstico energético, con el fin de desarrollar un estudio de la Eficiencia Energética en todas las instalaciones de una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco. 2. Elaborar un diagnóstico energético a una empresa embotelladora industrial de agua en la región del Cusco, para conocer con mayor exactitud los consumos reales de energía y por ende la situación energética actual de la empresa. 3. Evaluar las alternativas de mejora desde el punto de técnico y económico (beneficio - Costo) para el uso eficiente de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco. 	<p><u>HIPOTESIS ESPECÍFICAS</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La metodología para elaborar un Diagnóstico Energético en la empresa embotelladora industrial de agua, permite identificar los pasos y procedimientos de manera adecuada, para elaborar un diagnóstico, energético. 2. El Diagnostico Energético en la empresa embotelladora industrial de agua, permite identificar, realizar y cuantificar las propuestas de mejora para un uso eficiente de la energía eléctrica. 3. Las propuestas de mejora brindan la oportunidad de reducir el consumo de energía eléctrica y permiten crear una cultura de eficiencia energética en el personal que labora en el sector industrial, lo que ayuda a realizar un mejor seguimiento y control a futuro. El realizar un estudio económico de las propuestas de mejora para la reducción del consumo de energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua en la Región del Cusco, permite identificar la viabilidad de poder ejecutarlas. 		
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICO

Se debe reconocer que la falta de un estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en las empresas e industrias no es solo un problema local ni nacional sino de clase mundial, ya que muchos países alrededor del mundo vienen experimentando problemas de déficit de energía y consecuencias de un cambio climático más severo, lo que lleva al sector industrial por ser la industria uno de los principales consumidores de energía eléctrica a tener que ser cada día más competitivos es decir producir más con menos recursos.

Por todo ello, algunos gobiernos toman como punto clave la implementación de alternativas de mejora para el uso eficiente de energía eléctrica a todo nivel (residencial, comercial e industrial) lo que hace que profesionales alrededor del mundo desarrollen investigaciones y estudios sobre este tema, información que para el presente estudio fueron tomados como referencia, siendo estas:

- a) “Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía – Deutsche Gesellschaft Für International Zusammenarbit (GIZ) – GMBH Corporación Alemana” (Für, 2014). El estado mexicano con ayuda de la corporación alemana Deutsche Gesellschaft Für International Zusammenarbit, publican un manual para la implementación de un sistema de gestión de la energía a raíz de que existe dos preocupaciones sociales grandes: la competitividad de la economía y el reto planetario del cambio climático. En este manual se encuentran una serie de pasos para la implementación de un plan de gestión basado en normas y exigencias del estado de México. Este manual ayudo en la comprensión de los pasos que se deben de seguir para la implementación de un sistema de gestión de la energía en el sector industrial.

- b) SERRA, Jordi “Guía Técnica de Eficiencia Energética Eléctrica”, Circutor Barcelona 2009 (Ballcells & Autonell, 2010). Circutor, es una empresa orientada a fabricar equipos que contribuyan a mejorar la eficiencia energética en más de 100 países alrededor del mundo con su sede central en España. La guía que presenta es un aporte referido a como se puede mejorar la eficiencia energética eléctrica en las instalaciones eléctricas con productos de esta compañía, información que fue de utilidad sobre todo en la base teórica y el concepto de eficiencia que se aplica en Europa ya que actualmente en este continente se tiene una política fuerte para la implementación de sistemas de gestión para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO₂ en la atmosfera.
- c) Observatorio de Energía Renovable para América Latina y El Caribe (ONUDI); “Eficiencia Energética en Edificaciones y Cambio Climático”, Programa de Capacitación 2016 (ONUDI, 2016). En este programa de capacitación el ONUDI realiza un análisis energético a nivel residencial, incorporando alternativas de mejora de la eficiencia energética en las edificaciones, abarcando los aspectos de diseño arquitectónico como implementación de tecnologías nuevas que pueden utilizarse, todo ello tomando en cuenta las políticas medioambientales. Este programa contribuyo a conocer y comprender los conceptos de eficiencia energética en edificios y la influencia de las variables de entorno como el clima y la importancia de los cambios climáticos que se vienen dando en América Latina y El Caribe.
- d) Ministerio de Energía y Minas; “Eficiencia Energética”, Proyecto para el Ahorro de Energía PAE (PAE, MINEM, 1994). El PAE era un Programa del gobierno Peruano que se desarrolló a partir de 1994 a raíz de la crisis energética (déficit) prevista para el año 1995 por la época de estiaje prolongada, que hizo que los reservorios de las centrales hidroeléctricas se reduzcan sustancialmente y la oferta de generación se reduzca en 100 MW, por lo que se decidió realizar la campaña más intensa de ahorro de energía eléctrica en el país,

continuando dicha campaña hasta 1997, ya que aún se tenía márgenes de reserva muy limitados y no se habían incorporado nuevas centrales de generación. En el año 1998 se inunda la Central Hidroeléctrica de Machupicchu produciendo una reducción de la oferta en el nodo sur del 25% por lo que se volvió a realizar una campaña intensa de ahorro de energía hasta el año 2001. Esta información muestra un precedente de las crisis energéticas que se vivió en el país y para el presente estudio se toma como referencia algunas medidas utilizadas.

2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se define como el uso racional de los recursos energéticos para producir un bien o servicio sin vulnerar los niveles de calidad, confort y/o producción, protegiendo el medio ambiente y asegurando de esta manera la optimización de los procesos productivos.

Una manera de monitorear y controlar la eficiencia energética es la utilización de indicadores energéticos tales como índice energético, nivel de actividad e intensidad energética que nos permitirán observar la variación y mejora de la eficiencia energética en un periodo de tiempo determinado, para de esta forma poder establecernos metas de mejora continua a todo nivel sea este residencial, industrial y comercial (ONUDI, 2016).

2.2.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA (EEE)

Es la reducción del consumo y pérdidas de energía eléctrica necesaria para producir un bien y/o servicio, sin que eso afecte a las actividades normales realizadas en edificios, industrias o cualquier proceso de transformación. Además, una instalación eléctricamente eficiente permite su optimización técnica y económica, es decir la reducción de sus costes técnicos y económicos de producción. Es así que un estudio de ahorro y eficiencia energética tiene como objetivos:

- Ayudar a la sostenibilidad del sistema y medio ambiente mediante la reducción de emisiones de CO₂, al reducir la demanda de energía.
- Mejorar la gestión técnica de las instalaciones aumentando su rendimiento y evitando paradas de proceso y fallas.
- Reducción de costos económicos de energía consumida.

La eficiencia energética perdura en el tiempo ya que busca la mejora continua en cada proceso o nivel de transformación, por ello parte de la eficiencia energética es la de monitorizar y controlar los procesos productivos y todo aquello que involucre un consumo de energía eléctrica con la finalidad de producir lo mismo con menos energía (Ballcells & Autonell, 2010).

2.2.3. BENCHMARKING ENERGÉTICO

El benchmarking, es un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones, industrias o empresas, por ello una de las maneras más intuitivas para saber si una empresa, organización, edificio, o cualquier otro elemento que consuma energía, está funcionando correctamente desde un punto de vista energético es la comparación, la cual puede ser con elementos de similares características, por actividad, función u otro aspecto similar, o con edificios o sedes de la misma empresa, lo que puede ser muy útil para poder saber si alguna parte de la empresa no está funcionando correctamente y frente a ello tomar medidas de ahorro de energía lo que en un futuro hará que sea más competitiva (Schneider Electric, 2013).

2.2.4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Es un proceso sistemático mediante el que se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético del edificio, industria y/o empresa para detectar los factores que afectan a dicho consumo e identificar y evaluar las distintas

oportunidades de ahorro en función de su rentabilidad (TECSUP, 2016).

A través de un diagnóstico energético conseguimos:

- Conocer la situación de partida y un análisis detallado del consumo.
- Propuestas para la reducción de los consumos e iniciar a la organización en los procesos de mejora continua energética.
- Análisis de posibles inversiones en eficiencia energética.

De igual manera, un diagnóstico energético nos permite:

- Realizar la optimización del consumo energético.
- Aumentar el tiempo de vida de los equipos.
- Mejorar la competitividad de la empresa pues al reducir los costes de producción, será más competitivo frente a otras marcas (benchmarking).
- Conservación del medio ambiente con menos emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.5. ÍNDICES DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

Índice Energético, Muestra la variación del consumo total de energía de un sector o subsector para un periodo determinado con respecto al consumo del año base.

Nivel de Actividad, Corresponde a la medida de producción generada por un sector o subsector durante un periodo de tiempo, la cual esta expresada en unidades de producto o unidades monetarias.

Intensidad Energética, Es la razón entre el consumo energético y el nivel de actividad generada por un sector en un periodo de tiempo específico, reflejando la cantidad de energía requerida para producir una unidad monetaria o de producto respectivamente un paso previo a la realización de un diagnóstico energético es importante realizar un reconocimiento preliminar de las instalaciones eléctricas de la industria,

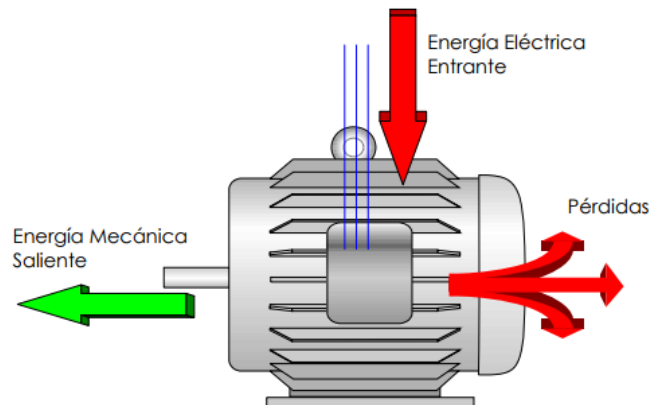
mediante un estimado preliminar de consumos de energía eléctrica en las operaciones y un balance de energía eléctrica el cual consiste en conocer los diferentes tipos de cargas y su naturaleza, para conocer la distribución de energía en las diferentes áreas de proceso e identificar los mayores consumidores de energía eléctrica en cada parte del proceso.

Diagrama Unifilar, Es un plano de la instalación eléctrica, el mismo que permite al personal tener un panorama general y claro de la estructura y funcionamiento de la planta. Este diagrama comprende los circuitos que van desde el transformador, tablero principal, sub tableros y alimentadores con su carga correspondiente en la cual se indica la ubicación de los elementos, calibre del alimentador, el tipo de protección, detalles sobre los circuitos y observaciones generales.

2.2.6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE INDUCCIÓN

La función de un motor eléctrico es, convertir la energía eléctrica en mecánica para realizar un trabajo útil, durante este proceso una parte de la energía eléctrica que alimenta al motor se disipa en forma de calor, constituyendo esta una de las pérdidas inherentes al motor tal como se muestra en la ilustración 2.1:

Ilustración 3: Funcionamiento de un Motor Eléctrico



Fuente: (Harper E. , 2001)

Las pérdidas en los motores se clasifican de dos tipos: fijas y variables.

Las pérdidas fijas, las cuales no cambian en función de la carga del motor.

Las pérdidas variables son de carácter eléctrico y dependen de la carga aplicada al motor estas aparecen en los conductores del estator y rotor, las cuales varían de acuerdo a la relación RI^2 .

Cuando se habla de eficiencia en motores eléctricos, las pérdidas de energía son determinantes y la principal razón para el cambio de un motor convencional por uno de alta eficiencia.

Asimismo, las pérdidas de energía en motores podemos dividirlo en 5 áreas principales:

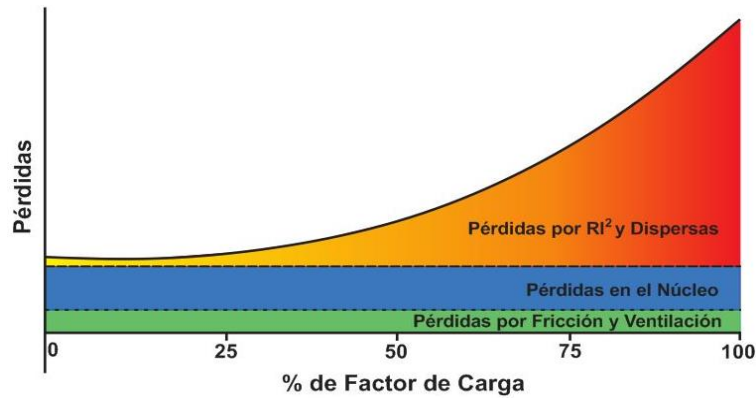
- Pérdidas en el estator
- Pérdidas en el rotor
- Pérdidas en el núcleo
- Pérdidas por fricción y ventilación
- Pérdidas Dispersas

Podemos agrupar las pérdidas en el estator y rotor, quedando la clasificación de la siguiente manera:

- Pérdidas eléctricas en los devanados
- Pérdidas en el núcleo
- Pérdidas por fricción y ventilación
- Pérdidas Dispersas

En condiciones normales de tensión y frecuencia las pérdidas de fricción, ventilación y núcleo se mantienen casi constantes independiente de la carga impulsada. En cambio, las pérdidas eléctricas y dispersas varían en función de la carga exigida al eje del motor. En consecuencia, la máxima eficiencia se obtiene cuando las pérdidas constantes son similares a las pérdidas variables, en la ilustración 2.2 se muestra el comportamiento de las pérdidas fijas y variables con respecto al porcentaje de factor de carga del motor (Gourishankar, 1997).

Ilustración 4: Comportamiento de las Pérdidas en Función de la Carga de un Motor



Fuente: (Gourishankar, 1997)

Las pérdidas se pueden describir en términos de sus características como se indica en la tabla 2.1:

Tabla 6: Tipos de Perdidas en un Motor de Inducción

Nombre	Porcentaje del total de pérdidas	Descripción	Fijas ó Variables	Como reducirlas
Pérdidas en el núcleo	5-25%	Energía requerida para magnetizar el núcleo	Fijas	Mejorando la permeabilidad del acero (Silicio) usando laminaciones mas delgadas, modificando la longitud del núcleo
Fricción y ventilación	5-15%	Pérdidas debido a la fricción de las chumaceras y a la resistencia del aire, las cuales se producen en primer lugar por el ventilador	Fijas	Usando chumaceras de baja fricción y mejorando el diseño de los ventiladores
Pérdidas en el devanado del estator	25-40%	Calentamiento debido al flujo de corriente (I) a través de la resistencia (R) del devanado del estator. Tambien se conoce como I ² R	Variables	Aumentando el volumen del cobre en el devanado del estator, mejorando el diseño de las ranuras y usando un aislamiento mas delgado
Pérdidas en el rotor	15-25%	Calentamiento debido a las perdidas I ² R en la barra del rotor	Variables	Aumentando el tamaño de las barras conductoras del rotor y anillos terminales
Pérdidas diversas	10-20%	Flujo disperso inducido por las cargas y otras corrientes menores	Variables	Mejorando varios detalles en el diseño y manufactura

Fuente: (Gourishankar, 1997)

Algunas de estas pérdidas representan una porción relativamente pequeña en comparación con la energía usada por el motor, el total de pérdidas si es significativo, pues se debe precisar que son un desperdicio de energía que no genera trabajo y se disipa en forma de calor el cual acelera el envejecimiento de las chumaceras y aislamiento reduciendo de esta manera la vida del motor y su confiabilidad (Gourishankar, 1997).

Al ser las pérdidas en los motores un punto clave para la evaluación de cambio de los motores, podemos desde el punto de vista de la eficiencia podemos clasificar los motores en:

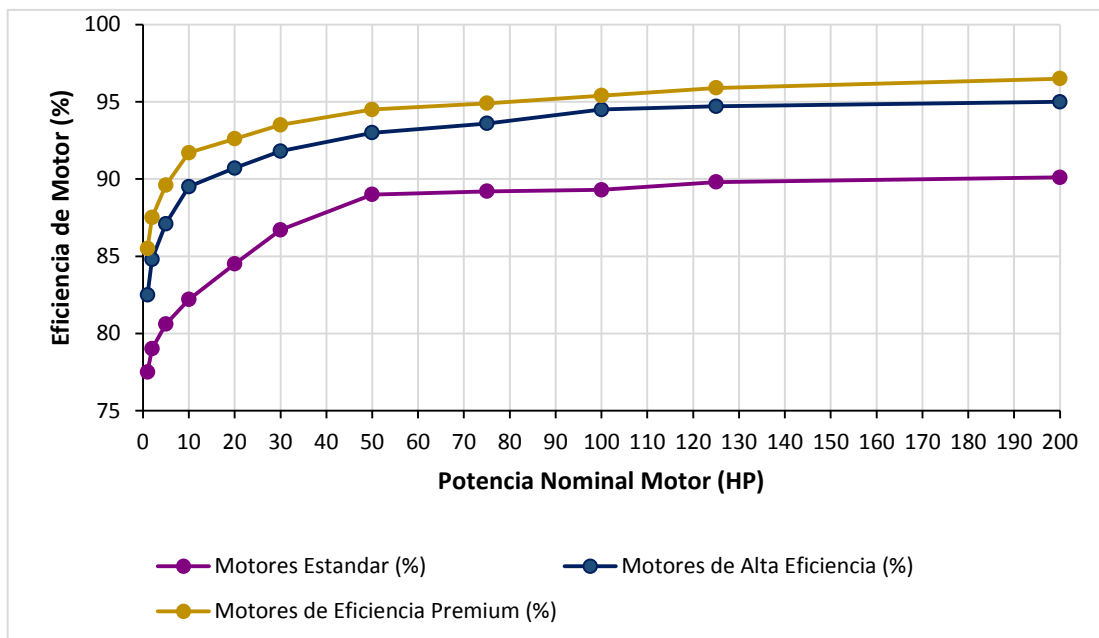
- **Motores de Eficiencia Estándar.** - Los cuales no consideran la eficiencia como la principal cualidad, más bien preponderan la funcionalidad y el costo. Como referencia, se pueden considerar como motores de eficiencia estándar a los que tienen más de 20 años de antigüedad.
- **Motores de Alta Eficiencia.** - El concepto de alta eficiencia surge en la década de los 90's como consecuencia de contrarrestar la creciente demanda de energía eléctrica y el déficit de oferta a causa de una época de estío prolongado en el Perú, a nivel mundial también surge este concepto a raíz de los precios elevados de la energía y por la necesidad existente de realizar un uso eficiente y racional de la energía.
- **Motores de Eficiencia Premium.** - La innovación de los Premium se da en la época actual con el objetivo de elevar aún más la eficiencia de los motores eléctricos, para ello se ha perfeccionado el proceso de manufactura y se utiliza materiales muy superiores, sin embargo, aún sigue siendo una desventaja el precio frente a los demás tipos.
Se debe tener en cuenta la potencia nominal y el factor de carga del motor que se utilizará para cada tarea, ya que los rendimientos varían de acuerdo a estos parámetros según se muestra a continuación:

Tabla 7: Comparación de Eficiencia en Motores Eléctricos

Potencia Motor (HP- Horse Power)	Motores Estandar (%)	Motores de Alta Eficiencia (%)	Motores de Eficiencia Premium (%)
1	77.5	82.5	85.5
2	79	84.8	87.5
5	80.6	87.1	89.6
10	82.2	89.5	91.7
20	84.5	90.7	92.6
30	86.7	91.8	93.5
50	89	93	94.5
75	89.2	93.6	94.9
100	89.3	94.5	95.4
125	89.8	94.7	95.9
200	90.1	95	96.5

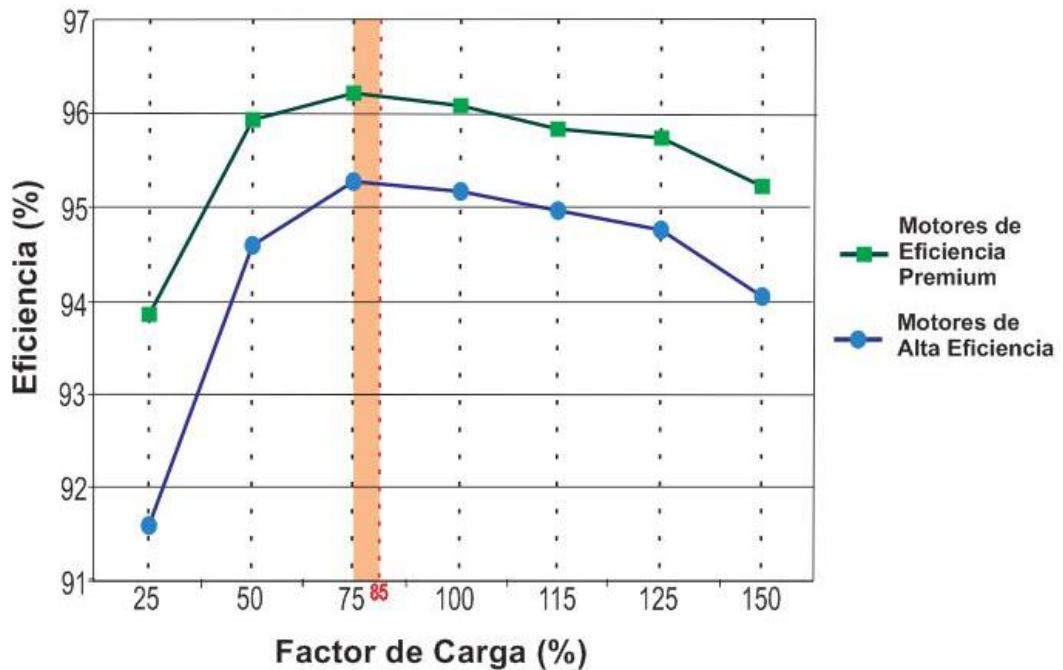
Fuente: (Amaya, 2016)

Ilustración 5: Comparación de Eficiencia en Motores Eléctricos



Fuente: (Amaya, 2016)

Ilustración 6: Eficiencia vs Factor de Carga en Motores Eficientes



Fuente: (Amaya, 2016)

Del gráfico anterior se observa que:

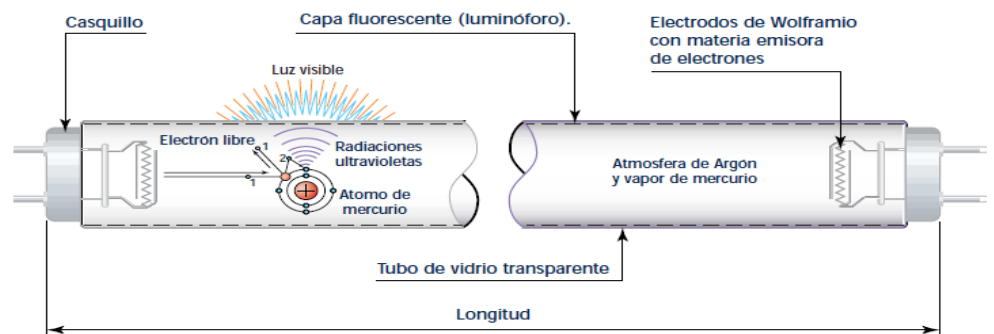
- Cuando el factor de carga es menor al 75%, la eficiencia del motor empieza a reducirse considerablemente.
- La eficiencia más alta se logra cuando el factor de carga está entre el 75 – 85% de la carga (franja naranja).
- Cuando el factor de carga supera el 125%, la eficiencia empieza a decaer de forma considerable tanto en el motor de alta eficiencia como en el motor de eficiencia Premium.

En un estudio realizado por el Ing. Enriquez Harper (Harper E. , 2001), se calculó el porcentaje de pérdidas para un motor de 5 HP de potencia con un factor de carga del 80%, diferenciando las cinco clases de pérdidas. Asimismo, se realizó la comparación frente a un motor de alta eficiencia y los porcentajes de mejora versus el motor estándar.

TIPOS DE LAMPARAS

- **Lámparas Fluorescentes.** – Son lámparas de descarga en vapor de mercurio a baja presión. Producen radiaciones ultravioletas por el efecto de descarga que activa los polvos fluorescentes que contiene y transforma la radiación ultravioleta en radiación visible. Sus componentes son:
 - **Ampolla o tubo de descarga.** - Es un tubo de vidrio soplado que contiene en su interior gas inerte, normalmente argón y neón, a baja presión. Además, contiene unas gotas de mercurio que pueden estar en estado líquido cuando la lámpara está apagada o en estado gaseoso cuando está encendida. El interior del tubo está recubierto por una sustancia fluorescente a base de fósforo en diferentes formas, que es la responsable de transformar las radiaciones ultravioletas en luz visible. En los extremos del tubo se encuentran dos filamentos entre los cuales se crea la diferencia de potencial para que funcione la lámpara (INDAL, 2015).
 - **Electrodos.** - Son los encargados de conducir la corriente eléctrica en la lámpara y proporcionar los electrones necesarios para mantener la descarga.
 - **Casquillo.** - Tiene uno en cada extremo. Normalmente son del tipo Bi-pin.

Ilustración 7: Partes de la Lámpara Fluorescente



Fuente: (INDAL, 2015)

Algunas lámparas utilizadas en la industria son:

Ilustración 8: Tipos de Fluorescentes Utilizados en la Industria

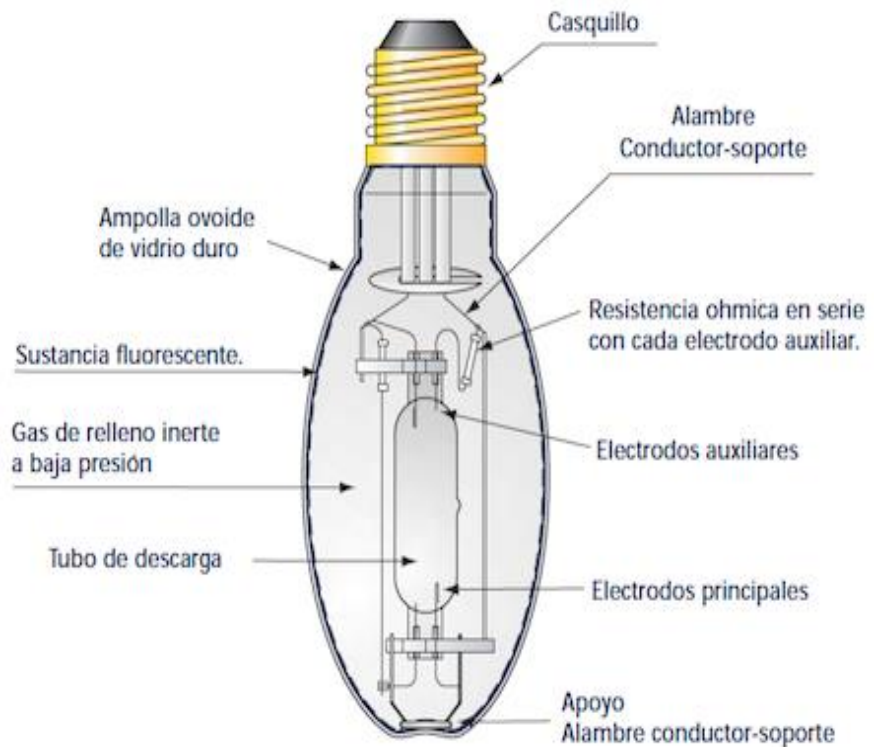


Fuente: (INDAL, 2015)

- **Lámparas de Halogenuros Metálicos.** – También conocidos como lámparas de aditivos metálicos o lámparas de haluro-metal. Generalmente son de potencia alta y con buen IRC, requieren de un equipo auxiliar para proporcionar el voltaje apropiado, para comenzar el encendido y regular el flujo de electricidad para mantener la lámpara encendida. El tiempo de vida de esta lámpara está comprendida entre 2500 – 4500 horas. Sus componentes son:
 - **Tubo de descarga.** - Es un tubo de cuarzo para soportar altas presiones y temperaturas. En su interior hay dos electrodos en los extremos de wolframio o tungsteno con cavidades rellenas de un material que facilita la emisión de electrones. También lleva un electrodo auxiliar que está conectado a uno de los electrodos principales y conectado al otro por medio de una resistencia de valores entre 10-30k Ω . El tubo está relleno de un gas inerte (argón o neón) que ayuda a originar la descarga y una dosis adecuada de mercurio que se vaporiza cuando la lámpara está en pleno funcionamiento.

- **Ampolla exterior.** - Es de vidrio endurecido y soporta temperaturas de 350°C aproximadamente. Su misión es proteger el tubo de descarga y todos los soportes. Está relleno por un gas inerte, argón o nitrógeno, que ayuda a evitar la oxidación de los elementos metálicos.
- **Casquillo.** -Tiene la función de sellar la ampolla y conectar la tensión de línea a los electrodos del tubo de cuarzo. Debe llevar un balasto en serie con los electrodos.

Ilustración 9: Partes de la Lámpara de Halogenuros Metálicos



Fuente: (INDAL, 2015)

Ilustración 10: Tipos de Halogenuros Utilizados en la Industria



Fuente: (INDAL, 2015)

2.2.7. ILUMINANCIAS MÍNIMAS PARA AMBIENTES

Tabla 8: Iluminancias Mínimas para Ambientes

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<u>Áreas generales en edificios</u>		
Pasillos, corredores	100	D – E
Baños	100	C – D
Almacenes en tiendas	100	D – E
Escaleras	150	C – D
<u>Líneas de ensamblaje</u>		
Trabajo pesado (ensamble de maquinarias)	300	C – D
Trabajo normal (industria liviana)	500	B – C
Trabajo fino (ensambles electrónicos)	750	A – B
Trabajo muy fino (ensamble de instrumentos)	1500	A – B
Industrias químicas y plásticos		
En procesos automáticos	150	D – E
Plantas al interior	300	C – D
Salas de laboratorios	500	C – D
Industria farmacéutica	500	C – D
Industrias del caucho	500	C – D
Inspección	750	A – B
Control de colores	1000	A – B

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

Tabla 9: Iluminancias Mínimas para Ambientes

<u>Fábricas de vestimenta</u>		
Planchado	500	A – B
Costura	750	A – B
Inspección	1000	A – B
<u>Industrias eléctricas</u>		
Fabricación de cables	300	B – C
Bobinados	500	A – B
Ensamblaje de partes pequeñas	1000	A – B
Pruebas y ajustes	1000	A – B
Ensamble de elementos electrónicos	1500	A – B
<u>Industrias alimentarias</u>		
Procesos automáticos	200	D – E
Áreas de trabajo general	300	C – D
Inspección	500	A – B
<u>Trabajos en vidrio y cerámica</u>		
Salas de almacén	150	D – E
Áreas de mezclado y moldeo	300	C – D
Áreas de acabados manuales	300	B – C
Áreas de acabados mecánicos	500	B – C
Revisión gruesa	750	A – B
Revisión fina – Retoques	1000	A – B
<u>Trabajos en hierro y acero</u>		
Plantas automáticas	50	D – E
Plantas semi – automáticas	200	D – E
Zonas de trabajo manual	300	D – E
Inspección y control	500	A – B

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

Tabla 10 : Iluminancias Mínimas para Ambientes

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<u>Industrias de cuero</u>		
Áreas de trabajo en general		
Prensado, curtiembre, costura	300	B – C
Producción de calzados	750	A – B
Control de calidad	1000	A – B
<u>Trabajos de maquinado (forjado – torno)</u>		
Forjado de pequeñas piezas	200	D – E
Maquinado en tornillo de banco	400	B – C
Maquinado simple en torno	750	A – B
Maquinado fino en torno e inspección de pequeñas partes	1500	A – B
<u>Talleres de pintado</u>		
Preparación de superficies	500	C – D
Pintado general	750	B – C
Pintado fino, acabados, control	1000	A – B
<u>Fábricas de papel</u>		
Procesos automáticos	200	D – E
Elaboración semi automática	300	C – D
Inspección	500	A – B

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

Tabla 11 : Iluminancias Mínimas para Ambientes

<u>Talleres de pintado</u>		
Preparación de superficies	500	C – D
Pintado general	750	B – C
Pintado fino, acabados, control	1000	A – B
<u>Fábricas de papel</u>		
Procesos automáticos	200	D – E
Elaboración semi automática	300	C – D
Inspección	500	A – B
<u>Imprentas – Construcción de libros</u>		
Salas de impresión a máquina	500	C – D
Encuadernado	500	A – B
Composición, edición, etc.	750	A – B
Retoques	1000	A – B
Reproducciones e impresiones a color	1500	A – B
Grabados en acero y cobre	2000	A – B
<u>Industrias textiles</u>		
Área de desembalaje	200	D – E
Diseño	300	D – E
Hilados, cardados, teñidos	500	C – D
Hilados finos, entrelazados	750	A – B
Cosido, inspección	1000	A – B
<u>Industrias en madera</u>		
Aserradero	200	D – E
Ensamble en tornillo de banco	300	C – D
Trabajo con máquinas	500	B – C
Acabados	750	A – B
Inspección control calidad	1000	A – B
<u>Oficinas</u>		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
<u>Centros de enseñanza</u>		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

Tabla 12 : Iluminancias Mínimas para Ambientes

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<u>Tiendas</u>		
Tiendas convencionales	300	B – C
Tiendas de autoservicio	500	B – C
Tiendas de exhibición	750	B – C
<u>Edificios Públicos</u>		
Salas de cine	150	B – C
Salas de conciertos y teatros	200	B – C
Museos y galerías de arte	300	B – C
Iglesias		
- nave central	100	B – C
- altar y púlpito	300	B – C

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

Tabla 13 : Iluminancias Mínimas para Ambientes

<u>Viviendas</u>		
Dormitorios		
- general	50	B – C
- cabecera de cama	200	B – C
Baños		
- general	100	B – C
- área de espejo	500	B – C
Salas		
- general	100	B – C
- área de lectura	500	B – C
Salas de estar	100	B – C
Cocinas		
- general	300	B – C
- áreas de trabajo	500	B – C
Área de trabajo doméstico	300	B – C
Dormitorio de niños	100	B – C
<u>Hoteles y restaurantes</u>		
Comedores	200	B – C
Habitaciones y baños		
- general	100	B – C
- local	300	B – C
Áreas de recepción, salas de conferencia	300	B – C
Cocinas	500	B – C
<u>Subestaciones eléctricas al interior</u>		
Alumbrado general	200	B – C
Alumbrado local	500	A – B
<u>Alumbrado de emergencia</u>	50	B – C

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

Tabla 14: Calidad de Iluminación por Tipo de Tarea Visual

CALIDAD	TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD
A	Tareas visuales muy exactas
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador.
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.
E	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

Fuente: (MINEM-DGE, 2006)

A menudo, para conocer los niveles de iluminancia de los diferentes recintos y zonas de trabajo, se debe realizar la verificación tomando como referencia las tablas anteriores y usando el método de lúmenes o cavidades zonales. Sin embargo,

para los casos en los que se requiere una mayor precisión o se necesite conocer los valores de las iluminancias en puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

- **Método de los Lúmenes.** – Este método proporciona la iluminación media del recinto, es empleado en áreas donde la iluminación es uniforme.

Este método está basado en la determinación del flujo luminoso necesario para obtener una iluminación media deseada en el plano de trabajo.

El flujo luminoso se halla a partir de la siguiente ecuación:

$$\Phi_T = \frac{E S}{\eta f_m} \quad (2.1)$$

Donde:

- Φ_T : Flujo Luminoso Total
- E : Iluminancia Media (lux)
- S : Superficie (m)
- η : Factor de Utilización
- f_m : Factor de Mantenimiento

En caso de conocer el rendimiento de la luminaria la ecuación es la siguiente:

$$\Phi_T = \frac{E S}{\eta \eta_L f_m} \quad (2.2)$$

Donde:

- Φ_T : Flujo Luminoso
- E : Iluminancia Media (lux)
- S : Superficie (m)
- η : Factor de Utilización
- η_L : Rendimiento de la Luminaria
- f_m : Factor de Mantenimiento

Luego; para el cálculo del número de lámparas y luminarias será:

$$N = \frac{\phi_T}{n \phi_L} \quad (2.3)$$

Donde:

- N : Número de Luminarias
- ϕ_T : Flujo Luminoso
- ϕ_L : Flujo Luminoso de una lámpara
- n : número de lámparas por luminaria

En recintos limpios, como oficinas, salas, hospitales, locales comerciales, etc. Se puede usar un factor de mantenimiento de 0.8; al igual que en las industrias donde no se genera polvo o sustancias que se adhieran a la superficie de los equipos.

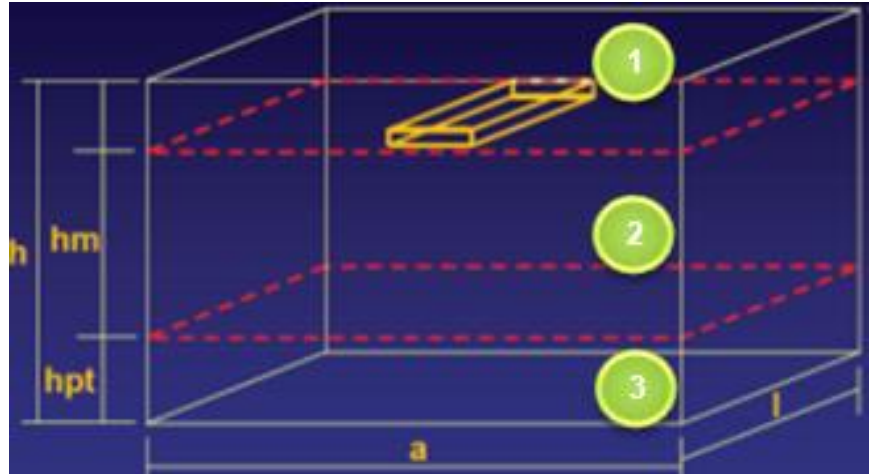
En locales con presencia de polvo o sustancias contaminantes, como aserraderos, barracas, recintos de lacado y pintura, maestranzas, etc. Entonces el factor de mantenimiento puede ir de 0.6 a 0.7.

En factor de utilización (η), depende del tipo de lámpara o equipo, las dimensiones del local, la relación entre largo – ancho – alto, altura de la instalación de la lámpara, altura del plano de trabajo, el coeficiente de reflexión del techo, paredes y piso, del tipo de iluminación (directa, indirecta, etc.). Se encuentran en tablas suministradas por los fabricantes de equipos, a las que se relacionan de acuerdo a los valores típicos de factor de utilización que va desde 0.3 a 0.75.

