



UNIVERSIDAD  
DE CIENFUEGOS  
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

Universidad de Cienfuegos  
"Carlos Rafael Rodríguez"  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Mecánica

# Trabajo de Diploma

## Ingeniería Mecánica

**Título:** Implementación de un Sistema de Gestión de Energía en la Arenera de Arimao, UEB Materiales de la Construcción.

**Autor:** Celino Mulungo Tchilemo Chitaco

**Tutor (es):** M. Sc. Yarelis Valdivia Nodal

Cienfuegos 2019

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



UNIVERSIDAD  
DE CIENFUEGOS  
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

Sistema de Documentación y Proyecto. Hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cienfuegos, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

---

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

---

Información Científico Técnico  
Nombre y Apellidos. Firma.

---

Firma del Vice Decano.

Firma del Tutor.

Nombre y Apellidos.

---

Sistema de Documentación y Proyecto.  
Nombre y Apellido. Firma.

## **PENSAMIENTO**

Nunca desistir puede no ser el camino más fácil, pero ciertamente, es el más eficiente.

Marcelo Silva

## DEDICATORIA

A mis padres, porque son un ejemplo y, porque son mis primeros maestros.

A mi familia por ser la fuente de inspiración y motivación en mi vida.

Al gobierno de Angola, por darme la oportunidad de estudiar y superarme.

A todos los que de una u otra hicieron parte de este gran sueño.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y porque sin Él nada es posible.

A mis padres, porque han sido el guía, el apoyo y el ejemplo en mi vida, por todos sus sacrificios.

A toda mi familia por darme todo el apoyo necesario para tornarme en lo que soy hoy.

A mis compañeros de estudio Ernesto Buba, Jelson José, Domingos Mário, Gaspar Sesa, Josemar Vieira, Francisco Luis, Rui Feijó, Gilberto Pedro y Clarisse Freitas, que a lo largo de la carrera me han dado su apoyo incondicional en los momentos difíciles.

A Lazara Pérez Clemente (Mami Lachy), por ser una madre y por sus consejos durante estos años.

A los que han compartido conmigo estos cinco años de universidad por su amistad, por momentos compartidos, momentos estos que en su mayoría felices.

A mi tutora Yarelis Valdivia Nodal y mi cotutor Reinier Jiménez Borges por sus conocimientos y su apoyo en el transcurso de ese trabajo.

A todos los profesores de la carrera por la atención y la paciencia hacia mí.

A todos los que me ayudaron de una forma u otra para que este trabajo se realice, gracias por su tiempo, por haberse puesto a mi disposición, por brindarme su ayuda con una amabilidad excepcional.

Gracias!!!

## RESUMEN

La eficiencia energética es un concepto amplio que está relacionado con el consumo y el uso de energía. Las organizaciones continúan confiando en las normas de administración ISO para mantener sus estándares de calidad y servicio. El sector empresarial también se ha beneficiado con la implementación de Sistemas de Administración de Energía en correspondencia con la norma NC - ISO 50001: 2011. La investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de gestión de energía en la Arenera de Arimao que permita desarrollar e implementar una política energética y emprender acciones para mejorar su actuación energética. Se caracterizó la norma internacional ISO 50001: 2011 como fundamento científico que sustenta la investigación. Se llevó a cabo la caracterización energética en la Arenera de Arimao, que permitió identificar los principales equipos responsables del alto consumo de energía eléctrica. Se aplicaron las herramientas básicas para la planificación y control en la gestión de la energía de la entidad. Se propuso una línea de base energética y un indicador de desempeño energético, haciendo uso de herramientas y técnicas como: trabajo con expertos, trabajo de grupos, las herramientas definidas en la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), la aplicación Excel sobre Windows, gráficos de control, análisis de correlación, diagrama Producción-Consumo, diagrama de Pareto, Microsoft Office Visio y Paint.

## **SUMMARY**

The energy efficiency is a wide concept that is related with the consumption and the energy use. The organizations continue trusting the administration norms ISO to maintain their standards of quality and service. The managerial sector has also benefitted with the implementation of Systems of Administration of Energy in correspondence with the norm NC - ISO 50001: 2011. The investigation had as objective to implement a system of energy administration in the Arenera of Arimao that allows to develop and to implement an energy politics and to undertake stocks to improve its energy performance. The international norm ISO was characterized 50001: 2011 like scientific foundation that it sustains the investigation. It was carried out the energy characterization in the Arenera of Arimao that allowed to identify the main teams responsible for the electric high energy consumption. The basic tools were applied for the planning and control in the administration of the energy of the entity. He/she intended a line of base energetics and an indicator of energy acting, making use of tools and technical as: I work with experts, work of groups, the tools defined in the Technology of Efficient Total Administration of the Energy (TGTEE), the application Excel has more than enough Windows, control graphics, correlation analysis, diagram Production-consumption, diagram of Pareto, Microsoft Office Visio and Paint.

## ÍNDICE

PENSAMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
SUMMARY.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 La situación energética mundial.....	4
1.3 La situación energética en Cuba.....	6
1.4 Sistema de Gestión Energético.....	7
1.4.1 La gestión de la energía.....	7
1.5 Importancia de implantar y certificar el Sistema de Gestión Energética.....	9
1.6 Tareas del Gestor Energético.....	9
1.7 ¿Cómo se realiza una Gestión Energética?.....	10
1.8 Uso eficiente de la energía.....	11
1.9 Razones para la implementación.....	13
1.10 Metodología.....	13
1.10.1 Estructura y contenido.....	15
1.11 GUÍA DE IMPLANTACIÓN GENÉRICA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA.....	15
1.12 POLÍTICA ENERGÉTICA.....	16
1.13 Los áridos. Tipos.....	16
1.13.1 Las etapas básicas del proceso de beneficio de áridos son:.....	17
1.13.2 Producción de áridos.....	18
1.13.3 Procesos de transformación y reciclado.....	18
1.13.4 La trituración y la molienda.....	18
1.13.5 Equipos de la planta de tratamiento.....	18
1.13.6 La clasificación.....	19
1.13.7 El lavado y el almacenamiento.....	19
1.13.8 Utilización de residuos de arena lavada en Cuba.....	20
1.13.9 Residuos de arena lavada. Características y propiedades.....	20
1.14 Aplicaciones y usos de los áridos.....	21
1.14.1 Las aplicaciones industriales.....	21
Conclusiones parciales.....	22

CAPITULO II: METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA BASADAS EN LA NORMA ISO 50001.....	24
2.1 Introducción.....	24
2.2 Caracterización general de la Empresa Materiales de la Construcción .....	24
2.2.1 Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción .....	24
2.2.2 Objeto social .....	24
2.2.3 Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción.....	25
2.2.4 Estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción .....	26
2.2.5 Caracterización de la UEB Áridos Arena Arimao.....	26
2.3 Requisitos generales .....	28
2.4 MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA PLANTA DE ÁRIDOS. ....	33
2.4.1 Fases en la mejora de la eficiencia en plantas de tratamiento de áridos:....	33
2.4.2 Condicionantes geológicas .....	33
2.4.3 Condicionantes de mercado .....	33
2.4.4 GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA.....	33
2.4.5 Diagrama de Pareto .....	34
2.4.6 Diagrama de dispersión .....	34
2.4.7 Gráficos de Control .....	34
2.5 Distribución del consumo de portadores de la Arenera de Arimao.....	34
2.6 Censo de carga. ....	36
2.6.1 Análisis de la potencia instalada en cada área de la UEB de Arimao .....	37
2.6.2 Análisis del consumo de electricidad.....	39
2.7 Consumo de Electricidad- Producción de los años 2016-2018 .....	41
2.8 Estructura del consumo de agua .....	43
2.9 Diagrama de Correlación de Consumo vs Producción.....	46
2.9.1 Línea base consumo de EE vs Producción .....	46
2.9.2 Línea base consumo de Agua vs. Producción .....	47
2.10 Indicador de desempeño energético para la empresa .....	48
Conclusiones parciales .....	49
CAPÍTULO III: DESARROLLO Y ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE ENERGÉTICA, OPORTUNIDADES DE AHORRO. ....	50
3.1 Introducción.....	50
3.2 Indicador de desempeño energético.....	50
3.3 Oportunidades de ahorro.....	52
3.4 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía. ....	53
Conclusiones parciales .....	55
CONCLUSIONES GENERALES .....	56
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIGRAFIA.....	58
ANEXOS.....	60

## **INTRODUCCIÓN**

Desde hace décadas los Sistemas de Gestión de la Energía se presentan como una herramienta para optimizar el uso y consumo de energía por parte de cualquier organización, no importa el sector de actividad y tamaño de que se trate.

El consumo energético a lo largo de los años mediante la utilización de los combustibles fósiles ha traído consigo el agotamiento de los mismos, ha incidido en el cambio climático y las lluvias ácidas, es por ello que las grandes industrias ven la gestión energética como una alternativa para reducir su consumo energético.

La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto. Hoy en el mundo, la Norma ISO 50001, como elemento avanzado en estos Sistema de Gestión Energético ha marcado los pasos a seguir para el mejoramiento del desempeño energético de cualquier organización.

La norma ISO 50001 es la nueva norma internacional de sistemas de gestión de la energía (SGEn). Es la primera norma de sistemas de gestión de la energía internacional tras un amplio número de normas nacionales y regionales, como la norma EN 16001. La norma ISO 50001 SGEn se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está asimilado e implantado por organizaciones en todo el mundo. El ciclo de mejora de Deming "planificar-hacer-verificar-actuar" sustenta la norma, como en el caso de la norma ISO 9001, ISO 14001 y otras normas de sistemas de gestión establecidos. La organización ISO estima que la norma podría influir hasta en un 60% del consumo mundial de energía.

Los beneficios son muchos y los motivos que mueven actualmente a las organizaciones a poner en marcha un SGEn pueden agruparse en tres principales:

Ahorrar: el ahorro energético se presenta actualmente como una materia fundamental en cuanto a competitividad.

Sistematizar: las organizaciones precisan de una herramienta que les permita sistematizar el modo de identificar y poner en marcha medidas de ahorro.

Demostrar: las normas de sistemas de gestión y su posible certificación.

Desde la antigüedad, los áridos han acompañado el desarrollo de la civilización humana. En efecto, desde el inicio de los tiempos, el hombre ha utilizado materiales naturales para la construcción de su hábitat y la ordenación de su entorno.

En el período que comprende desde la antigüedad hasta la Revolución Industrial del siglo XIX, la producción de áridos se realizaba artesanalmente recurriendo a medios manuales, rompiendo y triturando las rocas con herramientas rudimentarias como mazas o martillos.

Para evitar su transporte, los áridos se producían en las proximidades del lugar donde iban a utilizarse. En esa época, una persona podía llegar a producir 125 toneladas al año.

Los usos típicos actuales corresponden a dos líneas: como producto final, o como materia prima para nuevos componentes. En cualquiera de los casos, el árido se ha convertido en un insumo imprescindible y básico para muchos procesos constructivos de edificación.

La creciente demanda de áridos para la construcción en Cuba ha incrementado la extracción de esta materia prima, requiriendo de diagnósticos integrales que analicen las tecnologías existentes, así como el impacto ambiental de las canteras de explotación. Sobre este tema se han desarrollado estudios de diagnóstico tecnológico que consideran aspectos que componen el sistema de producción, la eficiencia de los procesos en la planta, maquinarias y efectos sobre el medio ambiente.

No obstante, no se referencian estudios, sobre diagnósticos energéticos en plantas de procesamiento de áridos, a partir de la cual se analice la gestión de la energía, teniendo en cuenta que estas plantas tienen un alto consumo de portadores energéticos implicados en los procesos.

**Problema Científico:**

La Arenera de Arimao, de La Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos no cuenta con un sistema de gestión de energía que permita el control de los gastos energéticos y la evaluación de la eficiencia en la producción de arena basado en la norma cubana NC ISO 50 001:2011.

**Hipótesis:**

A partir de los requisitos de la etapa de planificación energética en base a la norma cubana NC ISO 50001:2011 es posible proponer un Sistema de Gestión de Energía en la Arenera de Arimao de La Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos que permita mejorar la eficiencia en la utilización y control de los portadores energéticos.

**Objetivo General:**

Desarrollar las bases para la etapa de Planificación Energética en la Arenera de Arimao de La Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos basada en la norma ISO NC: 50001:2011.