- **Método de Cavidades Zonales.** – Al igual que el método de los lúmenes, el método de cavidades zonales nos permite encontrar la iluminación media en el recinto o área de trabajo, bajo el supuesto que cada recinto consiste de tres cavidades separadas: cavidad del techo

(1), cavidad del cuarto (2) y cavidad del piso (3), tal como se muestra en la Ilustración 11 (MINEM-DGE, 2006).

Ilustración 11: Cavidades Zonales de Recinto



Fuente: (Harper G. , 2000)

Para obtener la relación de cavidades en cuartos de forma rectangular es:

$$RC = \frac{5 h (l+a)}{(l a)} \quad (2.4)$$

Dónde:

RC : Relación de Cavidades

h : Altura de la cavidad (techo – piso)

l : Largo o Longitud

a : Ancho

Para cuartos compuestos por más de un rectángulo, por ejemplo, en forma de “L”, la relación de cavidad se obtiene de la siguiente expresión:

$$RC = \frac{2.5 AP}{Ap} \quad (2.5)$$

Dónde:

RC : Relación de cavidad

AP : Área de la pared

Ap : Área del piso

- **Reflectancia Efectiva.** – En la iluminación es de interés el concepto de luz reflejada total expresada en términos de la Reflectancia, que se define como:

$$\rho = \frac{G_{reflec}}{G_{inc}} \quad (2.6)$$

Donde:

ρ : Reflectancia Efectiva

G reflec : Luz total reflejada

G inc : Luz total incidente

La combinación de las reflectancias de techo y pared, así como la de piso y pared, se deben convertir en reflectancias efectivas de techo y piso. La reflectancia efectiva de las cavidades de techo y piso toman en consideración el efecto de interacción de la luz entre varias superficies de cuarto. Estos valores se dan en tablas (ver Anexo B)

- **Factor de Utilización.** - Se define matemáticamente como la relación del número de lúmenes existentes en el plano de trabajo y el total de lúmenes producidos por la lámpara.

$$\eta = \frac{\Phi_t}{\Phi_l} \quad (2.7)$$

Donde:

η : Factor de Utilización

ϕ_t : Flujo Luminoso

ϕ_l : Flujo Luminoso de la Lámpara

El plano de trabajo se considera a una altura de 0.76 m sobre nivel suelo. El coeficiente de utilización es un dato que proporcionan los fabricantes para el tipo de luminaria que fabrican.

- **Factor de Mantenimiento.** – Este factor toma en consideración la reducción en la luz emitida por las luminarias, debido al envejecimiento y acumulación de suciedad. El factor de mantenimiento apropiado para cualquier condición dada y tipo de luminaria se determina de la siguiente manera:

Las luminarias se pueden clasificar o dividir en categorías, para cada categoría existe una curva en donde se encuentra en uno de los ejes el número de meses entre limpieza y limpieza de las luminarias. Cada curva corresponde a la condición de suciedad considerada en la atmosfera. (Ver Anexo B)

- **Número Requerido de Lámparas y Luminarias.** - Con el método de cavidades zonales, el número de lámparas se determina de la siguiente forma:

$$N = \frac{S_L E_D}{n \phi_L \eta f_m} \quad (2.8)$$

Donde:

N : Número de luminarias

S_L : Área de piso del recinto

E_D : Nivel de iluminancia deseado (lux)

n : Número de lámparas en luminaria

ϕ_L : Flujo luminoso de lámpara
 η : Factor de Utilización
 f_m : Factor de mantenimiento

- **Disposición de Luminarias.** – Para obtener una iluminación uniformemente distribuida, es necesario tener una idea de la distribución más apropiada para las luminarias, que tome en consideración las dimensiones del local a iluminar y los aspectos arquitectónicos del mismo. Es necesario indicar la máxima separación entre luminarias, aspecto que indican los fabricantes, relacionando esta separación con la altura de montaje, que se mide normalmente a partir del plano de trabajo. Por lo general para cada tipo de luminaria se establece la relación separación – altura de montaje. Cuando se trata de luminarias montadas en forma individual, con el objeto de tener un nivel de iluminación adecuado en los puntos cercanos a las paredes, la separación entre pared y luminaria, se recomienda que se determine mediante la ecuación 2.9.

$$S_1 = \frac{Sl}{3} \quad (2.9)$$

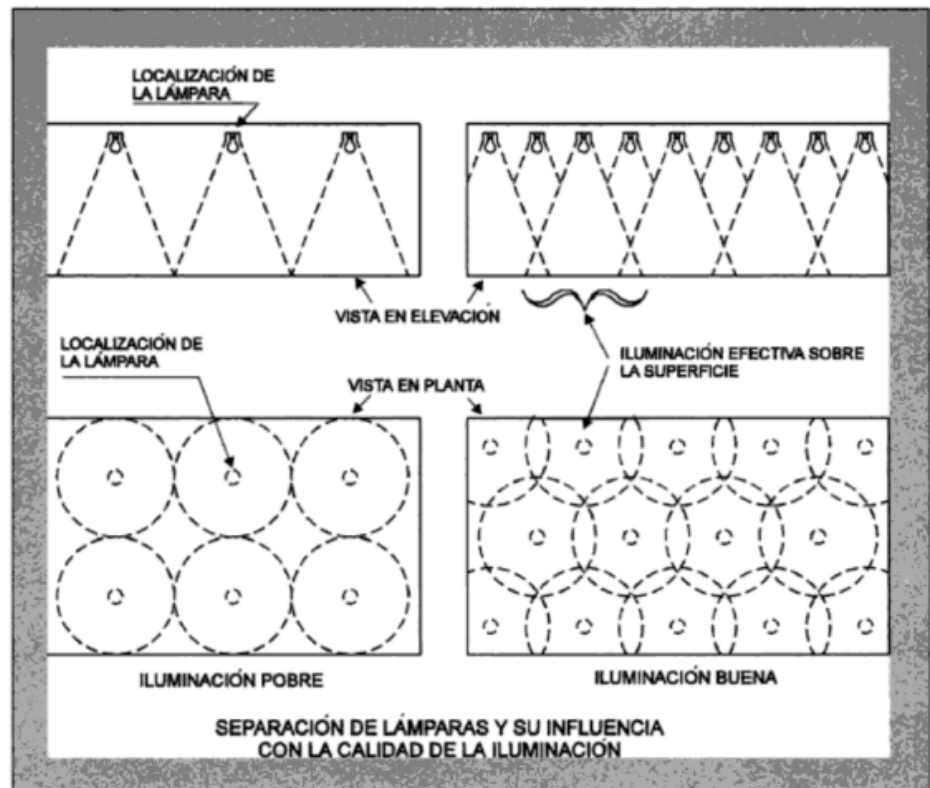
Donde:

S_1 : Separación de pared a luminaria

Sl : Separación entre luminarias

Algunos tipos comunes de alumbrado uniforme y con una correcta distribución de lámparas se muestran en la Ilustración 12.

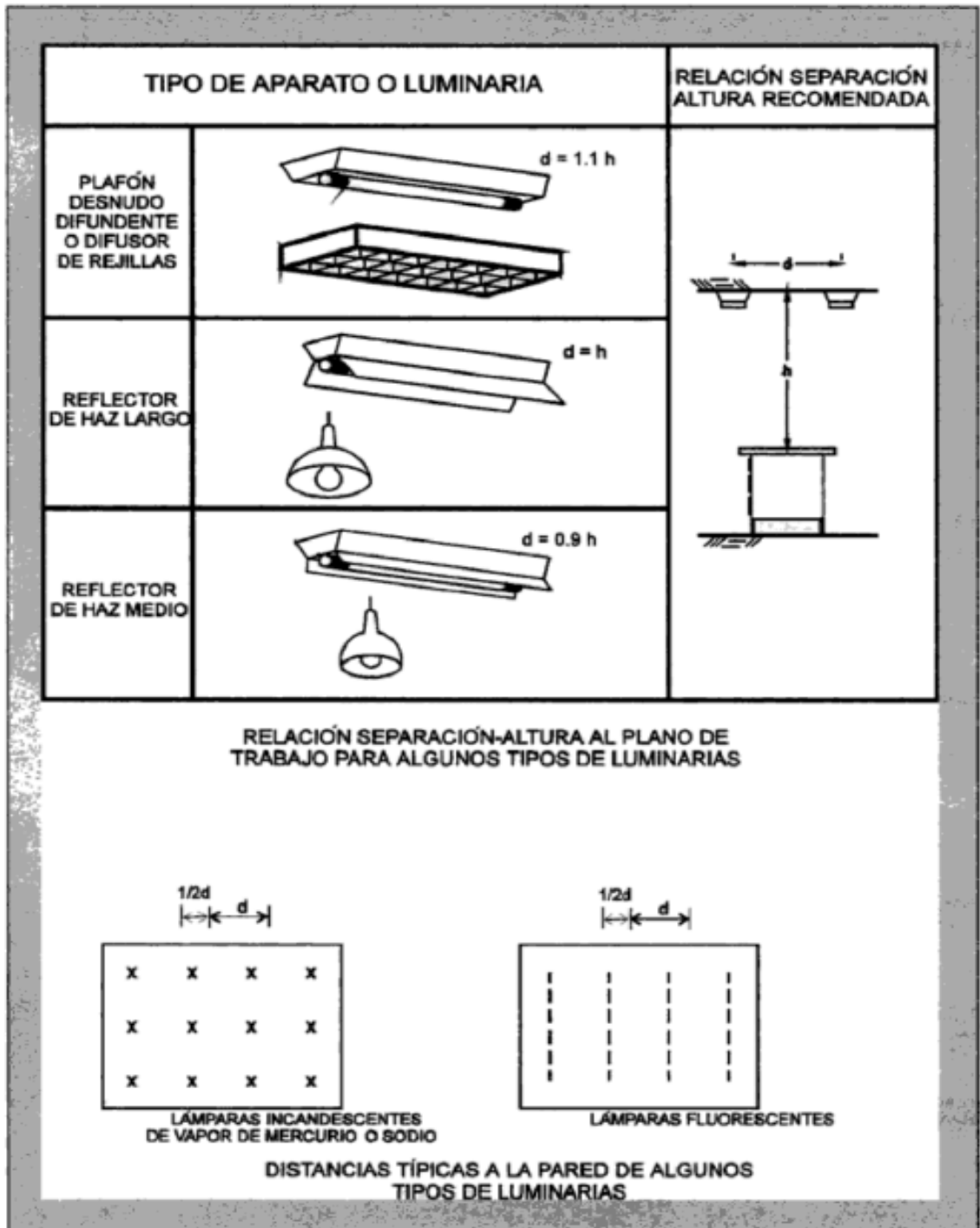
Ilustración 12: Separación de Lámparas y su Influencia



Fuente: (Harper G. , 2000)

En la ilustración 12, se muestra las distancias típicas de la pared a las luminarias, de acuerdo a las luminarias más comunes utilizadas en las industrias.

Ilustración 13: Distancias Típicas a la Pared de Algunos Tipos de Luminarias



Fuente: (Harper G. , 2000)

2.2.8. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO

Se define como un estudio integro que analiza la situación actual del consumo energético e implanta sistemas de control de la energía que identifica oportunidades de mejora en aspectos relacionados con la calidad y seguridad del sistema energético, logrando que los usuarios conozcan el sistema, identifiquen los puntos consumidores e implanten mejoras.

El Sistema de Gestión Energético, es también considerada una metodología, que contribuye a fijar los objetivos a corto, mediano y largo plazo para conseguir la optimización de los recursos energéticos, así como establecer las medidas, acciones y modificaciones que permitan reducir el consumo de energía eléctrica, su efectividad depende en gran medida, del compromiso y disponibilidad de todos los actores involucrados en la organización para gestionar el uso y el costo de la energía, además de realizar los cambios que sean necesarios en el día a día para facilitar estas mejoras (TECSUP, 2016).

2.2.9. PLAN DE ACCIÓN

Un plan de acción es un tipo de plan que prioriza iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. De esta manera, un plan de acción se constituye como una especie de guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un proyecto.

Dentro de una empresa, un plan de acción puede involucrar a distintos departamentos o áreas, el plan establece quienes serán los responsables que se encargarán de su cumplimiento en tiempo y forma. Por lo general, también se incluye algún mecanismo o método de seguimiento y control, para que estos responsables puedan analizar si las acciones siguen el camino correcto.

El plan de acción propone una forma de alcanzar los objetivos que ya fueron establecidos con anterioridad. Supone el paso previo a la ejecución efectiva de una idea o propuesta.

2.2.9.1. FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN

La formulación de los planes de acción se realizará, atendiendo los principales problemas detectados en la auditoría energética, para contribuir en forma directa o indirecta al cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en el proyecto.

2.2.9.2. PRINCIPIOS QUE ORIENTAN LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN

Para la efectividad del plan, las acciones de mejora propuestas en el plan deben ser:

- Consensuadas: Las propuestas de acción deben realizarse bajo el consenso y participación de los involucrados.
- Coherentes: Las acciones propuestas deben guardar coherencia con lo realizado en la auditoría energética.
- Estructuradas: Es decir, tienen que identificarse los objetivos clave que las unidades consideren prioritarios y tiene que instrumentalizarse por medio de un conjunto de acciones concretas, con determinados recursos, y responsables para llevar a cabo su ejecución. Además, se debe establecer indicadores que sirvan para valorar el cumplimiento de las acciones programadas y su seguimiento
- Realistas y viables: Las acciones que se formulan tiene que ser viables en el contexto en el que se plantean para poder cumplir con los objetivos establecidos.

2.2.9.3. ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Para que los planes de acción sean ejecutados, se precisa asignar responsabilidades y formar un equipo de trabajo encargado de impulsar y facilitar la consecución de los planes de acción. Por lo tanto, la selección y constitución del mismo es de vital importancia.

Se recomienda que el equipo esté liderado por una persona con responsabilidad dentro de la empresa, ya que esta será la persona encargada de liderar y coordinar todo el proceso.

Para la puesta en marcha y ejecución de los planes de acción, se recomienda realizar reuniones periódicas, que pueden ser mensuales o a criterio de los involucrados. Así mismo, se aconseja levantar acta de todas y cada una de las reuniones a través de un "Modelo de Acta".

Es imprescindible que exista un compromiso de todos los empleados de la empresa. El compromiso debe empezar por la Alta Dirección, que debe asegurarse que los planes de acción se implementen, asignando los recursos necesarios (humanos, tecnológicos y económicos).

2.2.9.4. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN

El seguimiento debe realizarse en forma permanente por parte de los responsables de los procesos ya que esto permite determinar el estado de avance de las acciones programadas, a través del seguimiento se puede determinar si las acciones deben ajustarse, o si se requiere reprogramar los plazos.

Un indicador o punto de control es una expresión cuantitativa o cualitativa para comprobar el grado de consecución de los objetivos establecidos previamente.

El proceso de seguimiento debe tener en cuenta un mínimo de elementos comunes para garantizar que sirve al objeto de retroalimentación del plan:

- Todas las acciones propuestas en el plan, tendrán un responsable de implementación, que será también el encargado de proponer la información para el seguimiento.
- Para cada una de las acciones deberá comprobarse el cumplimiento de los plazos, la correcta utilización de los

recursos asignados y el estado de los indicadores de seguimiento fijados.

2.2.9.5. OPCIONES DE AHORRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Son las alternativas que permiten reducir el consumo de la energía eléctrica, estas se desprenden del análisis realizado posterior a la auditoria energética y que son incluidos en el plan de gestión energético (Ballcells & Autonell, 2010).

Para el caso de una empresa, desde el punto de vista económico se tienen opciones de ahorro típicos de energía eléctrica tales como:

- La correcta selección de opción tarifaria.
- El control del factor de potencia reduciendo la energía reactiva consumida y/o instalación de banco de capacitores para la mejora del mismo.
- El Mejoramiento del Sistema de Iluminación utilizando lámparas led's y/o lámparas fluorescentes compactas (lámparas ahorradoras).
- La utilización de motores de alto rendimiento según se requiera.

2.2.9.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS

Es el análisis que consiste en la comparación de los beneficios y los costos del proyecto con la finalidad de determinar si el cociente que expresa la relación entre unos y otros, presenta o no ventajas mayores que las que se obtendrán con proyectos distintos igualmente viables. Dentro de los métodos más utilizados tenemos:

2.2.9.7. VALOR ACTUAL NETO

Es un método que se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión, el cual consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto y calcular su diferencia, esto viene determinado por la siguiente expresión:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (2.10)$$

Dónde:

VAN : Valor Actual Neto

F_t : Son los flujos de dinero en cada periodo de tiempo "t".

I_0 : Es la inversión realizada en el momento inicial.

n : Es el número de periodos de tiempo.

k : Es el tipo de descuento o tipo de interés exigido.

Dado que la expresión anterior es una diferencia de flujos, se generan tres posibles resultados que permitirá definir los criterios de aceptación o rechazo del proyecto:

- $VAN > 0$, en este posible resultado el VAN será positivo en cuyo caso el proyecto es viable y debe realizarse.
- $VAN < 0$, en este posible resultado el VAN será negativo en cuyo caso el proyecto debe rechazarse ya que generará pérdidas.
- $VAN = 0$, En cuyo caso el proyecto no generará beneficios ni pérdidas siendo su realización indiferente.

De acuerdo con los criterios del VAN, los proyectos de inversión tendrán una prioridad que es en función directa del valor numérico obtenido en el indicador, es decir cuánto más alto sea el valor obtenido, mayor prioridad tendrá el proyecto para ejecutarse (Noguera Ramos, 2003).

2.2.9.8. TASA INTERNA DE RETORNO

Es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos generados por una inversión expresado en valores porcentuales, consiste en encontrar una tasa de descuento para la cual el valor actual neto (VAN) sea igual cero, es decir es aquella tasa de retorno donde los costos igualan a los beneficios, este valor representa el tipo de interés o rendimiento que indica que los beneficios que se van obteniendo luego de haber realizado la inversión del proyecto solo cubren la inversión y por ende no se obtiene ninguna utilidad (Noguera Ramos, 2003).

La TIR, se utiliza para evaluar la conveniencia de realizar las inversiones o proyectos e identificar la jerarquización entre varios proyectos, su cálculo viene determinado por la siguiente expresión:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t}$$
$$0 = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} \quad (2.11)$$

Dónde:

TIR : Tasa Interna de Retorno

F_t : Son los flujos de dinero en cada periodo de tiempo "t".

I_0 : Es la inversión realizada en el momento inicial.

n : Es el número de periodos de tiempo

Tomando en cuenta que "k" es la tasa de descuento de flujos, el criterio de selección en base a los resultados obtenidos de la ecuación (2.11) para saber si es conveniente realizar un proyecto será el siguiente:

- $TIR > k$, en este posible resultado la TIR que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión, entonces el proyecto de inversión debe aceptarse.

- $TIR < k$, en este posible resultado la TIR no alcanza la rentabilidad mínima que se pide a la inversión por ello el proyecto debe rechazarse.
- $TIR = 0$, En cuyo caso el proyecto no generará beneficios ni pérdidas y la inversión debe llevarse a cabo en caso no haya alternativas más favorables y si mejora la posición competitiva de la empresa (Noguera Ramos, 2003).

2.2.9.9. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C):

Se define como el cociente entre el valor absoluto de los costos y los beneficios, actualizados al valor presente de forma que ambos se actualizan con la misma tasa de descuento generado por el proyecto y a diferencia del VAN y la TIR los resultados se expresan en céntimos por sol invertido.

Para el cálculo primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente y se divide sobre la suma de los costos también descontados, esto viene expresado en la siguiente ecuación (Noguera Ramos, 2003).

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{v_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}} \quad (2.12)$$

Dónde:

B/C : Relación Beneficio - Costo

V_i : Es el Valor de producción (Beneficio bruto)

C_i : Egresos

I : Tasa de descuento

Los resultados obtenidos de la ecuación anterior podrán ser:

- $B/C > 0$, señala que por cada nuevo sol de costo se obtiene más de un nuevo sol de beneficio, en consecuencia, es un proyecto rentable y debe de aceptarse.

- $B/C < 0$, señala que por cada nuevo sol de costo se obtiene menos de un nuevo sol de beneficio, en consecuencia, es un índice negativo y el proyecto no es rentable por lo tanto debe rechazarse.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO PARA EL ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

3.1. INTRODUCCIÓN

El sector industrial requiere de distintos tipos de energías para poder llevar a cabo sus distintos tipos de procesos productivos y elaborar sus productos con la calidad exigida, adicionalmente dicho producto debe ser competitivo en el mercado y esto se logra cuando los costos de producción son mínimos. Para tal propósito, el sector industrial debe estar en permanente búsqueda de optimizar al máximo los recursos utilizados, tal es el caso de la energía eléctrica.

El problema energético y medioambiental existente a nivel mundial, que se manifiesta a través de un horizonte finito y cercano para las energías no renovables (como el gas natural), y el calentamiento global producto del efecto invernadero, ha llevado a las diferentes industrias a implementar técnicas y métodos que permitan hacer un uso racional de la energía e incrementar la eficiencia energética en las industrias. Estas propuestas redundan en un beneficio para el medio ambiente y para la economía local, regional y nacional, ya que se reduce la intensidad energética del sistema productivo al tiempo que se reduce la emisión de gases de efecto invernadero.

Un diagnóstico energético, es el punto de partida que hace que el potencial de ahorro energético en el sector industrial de nuestra región pueda ser puesto en valor, para ello se debe seguir una serie de pasos detallados, los cuales se describen en el presente capítulo que servirán como una metodología para la realización del caso práctico.

3.2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Un diagnóstico energético busca disminuir el consumo de energía eléctrica de la industria, analizando los factores y causas que merman el rendimiento de los diversos equipos e instrumentos. Para ello, será necesario realizar un análisis detallado de la industria, su proceso productivo y el uso global de la energía. Los resultados serán las medidas de ahorro energético propuestas que permitan disminuir el consumo de energía eléctrica y mejorar la eficiencia energética de la industria.

3.3. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Para realizar un diagnóstico energético a una determinada empresa y/o industria, se debe seguir una serie de pasos los cuales son:

- Identificación de la empresa y/o industria
- Recopilación de datos de producción
- Identificar los procesos de producción
- Realizar un análisis del sistema eléctrico de las instalaciones de la industria
- Realizar un análisis del sistema de alumbrado
- Identificar la distribución del consumo de energía eléctrica por cada actividad desarrollada en la empresa.
- Realizar el análisis de la facturación de energía eléctrica (selección adecuada de los diferentes tipos de tarifa)
- Elaborar los índices de consumo

3.3.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA Y/O INDUSTRIA

Tiene por finalidad identificar a la empresa y/o industria, donde se realiza el estudio de la eficiencia energética a través de un diagnóstico energético, para lo cual se debe consignar los datos generales de la empresa.

**Tabla 15: Formato de Toma de Datos Generales de la Empresa
Embotelladora Cusco del Sol**

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Nombre de la Empresa	
Dirección	
Actividad	
Descripción de la Empresa / Industria	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. DATOS DE PRODUCCIÓN

A través de los datos de producción se busca conocer: la capacidad productiva de la empresa, régimen de actividad, así como también el tipo y cantidad de materia prima utilizado para la obtención del producto comercializado para luego poder realizar una comparación con la energía consumida.

Tabla 16: Formato de Toma de Datos del Régimen de Actividad

RÉGIMEN DE ACTIVIDAD			
Número de Empleados			
Régimen de Funcionamiento	Horas/ día	Días/ semana	Días/ año
Capacidad Productiva	MENSUAL		
Principal Materia Prima			
Producto Principal Comercializado			

Fuente: Elaboración Propia

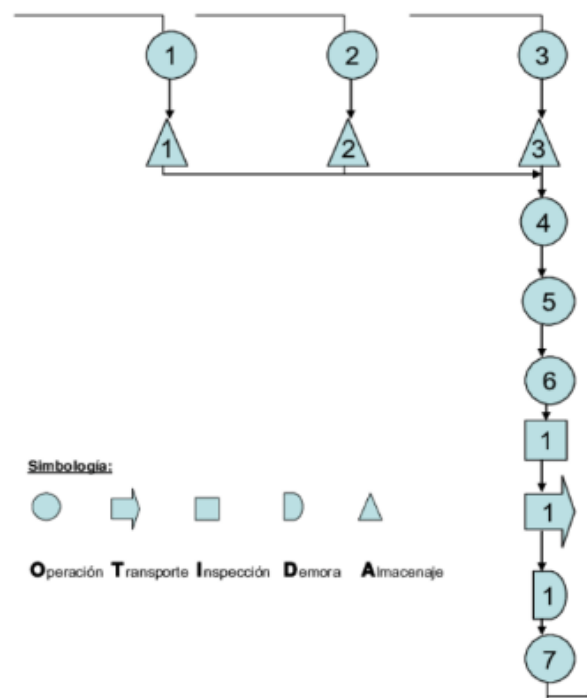
3.3.3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Consta de una descripción, donde se detallan las áreas o partes más importantes de la empresa y/o industria, los diferentes procesos que tienen lugar, los equipos, las oficinas, las instalaciones y características de cada zona.

3.3.3.1. DIAGRAMA DE PROCESOS

Con la finalidad de proponer mejoras energéticas, se debe tener presente el proceso de producción de la instalación, sus operaciones básicas, sus particularidades y sus condicionantes. Por lo que se debe incluir un diagrama explicativo del proceso productivo de materias primas en productos finales de comercialización, en el diagrama de operaciones se debe incluir las principales operaciones además se debe identificar las líneas de procesos que trabajan secuencialmente y las que trabajan independientemente.

Ilustración 14: Modelo de Diagrama de Operaciones



Fuente: Elaboración Propia

3.3.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA

Un paso previo a la realización de un diagnóstico energético es realizar un reconocimiento preliminar de las instalaciones eléctricas, ya que servirá para identificar y clasificar los equipos consumidores de energía eléctrica según su consumo, potencia y eficiencia.

En el inventariado de estos equipos se tomarán en cuenta todos los datos característicos como es: potencia unitaria, eficiencia, régimen de funcionamiento y la red de distribución de cada uno de los equipos, para luego poder identificar a los mayores consumidores de energía eléctrica en cada proceso.

a) Diagrama Unifilar

Para tener un panorama global y claro de la estructura y funcionamiento del sistema de distribución de la planta y/o industria se realiza un diagrama unifilar el cual incluye los circuitos que van desde la subestación hasta los puntos de carga finales. En este diagrama debe considerarse la ubicación, la sección del conductor, tipos de protección, detalles sobre los circuitos y observaciones generales.

En la determinación del diagrama, es necesario contar con el personal de mantenimiento quienes efectúan desconexiones de circuitos si es necesario para comprobar la alimentación de las cargas. El diagrama unifilar es una guía para el departamento de mantenimiento que debe ser utilizado frecuentemente, registrando en él los cambios que vayan realizando conforme al aumento de carga eléctrica.

b) Levantamiento de Información de Cargas

Es la toma de información y datos de todos los equipos que son alimentados con energía eléctrica como son los equipos de fuerza (transformadores, motores, compresores, sopladoras, hornos, etc), equipos de alumbrado (fluorescentes, reflectores), equipos de oficina y talleres.

Para reunir la información se utilizará diferentes formatos elaborados por los autores tales como: tablas de toma de datos

y mediciones en las que debe constar ubicación del equipo, datos de placa importantes (voltaje, intensidad de corriente, potencia, factor de potencia, etc.) debe constar además el año de fabricación del equipo, las horas de funcionamiento en el día para luego proyectar los datos a periodos más largos que pueden ser por mes o año.

Tabla 17: Formato Para la Toma de Datos de las Maquinas

Características	Máquina 1	Máquina2	Máquina 3
Tipo			
Año De Fabricación			
Potencia			
Tensión			
Intensidad De Corriente			
Factor De Potencia			
Funcionamiento			
Descripción			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Formato Para la Toma de datos de las Luminarias

Área	
N° Total De Luminarias	
Tipo	
N° Luminarias Apagadas	
Potencia por Equipo (W)	
Potencia Total (kW)	

Fuente: Elaboración Propia

c) Medición de Parámetros Eléctricos

En el desarrollo del diagnóstico se estimarán los principales parámetros eléctricos como son: intensidad de corriente, tensión, factor de potencia, potencia) de la empresa y/o industria, utilizando los datos propios de la empresa o los obtenidos mediante un analizador de redes.

- **Intensidad de Corriente (I).** - Todo conductor tiene capacidad para llevar cierta cantidad de electrones en un determinado periodo de tiempo, su medición es realizada en amperios. En el anexo C, muestra la capacidad de corriente de los conductores de cobre aislado en amperios.

Es importante mencionar que, al tomar mediciones de un sistema eléctrico se debe tener cuidado en no usar el transductor de corriente en conductores desnudos para ello se debe usar guantes dieléctricos de protección de acuerdo a la clase y nivel de tensión a medir.

- **Tensión (V).** – Este parámetro se mide en voltios (V) con la finalidad de asegurarse de la operación correcta de los equipos de transformación y el sistema de distribución, cabe anotar que en este paso debemos identificar las caídas de tensión y verificar que se encuentren dentro de las tolerancias establecidas en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (anexo C) en caso de exceder las tolerancias su corrección es una oportunidad de ahorro de energía y mejora de la eficiencia energética.

- **Potencia Activa (P).** - Para realizar la medición directa de este parámetro se utilizará el analizador de redes o un vatímetro.

El amperímetro también puede ser usado para determinar indirectamente la potencia realmente consumida por un equipo dado que la potencia activa es igual al producto de la intensidad de corriente por el voltaje y por la raíz cuadrada del número de fases en el sistema y por el $\cos\phi$, esto es:

Para Sistemas Monofásicos:

$$P = V I \cos\phi \quad (3.1)$$

Dónde:

P : Potencia Activa [kW]

V : Tensión [V]

I : Intensidad de Corriente [A]

Para Sistemas Trifásicos:

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi \quad (3.2)$$

Dónde:

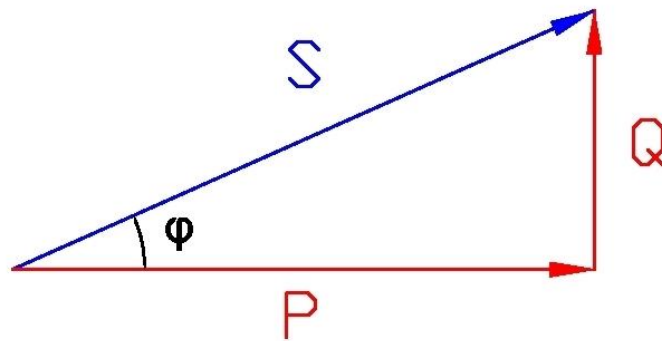
P : Potencia Activa [kW]

V_L : Tensión de línea [V]

I_L : Intensidad de Corriente de línea [A]

- **Factor de Potencia (fp).** - Para determinar el factor de potencia se utilizará un cosfímetro o fasímetro y los valores deben estar comprendidos entre el 0 y 1 siendo el valor más cercano a 1 un consumo de energía reactiva poco importante y más cercana a cero un consumo mayor de energía reactiva. Asimismo, se puede calcular el factor de potencia mediante la relación entre la potencia activa y aparente según el triángulo de potencias de la ilustración 15.

Ilustración 15: Triángulo de potencias



Fuente: (Harper E. , 2001)

Para la toma de datos de los parámetros anteriormente descritos se debe utilizar la tabla 19 presentada a continuación:

Tabla 19: Formato de Toma de Datos de los Parámetros Eléctricos

Código	Descripción	Potencia	Tensión	I Medida	Factor de Potencia
		kW	V	A	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5. ANÁLISIS DE MOTORES

Para realizar una correcta evaluación de los motores que se utilizan en la empresa embotelladora, se debe tener en cuenta:

- Conocer con exactitud los horarios de funcionamiento de los motores.
- Obtener la potencia total instalada de cada motor.
- Determinar el factor de carga de cada motor.
- Conocer la eficiencia de los motores

- Porcentaje de pérdidas en los motores utilizados.

Todo lo anteriormente descrito se puede calcular tomando como referencia las siguientes formulas:

- a) Basándose en la Intensidad de corriente y tensión medida:

$$\% FC = \frac{I_m V_m}{I_n V_n} * 100\% \quad (3.3)$$

- b) En base a la potencia:

$$\% FC = \frac{\sqrt{3} I_m V_m FP}{P_n} * 100\% \quad (3.4)$$

- c) Basándose en el método de deslizamiento:

$$\% FC = \frac{\sqrt{3} I_m V_m FP}{\omega_{sinc} - \omega_{nom}} * 100\% \quad (3.5)$$

De las ecuaciones (3.3), (3.4) y (3.5) se tiene:

%FC	:	Factor de carga expresado en valor porcentual
V _m	:	Voltaje medido (V)
I _m	:	Intensidad de corriente medida (A)
V _n	:	Voltaje nominal (V)
I _n	:	Intensidad de corriente nominal (A)
P _n	:	Potencia nominal (kW)
ω _n	:	Velocidad angular nominal (rpm)
ω _{sin}	:	Velocidad angular síncrona (rpm)
FP	:	Factor de potencia

d) Calculo de la eficiencia:

$$\eta = \frac{P_{sal}}{P_{ent}} * 100\% \quad (3.6)$$

Donde:

- FC : Factor de carga
- η : Eficiencia
- P_{sal} : Potencia de salida (kW)
- P_{ent} : Potencia de Entrada (kW)

La potencia de salida aproximada se calcula a partir de:

$$P_{sal} = P_n FC \quad (3.7)$$

Donde:

- P_{sal} : Potencia de salida (kW)
- P_n : Potencia Nominal (kW)
- FC : Factor de carga

Toda la información calculada anteriormente se debe llenar en la tabla 20 y 21 presentada a continuación.

Tabla 20: Formato de la Toma de Dato de los Factores de Carga en los motores de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia	Factor de Carga
		kW	V	A		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Formato de Toma de Datos de la Eficiencia de los Motores de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Código	Descripción	Potencia Entrada	Potencia Salida	Eficiencia
		kW	kW	%

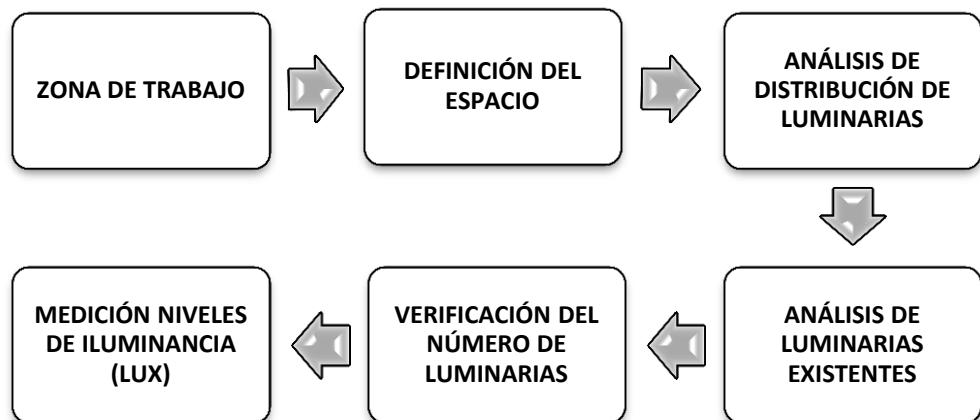
Fuente: Elaboración Propia

3.3.6. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

La iluminación supone uno de los puntos de consumo energético importantes en la industria, por ello cualquier actuación dirigida a reducir este consumo tendrá una repercusión sustancial en el consumo energético global. Además, los sistemas de iluminación en las industrias contribuyen al consumo global de energía disipada por las lámparas en forma de calor, que trae como consecuencia incrementar las necesidades de refrigeración. También es conocido que los diseños de alumbrado, obedecen a criterios estéticos y precios bajos, sin tener en cuenta los rendimientos ni las eficiencias. Todos los sistemas de iluminación pueden ser mejorados, asegurándose que toda la energía para producir luz sea utilizada de forma apropiada en todos los ambientes de la industria.

Para realizar un análisis de niveles de iluminación se requiere de una adecuada planificación, dando a conocer los pasos a seguir para cada una de las tareas. A continuación, se muestra los procedimientos a seguir para lograr el análisis en forma correcta:

Ilustración 16: Formato para el Procedimiento de Análisis de Sistemas de Iluminación



Fuente: Elaboración Propia

3.3.6.1. ZONA DE TRABAJO

El alumbrado en las zonas de trabajo debe diseñarse con la finalidad de obtener buenas condiciones visuales en el plano de trabajo. Debe permitir el fácil reconocimiento de los objetos, mejorar la tensión y la concentración, combatir la fatiga prematura y revelar claramente las situaciones de peligro. Se debe realizar un reconocimiento general, de los lugares en los que se tomaran las mediciones de iluminancia, dónde están ubicados los tableros generales y de distribución, ya que éstos alimentan el sistema de iluminación existente.

3.3.6.2. DEFINICIÓN DEL ESPACIO

Al verificar el diseño de alumbrado de un espacio, se debe tomar en cuenta la actividad que se desarrolla en éste, tales como: Oficinas, almacenes, centros de producción, talleres, laboratorios, embotelladoras, locales de espectáculos, etc. Los espacios se pueden clasificar dependiendo del nivel de iluminancia que requerirán para desarrollar su labor o tarea a fin de evitar en los trabajadores la fatiga visual, tensión por falta de iluminación y eventualmente accidentes.

Para recintos o lugares con actividades donde se requiere un nivel de iluminación alto, la uniformidad del nivel de iluminancia debe predominar en conjunto con una excelente reproducción de los colores (IRC), entregada por las fuentes de luz.

Para recintos donde se requiere un nivel de iluminación medio, se exigen ciertos niveles de iluminancia, determinados según normas, en conjunto con una buena reproducción de los colores (IRC).

Para recintos donde se requiere un nivel de iluminación bajo, los niveles de iluminancia no son exigentes o muy altos, ya que éstos, por lo general son lugares de paso y no de permanencia, la reproducción de los colores no representa un factor importante.

3.3.6.3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directa o indirectamente por reflexión en paredes y techo.

La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de alumbrado con sus ventajas e inconvenientes. Ante ello se puede aplicar diferentes métodos de alumbrado tales como:

- **Alumbrado General.** - En este caso, el tipo de alumbrado, la altura y la distribución de las luminarias se hace con el fin de obtener una iluminación uniforme de todo el espacio, la mejor de las opciones es distribuir las luminarias en filas simétricas.

La ventaja de este método, es que los puestos de trabajo se pueden trasladar donde y cuando se desee, ya que todos los espacios poseen el mismo nivel de iluminancia.

- **Alumbrado General Localizado.** - Consiste en posicionar las luminarias, que además de proporcionar una iluminación general uniforme, permiten aumentar la iluminación en zonas específicas que lo requieran, según el tipo de trabajo o tarea que se desempeñe. El inconveniente de éste tipo de alumbrado, es que, si cambia de lugar alguna de estas zonas

que requieren mayor nivel de iluminancia, entonces se deberán modificar la distribución de luminarias y todo lo que compromete (cableado y canalización).

- **Alumbrado Localizado.** - Se utiliza para tareas específicas, es un complemento del alumbrado general y se controla de manera independiente. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea mayor a los 1000 lux, haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesario permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que se debe cuidar es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada, caso contrario esto produciría un deslumbramiento molesto.

Tabla 22: Formato para la Toma de Datos del Tipo de Alumbrado por Zonas

Zona	Descripción	Tipo Alumbrado

Fuente: Elaboración Propia

3.3.6.4. ANÁLISIS DE LUMINARIAS EXISTENTES





Con la finalidad de ahorrar energía, se recurre con bastante frecuencia al reemplazo de lámparas por otras más eficientes, pero sin cambiar la luminaria. Por ejemplo, es común sustituir lámparas de mercurio por sodio de alta presión o fuentes incandescentes. Se puede demostrar fácilmente que esta estrategia es muy conveniente económicamente. Sin embargo, el reemplazo puede implicar una modificación de la fotometría del artefacto por cuanto cambia el tamaño, la forma y a veces hasta el tipo de ampolla

(ejemplo, se pasa de una lámpara clara a otra con recubrimiento difusor), se puede también modificar las características cromáticas. De manera que se debe realizar un análisis fotométrico con las nuevas fuentes basadas en los datos proporcionados por el fabricante a fin de verificar la distribución espacial de la luz e IRC no se modifiquen de tal modo que afecte las condiciones de iluminación y visión.

Algunas de las lámparas más utilizadas en la iluminación de las industrias son:

Se debe tener en cuenta los tipos de luminarias a utilizar en cada ambiente de trabajo dependiendo de la tarea a realizar. A continuación, en la tabla 23 se presenta una comparación de lámparas identificando del menos a la más eficiente:

Tabla 23: Comparación de Lámparas

EFICIENCIA	MENOS → MAS			
TIPOS DE LÁMPARAS	1	2	3	4
				
	INCANDESCENTE	HALOGENUROS	FLUORESCENTES	LED'S
Potencia (W)	100	70	20	10
Caso 1		30%	80%	90%
Caso 2			71%	86%
Caso 3				50%
Vida Útil (hrs)	750 - 1500 hrs	2500 - 4500 hrs	10000 - 12000 hrs	30000 - 55000 hrs
IRC	100	65-93	15 - 85	60-90
Rendimiento (Lm/W)	10 - 15	15 - 25	40 - 60	80 - 120
Precio (\$/.)	\$/1.80 - 2.50	\$/5.20 - 7.00	\$/7.00 - 18.00	\$/70 - 190

Fuente: (INDAL, 2015)

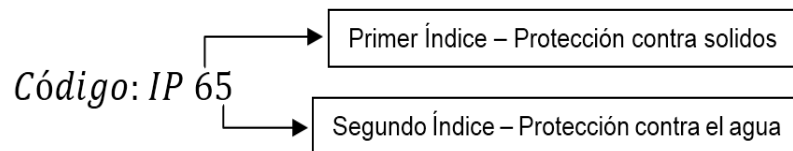
3.3.6.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS

Para la selección del tipo de luminarias se debe tener en cuenta que, están destinadas a albergar, distribuir, filtrar y transformar la luz que emiten las lámparas, deben proveer funciones como: una adecuada distribución, evitar molestias visuales (deslumbramiento), satisfacer necesidades estéticas, optimizar el rendimiento

energético, aprovechando el mayor flujo luminoso entregado por las lámparas.

En cuanto al diseño es importante la seguridad del montaje, la sencillez de la instalación eléctrica y el posterior mantenimiento. Otra de las características de las luminarias es el grado de protección IP (Index Protection), seguida de dos dígitos, el primero indica el grado de protección contra ingreso de cuerpos extraños sólidos y el segundo, el grado de protección contra el ingreso de agua.

Ilustración 17: Índice de Protección



Fuente: (HellermannTyton, 1999)

La clasificación del primer índice varía de 0 a 6 y del segundo índice de 0 a 8 y un grado de protección 9k tal como figura en la tabla 24 y 25.

Tabla 24 : Descripción de Grados de Protección IP – Sólidos

Primer Dígito	Descripción
0	No protegida
1	Protegida contra el ingreso de objetos sólidos mayores a 50 mm.
2	Protegida contra el ingreso de objetos sólidos mayores a 12.5 mm.
3	Protegida contra el ingreso de objetos sólidos mayores a 2.5 mm.
4	Protegida contra el ingreso de objetos sólidos mayores a 1 mm.
5	Anti polvo (Protección contra cualquier ingreso de polvo)
6	Hermética al polvo (Protección contra cualquier ingreso de polvo)

Fuente: (HellermannTyton, 1999)

Tabla 25: Descripción de Grados de Protección IP – Líquidos

Segundo Dígito	Descripción
0	No Protegida.
1	Protección contra el goteo de agua vertical (goteo) - condensación.
2	Protección contra el goteo de agua inclinada verticalmente hasta un ángulo de 15° desde cualquier dirección.
3	Protección contra agua en spray - hasta un ángulo de 60° de la vertical en cualquier dirección (lluvia).
4	Protección contra las salpicaduras de agua.
5	Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera.
6	Protección contra inundaciones esporádica o temporal.
7	Protección contra la inmersión temporal, máximo 30 min.
8	Protección contra la inmersión continua.
9k	Protección contra la introducción de agua usando pistolas de limpieza de alta presión.

Fuente: (HellermannTyton, 1999)

3.3.6.6. MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINANCIA

El siguiente paso es realizar con un luxómetro la verificación de los niveles de iluminancia de los ambientes de la industria, no sólo para determinar el nivel de confort laboral, sino que además estas mediciones ayudaran a la hora de decidir sobre determinadas medidas de mejoras, por otra parte, los niveles de iluminancia deben ir acorde a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad - Utilización y la NTP EM 010.

Los datos obtenidos deben ser registrados en la tabla 26.

Tabla 26: Formato para la Toma de Datos de los Nivel de Iluminancia por Zonas

NTP EM 010

Zona	Descripción	Iluminancia (Lux)	Nivel de Iluminancia (Lux)

Fuente: Elaboración Propia

3.3.6.7. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ACTIVIDAD

Una vez obtenidos los valores de consumo energético de todas las áreas de la empresa y/o industria, se procederá a la discriminación de estos según los procesos de producción.

Es decir, se comparará las influencias de los diferentes procesos o equipos en los consumos y costos totales de la empresa y/o industria, determinando mediante tablas, cifras y porcentaje la relevancia de cada uno dentro del proceso global.

Tabla 27: Formato para la Toma de Datos de la Distribución de Consumo de Energía Eléctricas por Zonas

Zonas	Descripción	Potencia	Influencia en el Consumo Total
		(kW)	(%)

Fuente: Elaboración Propia

3.3.7. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN

Dentro de este apartado se incluirá toda la información referente a los contratos y tarifas en el suministro de electricidad.

El estudio de la facturación permite verificar la correcta aplicación del pliego tarifario vigente para la época del análisis y establecer una base histórica para analizar los consumos de la empresa y/o industria. Con esta base se puede elaborar la curva de carga de la empresa y/o industria, la misma que sirve de ayuda para planificar un manejo eficiente de la demanda energética. Además, se puede observar variaciones en el tiempo de otros parámetros como son el factor de potencia y la evolución de la energía consumida en los meses anteriores.

Los recibos de facturación de la energía eléctrica en las empresas y/o industrias se componen de varios elementos, estos son en adición al cobro del consumo básico. En la mayoría de los casos, el usuario tiene control directo solo de tres elementos: demanda máxima, consumo y penalidad por exceso de potencia reactiva.

Para el estudio de la facturación, es necesario recopilar las planillas emitidas por la empresa de distribución eléctrica del sector, al menos de 12 meses previos al análisis. Por otro lado, se debe obtener el pliego tarifario vigente emitido por OSINERGMIN y debe ser de conocimiento general del personal del área eléctrica de la empresa y/o industria de forma que se conozca la forma de tarifación y verifiquen con ello la correcta aplicación del mismo a los consumos energéticos de la empresa. Otro de los objetivos es establecer una base para analizar cómo se ha desarrollado el consumo eléctrico a través del tiempo, como ha influido el mismo en los gastos de la empresa y planificar una estrategia para disminuir el consumo específico.

Para entender mejor los consumos de energía eléctrica, se debe organizar la información utilizando hojas de cálculo en donde se ubicarán.

Tabla 28: Formato de Lecturas y Consumos de Energía Eléctrica

LECTURAS (kW/hr)							CONSUMOS (kW/hr)							
Mes	EA	EAHP	ER	MD	MDHP	MDHFP	EA	EAHP	ER	MD	MDHP	MDHFP	CMDG	EXCS

Fuente: Elaboración Propia

3.3.8. ELABORACIÓN DE ÍNDICES DE CONSUMO O ÍNDICES ENERGÉTICO

Como las variaciones del consumo de energía en los diferentes sectores industriales y en sus subsectores respecto de un año base, se observan a través de índices energéticos donde se muestra la variación del consumo total de energía de un determinado proceso o sector para un periodo determinado. Es importante conocer los indicadores ya que se parte de la premisa “no se puede mejorar, lo que no se puede medir”.

Tabla 29: Formato para la Toma de Datos de los Indicadores de la Eficiencia Energética

Mes	Índice Energético	Nivel Actividad	Intensidad Energética
	kW.h/HI	HI/día	kW.h/HI.día

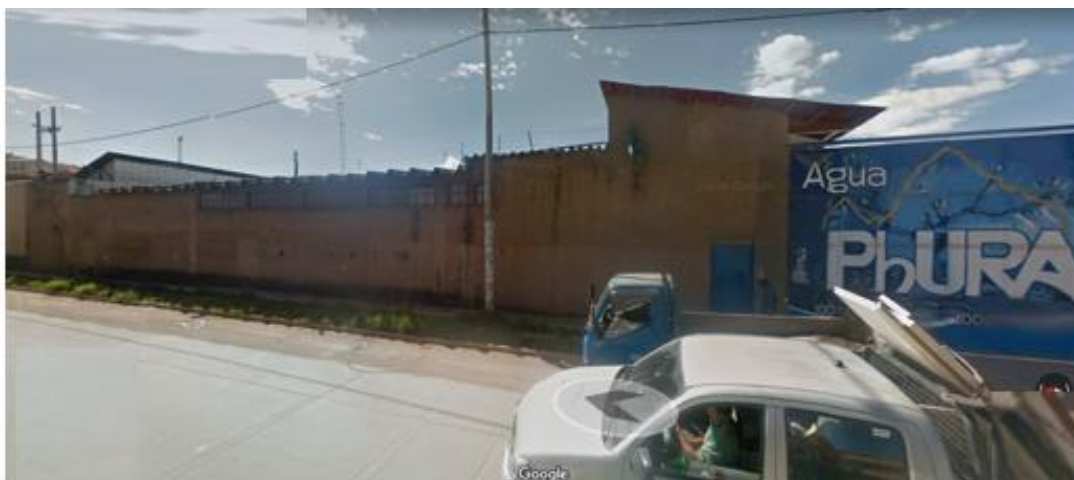
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE AGUA CUSCO DEL SOL S.R.L.

4.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

Ilustración 18: Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L



Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Tabla 30: Datos Generales de la Embotelladora Cusco del Sol

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
NOMBRE DE LA EMPRESA	Cusco del Sol Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L.)
DIRECCIÓN	Parque Industrial B-2
ACTIVIDAD	Embotelladora de agua de mesa
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA/INDUSTRIA	Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. se encuentra dedicada a la fabricación, comercialización y distribución del agua de mesa en toda la región sur del país.

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

4.1.1. MISIÓN

Ser la mejor alternativa de productos elaborados a través de una cultura de servicio y crecimiento que busca la excelencia desarrollando a nuestros colaboradores y contribuyendo al bienestar de la sociedad.

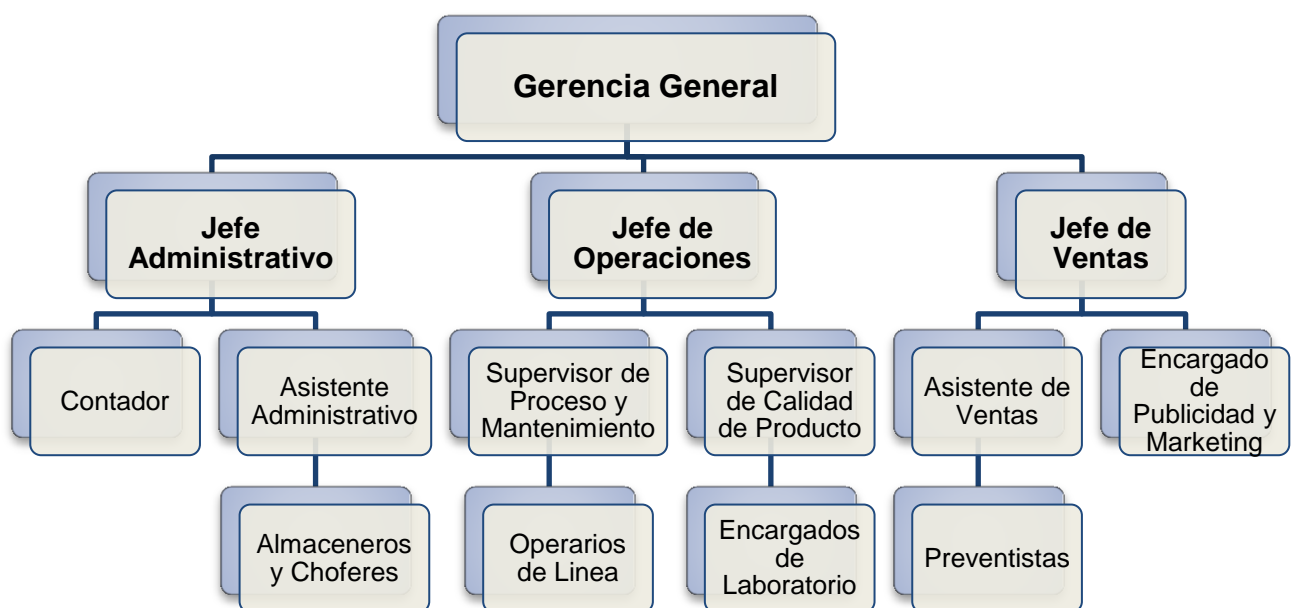
4.1.2. VISIÓN

Ser reconocida en nuestra región como la marca de bebidas de mayor preferencia para el consumo a través de una organización ligera, eficiente, solida, comprometida y productiva, ofreciendo el mayor valor del producto, siendo líderes de costos y contribuyendo a su desarrollo económico y social.

4.1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se presenta el organigrama general de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L:

Ilustración 19: Organigrama Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L



Fuente: Elaboración Propia

4.2. DATOS DE PRODUCCIÓN

Los horarios de producción en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol son los siguientes:

- Para el área administrativa, el horario de trabajo inicia a las 8:00 horas y finaliza a las 20:00 horas y sus actividades se realizan de lunes a sábado.
- Para el área de producción y operaciones, la jornada comienza a las 6:00 horas y finaliza a las 22:00 horas por lo que son realizados en dos turnos:
 - a) 1er turno : De 6:00 a 14:00 hrs.
 - b) 2do turno : De 14:00 a 22:00 hrs.

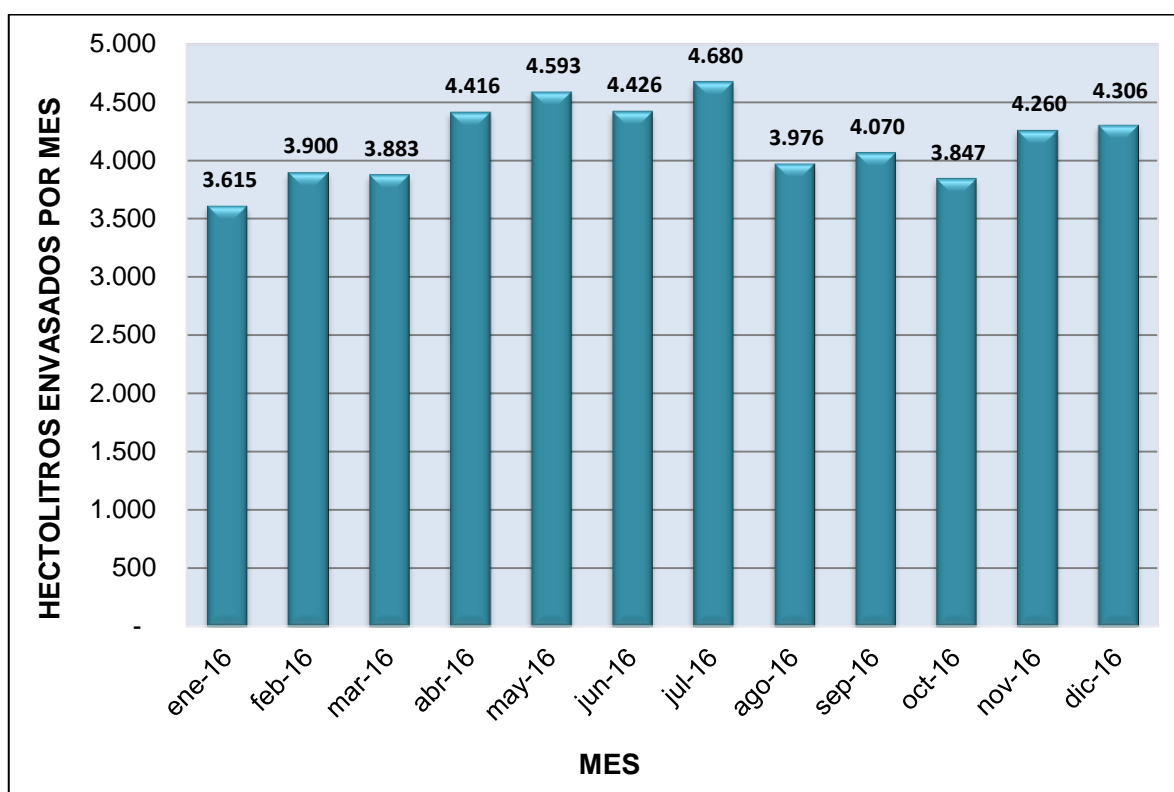
Tabla 31: Régimen de Actividad

RÉGIMEN DE ACTIVIDAD		
NÚMERO DE EMPLEADOS	122	
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	HORAS/DÍA	HORAS/SEMANA
	16	96
CAPACIDAD PRODUCTIVA	MENSUAL	
	3600 a 4700 hectolitros	
PRINCIPAL MATERIA PRIMA	Agua del subsuelo	
PRODUCTO PRINCIPAL	Embotellado de agua de mesa	

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En cuanto a la producción, la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. diariamente embotella de 130 a 150 hectolitros de agua de mesa, e invierte de 2500 a 3300 kW.hr para producir mensualmente de 3600 a 4700 hectolitros de agua embotellada y se invierte en promedio 87000 kW.hr de energía al mes. En la ilustración 20 se muestra el histórico de consumo de la empresa embotelladora durante el año 2016.

Ilustración 20: Producción Mensual de Hectolitros Embotellados



Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

4.3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN

El proceso de elaboración de agua de mesa es realizado por etapas, las cuales son:

✓ **EXTRACCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DEL POZO**

Esta etapa consiste en la captación del agua, la misma que es de origen subterráneo, y con la ayuda de dos bombas centrifugas de 0.75 KW se almacena en un tanque con capacidad de 20000 litros.

✓ **TRANSPORTE DE AGUA HACIA LA BATERÍA DE FILTROS**

Seguidamente se inicia el proceso de filtración, bombeando agua (mediante una bomba centrífuga de 2.30 KW) a través de una tubería de acero inoxidable de 2" hacia la batería de filtros.

- **Primer filtro**, Conocido también como filtro multicapa, ya que en su interior se tiene capas de grava y arena, por medio del cual se eliminan aquellos sólidos que aún quedan suspendidos en el agua. Pasada esta etapa se bombea al 2do filtro con una bomba centrífuga de 0.37 KW
- **Segundo filtro**, Es de carbón activado cuya función principal es la de eliminar los sabores u olores que pueda presentar el agua a causa de la mineralización de la misma (encontrándose en algunos casos la presencia de cloro y aluminio). Así mismo en este filtro se retiene las partículas que dan color al agua (formas solubles de hierro y cromato) si es que las hay presentes.
- **Tercer filtro (Suavizador)**, Del segundo filtro se utiliza una bomba de 0.37 KW para el trasiego del agua al 3er filtro, llamado también suavizador, el cual está cargado con zeolitas, donde se efectúa un intercambio catiónico para convertir las sales de calcio y magnesio en sodio logrando ablandar el agua.
- **Cuarto Filtro (Osmosis Inversa)**, El agua llega a este último filtro con la ayuda de una bomba centrífuga de 2.30 KW. En este filtro se retira todas las sales restantes por medio de membranas parcialmente permeables, porosas y con ayuda de la bomba centrífuga, se le aplica una presión mayor a la presión osmótica para lograr presionar el agua a través de la membrana, obteniéndose agua pura ya que los sólidos disueltos se quedan en la membrana.

✓ **TRANSPORTE DE AGUA HACIA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA FILTRADA**

Luego de la batería de filtros, el agua filtrada se trasiega a los tanques de almacenamiento, por medio de una bomba centrífuga de 3 KW.

✓ **TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

El agua filtrada llegará a los tanques de almacenamiento de acero inoxidable, los cuales se encontrarán presurizados con aire estéril (gas ozono – motor de 0.38 KW), con la finalidad de eliminar cualquier microorganismo patógeno y para la esterilización del agua filtrada, a esta parte del proceso también se le conoce como pasteurización.

Antes de pasar a embotellar el producto, se realiza la fabricación de los envases, para ello se tiene un proceso mediante el cual se da la presentación y forma a cada envase de agua para la obtención de los mismos, se realiza de la siguiente manera:

✓ **SOPLADORA DE PREFORMA PET**

Para la realización del soplado de PET's (polyethylene terephthalate), el cual es un polímero muy utilizado como envase de bebidas por sus características de cristalinidad. Los envases de PET, son primero precalentadas por un horno de 35 KW a una temperatura que oscila entre los 90 – 100 °C de forma que sean fácilmente moldeables por la sopladora y no pierdan sus propiedades de cristalinidad. Luego, es conducida a la sopladora de botellas, de 18.75 KW, mediante un tornillo sin fin hacia una boquilla que hace que salga un tubo caliente hacia la zona del molde, cuando la longitud del tubo es apropiada este se cierra y un sistema que va por el centro hace que encaje en el molde y le inyecte aire de esta manera la preforma adquiere la forma del molde. Dependiendo de la cantidad de líquido a envasar los pet's vienen clasificados en diferentes gramajes los cuales se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 32: Preformas Pet´s Comercializadas

ITEM	PREFORMA PET (grs)	CAPACIDAD DE BOTELLA COMERCIALIZADA (Its)
1	18	0.7
2	33	1
3	40	1.5
4	56	2
5	73	5
6	85	7
7	89	12

Fuente: Elaboración Propia

✓ **SILOS DE ALMACENAMIENTO DE BOTELLA PET**

Las botellas sopladas en la etapa anterior, se almacenan en los silos de almacén. Esto permite contar con un stock de reserva, en caso que la etapa anterior o la siguiente se detuvieran de forma que no perjudique el normal proceso de elaboración y embotellamiento del producto comercializado.

✓ **MAQUINA LAVADORA**

Seguidamente, las botellas PET son trasladadas a la maquina enjuagadora donde se lavarán los envases con agua caliente a presión para ello se utiliza una bomba de 2.30 KW para la línea 1 y 2 de producción y para la tercera línea una bomba de 0.75 KW.

✓ **MAQUINA LLENADORA**

Los envases lavados y escurridos serán transferidos al área de llenado donde se encuentran las máquinas llenadoras que están distribuidas de la siguiente manera:

- La primera línea, tiene una máquina llenadora de 6 pistones, accionada por un motor de 1.50 KW, utilizada

para el llenado de las botellas de plástico en presentaciones desde 500 ml hasta 2 lts.

- La segunda línea, tiene una máquina llenadora de 6 pistones
- de 1.50 KW, utilizada para el llenado de las botellas de vidrio en presentación de 500 ml.
- La tercera línea es para los garrafones y cajas de 20 lts.

✓ **MAQUINA TAPADORA**

Una vez se tiene los envases llenos, estos pasan por la maquina tapadora para cada línea, accionada por motores de 1.50 KW, 0.75 y 3 KW respectivamente. Las tapas utilizadas en la Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L son de polipropileno y cuentan con un precinto de seguridad el cual se rompe cuando se abre el envase. Al finalizar el proceso de tapado los envases pasan por la codificadora, la cual marcara cada tapa de botella con la fecha de caducidad del envase.

✓ **TRANSPORTE DE BOTELLAS LLENAS HACIA LA ETIQUETADORA Y CODIFICADORA**

Posteriormente, las botellas son transportadas hasta la maquina codificadora (encargada de poner la fecha de envase del producto y fecha de vencimiento) y etiquetadora de 0.38 KW en cada línea, por medio de cintas transportadoras, especialmente desarrolladas para el manejo de envases de plástico, vidrio, garrafones y cajas.

✓ **ARMADO DE PACKS (EMPAQUETADORA)**

Al finalizar el tramo anterior, las botellas se encontrarán con el alimentador de la empaquetadora, consistente en un horno de termo contracción de 65KW, en el cual va apilando las botellas y se arma los packs de 15 botellas.

✓ **PALETIZADO Y ENVOLVIMIENTO DE PALLETS**

Se realizará por medio de una paletizadora de 8.1 KW, la cual armará pallets con los packs. Además, se colocará entre los pisos de éstos, una lámina de cartón corrugado.

Una vez armados, una envolvedora de pallets se encargará de envolverlos con un film stretch de polietileno.

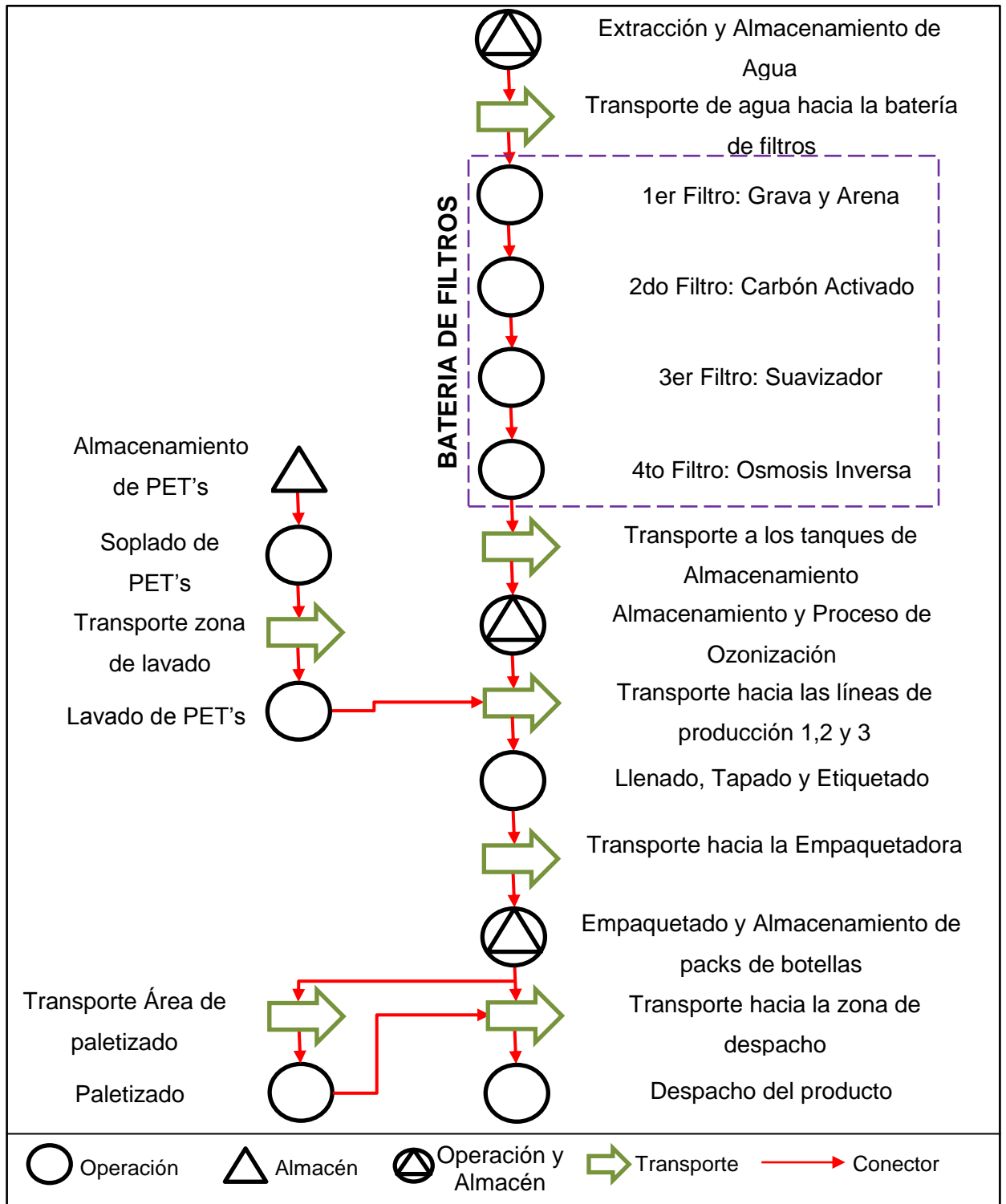
Finalizada esta operación, quedarán disponibles para su transporte. Esto permitirá el manejo del conjunto como un bloque, y también para protección del elemento transportado de posibles contaminaciones o daños.

✓ **ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO**

Los pallets serán transportados con montacargas hasta la zona de expedición. Allí quedarán almacenados en un depósito cubierto, para luego ser cargados en los camiones de distribución.

En la Ilustración 21 se muestra un diagrama de operaciones de proceso (DOP) basado en la ISO 9001 que resume la elaboración del agua de mesa, su embotellado, empaquetado y paletizado, esto con la finalidad de observar de manera macro todo el proceso de embotellado y poder analizar oportunidades de mejora y su contribución al proceso productivo de elaboración de agua de mesa embotellada en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

Ilustración 21: Diagrama de Operaciones del Proceso de Elaboración de Agua de Mesa en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia / Simbología de acuerdo a ISO 9001

4.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA

4.4.1. DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol se muestra en el anexo D

4.4.2. ZONIFICACIÓN DE ÁREAS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL

En la empresa embotelladora Cusco del Sol, las cargas eléctricas se encuentran distribuidas en diez zonas (tabla 33) de acuerdo a su proceso productivo.

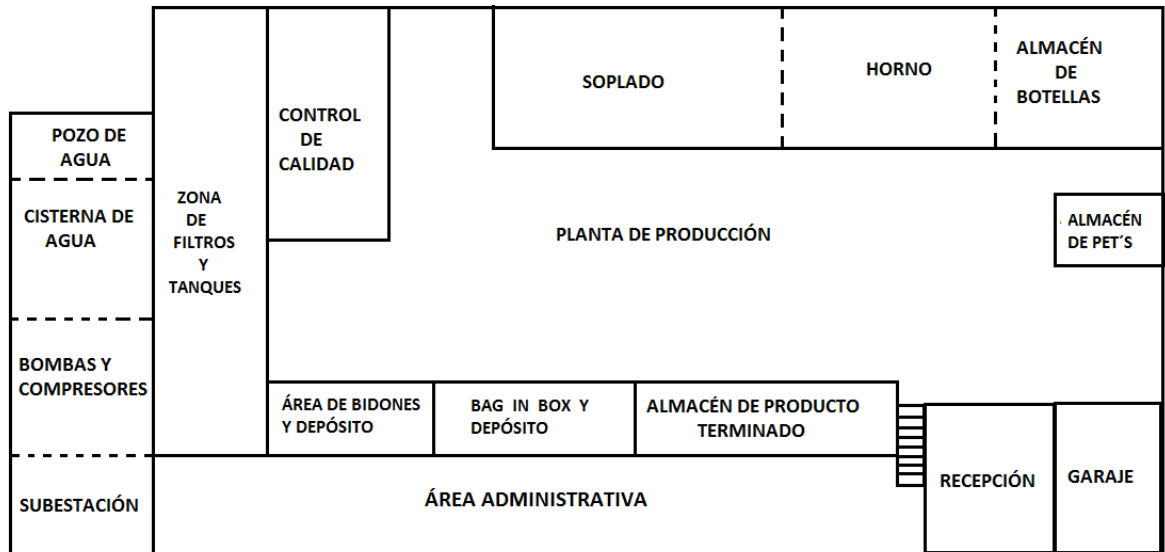
Tabla 33: Distribución por Áreas de la Embotelladora Cusco del Sol

AREA	DESCRIPCION
1	Planta de Producción
2	APT (Almacén Producto Terminado)
3	Control de Calidad
4	Bidones y Depósito
5	Bag in box y Depósito
6	Almacén de PET's
7	Soplados, Horno y Almacén de Botellas
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE
9	Zona Filtros y Tanques
10	Áreas Administrativas (2do Piso)

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

En la ilustración 22, se muestra la ubicación de las áreas mencionadas en la tabla 33.

Ilustración 22: Distribución por áreas de la Embotelladora Cusco Sol



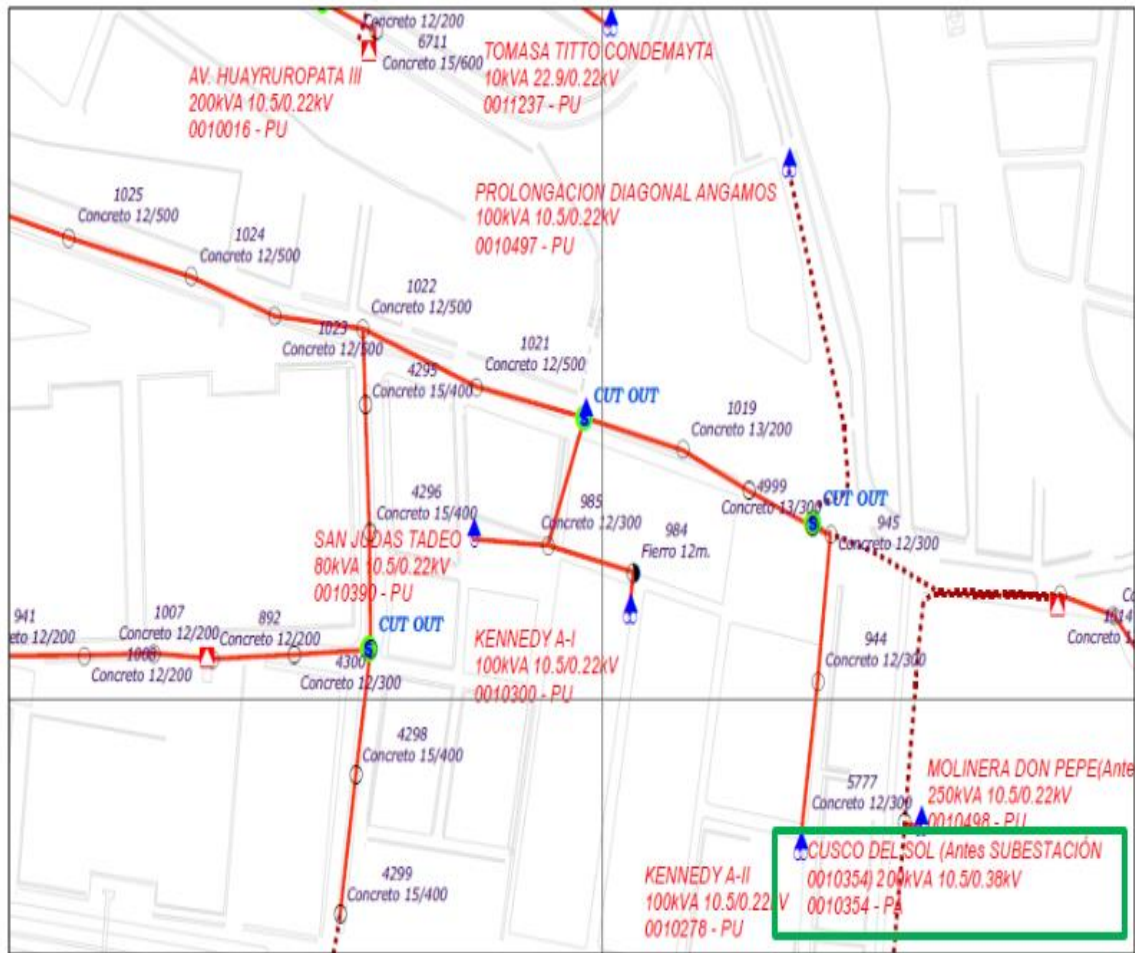
Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

4.4.3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CARGAS

La empresa embotelladora Cusco del Sol, cuenta con una subestación de 250 KVA de potencia aparente cuya fabricación data del año 1982 y un grupo de conexión Delta - Estrella.

En el lado primario recibe energía de la red de distribución de la Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica, Electro Sur Este S.A.A. en 10.5 KV (Alimentador D07) y en el lado secundario sale a 0.38KV. A continuación, en el diagrama unifilar de la Ilustración 23, se muestra la ubicación de la subestación de la Empresa Cusco del Sol.

Ilustración 23: Plano de ubicación de SSEE Cusco del Sol S.R.L



Fuente: Electro Sur Este S.A.A.

Las características de la Subestación 0010354, se pueden apreciar en la tabla 24 presentada a continuación.

Ilustración 24: Características de la Subestación 0010354

Empresa Distribuidora	Electro Sur Este S.A.A.
Nombre SED	Subestación 0010354
Marca SED	FABEM
Modelo SED	ONAN
Año de Fabricación	1982
Tipo de Red	Aérea
Tipo SED	Biposte
Material del Soporte	Concreto
Tensión Primario	10.5 KV
Tensión Secundario	0.38 KV
Potencia Instalada	250 KVA
Serie Medidor	1145607
Marca Medidor	Elster
Código Ruta	0011345000190
Tarifa	MT2
Calificación	Presente en Horas Punta

Fuente: Electro Sur Este S.A.A.