**Objetivos Específicos:**

1. Analizar las tendencias actuales en la implementación de los sistemas de gestión de la energía en plantas de lavado de arena.
2. Desarrollar los requisitos de la etapa de planificación energética basado en la norma ISO 50001.
3. Proponer alternativas para la reducción en el consumo energético en la lavadora de arena de Arimao.

## **CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Introducción**

La Gestión Energética es el arma perfecta para mejorar la competitividad de cualquier empresa, para reducir sus gastos y mejorar sus balances. No se trata de un coste, sino de un ahorro (Maleo, 2010). La eficiencia energética es una actividad que busca mejorar el uso de las fuentes de energía. El uso racional de la energía que se llama simplemente de eficiencia energética, consiste en utilizar de manera eficiente la energía para obtener un determinado resultado. Por definición, la eficiencia energética consiste en la relación entre la cantidad de energía empleada en una actividad y aquella disponible para su realización.(Oliveira, 2016)

### **1.2 La situación energética mundial**

Los pronósticos más recientes sugieren que la población del mundo crecerá a más de 8.000 millones en el año 2020. Alrededor del 90% de ese crecimiento ocurrirá en los países en desarrollo. En el 2005, aproximadamente el 75% de la población del mundo que vive en países en desarrollo y en los recientemente industrializados, consumieron solamente el 33% del total de la energía global consumida. Para el año 2020 se calcula que cerca del 85% de la población mundial vivirá en estos países y será responsable de aproximadamente el 55% del consumo total de energía. En las dos últimas décadas la demanda de energía en Asia se incrementó en aproximadamente 4,5% por año, en comparación con el 2% experimentado por EEUU y Europa. El aumento del consumo de carbón en Asia ha sido aún más rápido, casi del 5,5% anualmente en los últimos 10 años.(Mofuman, 2014)

La energía mueve el mundo. El suministro de energía es esencial para la sociedad y en los próximos años, el sector energético a nivel mundial precisará unas inversiones del orden de 20 millones de millones de dólares, para atender la creciente demanda de energía final de regiones emergentes y fuertemente pobladas como China e India, así como para seguir incrementando y renovando los activos energéticos de los países más industrializados. En total se duplicará la producción eléctrica y habremos invertido lo mismo que en los últimos 125 años, lo que da una idea de la velocidad a la que consumimos los recursos energéticos de este planeta.

El modelo europeo avanza en dos campos de gestión energética. Un primer campo en “Sistemas de gestión de la oferta energética” que estudia la compenetración de los distintos tipos de producción energética, siendo las energías renovables y la micro-cogeneración de alta eficiencia los campos más destacados. En esta línea, juega un papel clave el almacenamiento de energía eléctrica, evolucionando el concepto de microrred o red inteligente.

Un segundo campo se centra en los “Sistemas de gestión de la demanda energética” que estudian la planificación e implementación de aquellas medidas que influyen en el modo consumo para así cambiar la curva de la demanda.

En función del tipo de impacto que producen en la curva de la demanda, estas medidas se clasifican en tres grupos:

- **Reducción de los consumos de energía**

Entre las medidas para reducir el consumo de energía son: la mejora de infraestructuras, la reducción de pérdidas técnicas (transporte y distribución) y el aumento de la capacidad disponible. Es importante la concienciación sobre el ahorro energético para reducir los consumos energéticos.

- **Desplazamiento de consumos de horas punta a horas valle**

Otra forma de influir en el consumo es desplazar la carga energética a momentos más relajados, entre otras cosas, para responder a los precios del mercado, que según la tarifa (con una discriminación horaria) son más económicos por la noche. Además, se evitan sobrecargas al no utilizar en esos horarios los equipos que demandan una gran cantidad de energía, reduciendo la necesidad de potencia.

- **La reducción de puntas de consumo**

Por último, se consigue una reducción de las puntas de consumo mediante un control automático de cargas, es decir, con un proceso capaz de realizar paradas. Además de otras medidas como la compensación de la energía reactiva, en las que aún tienen cabida grandes avances al respecto (Mariscal, 2014).

El consumo de energía en el mundo se incrementará en un 57% entre 2004 y 2030, a pesar de que se espera que el aumento de precios tanto del petróleo como del gas natural siga en aumento. Gran parte de este incremento será producido por el experimentado en los países con economías emergentes. En el informe de “Internacional Energy Outlook”(IEO, 2017)se prevé que el consumo de energía en el mercado experimente un incremento medio de un 2,5% por año hasta 2030 en los países ajenos a la OCDE, mientras que en los países miembros será tan solo del 0,6%; así, durante este periodo, los países OCDE incrementarán su demanda energética en un 24%, mientras que el resto de países lo harán al 95% (Prieto, 2009). En cifras, el uso total de energía en el mundo crecerá, de acuerdo a las expectativas mostradas en la Tabla 1.1.(César & Gonzáles, 2009)

Tabla 1.1 - Consumo total de energía. **Fuente:**(César & Gonzáles, 2009), (IEO, 2017)

<b>Años</b>	2004	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Consumo (BTU)</b>	447	511	559	607	654	702

### 1.3 La situación energética en Cuba

Sabido que el sector energético es uno de los 12 priorizados por la inversión extranjera en Cuba. Con el fin de elevar la venta de electricidad al sistema electro energético nacional, la Cartera de Oportunidades de Negocios en Cuba, correspondiente al período 2016-2017, incluye la posibilidad de inversión extranjera en 19 bioeléctricas en centrales azucareros, para operar las dos terceras partes del año con biomasa cañera y biomasa forestal, y dejar de emitir a la atmósfera aproximadamente un millón 700 mil toneladas de dióxido de carbono.

En cuanto al potencial eólico cubano, destaca la instalación de una red de 88 estaciones automáticas de medición de los parámetros del viento a alturas hasta de 50 metros en 32 zonas del país y una de 12 estaciones meteorológicas, con mediciones hasta de 100 metros de altura.

A partir del recurso eólico disponible, según el portafolio de negocios, la Unión Eléctrica ha estudiado la optimización del funcionamiento de 13 parques

eólicos, que evitará la emisión de más de 900 mil toneladas de dióxido de carbono.

Asimismo, se ha analizado el potencial de radiación solar registrado en el país, y han sido definidas las áreas donde se construirán los parques solares fotovoltaicos. Por otra parte, resalta que se priorizarán los parques que puedan ser instalados en sistemas eléctricos aislados de cayos turísticos.