4.4.4. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS INSTALADAS

En esta etapa se realizó el registro y toma de datos de todas las máquinas y equipos que consumen energía eléctrica en las distintas áreas de trabajo de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. las cuales se ordenaron en distintas tablas, tal como se muestra a continuación:

Tabla 34 : Registro de Cargas Eléctricas

	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 3	MAQUINA 4	MAQUINA 5	MAQUINA 6
Tipo de Motor/bomba/horno	Eléctrobomba	Eléctrobomba	Eléctrobomba	Eléctrobomba	Eléctrobomba	Eléctrobomba
Año de Fabricación	1983	1983	1991	1991	1991	1987
Fabricante	Elestar Pump	Elestar Pump	Elestar Pump	Elestar Pump	Elestar Pump	Elestar Pump
Potencia Eléctrica (KW)	0.75	0.75	2.30	0.37	0.37	2.30
Tension de Trabajo (V)	380	380	380	380	380	380
Intensidad de Corriente Nominal (A)	1.42	1.42	4.11	0.67	0.67	4.11
Intensidad de Corriente Medida (A)	1.33	1.20	4.15	0.62	0.63	3.84
Factor de Potencia (f.p)	0.8	0.8	0.85	0.85	0.85	0.85
Funcionamiento (Hrs/Día)	6	6	6	6	6	6
Funcionamiento (Hrs/año)	2160	2160	2160	2160	2160	2160
Descripción de Utilización	Alimentacion al Tanque de Almacenamiento 1ra linea	Alimentacion al Tanque de Almacenamiento 2da linea	Bombeo para Primer Filtro	Bombeo para Segundo Filtro	Bombeo para Tercer Filtro	Bombeo para Cuarto Filtro

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Tabla 35 : Registro de Cargas Eléctrica

	MAQUINA 7	MAQUINA 8	MAQUINA 9	MAQUINA 10	MAQUINA 11	MAQUINA 12
Tipo de Motor/bomba/horno	Eléctrobomba	Motor	Eléctrobomba	Motor	Horno de Soplado	Motor
Año de Fabricación	2001	2001	2006	1989	1982	2000
Fabricante	Siemens	Siemens	Pedrollo	Grundfos	Voges	Siemens
Potencia Eléctrica (KW)	3.00	0.38	4.50	18.75	35.00	2.30
Tension de Trabajo (V)	380	380	380	380	380	380
Intensidad de Corriente Nominal (A)	5.36	1.17	8.04	33.52	53.18	4.11
Intensidad de Corriente Medida (A)	5.12	1.19	7.56	33.22	51.12	3.94
Factor de Potencia (f.p)	0.85	0.85	0.85	0.85	-	0.85
Funcionamiento (Hrs/Día)	12	12	12	8	8	8
Funcionamiento (Hrs/año)	4320	4320	4320	2880	2880	2880
Descripción de Utilización	Bombeo a Tanque de Agua Filtrada	Motor Generador de Ozono	Distribución de Agua a las Llenadoras	Sopladora de Pet's	Horno de Soplado	Motor de Lavadora #01

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Tabla 36: Registro de Cargas Eléctricas

	MAQUINA 13	MAQUINA 14	MAQUINA 15	MAQUINA 16	MAQUINA 17	MAQUINA 18
Tipo de Motor/bomba/horno	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor
Año de Fabricación	1993	1993	1989	1993	1995	1995
Fabricante	Delcrosa	Delcrosa	Delcrosa	Delcrosa	Delcrosa	Voges
Potencia Eléctrica (KW)	0.75	2.30	1.50	1.50	3.00	1.50
Tension de Trabajo (V)	380	380	380	380	380	380
Intensidad de Corriente Nominal (A)	1.33	4.11	2.68	2.68	5.36	2.68
Intensidad de Corriente Medida (A)	1.01	4.33	2.86	2.29	5.14	2.44
Factor de Potencia (f.p)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Funcionamiento (Hrs/Día)	8	8	12	12	12	12
Funcionamiento (Hrs/año)	2880	2880	4320	4320	4320	4320
Descripción de Utilización	Motor de Lavadora #02	Motor de Lavadora #03	Motor de Llenadora #01	Motor de Llenadora #02	Motor de Llenadora #03	Motor de Tapadora #01

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Tabla 37: Registro de Cargas Eléctricas

	MAQUINA 19	MAQUINA 20	MAQUINA 21	MAQUINA 22	MAQUINA 23	MAQUINA 24
Tipo de Motor/bomba/horno	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor
Año de Fabricación	1999	1993	1999	1999	1999	1999
Fabricante	Voges	Pedrollo	Pedrollo	Pedrollo	Pedrollo	Pedrollo
Potencia Eléctrica (KW)	0.75	3.00	0.38	0.38	0.38	0.38
Tension de Trabajo (V)	380	380	380	380	380	380
Intensidad de Corriente Nominal (A)	1.33	5.36	1.25	1.17	1.17	1.17
Intensidad de Corriente Medida (A)	1.21	4.33	1.18	1.12	1.11	1.08
Factor de Potencia (f.p)	0.85	0.85	0.8	0.85	0.85	0.85
Funcionamiento (Hrs/Día)	12	12	12	12	12	12
Funcionamiento (Hrs/año)	4320	4320	4320	4320	4320	4320
Descripción de Utilización	Motor de Tapadora #02	Motor de Selladora	Motor de Etiquetadora	Motor de Codificadora #01	Motor de Codificadora #02	Motor de Codificadora #03

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

Tabla 38: Registro de Cargas Eléctricas

	MAQUINA 25	MAQUINA 26	MAQUINA 27	MAQUINA 28	MAQUINA 29
Tipo de Motor/bomba/horno	Horno Empaquetador	Motor	Motor	Motor	Motor
Año de Fabricación	1987	1987	1987	1987	1987
Fabricante	Grundfos	Voges	Voges	Voges	Voges
Potencia Eléctrica (KW)	60.00	8.10	2.30	2.30	3.00
Tension de Trabajo (V)	380	380	380	380	380
Intensidad de Corriente Nominal (A)	91.16	14.48	4.11	4.11	5.36
Intensidad de Corriente Medida (A)	97.30	14.34	3.12	3.43	5.11
Factor de Potencia (f.p)	-	0.85	0.85	0.85	0.85
Funcionamiento (Hrs/Día)	10	12	12	12	12
Funcionamiento (Hrs/año)	3600	4320	4320	4320	4320
Descripción de Utilización	Horno Empaquetador	Paletizadora	Correa de Transporte (Pet's a llenadora)	Correa de Transporte para Botellas de Vidrio	Correa de Transporte para Bag in Box y Bidones

Fuente: Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

El sistema de iluminación en la empresa embotelladora, se encuentra zonificado de la siguiente manera:

Tabla 39: Luminarias Utilizadas en el Área de Planta de Producción

AREA	Planta de Producción
N° TOTAL DE LUMINARIAS	15
TIPO	Lámparas High Bay
N° LUMINARIAS APAGADAS	0
POTENCIA POR EQUIPO (W)	400
POTENCIA TOTAL (kW)	6

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Planta de producción el tipo de lámpara usada son las High Bay, que tiene una potencia de 400W, en esta área existen en total 15 lámparas, las cuales están encendidas durante todo el proceso de producción de la planta.

Tabla 40: Luminarias Utilizadas en el Área de APT (Almacén Producto Terminado)

AREA	APT (Almacén Producto Terminado)
N° TOTAL DE LUMINARIAS	8
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x32 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	1
POTENCIA POR EQUIPO (W)	64
POTENCIA TOTAL (kW)	0.512

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Almacén de producto terminado el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x32 w), que tiene en total una potencia

de 64W por luminaria, en esta área existen un total de 8 lámparas, de las cuales solo una se encuentra apagada, el resto está prendido durante el proceso de producción.

Tabla 41: Luminarias Utilizadas en el Área de Control de Calidad

AREA	Control de Calidad
N° TOTAL DE LUMINARIAS	8
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x20 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	2
POTENCIA POR EQUIPO (W)	40
POTENCIA TOTAL (kW)	0.32

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Control de calidad el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x20 w), con una potencia de 40W por luminaria, en esta área existen un total de 8 luminarias de este tipo, de las cuales dos se encuentran apagadas.

Tabla 42: Luminarias Utilizadas en el Área de Bidones y Depósito

AREA	Bidones y Depósito
N° TOTAL DE LUMINARIAS	4
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x32 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	0
POTENCIA POR EQUIPO (W)	64
POTENCIA TOTAL (kW)	0.256

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Bidones y depósito el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x32 w), con una potencia de 64W cada una, en esta área existen un total de 4 lámparas, las cuales se encuentran encendidas durante todo el proceso de producción.

Tabla 43: Luminarias Utilizadas en el Área de Bag in box y Depósito

AREA	Bag in box y Depósito
N° TOTAL DE LUMINARIAS	5
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x32 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	0
POTENCIA POR EQUIPO (W)	64
POTENCIA TOTAL (kW)	0.32

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Bag in box y depósito el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x32 w), con una potencia de 64W por equipo, en esta área existen un total de 5 lámparas, las cuales se encuentran encendidas durante todo el proceso de producción.

Tabla 44: Luminarias Utilizadas en el Área de Almacén de Pet's

AREA	Almacén de PET's
N° TOTAL DE LUMINARIAS	4
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x20 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	0
POTENCIA POR EQUIPO (W)	40
POTENCIA TOTAL (kW)	0.16

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Almacén de PET's el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x20 w), con una potencia unitaria de 40W, en esta

área existen un total de 4 lámparas de este tipo, todas estas se encienden, cada vez que el personal ingresa.

Tabla 45: Luminarias Utilizadas en el Área de Soplado, Horno y Almacén de Botellas

AREA	Soplado, Horno y Almacén de Botellas
N° TOTAL DE LUMINARIAS	4
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x20 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	2
POTENCIA POR EQUIPO (W)	40
POTENCIA TOTAL (kW)	0.16

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En el área de Almacén de PET's el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x20 w), con una potencia de 40W por luminaria, en esta área existen un total de 4 lámparas de este tipo, todas estas se encienden, cada vez que el personal ingresa.

Tabla 46: Lámparas Utilizadas en la Zona Compresores, Bombas y SSEE

AREA	Zona Compresores, Bombas y SSEE
N° TOTAL DE LUMINARIAS	3
TIPO	Reflectores TEMPO Philips
N° LUMINARIAS APAGADAS	1
POTENCIA POR EQUIPO (W)	400
POTENCIA TOTAL (kW)	1.2

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En la Zona de Compresores, Bombas y SSEE el tipo de lámpara usada es Reflectores TEMPO de marca Philips, con una potencia unitaria de 400W, en esta área existen un total de 3 reflectores, de los

cuales uno se encuentra apagado y dos de estos encendidos durante todo el proceso de producción.

Tabla 47: Lámparas Utilizadas en la Zona de Filtros y Tanques

AREA	Zona Filtros y Tanques
N° TOTAL DE LUMINARIAS	7
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x20 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	1
POTENCIA POR EQUIPO (W)	40
POTENCIA TOTAL (kW)	0.28

Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En la de Zona Filtros y Tanques el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x20 w), con una potencia unitaria de 40W, en esta área existen un total de 7 lámparas, las cuales se encuentran encendidas durante todo el proceso de producción, a excepción de una que se mantiene apagada.

Tabla 48: Lámparas Utilizadas en las Áreas Administrativas (2do Piso)

AREA	Áreas Administrativas (2do Piso)
N° TOTAL DE LUMINARIAS	20
TIPO	Fluorescentes T-12 (2x20 w)
N° LUMINARIAS APAGADAS	3
POTENCIA UNITARIA (W)	40
POTENCIA TOTAL (kW)	0.8

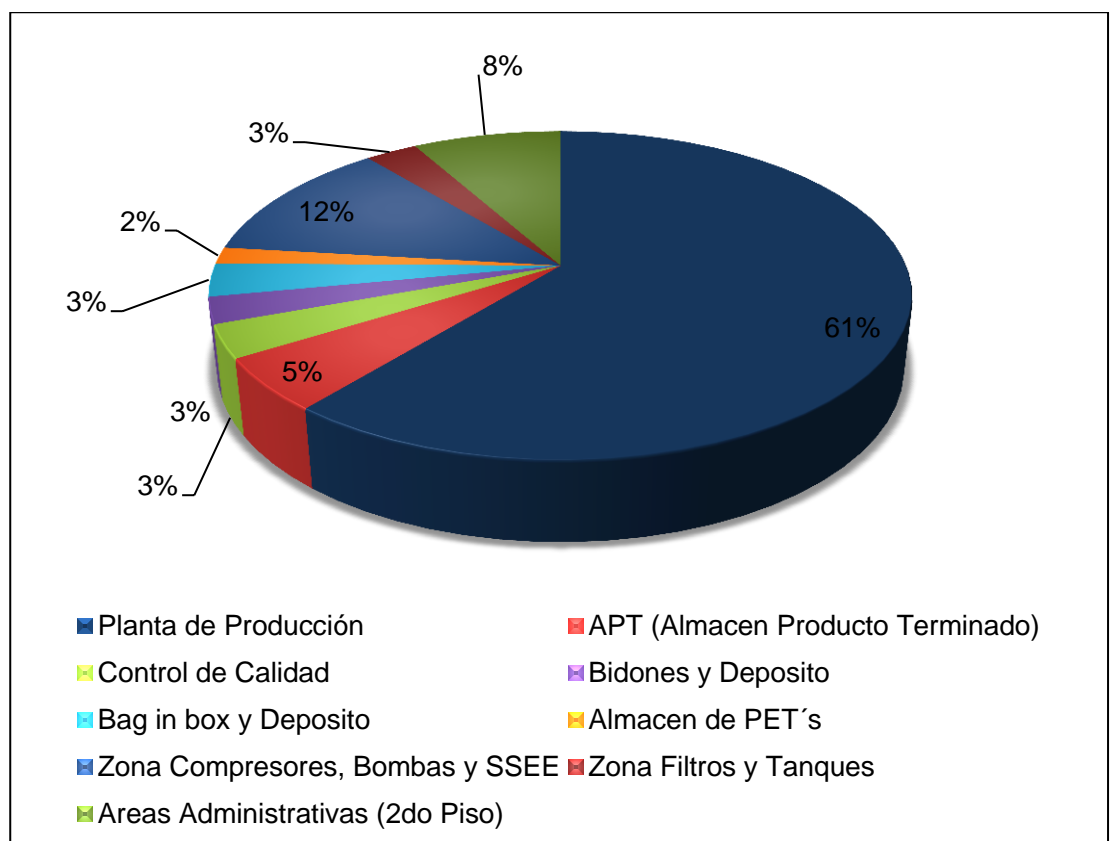
Fuente: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L

En las Áreas Administrativas que se encuentran en el segundo piso, el tipo de lámpara usada es Fluorescente T-12 (2x20 w), con una

potencia de 40W cada una, en esta área existen un total de 20 lámparas, y de estas solo tres lámparas se encuentran apagadas y el resto se encuentran encendidas durante todo el proceso de producción.

En base a las tablas anteriores, la Ilustración 4.7 muestra la distribución de potencia de las luminarias por zonas en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. De esta manera se puede ver la incidencia de cada una de las áreas en consumo de energía eléctrica en iluminación. Así mismo se debe enfocar las oportunidades de ahorro en las áreas de mayor consumo.

Ilustración 25: Distribución de Luminarias e Incidencia del consumo de Energía por Zonas (%)



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 25 se puede observar que el área que tiene mayor potencia y por ende consume mayor energía en lo que se refiere a iluminación es la Planta de producción (61%), ya que esta abarca

mayor área en la planta y por ende requiere mayor luminosidad; a diferencia del área de almacén de PET's que sólo consume un 2% del total de energía generada por las lámparas, esto debido a que el área a iluminar es menor.

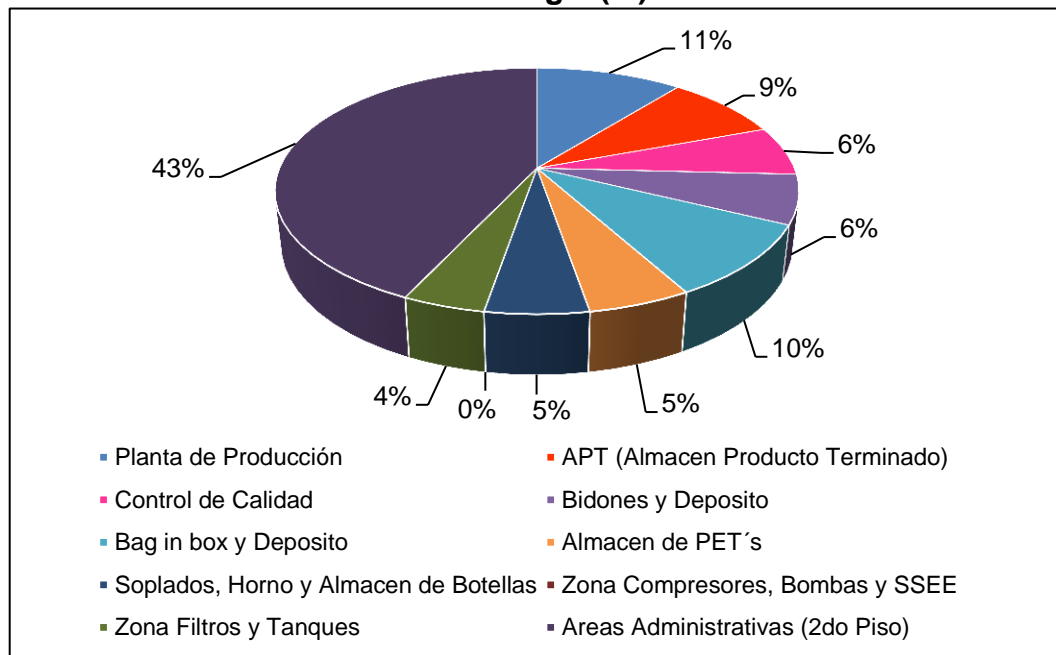
En cuanto a la distribución de tomacorrientes en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol, viene indicado en la tabla 49 y la incidencia en la Ilustración 26 presentada a continuación:

Tabla 49: Distribución de Tomacorrientes en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

ÁREA	DESCRIPCIÓN	N° DE TOMACORRIENTES	TOMACORRIENTE [kW]
1	Planta de Producción	10	2.20
2	APT (Almacén Producto Terminado)	8	1.76
3	Control de Calidad	6	1.32
4	Bidones y Deposito	6	1.32
5	Bag in box y Deposito	9	1.98
6	Almacén de PET's	5	1.10
7	Soplados, Horno y Almacén de Botellas	5	1.10
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE	0	-
9	Zona Filtros y Tanques	4	0.88
10	Áreas Administrativas (2do Piso)	40	8.80
Total		93	20.46

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26: Distribución de Tomacorrientes e Incidencia de Consumo de Energía (%)



Fuente: Elaboración propia

4.4.5. MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Con la ayuda del analizador de redes se procedió al registro de los parámetros eléctricos que a continuación se detalla en la tabla 50.

Tabla 50 : Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de Bombas, Motores y Hornos de la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia
		kW	V	A	-
M1	Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento	0.75	382	1.62	0.7
M2	Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento	0.75	382	1.62	0.7

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 51 : Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de Bombas, Motores
y Hornos de la Embotelladora Cusco del Sol**

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia
		kW	V	A	-
M3	Bomba para Primer filtro	2.24	376	4.78	0.72
M4	Bombeo para Segundo Filtro	0.37	376	0.81	0.7
M5	Bombeo para Tercer Filtro	0.37	376	0.79	0.72
M6	Bombeo para Cuarto Filtro	2.20	376	4.83	0.7
M7	Bombeo a Tanque de Agua Filtrada	2.98	378	5.55	0.82
M8	Motor Generador de Ozono	0.38	220	1.19	0.84
M9	Bomba de Distribución de Agua a las Llenadoras	4.47	375	9.18	0.75
M10	Sopladora de Pet´s	18.60	375	40.91	0.7
M11	Horno Eléctrico para Soplado de PET´s	35.00	380	51.12	-
M12	Motor de Lavadora #01	2.24	375	4.31	0.8
M13	Motor de Lavadora #02	0.75	375	1.44	0.8
M14	Motor de Lavadora #03	2.24	373	4.33	0.8
M15	Motor de Llenadora #01	1.50	378	2.86	0.8
M16	Motor de Llenadora #02	1.20	378	2.29	0.8

Fuente: Elaboración propia

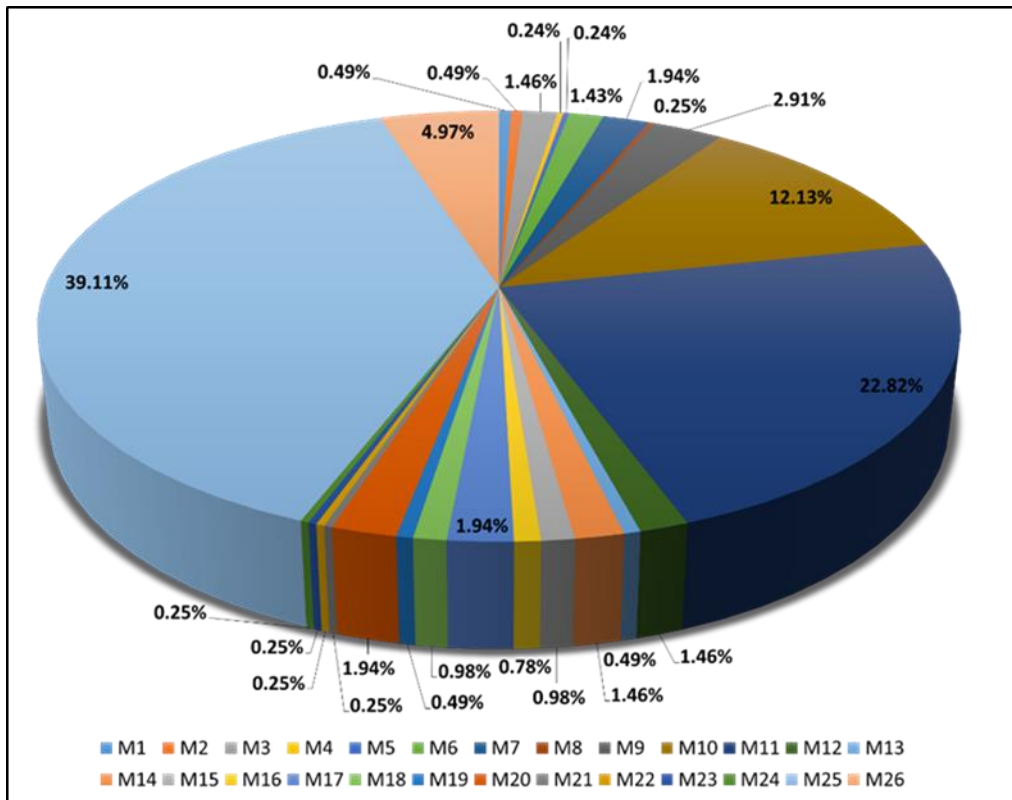
Tabla 52: Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de Bombas, Motores y Hornos de la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia
		kW	V	A	-
M17	Motor de Llenadora #03	2.98	377	5.70	0.8
M18	Motor de Tapadora #01	1.50	378	2.86	0.8
M19	Motor de Tapadora #02	0.75	378	1.43	0.8
M20	Motor de Selladora	2.98	375	5.88	0.78
M21	Motor de Etiquetado	0.38	219	1.25	0.8
M22	Motor de Codificadora #01	0.38	219	1.25	0.8
M23	Motor de Codificadora #02	0.38	217	1.26	0.8
M24	Motor de Codificadora #03	0.38	217	1.26	0.8
M25	Horno Empaquetador	60.00	378	97.3	-
M26	Motor de Paletizadora	7.63	372	14.80	0.8
Sub Total		151.90 kW			

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de poder identificar las cargas más importantes en el consumo de energía eléctrica. En la Ilustración 27, se muestra la incidencia de las cargas eléctricas de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. expresado en valores porcentuales

Ilustración 27: Incidencia de cargas en el Consumo de energía eléctrica en la Planta Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

De la Ilustración 28 se puede observar que, M11 (Horno Eléctrico para soplado de PET's) y M25 (Horno Empaquetador) son las cargas más incidentes en el consumo de energía eléctrica en la embotelladora con 35kW (22.82%) y 60kW (39.11%) del consumo total de energía eléctrica respectivamente.

En cuanto a fajas y correas de transporte en la empresa embotelladora, se tiene la tabla 53:

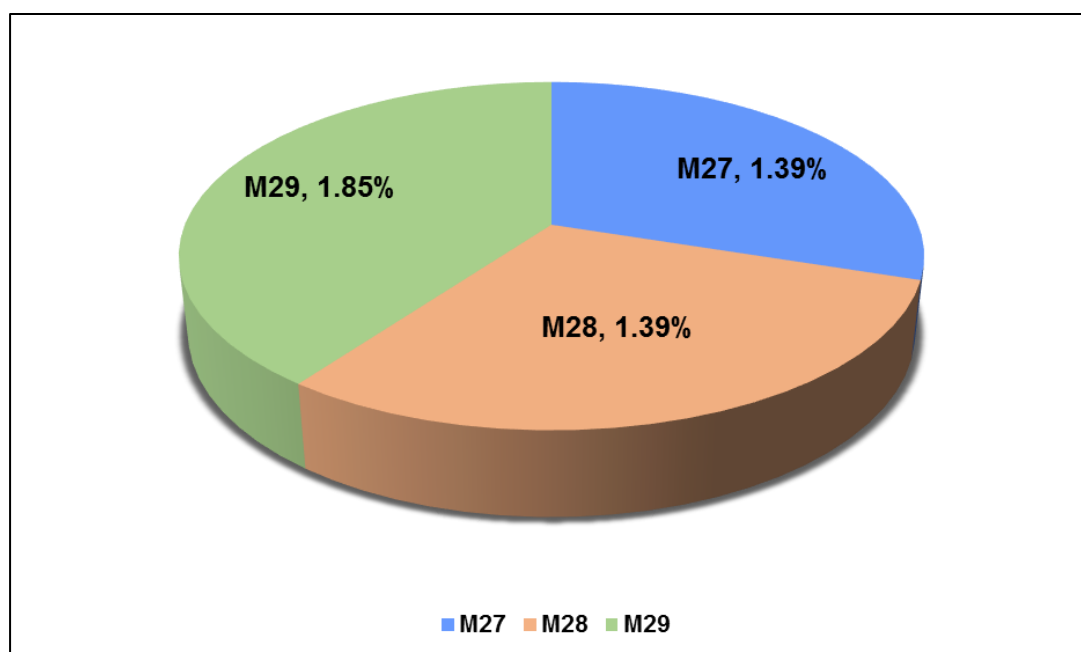
Tabla 53: Registro de Parámetros Eléctricos de Fajas de Transporte en la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Fajas y/o Correas de Transporte	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia
		kW	V	A	-
M27	Correa de Transporte (Pet's a llenadora)	2.24	379	4.27	0.8
M28	Correa de Transporte para botellas de vidrio	2.24	379	4.27	0.8
M29	Correa de Transporte para Bag in Box y Bidones	2.98	379	5.67	0.8
Sub Total 2		7.46	kW		

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 28 se muestra la incidencia en valor porcentual de consumo de energía eléctrica de las fajas de transporte respecto al consumo total de estas.

Ilustración 28: Incidencia de Fajas de Transporte en el Consumo de Energía Eléctrica en la Embotelladora Cusco del Sol



Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 28, se puede observar que M29 (Correa de Transporte para Bag in Box y Bidones) es la correa transportadora que consume más energía, con un 1.85%, lo que equivale a 2.98 KW; mientras que las dos fajas y/o correas transportadoras restantes consumen la misma cantidad de energía siendo esta 2.24kW, las correas transportadoras adquiridas por la empresa usan energía suficiente para realizar el transporte de los insumos y productos dentro de la planta, por lo que adquirir equipos de mayor potencia generarían más gastos innecesarios a la empresa.

4.4.6. ANÁLISIS DE MOTORES

Para realizar una correcta evaluación de los motores que se utilizan en la empresa embotelladora, se tomó en cuenta algunos criterios tales como el factor de carga, eficiencia, %perdidas las cuales se presentan a continuación:

Tabla 54: Factores de Carga en los Motores de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia	Factor de Carga
		kW	V	A	-	%
M1	Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento	0.68	382	1.33	0.7	82.57%
M2	Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento	0.49	382	1.20	0.7	74.50%
M3	Bomba para Primer filtro	1.92	376	4.15	0.72	84.61%
M4	Bombeo para Segundo Filtro	0.32	376	0.62	0.7	75.78%
M5	Bombeo para Tercer Filtro	0.31	376	0.63	0.72	79.20%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 55 : Factores de Carga en los Motores de la Embotelladora Cusco
del Sol**

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia	Factor de Carga
		kW	V	A	-	%
M6	Bombeo para Cuarto Filtro	1.98	376	3.84	0.7	76.11%
M7	Bombeo a Tanque de Agua Filtrada	2.34	378	5.12	0.82	91.63%
M8	Motor Generador de Ozono	0.35	220	1.08	0.84	90.97%
M9	Bomba de Distribución de Agua a las Llenadoras	3.99	375	7.56	0.75	81.84%
M10	Sopladora de Pet´s	14.70	375	33.22	0.7	80.56%
M11	Horno Eléctrico para Soplado	31.01	380	47.12	1	88.61%
M12	Motor de Lavadora #01	1.98	375	3.94	0.8	89.01%
M13	Motor de Lavadora #02	0.66	375	1.01	0.8	70.35%
M14	Motor de Lavadora #03	2.01	373	3.16	0.8	70.92%
M15	Motor de Llenadora #01	1.33	378	2.51	0.8	87.69%
M16	Motor de Llenadora #02	1.19	378	2.29	0.8	80.00%
M17	Motor de Llenadora #03	2.44	377	5.14	0.8	89.50%
M18	Motor de Tapadora #01	1.33	378	2.44	0.8	85.20%
M19	Motor de Tapadora #02	0.66	378	1.21	0.8	84.96%
M20	Motor de Selladora	2.12	375	4.33	0.78	73.12%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Factores de Carga en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia	Factor de Carga
		kW	V	A	-	%
M22	Motor de Codificadora #01	0.33	219	1.12	0.8	89.44%
M23	Motor de Codificadora #02	0.34	217	1.11	0.8	87.91%
M24	Motor de Codificadora #03	0.33	217	1.08	0.8	85.46%
M25	Horno Empaquetador	53.16	378	81.2	1	88.61%
M26	Motor de Paletizadora	7.30	372	14.34	0.8	91.26%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57: Factores de Carga en los Motores de las Correas de Transporte de la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia	Tensión Medida	I medida	Factor de Potencia	Factor de Carga
		kW	V	A	-	%
M27	Correa de Transporte (Pet´s a llenadora)	2.05	379	3.12	0.8	71.24%
M28	Correa de Transporte para botellas de vidrio	2.03	379	3.43	0.8	78.32%
M29	Correa de Transporte para Bag in Box y Bidones	2.54	379	5.11	0.8	89.45%

Fuente: Elaboración Propia

De las tablas anteriores tenemos que, los motores M2, M4, M5, M6, M13, M14, M20, M27, M28 operan a una capacidad por debajo del 80% de su potencia nominal, lo cual indica que en un primer análisis son estos los motores que deben cambiarse a razón de su baja entrega de potencia en relación con lo que puede entregar.

a) Eficiencia de un Motor

En el caso de la empresa embotelladora Cusco del Sol S.R.L las eficiencias de sus motores se muestran en la tabla 58 y 59 presentadas a continuación:

Tabla 58 : Eficiencia en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia Entrada	Potencia Salida	Eficiencia
		kW	kW	%
M1	Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento	0.75	0.68	91.2%
M2	Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento	0.75	0.49	65.7%
M3	Bomba para Primer filtro	2.30	1.92	83.5%
M4	Bombeo para Segundo Filtro	0.37	0.32	85.8%
M5	Bombeo para Tercer Filtro	0.37	0.31	83.1%
M6	Bombeo para Cuarto Filtro	2.30	1.98	86.1%
M7	Bombeo a Tanque de Agua Filtrada	3.00	2.34	78.0%
M8	Motor Generador de Ozono	0.38	0.35	92.1%
M9	Bomba de Distribución de Agua a las Llenadoras	4.50	3.99	88.7%
M10	Sopladora de Pet's	18.75	14.70	78.4%
M11	Horno Eléctrico para Soplado	35.00	31.01	88.6%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: Eficiencia en los Motores de la Embotelladora Cusco del Sol

Código	Descripción	Potencia Entrada	Potencia Salida	Eficiencia
		kW	kW	%
M12	Motor de Lavadora #01	2.30	1.98	86.1%
M13	Motor de Lavadora #02	0.75	0.66	88.5%
M14	Motor de Lavadora #03	2.30	2.01	87.4%
M15	Motor de Llenadora #01	1.50	1.33	88.7%
M16	Motor de Llenadora #02	1.50	1.19	79.5%
M17	Motor de Llenadora #03	3.00	2.44	81.3%
M18	Motor de Tapadora #01	1.50	1.33	88.7%
M19	Motor de Tapadora #02	0.75	0.66	88.5%
M20	Motor de Selladora	3.00	2.12	70.7%
M21	Motor de Etiquetado	0.38	0.33	85.5%
M22	Motor de Codificadora #01	0.38	0.33	86.6%
M23	Motor de Codificadora #02	0.38	0.34	89.5%
M24	Motor de Codificadora #03	0.38	0.33	86.8%
M25	Horno Empaquetador	60.00	53.16	88.6%
M26	Motor de Paletizadora	8.10	7.30	90.1%
M27	Correa de Transporte (Pet's a llenadora)	2.30	2.05	89.1%
M28	Correa de Transporte para botellas de vidrio	2.30	2.03	88.3%
M29	Correa de Transporte para Bag in Box y Bidones	3.00	2.54	84.7%

Fuente: Elaboración Propia

De las tablas anteriores tenemos que, los motores M2, M3, M5, M7, M10, M16, M17, M20 y M29 operan con una eficiencia menor al 80%, lo cual indica que son estos los motores a los que se le debe realizar el mantenimiento correctivo y/o cambio por motores de mayor eficiencia, ya que cerca del 20% de potencia se convierte en pérdidas.

Por el contrario, los motores M1, M4, M6, M8, M9, M11, M12, M13, M14, M15, M18, M19, M21, M22, M23, M24, M25, M26, M27, M28 son los que operan con una eficiencia por encima del 85%. Con

ellos se debe realizar un programa de mantenimiento preventivo con la finalidad de que sigan manteniendo su eficiencia y evitando paradas innecesarias.

4.4.7. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación en la planta embotelladora Cusco del Sol S.R.L. se encuentra distribuido por zonas las cuales muestran la actividad y consumo en cada una de ellas como se muestra en la tabla 60:

Tabla 60: Tipo de Alumbrado por Zona

ZONA	DESCRIPCION	TIPO ALUMBRADO
1	Planta de Producción	General Localizado
2	APT (Almacén Producto Terminado)	General
3	Control de Calidad	General Localizado
4	Bidones y Deposito	General
5	Bag in box y Deposito	General
6	Almacén de PET's	General
7	Soplados, Horno y Almacén de Botellas	General Localizado
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE	General
9	Zona Filtros y Tanques	General
10	Áreas Administrativas (2do Piso)	General Localizado

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.24, se muestra la potencia consumida en iluminación por cada zona de trabajo, esto es importante para conocer la incidencia de consumo de cada área respecto del consumo total de potencia de la empresa embotelladora, de esa forma se puede elegir la prioridad de las inversiones a realizar para mejorar la eficiencia energética de la empresa embotelladora.

Tabla 61: Consumo de Potencia por Áreas

ZONA	DESCRIPCIÓN	POTENCIA [kW]
1	Planta de Producción	6.00
2	APT (Almacén Producto Terminado)	0.51
3	Control de Calidad	0.32
4	Bidones y Deposito	0.26
5	Bag in box y Deposito	0.32
6	Almacén de PET's	0.16
7	Soplados, Horno y Almacén de Botellas	0.16
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE	1.20
9	Zona Filtros y Tanques	0.28
10	Áreas Administrativas (2do Piso)	0.80

Fuente: Elaboración Propia

a) Análisis de Luminarias Existentes

Las luminarias utilizadas en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L son las siguientes:

Tabla 62 : Tipos de Luminarias por Áreas

Lámparas High Bay			
Zona	Equipo	Cantidad	Potencia
	W	und	W
Planta de Producción	1x400	15	6000
Total			6000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63 : Tipos de Luminarias por Áreas

Reflector Tempo			
Zona	Equipo	Cantidad	Potencia
	W	und	W
Compresores, Bombas y SSEE	1x400	3	1200
Total			1200

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64 : Tipos de Luminarias por Áreas

Fluorescentes T-12			
Zona	Equipo	Cantidad	Potencia
	W	und	W
APT (Almacén Producto Terminado)	2x32	8	512
Bidones y Depósito	2x32	4	256
Bag in box y Depósito	2x32	5	320
Control de Calidad	2x20	8	320
Almacén de PET's	2x20	4	160
Soplado, Horno y Almacén de Botellas	2x20	4	160
Filtros y Tanques	2x20	7	280
Áreas Administrativas (2do Piso)	2x20	20	800
Total			2808

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 62, se observa que la mayor cantidad de potencia utilizada en alumbrado en la empresa embotelladora, es en la zona de planta de producción con 6000 Watts, es en este punto donde se puede identificar mejores opciones de iluminación con menor consumo de potencia.

De la misma manera, los fluorescentes utilizados no son los más adecuados, esto por el bajo rendimiento y tiempo de vida.

b) Verificación del Número de Luminarias Existentes

Este análisis es importante para conocer si el número de luminarias instaladas en cada recinto es el correcto y adecuado.

La tabla 65, muestra el número de luminarias calculadas, necesarias en cada una de las zonas de la embotelladora utilizando el método de los lúmenes descrito en el capítulo anterior.

Tabla 65: Cálculo del Número de Luminarias por Zonas por el Método de Lúmenes

Zona	Descripción	Área (m2)	Iluminancia Media (lux)	F.U	F.M	Flujo Lumin Total (lux.m2)	Tipo de Lámpara	Flujo Lumin de Lámpara (lux.m2)	Número de Lámparas por luminaria	Número de Luminarias	Número de Luminarias Existentes	Observaciones
1	Planta de Producción	144.06	300	0.5	0.8	108,045.0	High Bay	10,000.0	1	11	15	Se recomienda reemplazar por led's
2	APT (Almacén Producto Terminado)	61.9	150	0.5	0.8	23,212.5	Fluorescentes T-12 (2x32 w)	1,934.0	2	6	8	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
3	Control de Calidad	36.49	500	0.5	0.8	45,612.5	Fluorescentes T-12 (2x20 w)	950.0	2	24	8	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
4	Bidones y Deposito	36.7	150	0.5	0.8	13,762.5	Fluorescentes T-12 (2x32 w)	1,934.0	2	4	4	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
5	Bag in box y Deposito	20.25	150	0.5	0.8	7,593.8	Fluorescentes T-12 (2x32 w)	1,934.0	2	2	5	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
6	Almacén de PET's	19.23	150	0.5	0.8	7,211.3	Fluorescentes T-12 (2x20 w)	950.0	2	4	4	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
7	Soplados, Homo y Almacén de Botellas	19.23	500	0.5	0.8	24,037.5	Fluorescentes T-12 (2x20 w)	950.0	2	13	4	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE	67.34	300	0.5	0.8	50,505.0	Reflectores TEMPO	33300	1	2	3	Se recomienda reemplazar por led's
9	Zona Filtros y Tanques	22.59	300	0.5	0.8	16,942.5	Fluorescentes T-12 (2x20 w)	950.0	2	9	7	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5
10	Áreas Administrativas (2do Piso)	98.41	500	0.5	0.8	123,012.5	Fluorescentes T-12 (2x20 w)	950.0	2	65	40	Se recomienda el cambio de lámpara a T-5

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 65, se observa que:

- En la planta de producción, se tiene 15 luminarias instaladas del tipo High Bay de 1x400 W. Sin embargo, solo se requiere 11 para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010, por lo que al ser esta zona la de mayor consumo de energía eléctrica se propone el cambio a luminarias led's que consumen menos energía y tienen el mismo o mayor nivel de iluminancia.
- En la zona de APT, se tiene 8 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x32 W). Sin embargo, de acuerdo al cálculo mostrado solo se requiere 6 para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010. También se encontró una luminaria inoperativa, por lo que se propone el cambio a lámparas T-5 (2x20 W) que son tubos ultra delgados de mayor eficiencia, que ahorran hasta un 80% de la energía de acuerdo a su fabricante.
- En el área de control de calidad, se tiene 8 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x20 W). Sin embargo, de acuerdo al cálculo mostrado se requiere 24 lámparas para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010, sin embargo, se tiene únicamente 8 puntos de instalación disponibles por lo que otra alternativa es realizar el cambio a lámparas T-5 (2x32W) que emiten mayor nivel de iluminancia y ahorran energía hasta en un 80%.
- En la zona de Bidones y Depósito, se tiene 4 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x32 W), según los cálculos realizados es necesario 4 luminarias. Sin embargo, se puede mejorar los niveles de iluminancia y al mismo tiempo ahorrar energía, esto realizando el cambio a lámparas T-5 de la misma potencia.
- En la zona Bag in Box y Deposito, se tiene 5 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x32 W), Sin embargo, de acuerdo al cálculo mostrado solo se requiere 2 para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010, por lo que se propone el cambio a lámparas T-5 (2x20 W) que son tubos ultra delgados de mayor eficiencia, que ahorran hasta un 80% de la energía de acuerdo a su fabricante.

- En la zona almacén de pet's, se tiene 4 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x20 W), según los cálculos realizados es necesario 4 luminarias. Sin embargo, se puede mejorar los niveles de iluminancia y al mismo tiempo ahorrar energía, esto realizando el cambio a lámparas T-5 de la misma potencia.
- En la zona de soplado, horno y almacén de botellas, se tiene 4 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x20 W), según los cálculos realizados es necesario 13 luminarias para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010, sin embargo, se tiene únicamente 4 puntos de instalación disponibles por lo que otra alternativa es realizar el cambio a lámparas T-5 (2x32W) que emiten mayor nivel de iluminancia y ahorran energía hasta en un 80%.
- En la zona de compresores, bombas y SSEE, se tiene 3 reflectores TEMPO de 1x400 W, aunque de acuerdo al cálculo realizado en la tabla 4,25 (a) es necesario solo 1 reflector se debe considerar que el área ocupada es a cielo abierto por lo que de ser uno solo no cubriría la demanda de iluminación requerida, sin embargo, se puede mejorar y ahorrar energía al mismo tiempo realizando el cambio a reflectores led's de 150W que proporcionan el mismo nivel de iluminancia y tienen un tiempo de vida mayor.
- En la zona de filtros y tanques, se tiene 7 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x20 W), según los cálculos realizados es necesario 9 luminarias para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010, sin embargo, se tiene únicamente 7 puntos de instalación disponibles por lo que otra alternativa es realizar el cambio a lámparas T-5 (2x32W) que emiten mayor nivel de iluminancia y ahorran energía hasta en un 80%.
- En la zona de áreas administrativas, se tiene en total 40 luminarias instaladas del tipo fluorescente T-12 (2x20 W), según los cálculos realizados es necesario 65 luminarias para dar una iluminación media adecuada según la normativa vigente NTP EM 010, sin embargo, se tiene únicamente 40 puntos de instalación disponibles por lo que otra

alternativa es realizar el cambio a lámparas T-5 (2x20W) que emiten mayor nivel de iluminancia y ahorran energía hasta en un 80% de energía en comparación con una lámpara fluorescente T-12.

c) Medición de Niveles de Iluminancia por Zonas

En la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L Se realizaron dos tipos de medidas, mediciones generales de los recintos tomando como referencia un plano de trabajo de 1.20 m y mediciones localizadas a la altura en que se realizan los trabajos que oscilan entre 1.10 – 1.50 m obteniéndose las siguientes medidas:

Tabla 66: Nivel de Iluminancia por Zonas

NTP EM 010			
Zona	Descripción	Iluminancia Media (lux)	Nivel de Iluminancia (lux)
1	Planta de Producción	300	421.6
2	APT (Almacén Producto Terminado)	150	202.4
3	Control de Calidad	500	228.8
4	Bidones y Deposito	150	172.3
5	Bag in box y Deposito	150	253.4
6	Almacén de PET´s	150	149.8
7	Soplados, Horno y Almacén de Botellas	500	158.2
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE	300	423.5
9	Zona Filtros y Tanques	300	238.6
10	Áreas Administrativas (2do Piso)	500	342.8

Fuente: Elaboración Propia

4.4.8. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ZONAS

Con los valores de consumo energético eléctrico obtenidos en las tablas anteriores se realiza la tabla 67 la cual realiza una

discriminación de consumo de todas las áreas y su incidencia en valor porcentual respecto del total.

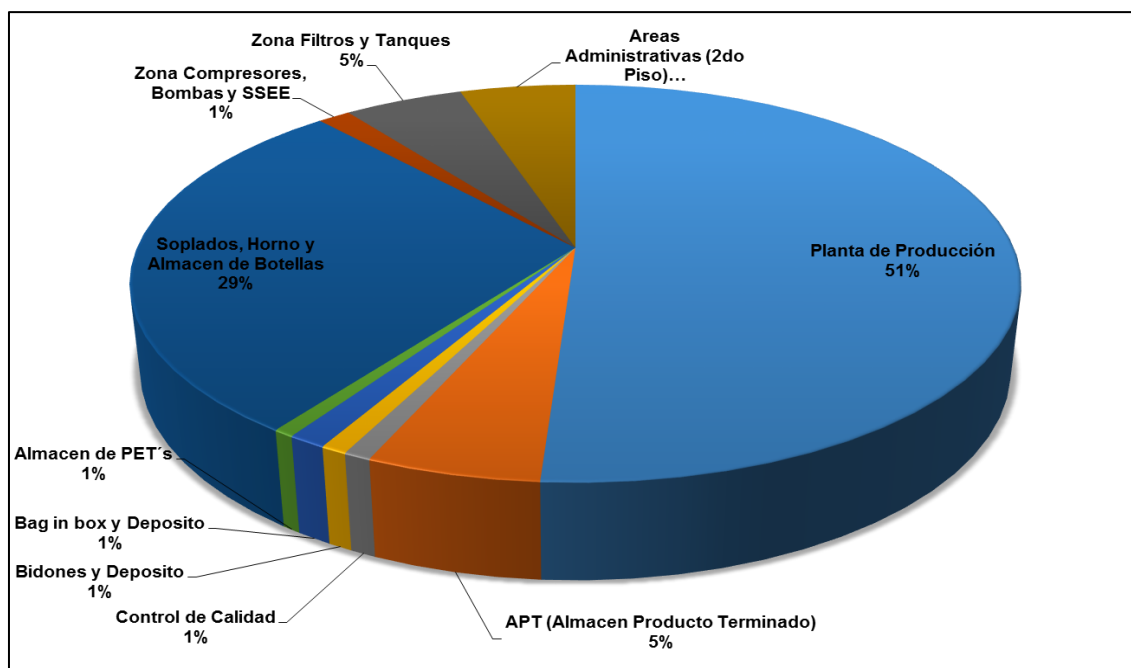
Tabla 67: Distribución de Cargas Eléctricas por Zonas

Zonas	Descripción	Potencia	Porcentaje Representado
		kW	%
1	Planta de Producción	98.41	51%
2	APT (Almacén Producto Terminado)	10.37	5%
3	Control de Calidad	1.64	1%
4	Bidones y Deposito	1.58	1%
5	Bag in box y Deposito	2.3	1%
6	Almacén de PET´s	1.26	1%
7	Soplados, Horno y Almacén de Botellas	55.01	29%
8	Zona Compresores, Bombas y SSEE	2.7	1%
9	Zona Filtros y Tanques	9.89	5%
10	Áreas Administrativas (2do Piso)	9.6	5%
Total		192.76	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 29, se puede observar que, las zonas donde se realiza mayor consumo de energía en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol es la planta de producción con 51% del total facturado y la zona de soplados, horno y almacén de botellas con 29%, por lo que las estrategias para realizar un uso más eficiente de la energía eléctrica deben ir enfocados en estas áreas de mayor influencia en el consumo de energía eléctrica.

Ilustración 29: Distribución de Cargas Eléctricas por Zonas



Fuente: Elaboración Propia

4.4.9. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN

Para realizar el análisis de facturación es necesario conocer los pliegos tarifarios vigentes, estos son publicados en la página oficial del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) y en la página de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

El costo de la energía consumida es calculado mediante la diferencia de lecturas entre el mes actual y el mes anterior, multiplicando el resultado por el factor del medidor y por la tarifa en la cual se factura el servicio, donde el factor del medidor, es una constante de reducción de la corriente necesaria para realizar la medición y registro en el medidor. Adicionalmente se consideran otros rubros como Cargo Fijo, Cargo por Mantenimiento y Reposición, Alícuota de Alumbrado Público más el IGV de cada uno de estos conceptos, donde el cargo fijo, son los costos asociados al usuario independiente de su demanda de potencia y energía consumida.

Para el caso de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. esta adquiere energía eléctrica de la empresa de distribución Electro Sur Este, calificado en la tarifa MT2 como cliente presente en horas punta, la cual es una tarifa con doble medición de energía activa y contratación de dos potencias, los cargos de facturación asociados a este tipo de tarifa son:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo por Energía Activa en horas punta (De 18 a 23 hrs)
- c) Cargo por Energía Activa en horas fuera de punta
- d) Cargo por potencia activa de generación en horas punta
- e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas punta
- f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta
- g) Cargo por energía reactiva.

A continuación, en la tabla 68 se muestra las lecturas y consumos de energía de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L en el periodo de enero a diciembre del año 2016:

Tabla 68: Lecturas y Consumos de Energía Eléctrica de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

Mes	LECTURAS (KW/hr)							CONSUMO (KW/hr)								
	EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHP	MDHFP	EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHP	MDHFP	CMDG	Excs.
201612	29,392.40	12,482.07	16,910.33	19,966.29	0.85	0.85	0.85	86,316.0	67,484.0	18,832.0	44,851.0	84.88	84.88	84.73	87.00	2.41
201611	28,529.24	11,807.23	16,722.01	19,517.78	0.85	0.85	0.84	82,125.0	76,141.0	5,984.0	73,303.0	84.52	84.52	84.09	86.63	1.47
201610	27,707.99	11,045.82	16,662.17	18,784.75	0.84	0.83	0.84	98,022.0	69,496.0	28,526.0	48,694.0	83.68	83.16	83.68	85.77	1.47
201609	26,727.77	10,350.86	16,376.91	18,297.81	0.84	0.84	0.83	82,802.0	79,296.0	3,506.0	45,655.0	84.43	84.43	83.11	86.54	1.40
201608	25,899.75	9,557.90	16,341.85	17,841.26	0.90	0.82	0.90	97,911.0	89,910.0	8,001.0	38,491.0	89.65	82.13	89.65	91.89	1.40
201607	24,920.64	8,658.80	16,261.84	17,456.35	0.88	0.88	0.88	86,374.0	78,152.0	8,222.0	36,511.0	87.75	87.75	87.69	89.94	-0.21
201606	24,056.90	7,877.28	16,179.62	17,091.24	0.87	0.87	0.87	87,301.0	68,781.0	18,520.0	36,791.0	86.72	86.72	86.52	88.89	-0.90
201605	23,183.89	7,189.47	15,994.42	16,723.33	0.86	0.86	0.86	84,874.1	80,192.1	4,682.0	26,456.0	85.99	85.99	85.85	88.14	-1.60
201604	22,335.15	6,387.55	15,947.60	16,458.77	0.87	0.87	0.85	77,164.9	68,947.9	8,217.0	36,282.0	86.86	86.86	85.15	89.03	-3.70
201603	21,563.50	5,698.07	15,865.43	16,095.95	0.83	0.83	0.82	99,130.0	91,324.0	7,806.0	37,860.0	82.89	82.89	81.76	84.96	-6.60
201602	20,572.20	4,784.83	15,787.37	15,717.35	0.86	0.86	0.79	91,042.0	81,667.0	9,375.0	36,044.0	85.93	85.93	78.56	88.08	-9.13
201601	19,661.78	3,968.16	15,693.62	15,356.91	0.87	0.87	0.76	74,869.0	54,405.0	20,464.0	41,400.0	87.26	87.26	76.12	89.44	-10.13

Fuente: Electro Sur Este S.A.A

Con los datos de la tabla 68, la empresa distribuidora de energía eléctrica realiza el cálculo del monto a pagar por cada mes, tal como se muestra a continuación:

Tabla 69: Factura Mes de Enero

MES FACTURADO: ENERO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energía HP	55765.13	KW.h	0.24	13,205.18
Energía HFP	20975.60	KW.h	0.19	4,052.49
Energía Reactiva	19412.78	Kvar.h	0.04	850.28
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	16.03	16.03
Potencia HP Distribuidora	88.72	KW.h	16.15	4,553.05
Potencia HP Generadora	89.44	KW.h	51.32	4,590.14
TOTAL DE ENERGIA				27267.17
ALUMBRADO PUBLICO				681.68
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.11
SUB TOTAL				27970.39
IGV 18%				5,034.67
INT. MORATORIO				0.31
LEY 28749				606.25
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				33611.62

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70: Factura Mes de Febrero

MES FACTURADO: FEBRERO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energía HP	83708.68	KW.h	0.23	19,529.23
Energía HFP	9609.38	KW.h	0.19	1,818.09
Energía Reactiva	8949.69	Kvar.h	0.04	392.00
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	16.03	16.03
Potencia HP Distribuidora	88.76	KW.h	16.15	1,433.49
Potencia HP Generadora	88.08	KW.h	52.26	4,603.08
TOTAL DE ENERGIA				27791.92
ALUMBRADO PUBLICO				694.80
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.20
SUB TOTAL				28508.35
IGV 18%				5,131.50
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				737.21
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				34377.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71: Factura Mes de Marzo

MES FACTURADO: MARZO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energia HP	93607.10	KW.h	0.2333	21,838.54
Energia HFP	8001.15	KW.h	0.1892	1,513.82
Energia Reactiva	8324.03	Kvar.h	0.0453	377.08
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	16.1600	16.16
Potencia HP Distribuidora	88.76	KW.h	16.2700	1,444.14
Potencia HP Generadora	84.96	KW.h	52.5500	4,464.77
TOTAL DE ENERGIA				29654.50
ALUMBRADO PUBLICO				741.36
CARGO FIJO				6.45
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.22
SUB TOTAL				30417.53
IGV 18%				5,475.16
INT. MORATORIO				
LEY 28749				802.71
REDONDEO DEL MES				
REDONDEO MES ANTERIOR				
TOTAL S/.				36695.39

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72: Factura Mes de Abril

MES FACTURADO: ABRIL				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energia HP	70671.60	KW.h	0.2213	15,639.62
Energia HFP	8422.43	KW.h	0.1797	1,513.51
Energia Reactiva	13460.84	Kvar.h	0.0427	574.78
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	15.8500	15.85
Potencia HP Distribuidora	89.24	KW.h	15.9700	1,425.11
Potencia HP Generadora	89.03	KW.h	51.0100	4,541.50
TOTAL DE ENERGIA				23710.36603
ALUMBRADO PUBLICO				592.76
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.22
SUB TOTAL				24324.78
IGV 18%				4,378.46
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				624.84
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				29328.08

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73: Factura Mes de Mayo

MES FACTURADO: MAYO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energía HP	82196.90	KW.h	0.21	16,965.44
Energía HFP	4799.05	KW.h	0.17	805.28
Energía Reactiva	1018.61	Kvar.h	0.04	43.49
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	15.90	15.90
Potencia HP Distribuidora	89.24	KW.h	16.02	1,429.57
Potencia HP Generadora	88.14	KW.h	52.03	4,585.91
TOTAL DE ENERGIA				23845.60
ALUMBRADO PUBLICO				596.14
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.22
SUB TOTAL				24463.39
IGV 18%				4,403.41
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				687.27
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				29554.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74: Factura Mes de Junio

MES FACTURADO: JUNIO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energía HP	70500.53	KW.h	0.2064	14,551.31
Energía HFP	18983.00	KW.h	0.1678	3,185.35
Energía Reactiva	10865.72	Kvar.h	0.0427	463.97
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	15.9000	15.90
Potencia HP Distribuidora	89.24	KW.h	16.0200	1,429.57
Potencia HP Generadora	88.89	KW.h	53.1400	4,723.51
TOTAL DE ENERGIA				24369.60
ALUMBRADO PUBLICO				609.24
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.38
SUB TOTAL				25000.65
IGV 18%				4,500.12
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				706.92
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				30207.69

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75: Factura Mes de Julio

MES FACTURADO: JULIO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energía HP	80105.80	KW.h	0.21	16,533.84
Energía HFP	8427.55	KW.h	0.17	1,414.14
Energía Reactiva	10863.77	Kvar.h	0.04	463.88
Exc. Potencia HFP Distri.	0.00	KW.h	15.90	15.90
Potencia HP Distribuidora	89.49	KW.h	16.02	1,433.59
Potencia HP Generadora	89.94	KW.h	53.14	4,779.61
TOTAL DE ENERGIA				24640.97
ALUMBRADO PUBLICO				616.02
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.42
SUB TOTAL				25278.84
IGV 18%				4,550.19
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				699.41
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				30528.44

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76: Factura Mes de Agosto

MES FACTURADO: AGOSTO				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energía HP	92157.75	KW.h	0.2138	19,703.33
Energía HFP	8201.03	KW.h	0.1746	1,431.90
Energía Reactiva	9345.64	Kvar.h	0.0427	399.06
Exc. Potencia HFP Distri.	1.40	KW.h	15.8900	22.23
Potencia HP Distribuidora	89.49	KW.h	16.0000	1,431.80
Potencia HP Generadora	84.18	KW.h	53.0200	4,463.40
TOTAL DE ENERGIA				27451.71
ALUMBRADO PUBLICO				686.29
CARGO FIJO				6.42
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.52
SUB TOTAL				28159.95
IGV 18%				5,068.79
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				792.83
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				34021.57

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77: Factura Mes de Setiembre

MES FACTURADO: SETIEMBRE				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energia HP	81278.40	KW.h	0.21	17,393.58
Energia HFP	3593.65	KW.h	0.17	628.17
Energia Reactiva	21334.76	Kvar.h	0.04	910.99
Exc. Potencia HFP Distri.	1.40	KW.h	15.89	22.23
Potencia HP Distribuidora	89.49	KW.h	16.00	1,431.80
Potencia HP Generadora	86.54	KW.h	53.32	4,614.35
TOTAL DE ENERGIA				25001.13
ALUMBRADO PUBLICO				625.03
CARGO FIJO				6.42
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				15.55
SUB TOTAL				25648.13
IGV 18%				4,616.66
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				670.49
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				30935.28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78: Factura Mes de Octubre

MES FACTURADO: OCTUBRE				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energia HP	71233.40	KW.h	0.22	15,414.91
Energia HFP	29239.15	KW.h	0.18	5,166.56
Energia Reactiva	19769.58	Kvar.h	0.04	861.95
Exc. Potencia HFP Distri.	1.47	KW.h	16.02	23.56
Potencia HP Distribuidora	89.42	KW.h	16.13	1,442.28
Potencia HP Generadora	85.24	KW.h	53.58	4,567.11
TOTAL DE ENERGIA				27476.37
ALUMBRADO PUBLICO				686.91
CARGO FIJO				6.47
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				16.69
SUB TOTAL				28186.44
IGV 18%				5,073.56
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				793.73
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				34053.73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79: Factura Mes de Noviembre

MES FACTURADO: NOVIEMBRE				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energia HP	78044.53	KW.h	0.2251	17,567.82
Energia HFP	6133.60	KW.h	0.1846	1,132.26
Energia Reactiva	49882.14	Kvar.h	0.0435	2,169.87
Exc. Potencia HFP Distri.	1.47	KW.h	15.9000	23.39
Potencia HP Distribuidora	89.42	KW.h	16.0100	1,431.55
Potencia HP Generadora	86.63	KW.h	57.2700	4,961.47
TOTAL DE ENERGIA				27286.37
ALUMBRADO PUBLICO				682.16
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				16.96
SUB TOTAL				27991.91
IGV 18%				5,038.54
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				665.01
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				33695.47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80: Factura Mes de Diciembre

MES FACTURADO: DICIEMBRE				
CARGOS A FACTURAR	CONSUMO A FACTURAR	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (S/.)
Energia HP	69171.10	KW.h	0.23	15,570.41
Energia HFP	19302.80	KW.h	0.18	3,563.30
Energia Reactiva	19430.11	Kvar.h	0.04	845.21
Exc. Potencia HFP Distri.	2.41	KW.h	15.90	38.38
Potencia HP Distribuidora	88.47	KW.h	16.01	1,416.45
Potencia HP Generadora	87.00	KW.h	57.27	4,982.60
TOTAL DE ENERGIA				26416.36
ALUMBRADO PUBLICO				660.41
CARGO FIJO				6.43
INT. COMPENSATORIO				-
MANT. Y REP.DE CONEX				18.55
SUB TOTAL				27101.75
IGV 18%				4,878.31
INT. MORATORIO				-
LEY 28749				698.94
REDONDEO DEL MES				-
REDONDEO MES ANTERIOR				-
TOTAL S/.				32679.00

Fuente: Elaboración Propia

En base a los datos tomados de los registros de consumo de la empresa distribuidora de energía eléctrica. El consumo de energía eléctrica realizado en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.A.A. es de la siguiente manera:

- La potencia instalada de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol es de 247 KVA = 192.8 KW, con un factor de potencia de 0.85 (datos de placa de cargas)
- La facturación mensual promedio es de S/. 32,500.00 nuevos soles y se encuentra en la tarifa MT2 calificado como cliente presente en horas punta.
- La potencia contratada con la empresa distribuidora de energía eléctrica es de 195 KW.

A continuación, en la tabla 81 se muestra los consumos de máxima demanda, energía activa y reactiva del año 2016 en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol.

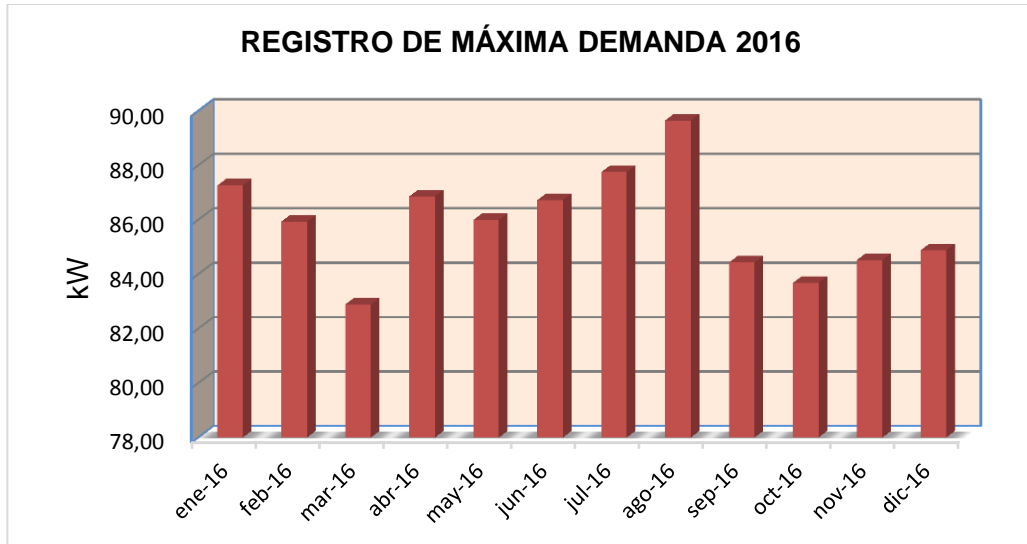
Tabla 81: Registro de consumo Eléctrico Mensual en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

MES	MÁXIMA DEMANDA	ENERGÍA ACTIVA	ENERGIA REACTIVA
	kW	kW.h	kVAR.h
ene-16	87.26	74,869	41,400
feb-16	85.93	91,042	36,044
mar-16	82.89	99,130	37,860
abr-16	86.86	77,165	36,282
may-16	85.99	84,874	26,456
jun-16	86.72	87,301	36,791
jul-16	87.75	86,374	36,511
ago-16	89.65	97,911	38,491
sep-16	84.43	82,802	45,655
oct-16	83.68	98,022	48,694
nov-16	84.52	82,125	73,303
dic-16	84.88	86,316	44,851

Fuente: Elaboración Propia

- En la Empresa Embotelladora Cusco del Sol, el registro promedio de máxima demanda en el 2016 fue de 85.88 Kw

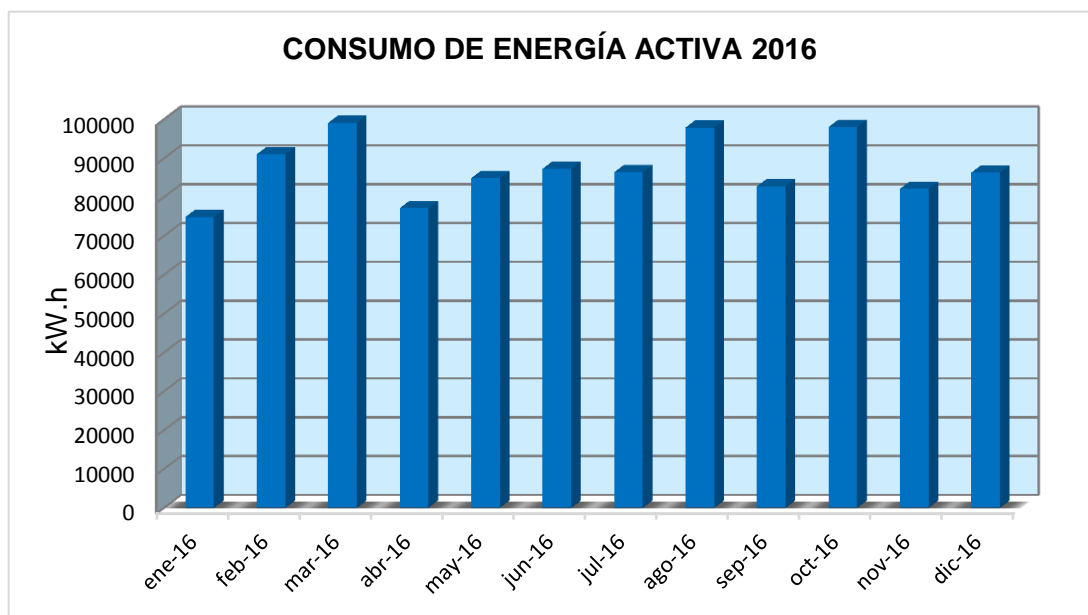
Ilustración 30: Diagrama de Demanda Máxima en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en el 2016



Fuente: Elaboración Propia

- En la Empresa Embotelladora el consumo promedio de Energía Activa en el 2016 fue de 87,327.58 kW.h.

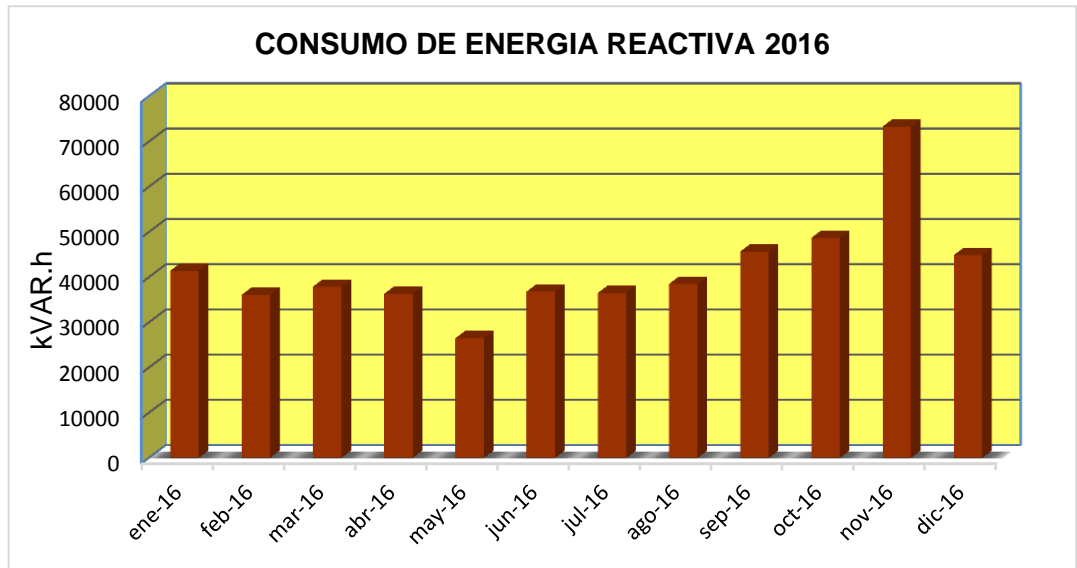
Ilustración 31: Diagrama de Consumo de Energía Activa en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en el 2016



Fuente: Elaboración Propia

- En la Empresa Embotelladora los consumos promedio de Energía Reactiva en el 2016 fue de 41,861.50 kVAR.h.

Ilustración 32. Diagrama de Consumo de Energía Reactiva en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. en el 2016



Fuente: Elaboración Propia

4.4.10. ELABORACIÓN DE ÍNDICES DE CONSUMO O ÍNDICES ENERGÉTICO

De lo descrito anteriormente es importante indicar que, si se tiene como objetivo realizar un consumo eficiente de energía eléctrica en la embotelladora, se debe considerar la medición de la eficiencia energética, a través de indicadores de eficiencia, según lo descrito en el capítulo anterior siendo estos los mostrados en la tabla 82 (índice energético, nivel de actividad e intensidad energética).

**Tabla 82: Indicadores de eficiencia energética en la Empresa
Embotelladora Cusco del Sol S.R.L**

Mes	Índice Energético	Nivel Actividad	Intensidad Energética
	kW.h/HL	HL/día	kW.h/HL.día
ene-16	20.71	120.50	2495.63
feb-16	23.34	130.01	3034.73
mar-16	25.53	129.42	3304.33
abr-16	17.47	147.21	2572.17
may-16	18.48	153.10	2829.13
jun-16	19.73	147.53	2910.03
jul-16	18.46	156.00	2879.13
ago-16	24.62	132.54	3263.70
sep-16	20.35	135.65	2760.07
oct-16	25.48	12822	3267.40
nov-16	19.28	142.01	2737.50
dic-16	20.05	143.53	2877.20
Promedio mensual	21.12	138.81	2932.30

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, tenemos que:

- a) En el año 2016, para producir 1 Hectolitro de agua embotellada se requirió en promedio de 2.11 KW.h.
- b) En el año 2016, en una jornada completa de trabajo (de 6am a 8 pm) la producción de agua embotellada fue en promedio de 138.81 Hectolitros.
- c) En el año 2016, para producir 138.81 Hectolitros por día se requirió en promedio de 2932.30 KW.h.

En resumen:

- Se puede observar que, las zonas donde se realiza mayor consumo de energía en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol es la planta de producción con 51% del total facturado y la zona de sopladors, horno y almacén de botellas con 29%,
- La Empresa Embotelladora Cusco del Sol en el año 2016, realizó un consumo mensual promedio de 32,000 soles, siendo su mayor consumo en el mes de marzo con 36,695 soles.

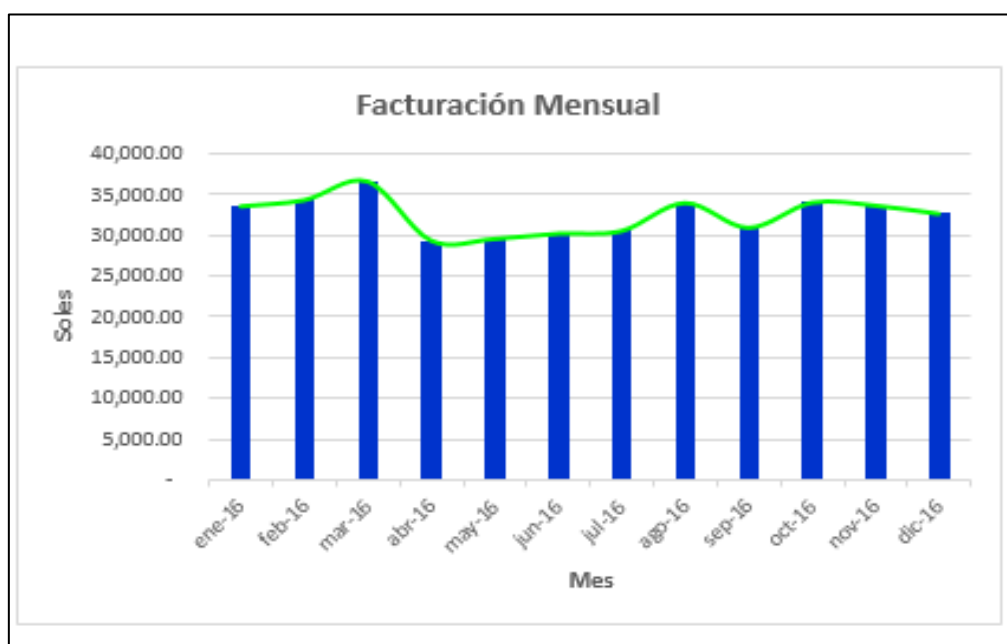
Tabla 83: Diagrama de Costo de Energía Eléctrica en la Tarifa MT2

Mes		ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Importe Total	S/.	33,611.62	34,377.06	36,695.39	29,328.08	29,554.06	30,207.69

Mes		jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
Importe Total	S/.	30,528.44	34,021.57	30,935.28	34,053.73	33,695.47	32,679.00

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 33: Histograma de Facturación de Energía Eléctrica en la Tarifa MT2 para el año 2016 en Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

- La máxima demanda promedio registrada en el 2016 en la empresa Cusco del Sol S.R.L es 85.88 kW. En la tabla 84 se muestra su evolución

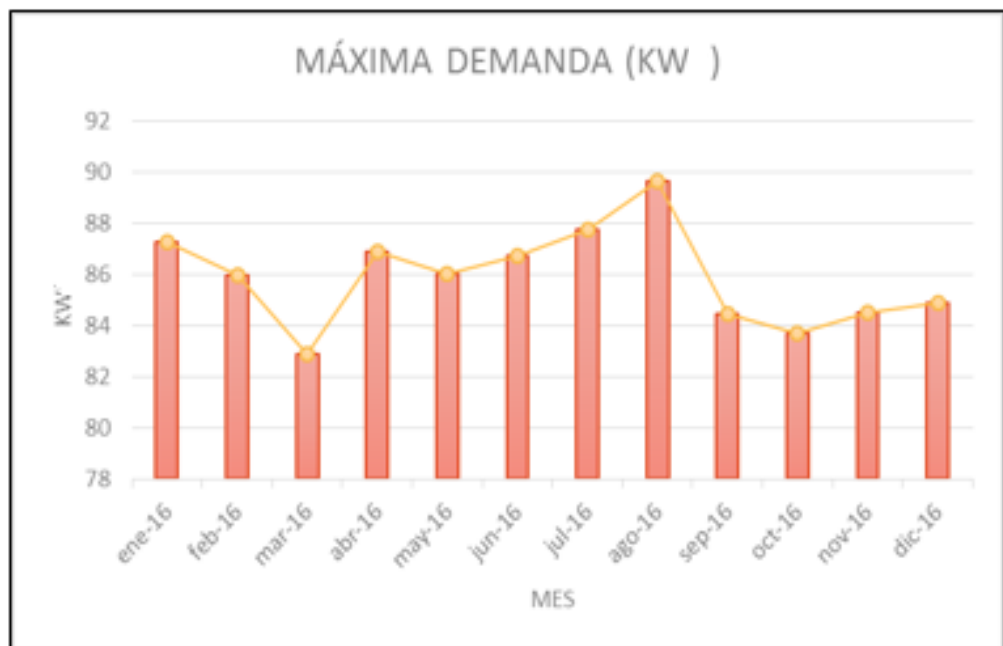
Tabla 84: Registro del año 2016 de Máxima Demanda en la Empresa Cusco del Sol S.R.L

Mes		ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Máxima Demanda	kW	87.26	85.93	82.89	86.86	85.99	86.72

Mes		jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
Máxima Demanda	kW	87.75	89.65	84.43	83.68	84.52	84.88

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 34: Histograma de Evolución de Máxima Demanda para el año 2016 en Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

- La Empresa Embotelladora Cusco del Sol en el año 2016, realizó un consumo de energía activa promedio de 87,327.6 kW.h, siendo su máximo consumo en el mes de marzo 2016 tal como figura en la tabla 85 e ilustración 35.