La Isla cuenta con una planta productora de paneles solares fotovoltaicos ubicada en Pinar del Río, que ofrece la oportunidad de alianzas con socios extranjeros para el incremento de las producciones.(Felipe, 2017)

## **1.4 Sistema de Gestión Energético**

### **1.4.1 La gestión de la energía**

El ámbito energético se enfrenta actualmente a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad de suministro. En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos se encuentra la optimización de la demanda, mediante la eficiencia y el ahorro energético, por ser la más inmediata y barata de aplicar y porque aporta reducciones de costes y ahorro de recursos a corto plazo. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% durante los próximos 20 años.(Mofuman, 2014)

La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.

Una sociedad avanzada también debe ser una sociedad sostenible con su medio. De aquí nace la idea de la eficiencia energética, y con ella la idea de gestionar la energía.

Ante el gran problema existente por la disponibilidad de los recursos energéticos y el coste creciente de la energía, la influencia de la gestión energética en la estructura de costes de las empresas es cada vez más relevante. La reducción de este tipo de costes ha adquirido una gran importancia, por ello, se convierte en una clave competitiva de la empresa. Esto produce la necesidad de implantar sistemas de gestión que faciliten el ahorro de energía.

El Sistema de Gestión Energética es el conjunto de procedimientos y actividades integrados en el sistema organizacional de la empresa, para alcanzar el consumo mínimo de energía y debe conceptualizarse como “Un buen negocio económico, ambiental y de seguridad energética” mediante un enfoque estructurado, donde la alta dirección de la empresa debe estar totalmente comprometida.

El sistema de gestión energética engloba el compendio de medios que dispone la dirección de una empresa para alcanzar los objetivos en materia energética.

Estos medios se traducen en:

- La creación de procesos y procedimientos que nos permite conocer la actividad energética.
- La aplicación una la política energética donde se identifiquen unos objetivos y metas coherentes con los objetivos estratégicos de la empresa.
- La dotación de recursos económicos y humanos que desencadenan cambios en la estructura organizativa.
- La asignación de nuevas responsabilidades.

Las ventajas de establecer un sistema de gestión de la energía son muchas. Mejora la imagen de la organización, ya que se reduce el impacto ambiental y reduce los costos de control asociados a él. Disminuye los precios del producto final, ya que se consigue reducir el consumo energético. Aumenta la confiabilidad, debido a que un mayor control del proceso, implica un mayor control de las paradas y arranques. Mejora la calidad, pues se desarrolla una cultura organizacional entre los distintos departamentos de la organización:

producción, mantenimiento, compras, medio ambiente, calidad; todos tienen objetivos y metas comunes.(Mariscal, 2014)

### **1.5 Importancia de implantar y certificar el Sistema de Gestión Energética**

La importancia que tiene implantar y certificar un Sistema de Gestión de la Energía es que se puede lograr:

- Reducción de kWh, ya sean eléctricos y/o térmicos.
- Disponer del mejor precio posible para la energía consumida y sacarle la mayor rentabilidad al \$/kWh.
- Cualquier pequeño ajuste en las instalaciones puede conllevar importantes ahorros.
- Mejora de la Sostenibilidad.
- Promociona la Política Energética e integra la eficiencia energética en la organización, alineando el Sistema de Gestión Energética con los otros sistemas de gestión existentes.
- Mejora la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, y mejora los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas.
- Proporciona una actitud responsable y económicamente rentable (reducción de costes).
- Da a conocer los objetivos normativos obligatorios actuales y futuros sobre eficiencia energética y reducción de Gases de Efecto Invernadero.
- Proporciona la voluntad de cumplir con los compromisos del Protocolo de Kioto, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>.(González, 2013)

### **1.6 Tareas del Gestor Energético**

- Controlar de manera periódica el consumo de energía de la instalación.
- Búsqueda de los motivos de excesos en los consumos para su corrección.
- Supervisar el buen mantenimiento de las instalaciones.
- Mantener sus costes energéticos al mínimo.

## 1.7 ¿Cómo se realiza una Gestión Energética?

**PASO 1:** Realización de un correcto análisis de la situación inicial: Diagnóstico Energético.

- Sirve para establecer los parámetros iniciales de ahorro a corto y medio plazo
- Dentro de este análisis y como pieza fundamental del mismo, se encuentra la realización del flujo de grama del uso de la energía. Es decir, cómo se consume la energía y establecer a su vez una línea base de demanda y consumo.
- Puede resultar necesaria la instalación de equipos de medición de cualquier tipo de energía.

En este paso pueden conseguirse ahorros superiores al 20% simplemente con una adecuada optimización de las instalaciones.

**PASO 2:** Establecimiento de aquellas medidas que puedan necesitar pequeñas inversiones y la valoración de sus amortizaciones que no deben superar los 5 años.

**PASO 3:** Evaluación, control y gestión de los planes de mantenimiento e instalación de equipos (asegurándose que se cumplen las normativas y los parámetros de eficiencia prefijados).

**PASO 4:** Establecimiento de aquellas medidas de largo plazo y grandes inversiones.

El planteamiento general de la gestión energética, es que con los ahorros conseguidos se puedan realizar todas aquellas acciones que produzcan un ahorro rápido y directo.(Maleo, 2010)

Las principales etapas para la implantación del sistema de gestión de la energía son:

En primer lugar, la Dirección ha de fijar una Política Energética, donde identificará unos objetivos y metas coherentes con los objetivos estratégicos de la empresa.

En segundo lugar, la Dirección asignará un grupo de personas responsables de la implantación del Sistema de Gestión Energética que se denomina “Comité Energético”.

En tercer lugar, todas estas estrategias deben recogerse documentalmente en el Manual de Gestión Energética, que recoge los aspectos básicos para que el Sistema de Gestión Energética funcione para cada empresa.

En cuarto lugar, deberá realizarse un Plan de Actuación donde se identifiquen actuaciones concretas para la implantación, mantenimiento y mejora del Sistema de Gestión Energética.(Mariscal, 2014)

### **1.8 Uso eficiente de la energía**

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los

combustibles fósiles. Según muchos de los estudiosos del ambiente, la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y a mediano plazo, por lo que no podemos seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando. Además, esto lo debemos hacer compatible, por un deber elemental de justicia, con lograr el acceso a una vida más digna para todos los habitantes del mundo. Para lograr estos objetivos son muy importantes dos cosas:

- Aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente.
- Aprender a usar eficientemente la energía.

Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias y conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo, que se pueda llamar sostenible.(González, 2013)

El uso eficiente de la energía interesa por sí mismo; como por lo demás son oportunas todas las medidas de reducción de las pérdidas y de racionalización técnico -económico de los factores de producción, debiendo también observar el carácter estratégico y determinante que el suministro de electricidad y combustibles presenta en todos los procesos productivos. Aunque representando una parte a veces reducida de los costos totales, por regla general la energía no posee otros substitutos sino la propia energía, sin la cual los procesos no se desarrollan.(Oliveira, 2016)

LaISO 50001 es una normativa internacional desarrollada por ISO (Organización Internacional para la Estandarización u Organización Internacional de Normalización) que tiene como objetivo mantener y mejorar un sistema de gestión de energía en una organización, cuyo propósito es el de permitirle una mejora continua de la eficiencia energética, la seguridad energética, la utilización de energía y el consumo energético con un enfoque sistemático. Esta norma apunta a permitir a las organizaciones mejorar continuamente la eficiencia, los costos relacionados con energía, y la emisión de gases de efecto invernadero.

Este estándar ha sido publicado por ISO en junio de 2011, y es aplicable para cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño, sector, o ubicación geográfica.

El sistema ha sido modelado a partir del estándar ISO 9001, de sistemas de gestión de calidad, y del estándar ISO 14001, de sistemas de gestión ambiental.

Uno de los atributos más prominentes de ISO 50001 es el requisito de “mejorar el sistema de gestión de energía, y el desempeño energético resultante”. Los otros dos estándares aquí mencionados (ISO 9001 e ISO 14001), ambos requieren de mejoras a la efectividad del sistema de gestión, pero no a la calidad del producto/servicio (ISO 9001) o al desempeño ambiental (ISO 14001).

De esta manera, la norma ISO 50001 ha realizado un salto importante al requerir de la organización una demostración de su compromiso con la mejora de su desempeño energético. No se especifican metas cuantitativas, sino que cada organización elige las metas que desea establecer, y posteriormente diseña un plan de acción para alcanzar estas metas. Con este enfoque estructurado, una organización tiene más posibilidades de observar beneficios financieros tangibles.(Fernández, 2011)

### **1.9 Razones para la implementación**

El objetivo principal de la norma es mejorar el desempeño energético y de eficiencia energética de manera continua, y adicionalmente identificar oportunidades de reducción de utilización energética. Este enfoque sistemático ayudará a las organizaciones a establecer sistemas y procesos.

Una gestión consistente de la energía ayuda a las organizaciones a descubrir y a aprovechar su potencial de eficiencia energética. Se pueden beneficiar de ahorros en costos, y realizar una contribución significativa a la protección climática y del medio ambiente (por ejemplo, a través de una reducción permanente en las tasas de emisión de gases de efecto invernadero). El estándar debe alertar a los empleados y en particular al nivel ejecutivo y gerencial acerca de las posibles ganancias de largo plazo en relación a su consumo energético. La organización puede descubrir posibles ahorros y ventajas competitivas. Incluso puede tratarse de un fortalecimiento importante para la imagen de la compañía.

### **1.10 Metodología**

La norma ISO 50001 se basa en la metodología (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), también conocido como **PHVA** o **Ciclo de Deming**, es una estrategia basada en la mejora continua de calidad en cuatro pasos, según la figura 1.1.



Figura 1.1 Metodología del Ciclo de Deming. **Fuente:** (ISO, 2011)

Los pasos de esta metodología aplicados a la Norma ISO 50001 son:

- **Planificar**

Establecer una Plan Energético en la organización de acuerdo a acciones concretas y objetivos para mejorar la gestión de la energía y la Política Energética de la organización

- **Hacer**

Implementar las acciones previstas en la planificación establecida por la dirección.

- **Verificar**

Monitorizar los resultados estableciendo los indicadores adecuados que determinen el grado de cumplimiento de los objetivos y de la planificación establecida, de forma que podamos valorar y divulgar correctamente los resultados.

- **Actuar**

Revisión de los resultados para tomar las acciones de corrección y mejora que se estimen oportunas.

### **1.10.1 Estructura y contenido**

La Norma se estructura y divide en las siguientes secciones:

1. Objeto y campo de aplicación.
2. Referencias Normativas
3. Términos y definiciones
4. Requisitos del Sistema de Gestión de la Energía.(ISO, 2011)

### **1.11 GUÍA DE IMPLANTACIÓN GENÉRICA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA**

Para la implantación de un sistema de gestión de la energía acorde a la norma ISO 50001, existe una guía completa y detallada a seguir teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Entender en qué consiste el Sistema de Gestión Energética y cuáles son sus requisitos.
- Conocer los procesos de producción que está siguiendo la empresa en este momento y cuáles son los documentos y registros de los que dispone.
- Seleccionar la parte de la norma que es aplicable a la empresa.
- Evaluar qué requisitos establecidos por la norma cumple la empresa y cuales son necesarios implantar para cumplir la norma.
- Comprobar que los requisitos fijados para cumplir la norma son adecuados al tamaño y al tipo empresa, de forma que se eviten aquellas tareas que no aporten un valor añadido a la empresa.
- Asignar tareas en función de los recursos de tiempo y personas. Se debe realizar un análisis de las nuevas funciones que se desprenden de la implantación del Sistema de Gestión Energética, para posteriormente, asignar dichas funciones a las personas. Es importante valorar la disponibilidad de tiempo de las personas que tiene que asumir las nuevas tareas.(Fernández, 2011)

## **1.12 POLÍTICA ENERGÉTICA**

La Dirección determinará un grupo de personas responsables que impulsará, dirigirá y hará un seguimiento de la implantación del sistema de gestión energética. Este conjunto de personas formará el denominado “Comité Energético”.

El tamaño del Comité Energético dependerá del tamaño de la empresa y del consumo energético y será preciso definir documentalmente la estructura, actividad, componentes y alternativas de decisión del Comité Energético.