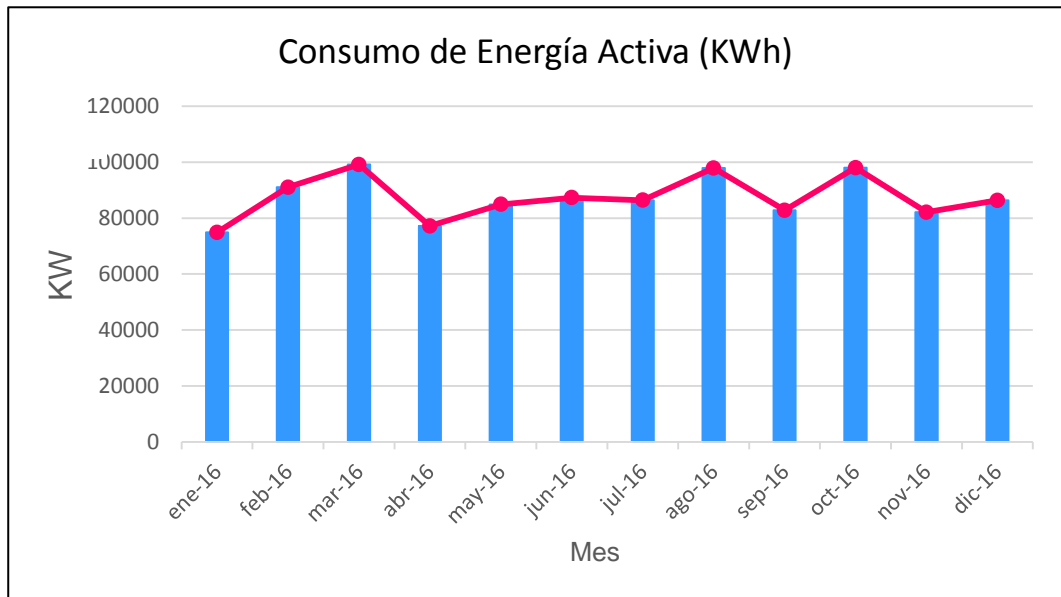
Tabla 85: Consumo de Energía Activa en el 2016 por la Empresa Cusco del Sol S.R.L.

Mes		ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Energía Activa	kW.h	74,869	91,042	99,130	77,165	84,874	87,301

Mes		jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
Energía Activa	kW.h	86,374	97,911	82,802	98,022	82,125	86,316

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 35: Consumo de Energía Activa en el año 2016 de la Empresa Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

- La Empresa Embotelladora Cusco del Sol en el año 2016, realizó un consumo de energía reactiva promedio de 41,861.5 kVAR.h siendo su máximo consumo en el mes de marzo 2016 tal como figura en la tabla 86 e ilustración 36.

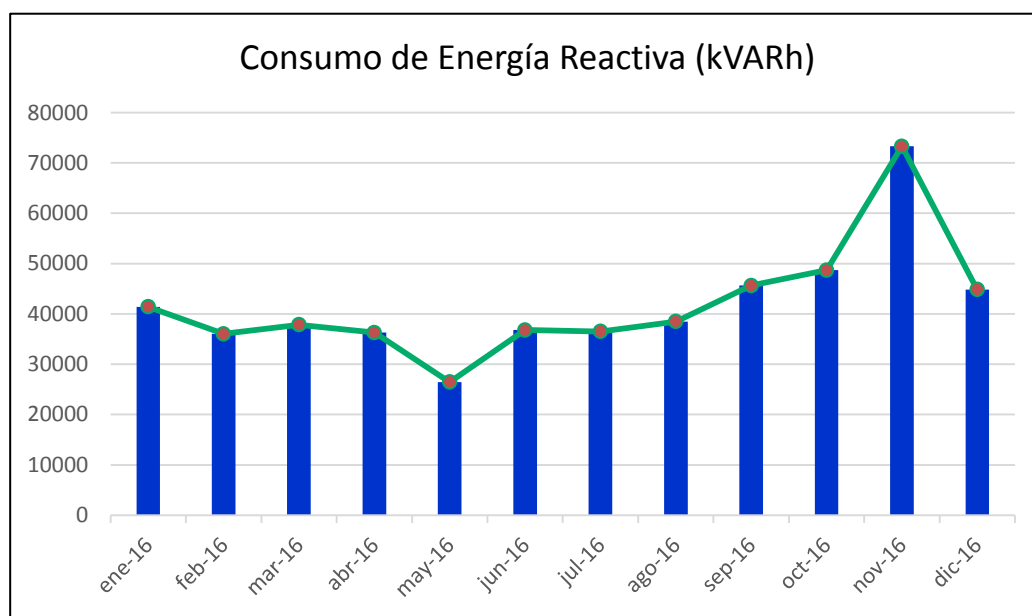
Tabla 86: Consumo de Energía Reactiva en el 2016 por la Empresa Cusco del Sol S.R.L.

Mes		ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Energía Reactiva	kVAR.h	41,400	36,044	37,860	36,282	26,456	36,791

Mes		jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
Energía Reactiva	kVAR.h	36,511	38,491	45,655	48,694	73,303	44,851

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 36: Consumo de Energía Reactiva en el año 2016 de la Empresa Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol se pudo observar que:

- No se lleva ningún control de la medición de consumos de energía eléctrica, ni registros de demanda máxima en horas punta y fuera de punta, únicamente se cuenta con la información suministrada por la empresa de distribución eléctrica.

- Aunque el principio fundamental de la empresa es cumplir con las metas de producción mensual y anual, éstas no son relacionadas al consumo de energía eléctrica.
- Se aplicaron encuestas a los trabajadores de la empresa, referente a la eficiencia energética (anexo E). Los resultados de las encuestas aplicadas para observar el comportamiento habitual y prácticas comúnmente realizadas en la empresa embotelladora por los trabajadores, nos muestra que se tiene un desinterés y/o desconocimiento globalizado en lo que respecta a la eficiencia energética eléctrica (anexo E)
- En cuanto a elaboración de proyectos, para incrementar la eficiencia energética eléctrica en la empresa embotelladora no se tiene ninguno, así como también no se lleva un control de la cantidad de energía eléctrica consumida ni tampoco se lleva un control de las pérdidas que existen en la misma.
- Se desconoce los parámetros mínimos de calidad de energía eléctrica que debe de suministrar la empresa distribuidora.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELECTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.

5.1. INTRODUCCIÓN

Las oportunidades de ahorro de energía resultan del análisis de: levantamiento de datos, mediciones y estudios energéticos en balances y consumos específicos, con ellas se busca disminuir el consumo de energía eléctrica sin alterar la producción ni vulnerar los estándares de calidad para producirlos. El objetivo se logra con la aplicación de dos tipos de medidas que son:

- **Medidas a Corto Plazo.** - Son rápidamente aplicables sin ninguna inversión y consisten en adoptar medidas simples como el cambio en la cultura de ahorro de energía eléctrica de la empresa esto incluye actividades tales como: el apagado de luces en ambientes que no se están utilizando o que se pueden iluminar con luz natural, arranque programado y secuencial de motores, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo en instalaciones eléctricas. Estudios similares a este han demostrado que pueden reducirse el costo energético en aproximadamente un 15% realizando un cambio de cultura de ahorro en el personal de la empresa.
- **Medidas a Largo Plazo o Intensivas.** - Son medidas que requieren la inversión del capital y tiempos de recuperación del mismo de varios meses e inclusive años, la razón es que estas medidas proponen la implementación de nuevas tecnologías o equipos avanzados que consumen menos cantidad de energía eléctrica y debido a su alta eficiencia incurren en menores pérdidas que los equipos convencionales. Para la aplicación de estas

medidas es necesario realizar un estudio económico de relación beneficio costo y la oportunidad de poder ejecutarlas.

Actualmente, en el sector industrial se cuenta con una gama amplia de productos, servicios y procesos industriales, por ello los programas de mejora en el uso eficiente de la energía deben ser diseñados específicamente para cada planta y/o industria, empezando de los lineamientos generales y avanzado cada vez a lo más específico de forma que el resultado sea cada vez un uso más eficiente de la energía eléctrica y por ende un mayor rendimiento de la industria.

Entre las principales oportunidades de conservación de la energía eléctrica con mayor viabilidad de ejecución en la industria son:

5.1.1. CONTROL DE LA DEMANDA A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DE CARGA

El control de la demanda máxima requiere conocer cuando ocurre esta etapa y como operan los equipos en este determinado periodo de tiempo, parte de esta información se puede obtener del factor de carga, así como de los datos indicados en la placa de características de los equipos. Al conocer el periodo de tiempo en el que ocurre la demanda máxima se debe realizar el análisis de forma que se puedan identificar los equipos que deben permanecer apagados en este lapso de tiempo.

El control de la demanda máxima requiere de una interconexión con el medidor eléctrico principal, para ello existen dos tipos de interconexión que operan durante los periodos de demanda máxima:

- El primer tipo acciona una alarma, con lo cual el operador se alerta y procede a desconectar manualmente el equipo apropiado.
- El segundo tipo de sistema desconecta automáticamente cargas eléctricas seleccionadas.

Al reducirse la demanda, se apaga la alarma del primer tipo, pudiendo reconectar manualmente el equipo. En el segundo tipo de sistema, los equipos son reencendidos automáticamente al reducirse la demanda por debajo de cierto nivel.

El costo de cada sistema depende de varios factores, que incluye el suministro eléctrico, el tipo de medidor o contador de energía, el número de alarmas, etc. El tiempo de recuperación de la inversión dependerá de la cantidad de demanda que pueda cortarse efectivamente durante los periodos de demanda máxima. [5]

El factor de carga o factor de planta, es un indicador de la eficiencia de uso de la instalación eléctrica, es decir es un parámetro que indica si la industria consume de forma adecuada la energía eléctrica. Se define el factor de carga como la relación entre el consumo eléctrico y la demanda máxima por un determinado periodo de tiempo, esto es:

$$F_c = \frac{E_t}{D_{\max} T} \quad (5.1)$$

Donde:

F_c : Factor de Carga

E_t : Energía consumida en un periodo de tiempo T (kW.h)

D_{\max} : Demanda Máxima en el periodo T (kW.h)

T : Tiempo de cobro (hrs)

Es necesario que durante las horas punta se disminuya la carga conectada, apagando las maquinas que funcionan innecesariamente o difiriendo la carga a otros horarios de operación, para no afectar la producción. [5]. En el sector

industrial se cuenta con una gama amplia de productos, servicios y procesos industriales, por ello los programas de mejora en el uso

5.1.2. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

La instalación de capacitores de potencia al sistema de distribución de energía eléctrica, es una de las formas más viables de cómo mejorar el factor de potencia ya que estos actúan como generadores de potencia reactiva, la misma que reduce el consumo de este tipo de potencia de la red de distribución de la empresa eléctrica y al mismo tiempo permite mejorar el factor de potencia.

Los capacitores de potencia ofrecen los siguientes beneficios:

- Reducción de consumo de energía reactiva, lo cual significa un potencial de ahorro ya que las empresas distribuidoras realizan el cobro por este concepto al superar lo establecido.
- Aumento de la capacidad del sistema. Aumentando capacitores se logra un aumento en la capacidad de carga del sistema pues se reduce la potencia aparente sin afectar a la potencia activa.
- Mejores niveles de tensión, las caídas de tensión se reducen al disminuir las corrientes que circulan por el sistema.
- Disminución de las pérdidas eléctricas, debido a la disminución de la corriente total y por consiguiente las pérdidas en los conductores por efecto Joule.

Para el cálculo de los capacitores eléctricos se debe tener detalles de las condiciones de carga, indicando la potencia activa, reactiva y aparente, tanto en vacío, a mitad y a plena carga; esta información se obtiene del análisis de facturación o por medio de los medidores de factor de potencia (cosfímetro y/o analizador de redes).

Una vez establecido el valor del factor de potencia deseado (final) y conocido el factor de carga inicial, se puede utilizar los valores de corrección de la tabla 15 que indican los kVAR necesarios por cada kW, para compensar una instalación y llegar al factor de potencia deseado o final.

Tabla 87: Valores de Corrección de Factor de Potencia

$FP_i \backslash FP_f$	0.9	0.92	0.94	0.96	0.98	1
0.95	-	-	-	0.04	0.13	0.33
0.9	0.00	0.06	0.12	0.19	0.28	0.48
0.85	0.14	0.19	0.26	0.33	0.42	0.62
0.8	0.27	0.32	0.39	0.46	0.55	0.75
0.75	0.40	0.46	0.52	0.59	0.68	0.88
0.7	0.54	0.59	0.66	0.73	0.82	1.02
0.65	0.68	0.74	0.81	0.88	0.97	1.17
0.6	0.85	0.91	0.97	1.04	1.13	1.33
0.55	1.03	1.09	1.16	1.23	1.32	1.52
0.5	1.25	1.31	1.37	1.44	1.53	1.73
0.45	1.50	1.56	1.62	1.69	1.78	1.98
0.4	1.81	1.81	1.93	2.00	2.09	2.29
0.35	2.19	2.25	2.31	2.38	2.47	2.68

Donde:

FP_i :Factor de Potencia Inicial
 FP_f :Factor de Potencia Final

Fuente: (Harper E. , 2001)

5.1.3. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Actualmente, muchas empresas y/o industrias desarrollan los procesos productivos sin tener una programación que realice un uso eficiente de la energía eléctrica, prueba de ello es la existencia de tiempos muertos en las maquinarias que intervienen en los procesos de producción.

El desconectar los equipos eléctricos que no están realizando trabajo en determinados periodos de tiempo, puede generar una oportunidad de ahorro de energía eléctrica, para identificarlas se debe mejorar el programa de producción de la industria, es decir,

establecer cuando se encuentra operando el equipo y cuando debe estar fuera de operación, por ejemplo, se debe desconectar los motores eléctricos durante las paradas de almuerzo u otras paradas que se requieran. Además de seguir las recomendaciones de los fabricantes, los motores de hasta 20 KW de potencia deben desconectarse cuando la parada sea mayor a 10 minutos, en los motores con potencias mayores a 20 KW no deben desconectarse, a menos que la parada sea mayor a 30 minutos; todo ello debido al calor producido en el arranque. [12]

Un concepto equivocado es que, si el motor eléctrico no cuenta con carga aplicada y opera en vacío utilizará muy poca energía, sin embargo, esta consideración no es cierta pues un motor girando en vacío puede consumir hasta la mitad de su potencia a plena carga. En el transcurso de un año este consumo de energía resulta importante.

Muchas plantas cuentan con un interruptor centralizado para cada línea de producción; se debe encargar a una persona determinada el conectar y desconectar este interruptor durante las paradas, también puede utilizarse un temporizador programado para toda la semana, regulándolo que desconecte la línea durante las paradas.

5.1.4. VARIADORES DE VELOCIDAD

La aparición de nuevos conceptos en los procesos industriales sobre la velocidad, eficiencia, factor de potencia, ahorro energético, etc. Aceleró el desarrollo y optimización de los diseños de máquinas eléctricas.

Actualmente, uno de los requerimientos más exigentes lo constituye la variación de velocidad, la cual obliga a los motores a funcionar en condiciones cambiantes, a veces tan distintas como velocidades se necesiten y su aplicación está presente en los diversos procesos industriales.

Los variadores de velocidad se definen como dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos empleados para

controlan la velocidad giratoria o lineal de las máquinas, especialmente de motores.

Los procesos industriales son accionados a través de motores eléctricos a velocidades constantes y variables, pero con valores precisos. Los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad o VSD (Variable Speed Drive), el cual es un dispositivo utilizado para controlar la velocidad de rotación de un motor de inducción para adaptarlo a la necesidad del proceso.

El variador de velocidad debe ser instalado entre la red y el motor, de esta forma el variador recibe la tensión de la red a la frecuencia de 60 Hz y tras convertirla y ondularla produce una tensión con frecuencia variable. Mediante esta variación de frecuencia aplicada al motor se varía la velocidad del motor con base en la siguiente relación:

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \quad (5.2)$$

Donde:

n_s = Velocidad Sincrónica

f = Frecuencia Aplicada

p = Número de Polos

Como resultado de la conversión de velocidad del motor se produce movimiento controlado en un proceso industrial determinado. Entre sus aplicaciones más comunes se tiene:

- **Transportadoras.** - Controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo al tipo de producto que se transporta, para dosificar, para evitar ruidos y golpes en transporte de botellas y envases, para arrancar

suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.

- **Bombas y Ventiladores Centrífugos.** – Se consigue un arranque suave, evitando picos de corriente y velocidades de resonancia.

Controlan el caudal, su uso es en sistemas de presión constante y volumen variable. En este caso se obtiene un gran ahorro de energía porque el consumo de energía eléctrica varía en función de la velocidad.

- **Bombas de desplazamiento positivo.** - Control de caudal y dosificación con precisión, controlando la velocidad. Por ejemplo, en bombas de tornillo, bombas de engranajes. Para transporte de pulpa de fruta, pasta, concentrados mineros, aditivos químicos, chocolates, miel, barro, etc.
- **Ascensores o elevadores.** - Para arranques y paradas suaves manteniendo el par del motor constante, y diferentes velocidades para aplicaciones distintas.
- **Prensas mecánicas y balancines.** - Se consiguen arranques suaves y mediante velocidades bajas en el inicio de la tarea, se evitan los desperdicios de materiales.
- **Compresores de aire.** - Se obtienen arranques suaves con máximo par motor y menor consumo de energía en el arranque.
- **Pozos petrolíferos.** - Se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo a las necesidades del pozo.

Algunos textos o fuentes de información, catalogan al variador de frecuencia como un método más de arranque de motores. Esto es

correcto: es un buen método de arranque, pero su uso no debe ser indiscriminado.

Frente a otros métodos de arranques convencionales, como el arranque directo, el arranque estrella – triángulo y el arranque por auto transformador, el variador de frecuencia tiene ventajas inobjetable, como son la disminución de la corriente de arranque y la mejora del factor de potencia; aspectos que contribuyen a mejorar la estabilidad de las redes. Esto sumado a que el motor puede desarrollar torques de arranque altos, indicaría que es la mejor selección.

Debe recordarse que el desarrollo tecnológico de la electrónica de potencia, también ha introducido a la industria el arrancador electrónico suave (SS, SoftStarter), hoy en día un dispositivo de control digital capaz de realizar arranques y paradas suaves eléctrica y mecánicamente.

No existe una regla clara al respecto, sin embargo, se debe tener en cuenta varios aspectos al momento de la elección de un variador de frecuencia o un softstarter los cuales se detallan a continuación:

- **Rango de Variación de Velocidad.** – Es importante conocer que cuanto más grande sea el rango de variación de velocidad, mayor cuidado debe tenerse en el motor, pues por debajo del 50% de la velocidad nominal el motor estándar reduce su capacidad de refrigeración por disminuir el caudal de aire: si la carga asociada es estrictamente de torque constante, probablemente será necesario dar al motor un medio de ventilación independiente de su eje. Abajo del 10% de la velocidad nominal, el torque producido por el conjunto variador – motor, se ve reducido a un control escalar. Los variadores de frecuencia en la actualidad ofrecen un control vectorial, mediante el cual el variador puede

determinar por cálculo o medición directa la necesidad de torque dependiendo de la carga.

- **Ciclo de Trabajo.** – Es importante conocer el ciclo de trabajo del motor, pues por debajo del 50% de la velocidad nominal se requiere el uso de la ventilación forzada en el motor y por debajo del 10% de la velocidad nominal del motor debe llevar encoder para garantizar un control eficiente y precisión. En efecto se debe conocer el porcentaje del tiempo total de operación del motor a una velocidad determinada.
- **Control y Monitoreo.** – Desde la operación manual hasta la integración con un sistema superior de control como un PLC o un DCS, el variador está en capacidad de responder, dependiendo de cuantas ordenes queremos que el equipo reciba y ejecute; y de cuantas variables sea necesario monitorear del equipo y del proceso.

Mediante las entradas digitales (contactos abiertos o cerrados) se da el variador ordenes tales como: habilitación general de funcionamiento, marcha/paro con selectores, con pulsadores, cambio de sentido de giro, marcha en velocidad de prueba, indicador de error externo, control de velocidad del tipo potenciómetro electrónico, activación de controlador PID etc.

Las entradas analógicas (señales de 0 a 10 V DC o de 0 a 20 mA DC) son usadas para dar referencia de velocidad al variador de frecuencia, la cual puede provenir de un potenciómetro industrial, como también de un PLC o directamente de un transductor de alguna variable de proceso: presión, caudal, nivel, temperatura, velocidad lineal, etc.

Las salidas digitales tienen el objetivo de visualizar el estado del variador, así como de ciertos eventos que se quiere indicar al sistema superior. Las siguientes son las indicaciones que

generalmente se pueden dar a través de estas salidas: velocidad real igual a una velocidad predeterminada, torque igual a torque predeterminado, torque superior/inferior a torque predeterminado. Las salidas analógicas son proporcionales a ciertas variables de variador. Es posible dar indicación a mandos externos de los siguientes parámetros: velocidad de salida, tensión en el circuito intermedio, tensión aplicada al motor, potencia de salida, variable proporcional a la velocidad.

5.1.5. MEDIDAS CORRECTIVAS

Luego de realizar el estudio previo, se puede implementar diferentes medidas o estrategias que permitan incrementar la eficiencia del sistema de iluminación de las zonas y recintos analizados, tales como:

- Establecer un programa de mantenimiento y control de iluminación, el mismo que incluya la sustitución periódica de las lámparas por grupos organizados en función al tiempo de uso y estado de las mismas. Esta sustitución debe ser aprovechada para mejorar la tipología de las lámparas y realizar un cambio por unas más eficientes.
- Se debe implementar un programa de limpieza de pantallas, difusores y lámparas pues se pierde hasta un 25% de la iluminación por acumulación de suciedad.
- Otras estrategias incluyen la reducción del nivel de iluminación, el uso de sistemas de alto rendimiento y la mejora del control de la iluminación

5.1.6. SISTEMA DE CONTROL

Existen diversos tipos de controles que varían de acuerdo a las aplicaciones, algunos sistemas de control para sistemas de iluminación son:

- **Atenuadores.** - Usados para controlar el flujo luminoso de las lámparas incandescentes y en lugares donde se desee controlar la luz.
- **Temporizadores.** - También llamados timers, son interruptores de tiempo que contribuyen a la reducción del consumo de energía en la medida que se realice su programación estableciendo un horario de encendido y apagado
- **Sensores de Presencia.** - Pueden ser utilizados para realizar un control automático de encendido y apagado de luminarias debido a la detección de presencia de personas u objetos móviles en una zona determinada.
- **Sensores de Luz.** - También llamados fotoceldas, permite el control de luminarias detectando los niveles de luminosidad. Mantendrá apagadas las luminarias mientras exista luz suficiente en el área a controlar y encenderá las luminarias al detectar una baja en esta.
- **Fotoperiodo.** - Si la contaminación lumínica dificulta el uso de las celdas fotoeléctricas, una alternativa es el uso de un controlador programado para que cada día del año encienda y apague las luces en el deseado

5.2. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

En esta etapa, de todas las propuestas que se planteen se debe verificar la oportunidad de poder ejecutarlas y la viabilidad de cada una de ellas, para ello se realiza un estudio desde el punto de vista técnico y económico. Una vez seleccionadas todas las propuestas de mejora se analizarán utilizando la siguiente metodología:

Las propuestas de mejora de la eficiencia energética eléctrica se clasifican en:

1. Mejora de la eficiencia en el consumo energético de los equipos
2. Mejora de la gestión de la demanda eléctrica

Para cada medida se debe de evaluar:

1. Ahorro energético (kW.h)
2. Ahorro económico (S/.)
3. Inversión necesaria y tiempo de retorno de la inversión.

5.3. IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

En el estudio de las oportunidades de conservación de energía eléctrica que se describe a continuación, se han considerado aquellas opciones de ahorro cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidades aceptables o aquellas que, pese a no ser tan rentables desde un punto de vista económico, suponen un mejoramiento del nivel de seguridad y confort.

5.3.1. CAMBIO DE REFLECTORES Y LÁMPARAS FLUORESCENTES

Realizando un cambio en las luminarias convencionales que se tiene en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L y acompañado de un uso eficiente de la energía eléctrica se puede conseguir un ahorro de energía en cuanto al alumbrado esto es:

- a) Si en la planta de producción, reemplazamos las lámparas High Bay por 11 lámparas con tecnología Led del mismo nivel de iluminancia, pero con un consumo de potencia de 150W, entonces el ahorro de potencia será:

Tabla 88: Propuesta de Cambio de Lámparas High Bay por Led

Zona: Planta de Producción						
Número de Lámparas existentes	Potencia de Lámpara	Total Potencia 1	N° de Lámparas Recomendadas	Potencia de Propuesta	Total Potencia 2	Ahorro de Potencia
und	W	W	und	W	W	W
15	400	6000	11	150	1650	4350

Fuente: Elaboración Propia

- b) En la zona APT, Control de Calidad, Bidones y deposito, Bag in box, PET, Soplado reemplazamos los fluorescentes T-12 por T-5 entonces, se obtiene un ahorro de 4.7 kW, según se muestra en la tabla 89.

Tabla 89: Propuesta de Cambio de Lámparas Fluorescentes T-12 por Fluorescentes T-5

Zona	Número de Lámparas existentes	Potencia de Lámpara	Total Potencia 1	N° de Lámparas Recomendadas	Potencia de Propuesta	Total Potencia 2	Ahorro de Potencia
	und	W	W	und	W	W	W
Planta de Producción	15	400	6000	11	150	1650	4350
APT	8	64	512	5	40	200	312
Control de Calidad	8	40	320	8	64	512	-192
Bidones y Deposito	4	64	256	4	32	128	128
Bag in Box	5	64	320	2	40	80	240
Pet's	4	40	160	4	40	160	0
Soplado y Almacen de Botellas	4	40	160	4	64	256	-96
Total							4,742

Fuente: Elaboración Propia

- c) En la zona de compresores, bombas y SSEE reemplazamos los reflectores con otros de tecnología Led de similares características y niveles de iluminancia, pero con un consumo de potencia menor
- d) En la zona de filtros y las oficinas administrativas reemplazamos los fluorescentes T-12 por T-5, entonces:

Tabla 90: Propuesta de Cambio de Lámparas en la Zona de Filtros y Oficinas Administrativas

Zona	Número de Lámparas existentes	Potencia de Lámpara	Total Potencia 1	N° de Lámparas Recomendadas	Potencia de Propuesta	Total Potencia 2	Ahorro de Potencia
	und	W	W	und	W	W	W
Filtros y tanques	7	40	280	7	64	448	-168
Administrativos	40	40	1600	40	40	1600	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91: Propuesta de Cambio de Lámparas

Zona	Número de Lámparas existentes	Potencia de Lámpara	Total Potencia 1	N° de Lámparas Recomendadas	Potencia de Propuesta	Total Potencia 2	Ahorro de Potencia
	und	W	W	und	W	W	W
Compresores, Bombas	3	400	1200	3	150	450	750

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra el resumen de ahorro de potencia y por ende incremento de la eficiencia energética eléctrica la cual se logra realizando el cambio de reflectores y lámparas fluorescentes en las distintas áreas de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol, según lo tratado en los puntos anteriores.

Tabla 92: Resumen de Ahorro de Potencia por cambio de Lámparas en la Embotelladora Cusco del Sol

Zona	Número de Lámparas existentes	Potencia de Lámpara (W)	Total Potencia 1	Número de Lámparas Recomendadas	Potencia de Propuesta (W)	Total Potencia 2	Ahorro de Potencia (W)
Planta de Producción	15	400	6,000	11	150	1,650	4,350
APT	8	64	512	5	40	200	312
Control de Calidad	8	40	320	8	64	512	-192
Bidones y Deposito	4	64	256	4	32	128	128
Bag in Box	5	64	320	2	40	80	240
Pet's	4	40	160	4	40	160	-
Soplado y Almacen de Botellas	4	40	160	4	64	256	-96
Compresores, Bombas	3	400	1,200	3	150	450	750
Filtros y tanques	7	40	280	7	64	448	-168
Administrativos	40	40	1,600	40	40	1,600	-
TOTAL			10,808			5,484	5,324

Fuente: Elaboración Propia

Ahorro de Energía

$$\text{Ahorro} = 5.324 \text{ kW} \times 4320 \frac{\text{h}}{\text{año}}$$

$$\text{Ahorro} = 22,999.68 \text{ kW.h/año}$$

Ahorro de Económico

$$\text{Ahorro} = 22,999.68 \frac{\text{kW.h}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/}0.23}{\text{kW.h}}$$

$$\text{Ahorro} = \text{S/}5289.93 \text{ /año}$$

5.3.2. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA

En la subestación de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. se tiene un factor de potencia de 0.88 (según datos de placa del transformador) y en inspección realizada en campo no cuenta

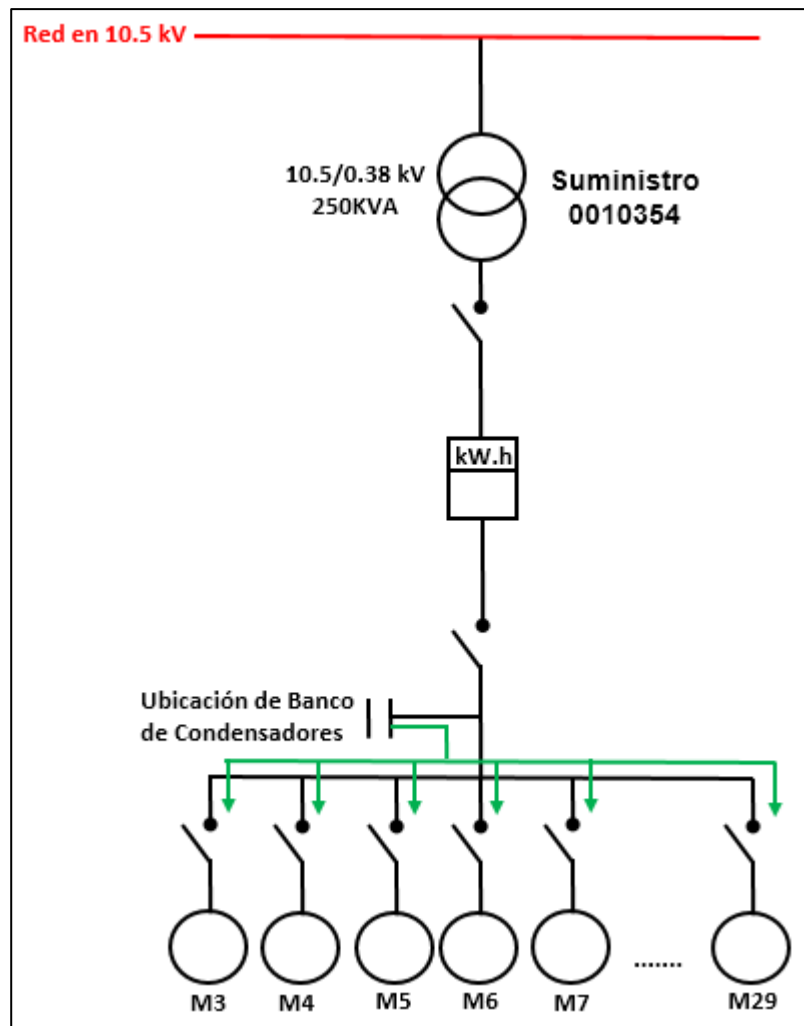
con ningún método de compensación reactiva (banco de condensadores o generadores síncronos).

Al ser los motores, bombas y fluorescentes los principales equipos de la embotelladora, estos consumen una cierta cantidad de energía reactiva necesaria para su funcionamiento, por ello es necesario establecer un método para compensar el factor de potencia, de forma tal que el consumo aminore. Asimismo, es importante señalar que, el corregir el factor de potencia a la unidad resulta innecesario, ya que la inversión será mayor y el tiempo de recuperación más largo, por ello se recomienda compensar hasta un valor de 0.97. Para este caso se propone un banco de condensadores automático.

5.3.2.1. FORMAS DE INSTALACION Y LOCALIZACIÓN DE BANCO DE CONDENSADORES

En la empresa embotelladora el principal consumidor de energía reactiva se encuentra en la zona de planta de producción, donde se ubican el 90% de los motores de inducción y demandan una carga reactiva cada vez que se realiza el proceso de embotellado. Por ello se debe emplear el método de compensación del factor de potencia por grupos y se debe ubicar en el tablero de distribución de la planta de producción de forma que no afecte la caída de tensión a ninguno de los equipos, tal como se muestra en la ilustración 37.

Ilustración 37: Ubicación de Banco de Condensadores en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

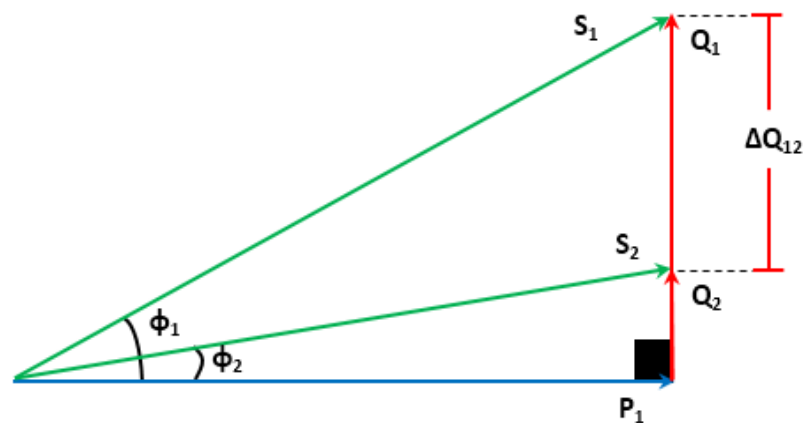
Luego, para su evaluación tenemos:

- Máxima demanda: $P = 85.88 \text{ kW}$
- Factor de Potencia actual: $\text{Cos}\varphi_1=0.88 \rightarrow \varphi_1=28.357^\circ$
- Factor de Potencia Nuevo: $\text{Cos}\varphi_2=0,97 \rightarrow \varphi_2 = 14.07^\circ$

Una vez conocido el factor de potencia actual y el factor de potencia que se quiere obtener, es posible determinar la potencia necesaria

del banco de condensadores para alcanzar la corrección indicada, para ello se muestra en la ilustración 38 el antes y después de la corrección.

Ilustración 38: Triángulo de Potencia para Corrección del Factor de Potencia de la Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

ϕ_1 : Ángulo inicial

ϕ_2 : Ángulo final corregido

S_1 : Potencia Aparente Inicial (kVA)

S_2 : Potencia Aparente Corregida (kVA)

P_1 : Potencia Activa o útil (kW)

Q_1 : Potencia Inicial Reactiva (kVAR)

Q_2 : Potencia Reactiva Corregida (kVAR)

ΔQ_{12} : Diferencia de Potencia Reactiva 1 y 2 (kVAR), también se conoce como la potencia del banco de capacitores.

Luego, se tiene:

$$\Delta Q_{12} = P_{\text{actual}} (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

$$\Delta Q_{12} = 85.88 (\text{Tg } 28.357^\circ - \text{Tg } 14.07^\circ)$$

$$\Delta Q_{12} = \mathbf{24.84 \text{ kVAR}}$$

Nota: Se seleccionará un condensador de 25 kVAR de secuencia en pasos por ser este normalizado y comercial.

Ahorro de Energía Reactiva

$$\text{Ahorro} = 24.84 \text{ kVAR} \left(480 \frac{\text{h}}{\text{mes}}\right)$$

$$\text{Ahorro} = 11,918.4 \text{ kVAR.h/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 143,020.8 \text{ kVAR.h/año}$$

Ahorro Económico por Energía Reactiva

$$\text{Ahorro} = 143,020.8 \frac{\text{kVAR.h}}{\text{año}} * \frac{\text{S/.0.0422}}{\text{kVAR.h}}$$

$$\text{Ahorro} = \text{S/.6035.45/año}$$

5.3.3. REEMPLAZO DE MOTORES ESTÁNDAR POR UNO DE ALTA EFICIENCIA O PREMIUM

En el entorno globalizado y competitivo en el que se vive, hace que cada vez sea más costoso el uso de motores con bajo nivel de eficiencia (como los motores estándar) y obliga a las empresas a utilizar motores eléctricos cada vez más eficientes. Sin embargo, el costo inicial de inversión es una desventaja, ante ello una primera acción de mejora es el reemplazo de los motores de mayor potencia a motores premium.

En la Empresa embotelladora Cusco del Sol S.R.L, las máquinas de mayor consumo (según Ilustración 27) son un motor y dos hornos eléctricos siendo estos:

a) Motor de Sopladora de PET's

Utilizado para el soplado de las preformas de acuerdo al diseño del molde de PET, cuenta con las siguientes características:

Tabla 93: Características de la Sopladora de Pet's

MAQUINA 10		
Tipo de Motor/bomba/horno	-	Motor
Año de Fabricación	-	1989
Fabricante	-	Grundfos
Potencia Eléctrica	kW	18.75
Tension de Trabajo	V	380
Potencia Util	kW	14.70
Intensidad de Corriente Medida	A	33.22
Factor de Potencia	f.p	0.85
Funcionamiento por día	hrs/día	8
Funcionamiento por año	hrs/Año	2880
Descripción de Utilización	-	Sopladora de Pet's
Eficiencia	%	78.4
Perdidas	%	21.6

Fuente: Elaboración Propia

La potencia que absorbe el motor seleccionado es de 18.75 kW, eficiencia al 78.4% y con pérdidas del 21.6% que equivale a 4.05kW.

Su reemplazo por un motor de eficiencia premium (95%) con características y funcionamiento similares (ver tabla 5.8) generarían ahorros potenciales, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 94: Características de la Sopladora de Pet's (propuesta)

MOTOR DE EFICIENCIA PREMIUM		
Tipo de Motor/bomba/horno	-	Motor
Año de Fabricación	-	2016
Fabricante	-	ABB
Potencia Eléctrica	kW	15.47
Tension de Trabajo	V	380
Potencia Util	kW	14.70
Intensidad de Corriente Nominal	A	25.55
Factor de Potencia	f.p	0.92
Funcionamiento por día	hrs/día	8
Funcionamiento por año	hrs/Año	2880
Descripción de Utilización	-	Sopladora de Pet's
Eficiencia	%	95
Perdidas	%	5

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la potencia absorbida por el motor de eficiencia premium:

$$P_{\text{abs.p}} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta_p}$$

$$P_{\text{abs.p}} = \frac{14.7}{0.95}$$

$$P_{\text{abs.p}} = 15.47 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor Premium:

$$P_{p1} = P_{\text{abs.p}} - P_{\text{útil}}$$

$$P_{p1} = 15.47 - 14.7$$

$$P_{p1} = 0.77 \text{ kW}$$

Ahorro de Energía

$$\text{Ahorro} = P_p - P_{p1}$$

$$\text{Ahorro} = 4.05 - 0.77$$

$$\text{Ahorro} = 3.28 \text{ kW} * 2880 \frac{\text{h}}{\text{año}}$$

$$\text{Ahorro} = 9446 \text{ kW.h/año}$$

Ahorro de Económico

$$\text{Ahorro} = 9446 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{\text{S}/0.23}{\text{kWh}}$$

$$\text{Ahorro} = \text{S}/.2172.68 \text{ /año}$$

b) Horno de Soplado de PET's

Utilizado para el calentamiento de preformas de botellas, fabricado en 1982. Este horno cuenta con las siguientes características:

Tabla 95: Características del Horno de Soplado

MAQUINA 11		
Tipo de Motor/bomba/horno	-	Horno de Soplado
Año de Fabricación	-	1982
Fabricante	-	Voges
Potencia Eléctrica	kW	35.00
Tension de Trabajo	V	380
Potencia Util	kW	30.80
Intensidad de Corriente Medida	A	51.12
Factor de Potencia	f.p	-
Funcionamiento por día	hrs/día	8
Funcionamiento por año	hrs/Año	2880
Descripción de Utilización	-	Horno de Soplado
Eficiencia	%	88
Perdidas	%	12

Fuente: Elaboración Propia

La potencia que absorbe es de 35 kW, eficiencia al 88% y con pérdidas del 12% que equivale a 4.2kW.

Un horno de características similares con control de calefacción, diseño más avanzado con sistema de distribución de calor en el interior del horno que permite el calentamiento más rápido del PET cuenta con una eficiencia de 95% de acuerdo a datos del fabricante.

Tabla 96: Características del Horno de Soplado (Propuesta)

HORNO DE MAYOR EFICIENCIA		
Tipo de Motor/bomba/horno	-	Horno de Soplado (Urbi - 2)
Año de Fabricación	-	2017
Fabricante	-	Urola Solution
Potencia Eléctrica	kW	32.42
Tension de Trabajo	V	380
Potencia Util	kW	30.80
Intensidad de Corriente Nominal	A	49.26
Factor de Potencia	f.p	-
Funcionamiento por día	hrs/día	8
Funcionamiento por año	hrs/Año	2880
Descripción de Utilización	-	Horno de Soplado
Eficiencia	%	95
Perdidas	%	5

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la potencia absorbida por el horno eficiente:

$$P_{\text{abs.p}} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta_p} = \frac{30.80}{0.95} = 32.42 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor Premium:

$$P_{p1} = P_{\text{abs.p}} - P_{\text{útil}}$$

$$P_{p1} = 32.42 - 30.8$$

$$P_{p1} = 1.62 \text{ kW}$$

Ahorro de Energía

$$\text{Ahorro} = P_p - P_{p1}$$

$$\text{Ahorro} = 4.20 - 1.62$$

$$\text{Ahorro} = 2.58 \text{ kW} * 2880 \frac{\text{h}}{\text{año}}$$

$$\text{Ahorro} = 7430.4 \text{ kW.h/año}$$

Ahorro de Económico

$$\text{Ahorro} = 7430.4 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/0.23}{\text{kWh}}$$

$$\text{Ahorro} = \text{S}/.1709 \text{ /año}$$

c) Horno de Empaquetador

Utilizado para agrupar en paquetes de 15 las botellas con plástico termo contraíble para su posterior apilamiento y distribución, cuenta con las siguientes características:

Tabla 97: Características del Horno Empaquetador

MAQUINA 25		
Tipo de Motor/bomba/horno	-	Horno Empaquetador
Año de Fabricación	-	1987
Fabricante	-	Grundfos
Potencia Eléctrica	kW	60.00
Tension de Trabajo	V	380
Potencia Util	kW	52.80
Intensidad de Corriente Medida	A	97.30
Factor de Potencia	f.p	-
Funcionamiento por día	hrs/día	10
Funcionamiento por año	hrs/Año	3600
Descripción de Utilización	-	Horno Empaquetador
Eficiencia	%	88
Perdidas	%	12

Fuente: Elaboración Propia

La potencia que absorbe es de 65 kW, eficiencia al 88% y con pérdidas del 12% que equivale a 7.8kW.

Un horno de características similares con control de calefacción, diseño más avanzado, sistema de distribución de calor en el interior del horno que permite un calentamiento más rápido y uniforme cuenta con una eficiencia de 92%, de acuerdo a datos del fabricante.

Tabla 98: Características del Horno Empaquetador (Propuesta)

HORNO DE MAYOR EFICIENCIA		
Tipo de Motor/bomba/horno	-	Horno Empaquetador
Año de Fabricación	-	2017
Fabricante	-	NOVA PACK
Potencia Eléctrica	kW	62.17
Tension de Trabajo	V	380
Potencia Util	kW	52.80
Intensidad de Corriente Nominal	A	94.46
Factor de Potencia	f.p	-
Funcionamiento por día	hrs/día	10
Funcionamiento por año	hrs/Año	3600
Descripción de Utilización	-	Horno Empaquetador
Eficiencia	%	92
Perdidas	%	8

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la potencia absorbida por el horno eficiente:

$$P_{\text{abs.p}} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta_p}$$

$$P_{\text{abs.p}} = \frac{57.20}{0.92}$$

$$P_{\text{abs.p}} = 62.17 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor Premium:

$$P_{p1} = P_{\text{abs.p}} - P_{\text{útil}}$$

$$P_{p1} = 62.17 - 57.2$$

$$P_{p1} = 4.97\text{kW}$$

Ahorro de Energía

$$\text{Ahorro} = P_p - P_{p1}$$

$$\text{Ahorro} = 7.8 - 4.97$$

$$\text{Ahorro} = 2.83 \text{ kW} * 3600 \frac{\text{h}}{\text{año}}$$

$$\text{Ahorro} = 10188 \text{ kWh/año}$$

Ahorro de Económico

$$\text{Ahorro} = 10188 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{\text{S}/.0.23}{\text{kWh}}$$

$$\text{Ahorro} = \text{S}/.2343.24 \text{ /año}$$

5.3.4. CAMBIO DE OPCIÓN TARIFARIA

De acuerdo a la Norma de “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final” emitida por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERGMIN) en su artículo 9no, señala que: “el usuario podrá realizar el cambio de opción tarifaria solo una vez durante el período de vigencia de dicha opción tarifaria y cumpliendo los requisitos mínimos para la medición del consumo de la nueva opción tarifaria solicitada”.

Al realizar el análisis de la facturación y hecha la comparación frente a las otras tarifas en MT, tomando como base los consumos de energía en el año 2015, se recomienda como una oportunidad de ahorro el cambio de la opción tarifaria de MT2 actual a MT4, tal como se muestra en la tabla 99 siguiente:

Tabla 99: Tabla de Comparación de Tarifas Eléctricas para la Embotelladora Cusco del Sol

MES	IMPORTE TOTAL (S/.)		
	MT2	MT3	MT4
Enero	33,611.62	34,560.93	27,718.20
Febrero	34,377.06	34,065.39	30,988.50
Marzo	36,695.39	36,397.16	32,915.70
Abril	29,328.08	29,039.51	26,583.90
Mayo	29,554.06	29,242.77	26,510.60
Junio	30,207.69	29,885.63	27,730.10
Julio	30,528.44	30,201.98	27,586.00
Agosto	34,021.57	34,203.36	31,120.27
Setiembre	30,935.28	30,645.28	31,374.03
Octubre	34,053.73	33,800.70	29,497.60
Noviembre	33,695.47	33,375.73	30,661.55
Diciembre	32,679.00	32,357.64	30,134.52
Total	389,687.39	387,776.07	352,820.98
Promedio Anual	32,473.95	32,314.67	29,401.75

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, se puede deducir el ahorro mensual promedio de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro Promedio} = \text{S/} 32,473.95 - \text{S/} 29,401.75$$

$$\text{Ahorro Promedio} = \text{S/} 3072.20 / \text{mes} * 12 \text{ mes/año}$$

$$\text{Ahorro promedio} = \text{S/} 36,866.41 / \text{año}$$

5.3.5. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cada vez es más importante operar sistemas eléctricos que tengan un alto grado de seguridad y confiabilidad, además, que tengan la máxima eficiencia debido a los exigentes mercados competitivos. El no disponer, inesperadamente de ciertos equipos en un determinado momento, ocasiona grandes pérdidas económicas. Por tanto, es imprescindible desarrollar técnicas que permitan evaluar la sustitución o reparación del equipo esto a través de la implementación de un programa de mantenimiento (ver anexo F). El ahorro que puede lograrse por este concepto es del 1-2% del consumo total de energía y debe estar referido a lo siguiente:

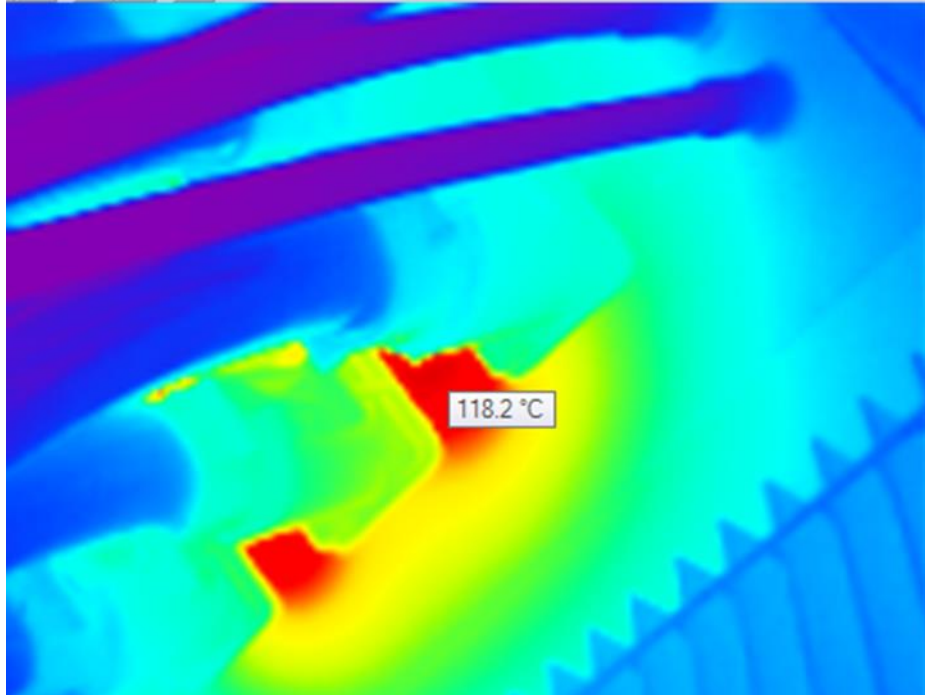
a) Transformadores

En la subestación de la empresa embotelladora Cusco del Sol S.R.L. no existe registro de que se haya realizado algún tipo de mantenimiento sea preventivo, predictivo y/o correctivo desde su instalación. Tal es que, en la auditoría realizada se evidencia acumulación de polvo en los aisladores y techo del transformador. Así mismo se comprobó que existen puntos calientes en los puntos de conexión del transformador, lado secundario (ver Ilustración 39), por lo que se sugiere programar los mantenimientos de forma progresiva tomando en cuenta:

- El cambio de aceite para una mejor refrigeración.
- Limpieza de techo y aisladores
- Limpieza y ajuste de pernos en puntos de conexión de las fases R, S, T para evitar puntos calientes.

Como parte del diagnóstico energético, se realizó la evaluación termografía de la subestación de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L la cual se muestra a continuación (ilustración 5.3), en la que se evidencia un punto caliente en la salida de cables del secundario del transformador (fase B). Evidenciando de esta manera la falta de mantenimiento preventivo y una oportunidad de mejora.

Ilustración 39: SSEE DE LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L (Salida de Cables, lado secundario del transformador reductor 10.5/0.38 KV)



Fuente: Elaboración Propia

b) Tableros

Verificación de los falsos contactos en llaves de tableros generales (que genera puntos calientes) interruptores en general, equipos eléctricos y lámparas. Se ha observado que la mayoría de las llaves de los tableros de mando de los equipos principales se encuentran defectuosos, lo que imposibilita realizar maniobras en caso de urgencia arriesgando así la seguridad de las personas. Aunque la corrección de este punto no genera un ahorro de energía eléctrica, es importante realizarlo para evitar futuros accidente y/o incidentes.

c) Aislamiento

Control periódico de los niveles de aislamiento y de tensión para detectar fugas a tierra.

Al realizar un programa de mantenimiento y tomando en cuenta lo anteriormente descrito puede lograrse entre 1 y 2% de ahorro de energía eléctrica, siendo este de la siguiente manera:

Tomando como base el consumo de energía activa promedio es de 87,327.6 kW.h

Ahorro de Energía Activa

$$\text{Ahorro} = 2\% * 87,327.6 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 1746.55 \text{ kW.h/mes}$$

$$\text{Ahorro} = \mathbf{20,958.62 \text{ kWh/año}}$$

Ahorro Económico

$$\text{Ahorro} = 20,958.62 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{\text{S/}0.23}{\text{kWh}}$$

$$\text{Ahorro} = \mathbf{\text{S/}4820.5/\text{año}}$$

5.3.6. RESUMEN DE LOS AHORROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

A continuación, se presenta un resumen de los ahorros que pueden generarse tomando en consideración las opciones de mejora propuestas en los ítems anteriores, para el sistema eléctrico de la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. tanto en términos de energía activa (kW.h), energía reactiva (kVAR.h) y el ahorro económico en soles mostrado en la tabla 100:

Tabla 100: Resumen del Ahorro Económico en la Embotelladora Cusco del Sol

Resumen de Estudio de las Oportunidades de Ahorro de Energía Eléctrica			
Oportunidades de Mejora del Sistema Eléctrico	Ahorros Anuales		
	kW.h	kVAR.h	S/.
Cambio de lámparas en el Sistema de Iluminación	22,999.68		5289.33
Compensación de Energía Reactiva		143,020.0	6,035.5
Empleo de Motores Eficientes	27,064.4		6,224.9
Cambio de Opción Tarifaria	-----		36,866.4
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	1,746.6		4820.5
TOTAL	51,810.68	143,020.0	60,736.73

Fuente: Elaboración Propia

5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para incrementar la eficiencia energética eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L es necesario ejecutar las propuestas de ahorro de energía eléctrica antes planteadas (tabla 101). Para ello se debe analizar primero la viabilidad de poder ejecutarlas realizando un análisis económico que para el presente estudio toma como base los precios facilitados por diversos fabricantes y empresas prestadoras de servicios referidos a la energía eléctrica.

A continuación, se presenta en forma esquemática las acciones de mejora planteadas como objetivos:

- Objetivo 1: Charlas de Difusión referente al Uso Eficiente de la Energía Eléctrica.

Tabla 101: Inversión - Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

Objetivo 1: Charlas de Difusión referente al Uso Eficiente de la Energía Eléctrica	
Actividad a Realizar	Inversión (S/.)
Impartir charlas de capacitación a los trabajadores referente al Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol	2,000.00
Realizar campañas de divulgación sobre el uso eficiente de la energía eléctrica (carteles, propagandas, buzones de sugerencia, etc)	2,000.00
Contratación de un Auditor Energético Eléctrico	4,000.00
Total	8,000.00

Fuente: Elaboración Propia

- Objetivo 2: Implementación de Compensación de Factor de Potencia en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.

Tabla 102: Inversión – Compensación del Factor de Potencia

Objetivo 2: Implementación de Compensación de Factor de Potencia en la Empresa	
Actividad a Realizar	Inversión (S/.)
Solicitar propuestas de banco de condensadores a los diferentes proveedores	Sin Costo
Elegir la mejor propuesta de banco de condensadores según las características descritas en el presente estudio	8,830.00
Instalación y puesta en servicio de banco de condensadores en las instalaciones de la Empresa Embotelladora	2,500.00
Total	11,330.00

Fuente: Elaboración Propia

- Objetivo 3: Cambio de Motores a eficiencia Premium

Tabla 103: Inversión – Implementación de Motores con Eficiencia Premium

Objetivo 3: Cambio de Motores a eficiencia Premium	
Actividad a Realizar	Inversión (S/.)
Solicitar los diferentes tipos de motores con las especificaciones indicadas en el presente estudio	Sin Costo
Adquirir Motores de Eficiencia Premium compatibles con los que serán reemplazados	15,080.00
Instalación de Motores de Eficiencia Premium por el vendor del equipo	1,308.10
Total	16,388.10

Fuente: Elaboración Propia

- Objetivo 4: Implementación de Sistemas de Iluminación más eficientes y económicos

Tabla 104: Inversión – Sistemas de Iluminación Eficientes

Objetivo 4: Implementación de Sistemas de Iluminación más eficientes y económicos	
Actividad a Realizar	Inversión (S/.)
Solicitar los diferentes tipos de lámparas y luminarias a los diferentes proveedores	Sin Costo
Adquirir las luminarias recomendadas en el presente estudio (reflectores, Fluorescentes T8 y Led's)	5,660.50
Sustituir fluorescentes deteriorados e instalar reflectores led's.	1,132.00
Total	6,792.50

Fuente: Elaboración Propia

- Objetivo 5: Cambio de Opción Tarifaria e Instalación de Medidor Electrónico

Tabla 105: Inversión – Mejoramiento y Control de la Tarificación

Objetivo 5: Cambio de Opción Tarifaria e Instalación de Medidor Electrónico	
Actividad a Realizar	Inversión (S/.)
Solicitar a la Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica el cambio de tarifa de MT2 a MT4	Sin Costo
Instalación de un medidor electrónico con la finalidad de llevar un control de sus consumos por áreas (SEL-734)	7,041.40
Instalacion e implementacion de software de medidor electrónico	2,500.00
Total	9,541.40

Fuente: Elaboración Propia

Luego, en la tabla 106 se establece un cronograma con la conveniencia de cómo se irán implementando cada objetivo en el tiempo.

Tabla 106: Resumen de Inversiones (Duración: Cuatro años)

Resumen de Inversiones				
Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Charlas de Difusión referente al Uso Eficiente de la Energía Eléctrica	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00
Implementación de equipos para compensación del factor de potencia		11,330.00		
Reemplazo de Motores a eficiencia Premium	7,300.00	4,280.00	3,500.00	1,308.10
Implementación de Sistemas de Iluminación mas eficientes y económicos	6,792.50			
Cambio de Opción Tarifaria e Instalación de Medidor Electrónico			9,541.40	
Total	22,092.50	23,610.00	21,041.40	9,308.10
Total Inversión	76,052.00			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, se muestra el resumen de inversiones a realizar en un periodo de cuatro años, se tomó como base este periodo de acuerdo al financiamiento ofrecido por la entidad bancaria (ver anexo G), para el incremento de la eficiencia energética eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L., a este total también se le conoce como el costo total de la inversión.

De la misma manera en la tabla 107, se tiene los ahorros que se generaría cuando se ejecute las inversiones de la tabla 108.

Tabla 107: Resumen de Ahorro Económico (Duración: Cuatro años)

Flujo de Análisis Económico				
Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Cambio de lámparas en el Sistema de Iluminación	S/. 5,289.3	S/. 5,289.3	S/. 5,289.3	S/. 5,289.3
Compensación de Energía Reactiva	S/. 6,035.5	S/. 6,035.5	S/. 6,035.5	S/. 6,035.5
Empleo de Motores Eficientes	S/. 2,801.2	S/. 1,618.5	S/. 1,307.2	S/. 498.0
Cambio de Opción Tarifaria	S/. 36,866.4	S/. 36,866.4	S/. 36,866.4	S/. 36,866.4
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	S/. 4,820.5	S/. 4,820.5	S/. 4,820.5	S/. 4,820.5
Subtotal 1	S/. 55,812.9	S/. 54,630.2	S/. 54,319.0	S/. 53,509.7

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se tiene tanto los ingresos como los egresos para la implementación de las acciones de mejora para el incremento de la eficiencia energética eléctrica y el ahorro económico que conlleva, se procede a calcular el flujo neto, según se muestra en la tabla 108:

Tabla 108: Flujo de Análisis Económico

Flujo de Análisis Económico					
Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
Cambio de lámparas en el Sistema de Iluminación	S/. 5,289.3	S/. 5,289.3	S/. 5,289.3	S/. 5,289.3	
Compensación de Energía Reactiva	S/. 6,035.5	S/. 6,035.5	S/. 6,035.5	S/. 6,035.5	
Empleo de Motores Eficientes	S/. 2,801.2	S/. 1,618.5	S/. 1,307.2	S/. 498.0	
Cambio de Opción Tarifaria	S/. 36,866.4	S/. 36,866.4	S/. 36,866.4	S/. 36,866.4	
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	S/. 4,820.5	S/. 4,820.5	S/. 4,820.5	S/. 4,820.5	
Subtotal 1	S/. 55,812.9	S/. 54,630.2	S/. 54,319.0	S/. 53,509.7	S/. 218,271.8
Egresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
Charlas de Difusión referente al Uso Eficiente de la Energía Eléctrica	-S/. 8,000.0	-S/. 8,000.0	-S/. 8,000.0	-S/. 8,000.0	
Implementación de equipos para compensación del factor de potencia		-S/. 11,330.0			
Reemplazo de Motores a eficiencia Premium	-S/. 7,300.0	-S/. 4,280.0	-S/. 3,500.0	-S/. 1,308.1	
Implementación de Sistemas de Iluminación mas eficientes y económicos	-S/. 6,792.5				
Cambio de Opción Tarifaria e Instalación de Medidor Electrónico			-S/. 9,541.4		
Subtotal2	-S/. 22,092.5	-S/. 23,610.0	-S/. 21,041.4	-S/. 9,308.1	-S/. 76,052.0
Flujo de Caja Neto	<u>S/. 33,720.44</u>	<u>S/. 31,020.20</u>	<u>S/. 33,277.56</u>	<u>S/. 44,201.63</u>	

Fuente: Elaboración Propia

Según lo descrito en el capítulo 2 y 3, para determinar la viabilidad de un proyecto de inversión y la oportunidad de poder ejecutarlos, existen diferentes indicadores tales como el VAN, TIR y B/C, los cuales son calculados con los datos de las tablas anteriores y la ayuda del software Excel y, siendo estos:

a) VAN (Valor Actual Neto)

Para la presente propuesta se plantea una tasa de descuento del 10%, entonces:

$$\text{VAN} = \text{S/} .35,431.70$$

Las opciones de mejora de eficiencia energética eléctrica y ahorro económico planteados para la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. es rentable porque el VAN es de S/. 35,431.70 soles, es decir que se logrará generar beneficios después de cubrir el valor de la inversión.

b) TIR (Tasa Interna de Retorno)

Para las propuestas planteadas se tomó como tasa de descuento el 10%, entonces:

$$\text{TIR} = 29.14\%$$

La tasa interna de retorno para la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. es de 29.14%, es decir que la mejora de la eficiencia energética eléctrica planteada generará beneficios mayores a la inversión inicial.

c) Relación B/C (Beneficio – Costo)

La relación beneficio-costos se calcula a partir de la relación entre beneficios y costos actualizados al presente con la tasa de descuento del 10%.

$$\text{B/C} = 1.70$$

Es decir que, por cada sol que se invierta en las presentes mejoras de la eficiencia energética en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. se obtiene una rentabilidad del 0.70 nuevos soles además de recuperar lo invertido.

5.5. CONCLUSION GENERAL

1. El Estudio de la Eficiencia Energética para el Mejoramiento del Uso de la Energía Eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. incidió positivamente en el ahorro de energía eléctrica, pues contribuye a brindar un conocimiento más claro y detallado de lo que significa la eficiencia energética y propone alternativas de ahorro y mejor utilización de la energía eléctrica para su aplicación en el sector industrial.
2. El diagnóstico Energético muestra con claridad que existe la posibilidad de ahorrar 51,810.68 kW.h de energía activa y 143,020 Kvar.h de energía reactiva por año, lo cual se traduce en un ahorro de S/. 60,736.7 en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. a través de la mejora en sus sistemas eléctricos en el corto plazo.
3. Las propuestas de mejora planteadas en el presente estudio contribuyen tanto al incremento de la eficiencia energética eléctrica como al ahorro de energía eléctrica y preservación del medio ambiente, que de ser implementadas logran ser sostenibles en el tiempo sin reducir su capacidad de producción ni vulnerar los niveles de confort necesarios para producirlos, llegando a ser más eficientes y orientados a la mejora continua.
4. El periodo de recuperación de la inversión es de 4 años, obteniéndose un TIR de 29.14%, VAN de S/. 35,431.70 soles y relación de beneficio costo de 1.70, por lo que se puede afirmar que las propuestas son viables técnica y económicamente.
5. Del flujo del análisis económico se concluye, que se realizará una inversión de 760,52.00 nuevos soles en cuatro años con una inversión por año en promedio de 190,13.00 nuevos soles se y se obtendrá una ganancia de 543,780.2 en los cuatro años.

5.6. RECOMENDACIONES

- Para iniciar con la mejora de la eficiencia energética eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. es indispensable que el personal a todo nivel esté involucrado con el objetivo, por ello se recomienda empezar con charlas de difusión referente al tema e impartir en cada área el objetivo a lograr de forma que todo el personal se sienta parte de la meta.
- La mejora de la eficiencia energética es un tema amplio y diverso que no tiene un límite establecido, por ello la empresa al tomar este primer paso debe seguir orientado a la mejora continua, estableciendo planes de control y estrategias que le permitan incrementar su eficiencia con mayores y mejores tecnologías de forma que se pueda emular el ejemplo en todo el sector industrial.

5.7. TRABAJOS FUTUROS

- Mejora de la eficiencia energética con la implementación de energías renovables.
- Mejora de la eficiencia energética mediante la automatización de procesos.

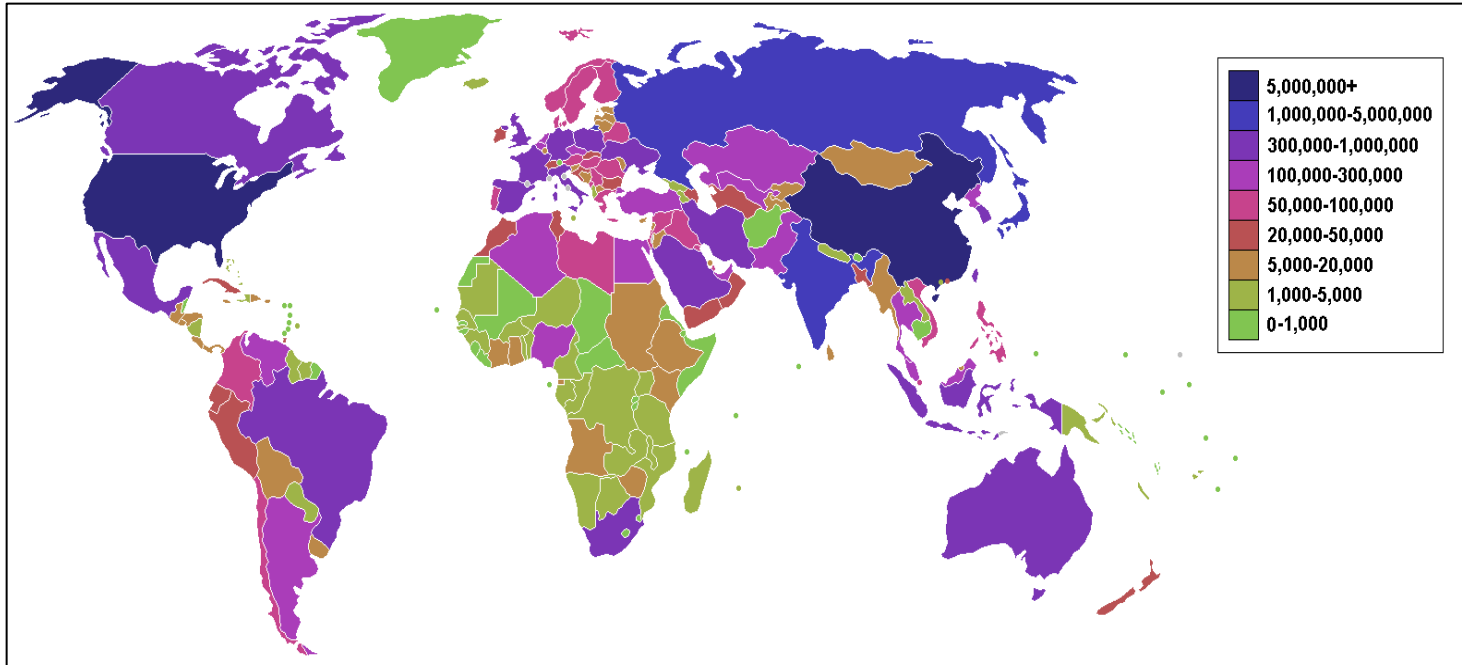
BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, R. (2016). Ahorro de Energía con Motores, Expo Energía ABB. San Pedro Sula: ABB.
- Ballcells, J., & Autonell, J. (2010). Eficiencia en el Uso de la Energía Eléctrica Tomo III. Barcelona: CIRCUTOR.
- Electro Sur Este S.A.A. (2016). Facturación de Energía Eléctrica . Cusco: ELSE.
- ENGECOMP CAPACITORES LTDA. (2011). Guía para el Ingeniero de Campo. Sao Paulo: ENGECOMP CAPACITORES LTDA.
- FONAM. (2013). Fortalecimiento del Uso Eficiente de la Energía en las Regiones del Perú. Lima: FONAM (Fondo Nacional del Ambiente).
- Für, D. G. (2014). Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía . México DF: GIZ.
- Gourishankar, V. (1997). Conversion de la Energía Eléctromecánica. México DF: Alfaomega.
- Hagler, Bayly & Company. (2000). Manual de Auditoria Energética Industrial. Washington DC.
- Harper, E. (2001). Curso de Transformadores y Motores de Inducción . México DF: Grupo Noriega Editores.
- Harper, G. (2000). ABC del Alumbrado. México: Mc Graw Hill.
- HellermannTyton. (1999). Definición y tabla del grado de protección (IP), acorde a DIN en IEC 60529 . IEC 60529, 567.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2007). Metodología de la Investigación, 4ta Edición. México DF: Mc Graw Hill.
- HT ITALIA. (2011). PQA400-PQA823-PQA824 Manual de instrucciones. Italia: HT ITALIA.
- INDAL. (2015). Manual de la Iluminación . Madrid: Paraninfo.
- MINEM. (2006). Iluminancias Mínimas para Ambientes al Interior. Lima: MINEM.
- MINEM-DGE. (2006). Código Nacional de Electricidad - Utilización. Lima: MINEM-DGE.
- MINEM-DGE. (2011). Guía de Orientación para la Selección de la Tarifa Eléctrica para Usuarios en BT y MT. Lima: MINEM-DGE.

- MINEM-DGE. (2015). Evolución de Indicadores del Sector Eléctrico 1995-2015. Lima: MINEM-DGE.
- Noguera Ramos, I. (2003). Tesis de Post Grado. Lima: Libros SAC.
- ONUDI. (2016). Eficiencia Energética en Edificaciones y Cambio Climático. Viena, Austria: Observatorio de Energía Renovable para América Latina y El Caribe(ONUDI).
- OSINERGMIN. (2011). Fundamentos Técnicos – Económicos del Sector Eléctrico Peruano. Lima: OSINERGMIN.
- OSINERGMIN. (2014). Apuntes para el Plan Energético Nacional - Seguridad Energética. Lima : OSINERGMIN-GART.
- PAE, MINEM. (1994). Eficiencia Energética . Lima: MINEM.
- PROCOBRE. (2000). Uso Eficiente de la Energía Eléctrica. Santiago de Chile: PROCOBRE.
- Ruiz, M., & Vera Tudela, R. (2013). Sector Eléctrico: Balance Oferta - Demanda (2013-2018). Moneda, Energía y Crecimiento, 31-32.
- Schneider Electric. (2013). Eficiencia Energética (Manual de Soluciones) . Buenos Aires: Schneider Electric.
- Serra, J. (2009). Guía Técnica de Eficiencia Energética Eléctrica. Barcelona: CIRCUTOR.
- TECSUP. (2016). Auditoria y Eficiencia Energética. Lima: TECSUP.
- UPC. (Junio de 2016). Curso On-Line de Iluminación. Lima, Lima, Perú. Obtenido de UPC Online.