Las funciones del comité energético serán:

- Representar a la Dirección.
- Organizar la recogida de datos.
- Realizar el análisis de los datos.
- Controlar el suministro de energía.
- Identificar las oportunidades de ahorro energético.
- Motivar el personal para seguir sus recomendaciones.
- Analizar los resultados.
- Presentación y evolución de la implantación del sistema de gestión al resto de la empresa.(Mariscal, 2014)

## **1.13 Los áridos. Tipos**

Se denomina árido al material mineral procedente de rocas que se encuentran desintegradas en estado natural o precisan de trituración mediante procesos industriales. Las dimensiones son diferentes, varían desde 0,149 mm hasta un tamaño máximo especificado.

1. Áridos naturales: A menudo se utiliza este término para designar áridos producidos sin intervención de proceso de trituración, simplemente mediante cernido o lavado. Se subdividen a su vez, en dos grandes grupos:

- ❖ Granulares: provienen de la extracción y clasificación de materiales sueltos y se obtienen en graveras localizadas en terrazas de río, llanuras aluviales y otros depósitos. Se usan tras haber sufrido un lavado y una clasificación, es decir, se usan después de haber sufrido únicamente

una modificación de su distribución de tamaño para adaptarse a las especificaciones exigidas.

- ❖ De machaqueo: provienen de la extracción, trituración y clasificación de macizos de roca (en canteras) aunque también pueden ser producto de la trituración de las fracciones más gruesas de áridos granulares.

2. Áridos artificiales: Árido de origen mineral resultante de un proceso industrial que suponga modificación térmica u otra.

3. Áridos reciclados: Árido resultante del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción.

La clasificación de los áridos según su granulometría es la siguiente:

- Áridos gruesos: Están compuestos fundamentalmente por gravas. Este tipo de áridos presentan tamaños comprendidos entre 60 y 5 mm y conforman el esqueleto mineral en cualquier tipo de mezcla bituminosa.
- Áridos finos: Se corresponden con las arenas, por lo que se excluyen aquellas partículas que no atraviesen el tamiz de 5mm.

#### **1.13.1 Las etapas básicas del proceso de beneficio de áridos son:**

- ❖ Trituración: permite disminuir, en sucesivas fases, el tamaño de las partículas, empleando para ello equipos de trituración de características diferentes, como son los de mandíbulas, los de percusión, los giratorios o los molinos de bolas o de barras. En las arenas y gravas de origen aluvial, únicamente se trituran los tamaños superiores y por lo tanto el número de etapas de trituración suele ser inferior y en algunos casos no estar presentes como el que estudia el presente trabajo.
- ❖ Clasificación: permite seleccionar el tamaño de las partículas separándolas entre las que pasan y las que no pasan, lográndose áridos de todos los tamaños posibles, en función de la demanda del mercado.
- ❖ Desenlodado: lavado o desempolvado del material: permite obtener áridos limpios para responder a las necesidades de las aplicaciones industriales ya que la presencia de lodos, arcillas o polvos mezclados con el árido puede alterar la adherencia con los ligantes (cemento, cal, compuestos bituminosos u otros) e impedir una correcta aplicación.(Díaz, 2013)

### **1.13.2 Producción de áridos**

A principios del siglo XXI, la industria extractiva de los áridos destaca como uno de los sectores mineros más importantes, a la hora de proveer a la sociedad de recursos naturales primordiales para el desarrollo económico. La profesionalización creciente es una de las metas de las empresas pertenecientes a este sector, que aplican, cada vez más, tecnologías innovadoras para optimizar y controlar los procesos. (Adriana, 2014)

En la actualidad, la producción de áridos se realiza en el marco de un desarrollo sostenible, procurando obtener productos de calidad con la consideración del medio ambiente y la prevención de riesgos laborales.

### **1.13.3 Procesos de transformación y reciclado**

El proceso de tratamiento de los áridos permite obtener productos terminados aptos para el consumo. Se trata de un proceso muy automatizado y tecnológicamente complejo, pues intervienen en él una gran cantidad de disciplinas. Sin embargo, en cuanto a su principio básico, puede decirse que es sencillo, ya que consiste en triturar toda la materia prima procedente de la explotación para obtener tamaños menores y clasificarlos con el fin de almacenar por separado cada granulometría. En algunos casos, es necesario lavar el material para mejorar sus características.

### **1.13.4 La trituración y la molienda**

En las arenas y gravas de origen aluvial, únicamente se trituran los tamaños superiores y, por lo tanto, el número de etapas de trituración suele ser inferior.

### **1.13.5 Equipos de la planta de tratamiento**

Entre los equipos fijos de proceso utilizados en una planta de tratamiento de áridos cabe citar:

- Las tolvas;
- Los alimentadores;
- Los equipos de trituración y molienda;
- Las cintas transportadoras;
- Las cribas;

- Los silos;
- Los equipos de lavado;
- Los motores y bombas;
- La instalación eléctrica;
- Los sistemas de control;

### **1.13.6 La clasificación**

Entre las etapas de trituración, aparecen intercalados los equipos de clasificación, las cribas, que permiten seleccionar el tamaño de las partículas separándolas entre las que pasan y las que no pasan por las mallas. De este modo, se logran áridos de todos los tamaños posibles, en función de la demanda del mercado.

Los áridos también pueden clasificarse por su tamaño.

#### **- Por tamaños**

En cuanto al tamaño, los áridos se designan mediante la fracción granulométrica  $d/D$  comprendida entre el tamaño inferior ( $d$ ) y el tamaño superior ( $D$ ), por ejemplo, unos áridos 6/12 milímetros.

### **1.13.7 El lavado y el almacenamiento**

Las operaciones de desenlodado y lavado del material se realizan cuando el yacimiento presenta lodos, arcillas u otras sustancias que afecten en la calidad de los áridos, y permiten obtener áridos limpios con el fin de responder a las necesidades de determinadas aplicaciones de la industria, evitando así la alteración de la adherencia con los ligantes (cemento, cal, compuestos bituminosos u otros) permitiendo así proceder a su correcta aplicación.

En la etapa de almacenamiento, gracias al control del proceso de fabricación, ya se dispone de productos de calidad clasificados según su granulometría, que se almacenan en silos o en apilamientos a la intemperie o cubiertos, llamados acopios. (Luaces, 2010)

### **1.13.8 Utilización de residuos de arena lavada en Cuba.**

Los ensayos realizados en la Empresa Materiales de Construcción de la provincia de Holguín para utilizar los residuos de arena lavada en la preparación de elementos de construcción han sido positivos. Debido a sus propiedades físico- químicas, por sustitución o adición, disminuyen los índices de consumo de importantes materias primas, se aprovecha su carácter plastificante. La cantidad de cemento a consumir para lograr la resistencia requerida en cualquier tipo de hormigón constituye uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en toda la dosificación. Desde el punto de vista económico, el logro mayor obtenido es la disminución del costo unitario total como consecuencia de la reducción de los gastos directos en el renglón de materias primas y materiales. El resto de los renglones permanece inalterable, pues la aplicación del trabajo no requiere de ningún tipo de inversión, máquinas, dispositivos, energía adicional, etc., tampoco demanda de aumentar la fuerza laboral.

### **1.13.9 Residuos de arena lavada. Características y propiedades.**

En nuestro país la casi totalidad de las Plantas de beneficio de arena cuentan, dentro de su proceso productivo, con un sistema de beneficio por vía húmeda a través del cual es separada la fracción fina (0 – 0.15 mm). Esta fracción o residuo de arena es eliminada en el relavado al evacuarse por decantación posterior en el sinfín lavador junto con el agua residual del proceso, depositándose en la canal de residuos y transportándose a las lagunas de sedimentación artificiales o naturales.

Estos residuos, formados por porción muy fina, arcilla y/o limo, en distintos porcentajes y con distintas composiciones mineralógicas, se encuentran en polvo o formando pequeños grumos presentando una humedad variable en correspondencia con el tiempo de extraído de la laguna de sedimentación. Al analizar las propiedades de estos residuos, y su posibilidad de ser empleados como materias primas en la producción de materiales de construcción, se realizaron ensayos y caracterizaciones físico-químicas de forma paralela a las pruebas semi-industriales.(Calzadilla, 2012)

## 1.14 Aplicaciones y usos de los áridos

Los áridos se emplean en cantidades considerables en todos los ámbitos de la construcción, ya sea en viviendas, obras de infraestructura, vías de comunicación, equipamientos o industria. Sin embargo, esta materia prima no es nada conocida por el gran público quien, normalmente, utiliza o adquiere los bienes ya terminados donde esta materia prima ya está integrada y no en su estado natural.

### 1.14.1 Las aplicaciones industriales

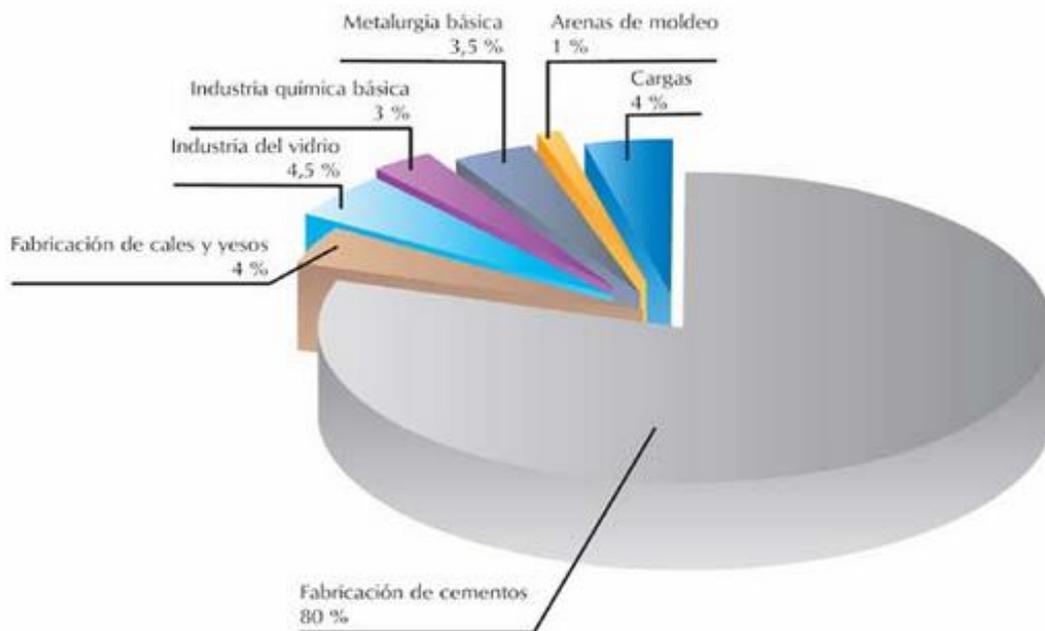


Figura 1.2 Aplicaciones industriales de los áridos. **Fuente:**(Luaces, 2010)

- Fabricación del cemento. El 80 % del cemento es caliza.
- Industria de la cerámica y vidrio. 1 tonelada de vidrio requiere 700 kilos de arena de sílice muy pura, 300 kilos de dolomía y caliza, y 130 kilos de sosa.
- Fabricación del acero. La caliza se emplea como fundente.
- Materiales abrasivos.
- Industria de los plásticos.

- Industrias de pintura y detergentes. La caliza se emplea como carga en pinturas e incluso como pigmento. En la fabricación de detergentes, interviene la arena silíceo.
- Industria informática. La arena silíceo permite la fabricación de componentes de los ordenadores.
- Industrias químicas y farmacéuticas. La caliza finamente molida interviene en la composición de numerosos productos químicos como la pasta de dientes, cosméticos o medicamentos.
- Producción de energía eléctrica. Cargas para centrales térmicas, desulfuración de gases y presas para energía hidroeléctrica.
- Alimentación. Para fabricar 100 kilos de azúcar, son necesarios 20 kilos de caliza. También se emplea en el proceso de fabricación del pan, del vino y de la cerveza.
- Otras aplicaciones industriales. Usos agrícolas, corrección de suelos, fertilizantes, aditivos para piensos, lechos filtrantes, revestimientos aislantes y refractarios.(Luaces, 2010)

### **Conclusiones parciales**

1. El mundo de la construcción debe empezarse desde los cimientos con todos los requisitos energéticos necesarios para su desarrollo y su uso en la sociedad sin afectar las generaciones futuras.
2. La Norma Internacional ISO 50001:2011 es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión energética con el objetivo de mejorar el desempeño energético de manera continua, y adicionalmente identificar oportunidades de ahorro en la utilización de energía.
3. La planificación energética es vital en el funcionamiento y obtención de utilidades para la empresa y el medio ambiente, permitiendo mejorar la eficiencia y control de los portadores energético y con ello contribuye a disminuir el impacto ambiental.