ANEXOS

ANEXO A. CALENTAMIENTO GLOBAL – EMISIONES DE CO2







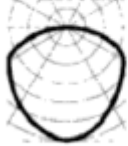



Emisión de Dióxido de Carbono (CO₂) a través de la quema de combustible fósiles (Azul el más alto y verde el más bajo) – Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Countries_by_carbon_dioxide_emissions_world_map_deobfuscated.png

ANEXO B
PORCENTAJES DE REFLECTANCIA PARA CAVIDADES DEL TECHO Y
DEL PISO

PORCENTAJE DE REFLECTANCIA DEL TECHO AL PISO	90	80	70	50	30	10
PORCENTAJE DE REFLECTANCIA DEL TECHO AL PISO	90 70 50 30	80 70 50 30	70 50 30	70 50 30	65 50 30 10	50 30 10
RELACIÓN DE CAVIDAD DEL TECHO AL PISO						
0	90 90 90 90	80 80 80 80	70 70 70	50 50 50	30 30 30 30	10 10 10
0.1	90 89 88 87	79 79 78 78	69 69 68	59 49 48	30 30 29 29	10 10 10
0.2	89 88 86 85	79 78 78 78	68 67 66	49 48 47	30 29 29 28	10 10 9
0.3	88 87 85 83	78 77 75 74	68 66 64	49 47 46	30 29 28 27	10 10 9
0.4	88 86 83 81	78 76 74 72	67 65 63	48 46 45	30 29 27 26	11 10 9
0.5	88 85 81 78	77 75 73 70	66 64 61	48 46 44	29 28 27 25	11 10 9
0.6	88 84 80 76	77 75 71 68	65 62 59	47 45 43	29 28 26 25	11 10 9
0.7	88 83 78 74	76 74 70 66	66 61 58	47 44 42	29 28 26 24	11 10 8
0.8	87 82 77 73	75 73 69 65	64 60 56	47 43 41	29 27 25 23	11 10 8
0.9	87 81 76 71	75 72 68 63	63 59 55	46 43 40	29 27 25 22	11 9 8
1.0	86 80 74 69	74 71 66 61	63 58 53	46 42 39	29 27 24 22	11 9 8
1.1	86 79 73 67	74 71 65 60	62 57 52	46 41 38	29 26 24 21	11 9 8
1.2	86 78 72 65	73 70 64 58	61 56 50	45 41 37	29 26 23 20	12 9 7
1.3	85 78 70 64	73 69 63 57	61 55 49	45 40 36	29 26 23 20	12 9 7
1.4	85 77 69 62	72 68 62 55	60 54 48	45 40 35	28 26 22 19	12 9 7
1.5	85 76 68 61	72 68 61 54	59 53 47	44 39 34	28 25 22 18	12 9 7
1.6	85 75 66 59	71 67 60 53	59 52 45	44 39 33	28 25 21 18	12 9 7
1.7	84 74 65 58	71 66 59 52	58 51 44	44 38 32	28 25 21 17	12 9 7
1.8	84 73 64 55	70 65 58 50	57 50 43	43 37 22	28 25 21 17	12 9 6
1.9	84 73 63 55	70 65 57 49	57 49 42	43 38 31	28 25 20 16	12 9 6
2.0	83 72 62 53	69 64 56 48	56 48 41	43 37 30	28 24 20 16	12 9 6
2.1	83 71 61 52	69 63 55 47	56 47 40	43 36 29	28 24 20 16	13 9 6
2.2	83 70 60 51	68 63 54 45	55 46 39	42 36 29	28 24 19 15	13 9 6
2.3	83 69 59 50	68 62 53 44	54 46 38	42 35 28	28 24 19 15	13 9 6
2.4	82 68 58 48	67 61 52 43	54 45 37	42 35 27	28 24 19 14	13 9 6
2.5	82 68 57 47	67 61 51 42	53 44 36	41 34 27	27 23 18 14	13 9 6

ANEXO B

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE ALGUNOS TIPOS DE LUMINARIAS

FACTORES DE UTILIZACIÓN (U) DE ALGUNOS TIPOS DE LUMINARIAS (APARATOS DE ILUMINACIÓN)		
TIPOS DE ILUMINACIÓN	APARATOS DE ILUMINACIÓN O LUMINARIA	INDICE DE LOCAL (K)
<p style="text-align: center;">SEMIDIRECTA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>25 % ▲ • ▼ 60 %</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">PLAFÓN CON BASES EXTERNAS Y DIFUSORES</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>0.50 - 0.70 0.70 - 0.90 0.90 - 1.10 1.10 - 1.40 1.40 - 1.75 1.75 - 2.25 2.25 - 2.75 2.75 - 3.50 3.50 - 4.50 4.50 - 6.50</p>
<p style="text-align: center;">MIXTA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>40 % ▲ • ▼ 40 %</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">DIFUSOR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>0.50 - 0.70 0.70 - 0.90 0.90 - 1.10 1.10 - 1.40 1.40 - 1.75 1.75 - 2.25 2.25 - 2.75 2.75 - 3.50 3.50 - 4.50 4.50 - 6.50</p>
<p style="text-align: center;">DIRECTA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>• ▼ 80 %</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">REFLECTOR DE HAZ LARGO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>0.50 - 0.70 0.70 - 0.90 0.90 - 1.10 1.10 - 1.40 1.40 - 1.75 1.75 - 2.25 2.25 - 2.75 2.75 - 3.50 3.50 - 4.50 4.50 - 6.50</p>
<p style="text-align: center;">DIRECTA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>• ▼ 70 %</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">REFLECTOR DE HAZ MEDIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>0.50 - 0.70 0.70 - 0.90 0.90 - 1.10 1.10 - 1.40 1.40 - 1.75 1.75 - 2.25 2.25 - 2.75 2.75 - 3.50 3.50 - 4.50 4.50 - 6.50</p>

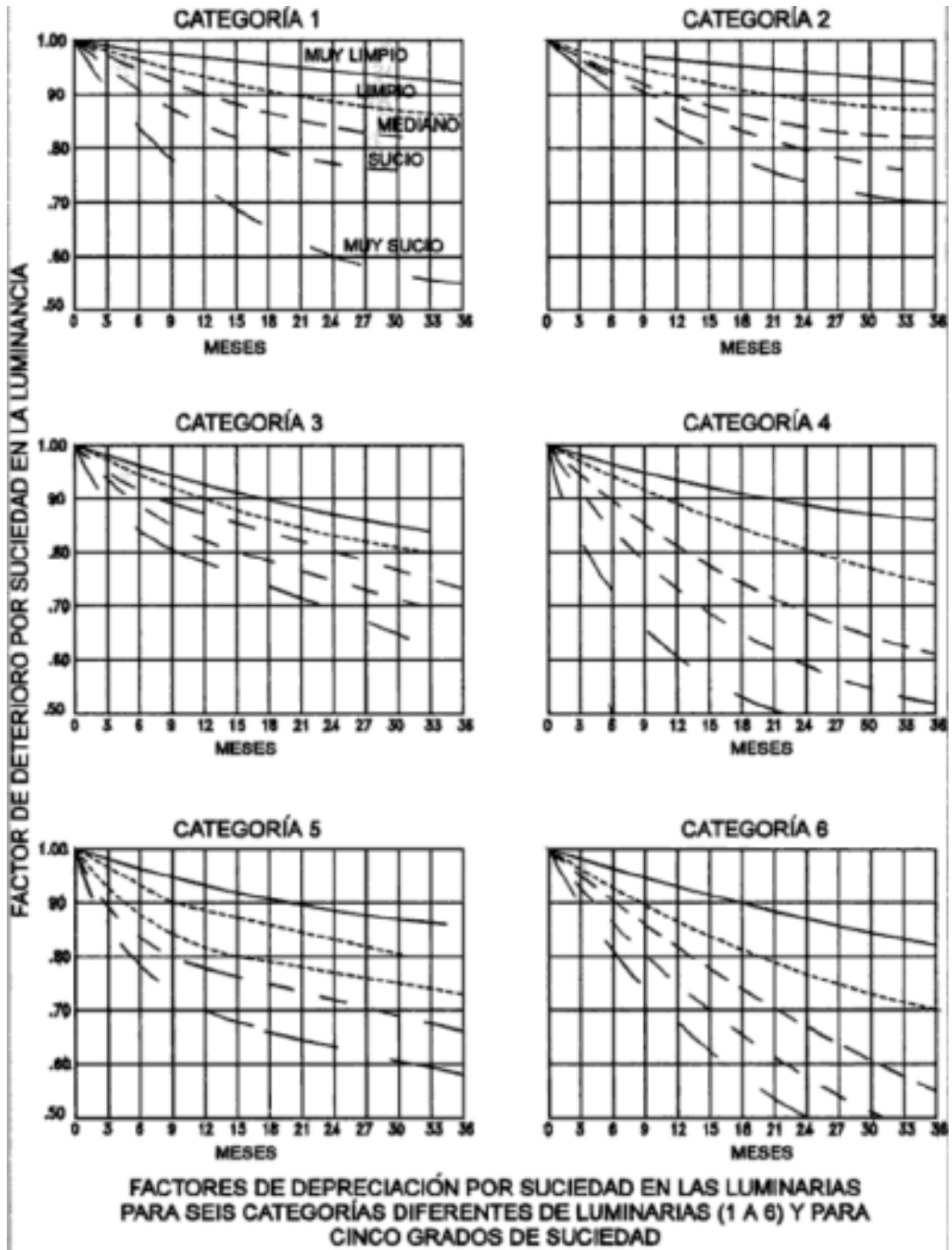
ANEXO B

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE LUMINARIAS

			COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN									
LUMINARIA	DISTRIBUCIÓN	SEPARACIÓN	CAVIDAD DE TECHO	REFLECTANCIA								
				80%			50%			10%		
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
CATEGORÍA '1' 2 TUBOS	 1 50	1,5 X ALTIMA DE MONTAJE	1	0.68	0.65	0.63	0.65	0.63	0.61	0.61	0.60	0.58
			2	0.60	0.56	0.53	0.58	0.55	0.52	0.55	0.52	0.49
			3	0.54	0.49	0.45	0.52	0.48	0.45	0.50	0.48	0.43
			4	0.49	0.43	0.40	0.47	0.43	0.39	0.45	0.41	0.38
			5	0.44	0.38	0.34	0.43	0.38	0.34	0.40	0.36	0.33
			6	0.40	0.34	0.30	0.39	0.34	0.30	0.37	0.32	0.29
			7	0.36	0.31	0.27	0.35	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26
			8	0.32	0.27	0.24	0.32	0.27	0.23	0.30	0.26	0.23
			9	0.29	0.24	0.21	0.29	0.24	0.20	0.27	0.23	0.20
			10	0.27	0.22	0.18	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18
			CATEGORÍA '1' 4 TUBOS	 4 50	1,2 X ALTIMA DE MONTAJE	1	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.60
2	0.59	0.55				0.52	0.57	0.54	0.51	0.55	0.52	0.49
3	0.53	0.48				0.45	0.52	0.48	0.44	0.49	0.46	0.43
4	0.48	0.43				0.39	0.47	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38
5	0.43	0.38				0.34	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.33
6	0.39	0.34				0.30	0.38	0.34	0.30	0.36	0.32	0.29
7	0.35	0.30				0.26	0.34	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26
8	0.32	0.27				0.23	0.31	0.26	0.23	0.30	0.26	0.23
9	0.28	0.24				0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20
10	0.26	0.21				0.18	0.25	0.21	0.18	0.25	0.20	0.17
CATEGORÍA '1' 2 LÁMPARAS	 17 50	1,2 X ALTIMA DE MONTAJE				1	0.83	0.79	0.75	0.79	0.76	0.72
			2	0.71	0.65	0.60	0.68	0.62	0.57	0.62	0.58	0.54
			3	0.62	0.55	0.49	0.59	0.53	0.47	0.55	0.49	0.44
			4	0.55	0.47	0.41	0.52	0.45	0.39	0.48	0.42	0.37
			5	0.48	0.40	0.34	0.46	0.38	0.33	0.42	0.36	0.31
			6	0.43	0.35	0.29	0.41	0.33	0.28	0.38	0.31	0.26
			7	0.38	0.30	0.25	0.36	0.29	0.24	0.34	0.27	0.23
			8	0.34	0.26	0.21	0.33	0.25	0.21	0.30	0.24	0.19
			9	0.30	0.23	0.18	0.30	0.23	0.18	0.27	0.21	0.17
			10	0.28	0.21	0.16	0.27	0.20	0.15	0.25	0.19	0.15
			CATEGORÍA '1' 1 LÁMPARA	 8 50	1,2 X ALTIMA DE MONTAJE	1	0.64	0.62	0.60	0.63	0.61	0.59
2	0.58	0.55				0.52	0.57	0.54	0.51	0.55	0.52	0.50
3	0.52	0.48				0.45	0.51	0.47	0.44	0.49	0.46	0.44
4	0.47	0.42				0.39	0.46	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38
5	0.42	0.37				0.34	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34
6	0.38	0.33				0.30	0.38	0.33	0.30	0.37	0.32	0.30
7	0.35	0.30				0.26	0.35	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26
8	0.31	0.26				0.23	0.31	0.26	0.23	0.30	0.26	0.23
9	0.28	0.23				0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20
10	0.26	0.21				0.18	0.25	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18
CATEGORÍA 8 2 LÁMPARAS	 78 5	1,2 X ALTIMA DE MONTAJE				1	0.68	0.65	0.62	0.60	0.56	0.54
			2	0.59	0.54	0.51	0.51	0.48	0.44	0.37	0.35	0.32
			3	0.52	0.46	0.42	0.45	0.40	0.37	0.32	0.29	0.27
			4	0.46	0.40	0.35	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23
			5	0.40	0.34	0.30	0.35	0.30	0.26	0.25	0.22	0.20
			6	0.36	0.30	0.26	0.31	0.27	0.23	0.22	0.20	0.17
			7	0.32	0.26	0.22	0.28	0.23	0.19	0.20	0.17	0.14
			8	0.29	0.23	0.19	0.25	0.20	0.17	0.18	0.15	0.13
			9	0.26	0.20	0.17	0.23	0.18	0.15	0.17	0.13	0.11
			10	0.24	0.18	0.15	0.21	0.16	0.13	0.15	0.12	0.10
			CATEGORÍA 8 PLAFÓN LUMINOSO 99% TRANSMISIÓN	 8 50	1,3 X ALTIMA DE MONTAJE	1				0.60	0.58	0.56
2							0.53	0.49	0.45	0.51	0.47	0.43
3							0.47	0.42	0.37	0.45	0.41	0.36
4							0.41	0.36	0.32	0.39	0.35	0.31
5							0.37	0.31	0.28	0.35	0.30	0.26
6							0.33	0.27	0.23	0.31	0.26	0.23
7							0.29	0.24	0.20	0.28	0.23	0.20
8							0.26	0.21	0.18	0.25	0.20	0.17
9							0.23	0.19	0.15	0.23	0.18	0.15
10							0.21	0.17	0.13	0.21	0.16	0.13

ANEXO B

. FACTOR DE MANTENIMIENTO PARA TIPOS DE LUMINARIAS MÁS COMUNES EN LA INDUSTRIA



ANEXO C
CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CORRIENTE POR CONDUCTORES
ELÉCTRICOS

CALIBRE CONDUCTOR	NÚMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTO R	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

ANEXO C

TOLERANCIAS DE CAIDA DE TENSIÓN SEGÚN NTCSE

5.1.2 Tolerancias.- Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las Etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta el $\pm 5.0\%$ de las tensiones nominales de tales puntos. Tratándose de redes secundarias en servicios calificados como Urbano-Rurales y/o Rurales, dichas tolerancias son de hasta el $\pm 7.5\%$.

Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si la tensión se encuentra fuera del rango de tolerancias establecidas en este literal, por un tiempo superior al cinco por ciento (5%) del período de medición.

▪ *Texto del último párrafo según D.S. N° 009-1999-EM, publicado el 1999. 04. 11*

5.1.3 Compensaciones por mala calidad de tensión.- Los Suministradores deben compensar a sus Clientes por aquellos suministros en los que se haya comprobado que la calidad del producto no satisface los estándares fijados en el numeral 5.1.2 de la Norma.

Las compensaciones se calculan, para el Período de Medición, en función a la energía entregada en condiciones de mala calidad en ese período, a través de las fórmulas que aparecen a continuación:

Compensaciones Por Variaciones De Tensión = $\sum_p a \cdot A_p \cdot E(p)$(Fórmula N° 2)

Donde:

p.- Es un Intervalo de Medición en el que se violan las tolerancias en los niveles de tensión.

a.- Es la compensación unitaria por violación de tensiones:

Primera Etapa: **a=0.00**

Segunda Etapa: **a=0.01 US\$/kWh**

Tercera Etapa: **a=0.05 US\$/kWh**

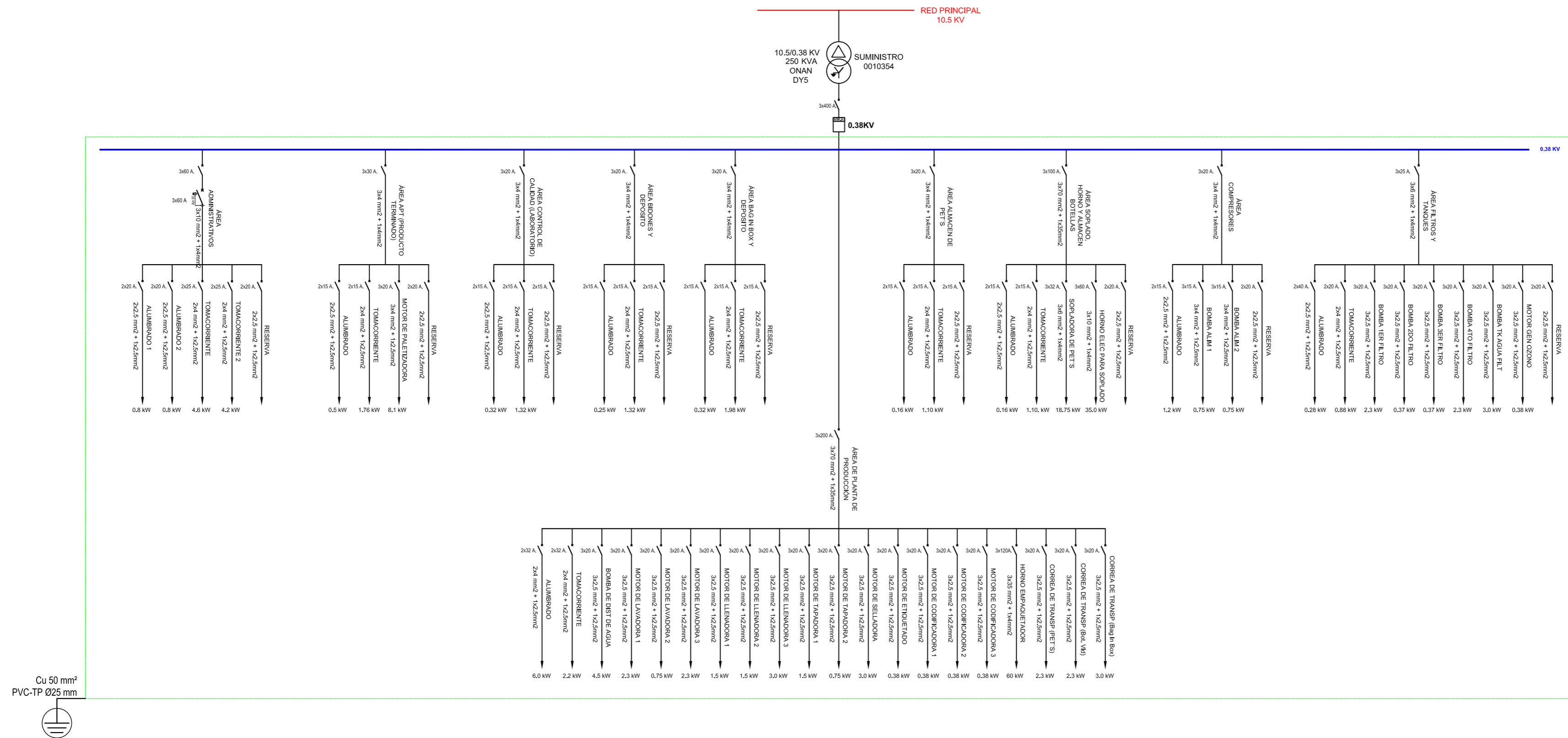
A_p- Es un factor de proporcionalidad que está definido en función de la magnitud del indicador $\Delta V_p(\%)$, medido en el intervalo p, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla N° 1

Indicador $\Delta V_p(\%)$	Todo Servicio A_p	Red Sec. Rural* A_p
$5.0 < \Delta V_p(\%) \leq 7.5$	1	NA
$7.5 < \Delta V_p(\%) $	$2 + (\Delta V_p(\%) - 7.5)$	NA
$7.5 < \Delta V_p(\%) \leq 10.0$	NA	1
$10.0 < \Delta V_p(\%) $	NA	$2 + (\Delta V_p(\%) - 10)$

ANEXO D

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.



Proyecto: Diagrama Unifilar Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.		
Plano: INSTALACIONES ELECTRICAS		
Propietarios: Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L.		
Ubicación: Urb. Parque Industrial Mz. A. Lotes: 5,6,7,8 Via Expresa con Av. Republicadel Brasil		
Distrito: Wanchaq	Provincia: Cusco	Departamento: Cusco
Fecha: Setiembre 2016	Lámina: IE-1	
Proyectista:		

ANEXO E

ENCUESTA SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.

MANO DE OBRA DE OBRA DIRECTA:

A. ¿Deja las luces de un ambiente encendidas cuando la ha abandonado y se queda vacía?

SI

NO

B. ¿Sigue los procedimientos con los equipos, máquinas e instalaciones?

SI

NO

C. ¿Mantiene el computador encendido un periodo de tiempo largo aun cuando no lo utiliza?

SI

NO

D. ¿Usted cree que el área de planta de producción, opera de forma eficiente?

SI

NO

E. ¿Conoce la diferencian entre eficiencia y eficacia?

SI

NO

F. ¿En su opinión considera que el derroche de energía en la empresa es alto?

SI

NO

G. ¿Cree que se puede ahorrar energía en la empresa?

SI

NO

H. ¿Cree usted que puede contribuir de una manera importante para ahorrar energía en la empresa?

SI

NO

ANEXO E

ENCUESTA SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.

MANO DE OBRA DE INDIRECTA:

A. ¿Deja las luces de un ambiente encendidas cuando la ha abandonado y se queda vacía?

SI

NO

B. ¿Brinda charlas de uso eficiente de energía eléctrica a sus trabajadores?

SI

NO

C. ¿Mantiene el computador encendido un periodo de tiempo largo aun cuando no lo utiliza?

SI

NO

D. ¿Realiza planes de mantenimiento para mejorar la eficiencia energética eléctrica de la planta?

SI

NO

E. ¿Considera que el uso de energías renovables contribuiría a la mejora de la empresa?

SI

NO

F. ¿Existe un personal encargado de verificar si todos los equipos y luminarias han sido apagados al finalizar la jornada de trabajo?

SI

NO

G. ¿Piensa que es importante organizar campañas en la empresa para reducir el consumo de energía?

SI

NO

H. ¿Conoce usted la energía verde?

SI

NO

ANEXO E

ENCUESTA SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.

ADMINISTRATIVOS:

A. ¿Deja las luces de un ambiente encendidas cuando la ha abandonado y se queda vacía?

SI

NO

B. ¿Mantiene el computador encendido un periodo de tiempo largo aun cuando no lo utiliza?

SI

NO

C. ¿Considera que el uso de energías renovables contribuiría a la mejora de la empresa?

SI

NO

D. ¿Existe planes de acción para la mejora de la eficiencia energética en la empresa?

SI

NO

E. ¿Se desarrolla proyectos de mejora de eficiencia energética en la empresa?

SI

NO

F. ¿Considera que es importante para su departamento el uso eficiente la energía eléctrica?

SI

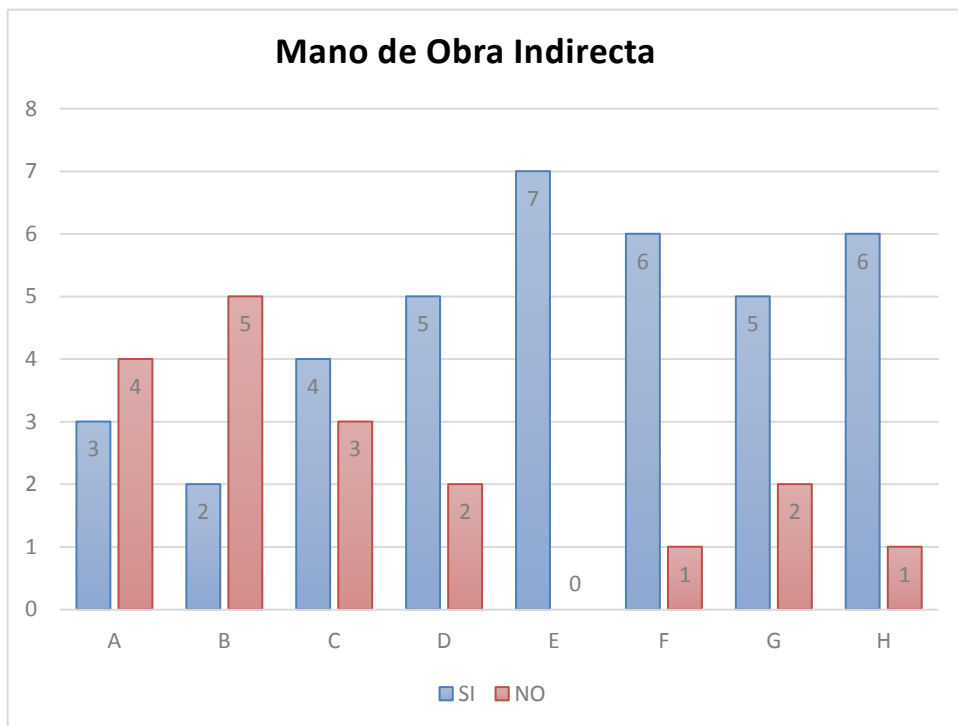
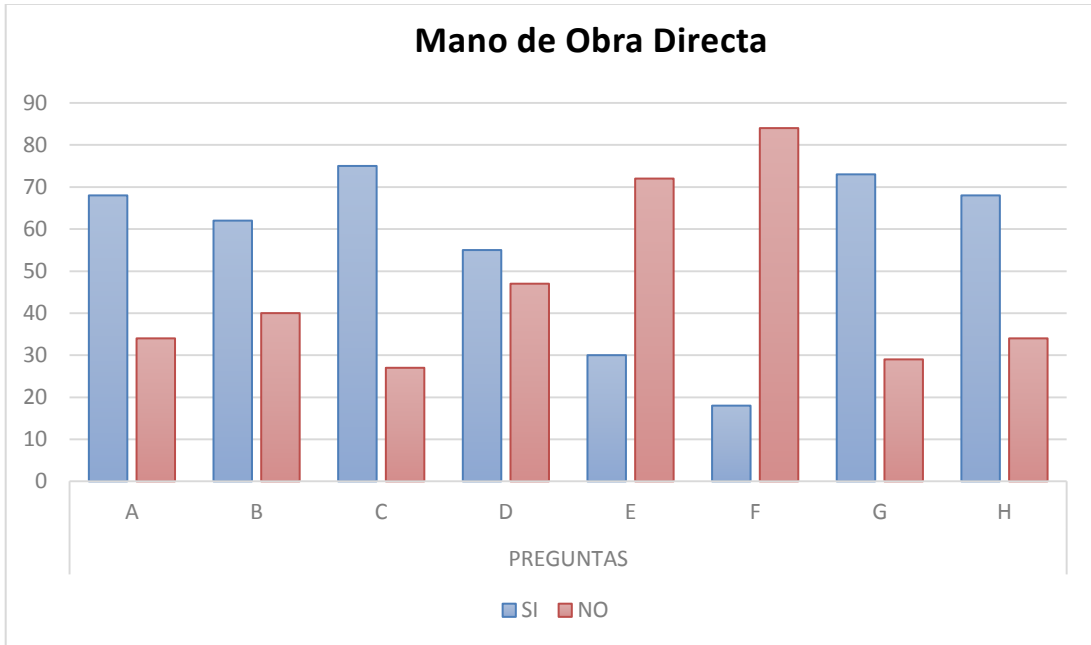
NO

G. ¿Conoce usted la energía verde?

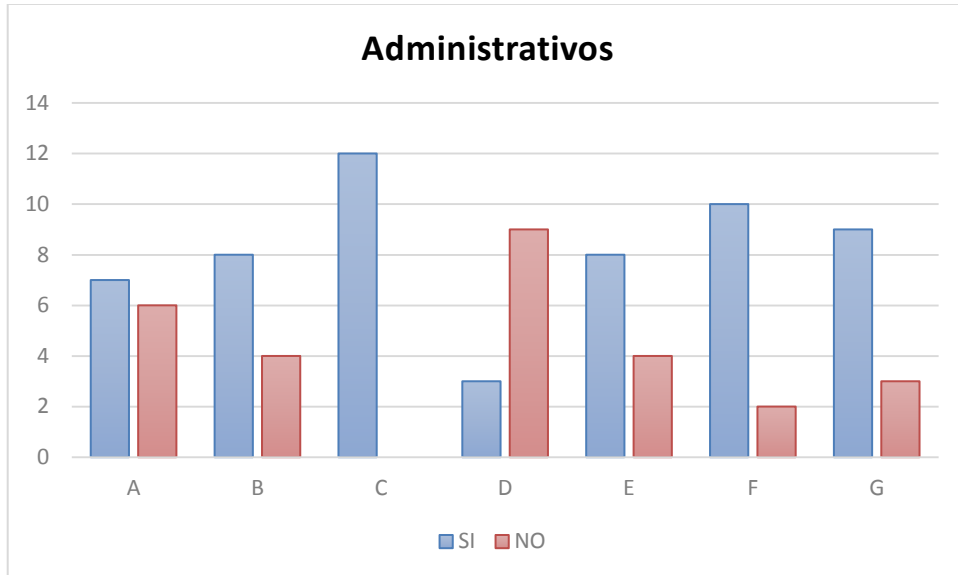
SI

NO

ANEXO E
RESULTADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS EN LA EMPRESA
EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.



ANEXO E
RESULTADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS EN LA EMPRESA
EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L.



ANEXO F

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO										
SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA	F.INICIO	PM1 (250 hrs)	F. REALIZADO	STATUS	PM2 (500 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM3 (750 hrs)	REALIZADO	STATUS
BOMBA #01	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
BOMBA #02	01/01/2018	31/05/2018	31/05/2018	CONFORME	29/08/2018	29/08/2018	CONFORME	27/11/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO

BATERIA DE FILTROS Y TRANSPORTE A TANQUE DE ALMACENAMIENTO	F.INICIO	PM1 (250 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM2 (500 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM3 (750 hrs)	REALIZADO	STATUS
BOMBA #03	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
BOMBA #04	01/01/2018	31/05/2018	31/05/2018	CONFORME	29/08/2018	26/01/2019	PENDIENTE REALIZAR MTO	26/04/2019		PENDIENTE REALIZAR MTO
BOMBA #05	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
BOMBA #06	01/01/2018	31/05/2018	31/05/2018	CONFORME	29/08/2018	26/01/2019	PENDIENTE REALIZAR MTO	26/04/2019		PENDIENTE REALIZAR MTO
BOMBA #07	01/01/2018	31/05/2018	31/05/2018	CONFORME	29/08/2018	29/08/2018	CONFORME	27/11/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #08	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	28/09/2018	PENDIENTE REALIZAR MTO	27/12/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
BOMBA #09	01/01/2018	31/05/2018	31/05/2018	CONFORME	29/08/2018	26/01/2019	PENDIENTE REALIZAR MTO	26/04/2019		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #10	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	28/09/2018	PENDIENTE REALIZAR MTO	27/12/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
HORNO #11	01/01/2018	31/05/2018	31/05/2018	CONFORME	29/08/2018	26/01/2019	PENDIENTE REALIZAR MTO	26/04/2019		PENDIENTE REALIZAR MTO

SISTEMA DE LAVADO, LLENADO, TAPADO Y ETIQUETADO	F.INICIO	PM1 (250 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM2 (500 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM3 (750 hrs)	REALIZADO	STATUS
MOTOR #12	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #13	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #14	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #15	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #16	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #17	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #18	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #19	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #20	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #21	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #22	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #23	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #24	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO

SISTEMA DE EMPAQUETADO	F.INICIO	PM1 (250 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM2 (500 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM3 (750 hrs)	REALIZADO	STATUS
HORNO #25	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #26	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO

SISTEMA DE FAJAS Y CORREAS DE TRANSPORTE	F.INICIO	PM1 (250 hrs)	REALIZADO	STATUS	PM2	REALIZADO	STATUS	PM3 (750 hrs)	REALIZADO	STATUS
MOTOR #27	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #28	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO
MOTOR #29	01/01/2018	01/04/2018	01/04/2018	CONFORME	30/06/2018	30/06/2018	CONFORME	28/09/2018		PENDIENTE REALIZAR MTO

ANEXO F

HOJA DE PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS

Numero del Equipo:		Plan No:		Frecuencia: 250 hrs	
Nombre del Equipo/ Componente: Filtro Multimedia		Ultima Fecha: 01/01/2018			
Nombre de la Actividad: Mantenimiento Filtro Multimedia		Proxima Fecha:			
ITEM	LISTA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR	H-H	DETALLE		
1	Apagar motor y bloquear con tarjeta	0.01			
2	Cerrar válvulas	0.1			
3	Drenar agua del filtro	0.25			
4	Retirar motor, revisar juegos axiales y radiales.	1			
5	Desarmar motor, Tomar medidas de juegos y verificar eje en torno	2			
6	Evaluar partes críticas, proceder al cambio si es necesario	2			
7	Limpieza de check.	1			
8	Realizar armado y montaje.	3			
9	Probar verificar presiones, sin fugas exesivas ni sobrecalentamiento	0.5			
	Retirar tarjeta				
H-H Total:		9.86			
ITEM	REPUESTOS Y MATERIALES, PRIMARIOS	SAP	CANTIDAD	COSTO \$	
1					
2					
Costo Total				0	
ITEM	PERSONAL NECESARIO:	HORAS	COSTO \$		
1	01 Técnicos Mecánico	10			
2	01 Tecnico Contratista Mecánico	10	234.38		
3	01 Técnico Electricista	0.5			
4	01 Técnico Operador	0.5			
(considerar 15% de tiempo adicional por desplazamiento)		Costo Total	234.38		
ITEM	REPUESTOS Y MATERIALES, SECUNDARIOS	SAP	CANTIDAD	COSTO \$	
1	Trapo industrial				
2	Silicona roja				
3	Empaquetaduras				
Costo Total					
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (\$):				234.38	
Observaciones de la Planificación					
Se debe sacar una tarjeta de bloqueo					
Las cantidades de materiales estan sujetas al monitoreo de condición, los cuales pueden ser modificados antes de ser consolidados					

ANEXO F

HOJA DE PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS

Numero del Equipo:		Plan No:		Frecuencia: 250 hrs	
Nombre del Equipo/ Componente:		"Bomba de agua # 4, Reservorio		Ultima Fecha: 01/01/2018	
Nombre de la Actividad:		Mantenimiento a bomba de agua # 4, Reservorio		Proxima Fecha:	
ITEM	LISTA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR	H-H	DETALLE		
1	Apagar bomba y bloquear con tarjeta	0.01			
2	Cerrar válvula de succion y descarga.	0.1			
3	Retirar checks	0.25			
4	Retirar bomba, revisar juegos axiales y radiales.	1			
5	Desarmar bomba, Tomar medidas de juegos y verificar eje en torno	2	SI		
6	Evaluar partes críticas, proceder al cambio si es necesario	2	SI		
7	Limpieza de check.	1			
8	Realizar armado y montaje.	3			
9	Probar verificar presiones, sin fugas exesivas ni sobrecalentamiento	0.5			
10	Retirar tarjeta				
11	Medición de Tension y Corriente	1			
12	Megado de motor	1			
13	Verificar giro de Eje	1			
14	Limpieza de terminales y colector	1			
H-H Total:		13.86			
ITEM	REPUESTOS Y MATERIALES, PRIMARIOS	SAP	CANTIDAD	COSTO \$	
1	RETEN 40 X 52 X 7MM BAFUD2 (CR-15804)	1244869	1	4.12	
2	ROD. 6208-2Z	1238763	2	34.14	
			Costo Total		38.26
ITEM	PERSONAL NECESARIO:	HORAS	COSTO \$		
1	01 Técnicos Mecánico	10			
2	01 Tecnico Contratista Mecánico	10	234.38		
3	01 Técnico Electricista	0.5			
4	01 Técnico Operador	0.5			
(considerar 15% de tiempo adicional por desplazamiento)		Costo Total		234.38	
ITEM	REPUESTOS Y MATERIALES, SECUNDARIOS	SAP	CANTIDAD	COSTO \$	
1	Trapo industrial				
2	Silicona roja				
3	Empaquetaduras				
			Costo Total		
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (\$):				272.64	
Observaciones de la Planificación					
Se debe sacar una tarjeta de bloqueo					
Las cantidades de materiales estan sujetas al monitoreo de condición, los cuales pueden ser modificados antes de ser consolidados					

PROPUESTA DE PRODUCTO

Usuario ROJAS ESPEJO MARIANELA

Datos Generales

Producto	Simulador Activas	Modalidad	Francés con Seg.e Impu.
Sucursal	SAN SEBASTIAN	Moneda	SOL
Especie	Billete	Precio	0.00000000
Cuenta	999999999 CUENTA MIGRACION	Operación	5243186 / 0
Fecha Valor	24/04/18	Fecha Vto.	25/04/22

Capital a financiar	80,000.00
Tasa	26.940000 Efectiva anual

Plan de Pagos

Nro	Fecha	Capital	Interés	Impuestos	Seguros	Comisión Cuota	Cuota
42	25/10/21	2,276.42	352.63	0.00	0.00	0.00	2,629.05
43	24/11/21	2,333.61	295.44	0.00	0.00	0.00	2,629.05
44	24/12/21	2,380.46	248.59	0.00	0.00	0.00	2,629.05
45	24/01/22	2,421.49	207.56	0.00	0.00	0.00	2,629.05
46	24/02/22	2,471.75	157.30	0.00	0.00	0.00	2,629.05
47	24/03/22	2,533.40	95.65	0.00	0.00	0.00	2,629.05
48	25/04/22	2,574.24	55.17	0.00	0.00	0.00	2,629.41

Resumen

Total Capital	80,000.00
Total Interes	46,194.76
Total Comisiones Desembolso	0.00
Total Comisiones Cuotas	0.00
Total Impuestos	0.00
Total Seguros	0.00
Total a Pagar	126,194.76

Fecha de Reporte: 24/04/18 18:09:42

CENTRAL DE RIESGO DEL CLIENTE

Tipo Cambio: 3.23200000 Usuario: ROJAS ESPEJO MARIANELA

Cliente: EMBOTELLADORA CUSCO DEL SOL S.R.L. Doc. Ident.: 20527907862 Tipo Doc.: Fecha de Nacimiento: / / Edad: 0 años
 Dirección del Cliente: URB PARQUE INDUSTRIAL MZA A LT 7 Tipo persona: JURIDICA Grado de Consanguinidad: NO
 Representante Legal: Actividad: ELABORACION DE BEBIDAS NO CIUU ELABORACION DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS, PRODUCCION DE AGUA Antig. RCC: 3 0 + AÑOS
 Dirección del Negocio: No data Antigüedad de negocio: 0 años Fecha Inicio Actividades: / / No Data Antigüedad CMAC: 0 meses
 Fecha Primer Crédito: / / Analista Nombre: Agencia: Relación Crediticia CMAC: 0 meses

INFORMACION CREDITOS TITULAR

Tipo de Producto	Tipo Operación	Moneda	Cuenta Cliente	Nro Operación	Estado	Monto Desembolso	Saldo de K	Cuota Pagi/Plazo	Fecha Desem.	Nro Amplia	Valor Cuota	Atras Acum	Max. Atras.	Dias Atras Ult Cuot	Pr. atras 6 mes	TEA %	Garantía	Cobertura	
					Cliente Avalado														

No existen datos

(d) Créditos Cancelados: 2 últimos años

Tipo de Producto	Cuenta Cliente	Nro Operación	Moneda	Monto Desembolso	Valor Cuota	Atras Acum	Max. Atras.	Estado/Cancelación	TEA %	Garantía	Fecha Cancelación	Analista	Agencia

No existen datos

(e) Información de Última Evaluación:

Capital de Trabajo:	0.00	Patrimonio:	0.00
Total Activo:	0.00	Deuda Directa S/:	2,684,037.00
Resultado Neto:	0.00	Cuota Potencial	0.00
Ventas	0.00	Deuda Total S/:	2,684,037.00
Fec. Ult. Eva.:	/ /	Ratio Cuota/Resultado Neto	0.00

(f) Ingresos de Cobros Ziguas

Nombre	Dni	Vínculo	Numero de Crédito

(g) Grupo Excluido

Nombre/Razon Social	Actividad	Relación	Fecha de Cancelación	Normal	CPP	Deficiente	Dudoso	Pérdida	Nro Ent.	Credito

No existen datos

(h) Garantías del Titular

Tipo de Garantía	Descripción	Operación	Cobertura	Moneda	Estado	Cuenta	Nro Oper.	Fecha de Vencimiento

(i) Afectos

Credito	Estado

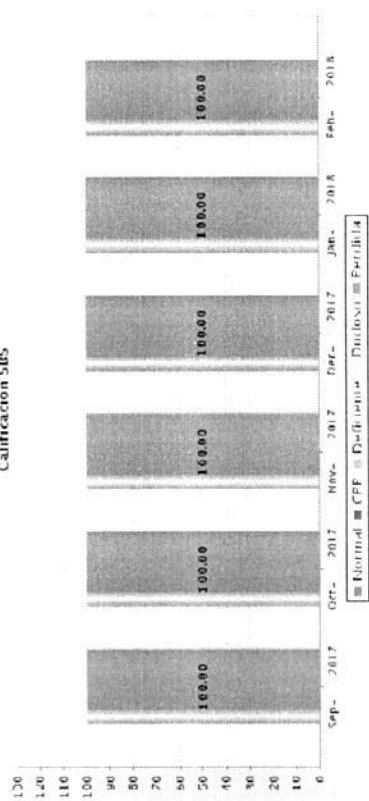
(j) Crédito Judicial/Castigado:

	Sep-2017	Oct-2017	Nov-2017	Dic-2017	Ene-2018	Feb-2018	Mar-2018	Abr-2018	May-2018	Jun-2018	Jul-2018	Ago-2018	Sep-2018	Oct-2018	Nov-2018	Dic-2018	Ene-2019	Feb-2019	
Normal (0)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00													
C.P.P (1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00													
Deficiente (2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00													
Dudoso (3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00													
Pérdida (4)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00													

(k) Endeudamiento S. Titular

	30/09/17	31/10/17	30/11/17	31/12/17	31/01/18	28/02/18	30/03/18	30/04/18	30/05/18	30/06/18	30/07/18	30/08/18	30/09/18	30/10/18	30/11/18	31/12/18	31/01/19	28/02/19
BANCO DE CREDITO DEL PERU	262396.27	261298.19	263570.11	251996.46	261173.82	261128.96												
B B V A BANCO CONTINENTAL	75856.86	63985.03	57483.79	50631.28	50774.08	50644.45												
B. INTERAMERICANO DE FINAN	567597.03	2504898.57	2507787.94	2483440.37	2452624.47	2377268.22												

Calificación SBS



Endicamiento en el Sistema