## **CAPITULO II: METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA BASADAS EN LA NORMA ISO 50001.**

### **2.1 Introducción**

El presente capítulo tiene como objetivo desarrollar una metodología para la aplicación de herramientas de gestión energética basadas en la ISO 50001. Se realiza la caracterización general de la empresa en estudio, objetivos, misión, visión, estructura organizativa y descripción de los principales procesos. Se hace un análisis del comportamiento de los diferentes portadores energéticos utilizados en la Empresa Materiales de la Construcción.

### **2.2 Caracterización general de la Empresa Materiales de la Construcción**

#### **2.2.1 Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción**

En el año 1981 fue creada la Empresa Materiales de Construcción de Cienfuegos, dictada su Resolución por el entonces Ministerio de Industria de Materiales para la Construcción; que posteriormente por decisión del estado cubano para perfeccionar la economía del país se extingue el Ministerio de Industria de Materiales de Construcción y se funda un grupo empresarial denominado: Grupo Empresarial Industrial de la Construcción (GEICON) subordinado al Ministerio de la Construcción (MICONS).

La Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos sita en calle 63 Km 3, Pueblo Grifo Cienfuegos, es una empresa industrial, su actividad fundamental es producir y comercializar materiales para la construcción de forma mayorista para toda la provincia y alcance a todo el país.

#### **2.2.2 Objeto social**

Mediante la Resolución No. 503 de fecha 30 de diciembre del 2004, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación, se modifica el objeto empresarial de la Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos, quedando de la siguiente forma:

- Producir, transportar y comercializar de forma mayorista áridos incluyendo la arena sílice y otros materiales provenientes de la cantera, pinturas, yeso, cal y sus derivados, sistemas y productos de arcilla y barro, elementos de hormigón, terrazo, aditivos, repellos texturizados,

monocapas, cemento cola, mezcla deshidratada, losetas hidráulicas, elementos de hierro fundido y bronce, productos para la industria del vidrio y la cerámica, productos refractarios, hormigones hidráulicos, recubrimientos e impermeabilizantes, incluyendo su aplicación, carpintería de madera, incluyendo su montaje y ofrecer servicios de posventa, todos ellos en moneda nacional y divisa.

- Brindar servicios de mantenimiento y montaje a instalaciones y equipos tecnológicos industriales de producción de materiales de construcción, de laboratorio para ensayos de materiales de construcción, de alquiler de equipos de construcción, complementarios y transporte especializado, de transportación de carga general, de diagnóstico, reparación y mantenimiento.

### **2.2.3 Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción**

#### **- Misión:**

La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos, produce y comercializa materiales de la construcción y acabados, así como brinda servicios relacionados con su actividad fundamental; en transportación, servicios constructivos y de postventa, dirigidos a satisfacer las necesidades de los clientes asegurando calidad, profesionalidad y preservando el medio ambiente.

#### **- Visión:**

Es la empresa preferida en el territorio central en la producción, comercialización nacional y exportación de materiales de construcción y acabados, así como en la prestación de servicios relacionados con la actividad fundamental en transportación, servicios constructivos y de postventa, con calidad y profesionalidad, orientados al cliente y preservando el medio ambiente.

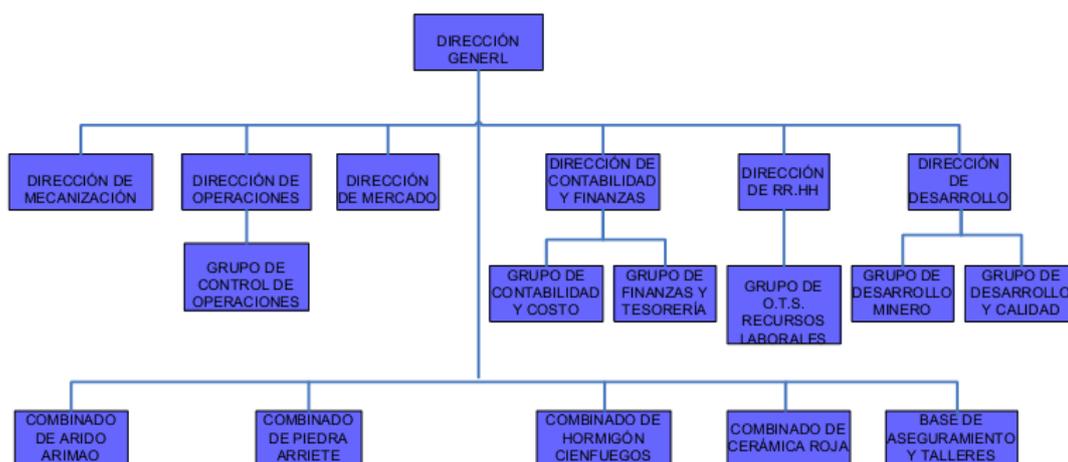
#### **- Política de calidad:**

Demostrar nuestra capacidad de producir materiales y prestar servicios para la construcción, que satisfagan los requisitos y expectativas del cliente, mejorándolos continuamente en el marco de un sistema de gestión de la calidad NC ISO 9001, con desempeño ambiental sostenible y en un medio

laboral donde se mantenga y modernice la tecnología de producción y en el que prime la competencia del personal, la organización, la seguridad y la salud.

### 2.2.4 Estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción

Esta empresa está conformada por una oficina central, y cinco (5) UEB dedicadas a la producción de materiales de construcción y la prestación de servicios, con un total de 576 trabajadores de ellos 311 operarios, 121 técnicos, 12 administrativos, 37 dirigentes, 95 de servicio. La oficina central cuenta con 45 trabajadores; 27 son mujeres y 18 hombres, en TRANSTALL suman 123, de ellos 26 son mujeres y 97 hombres, Santiago Ramírez tiene 79 trabajadores, 12 mujeres y 67 hombres, en Hormigón hay 114, 23 mujeres y 91 son hombres, Cerámica cuenta con 107 trabajadores, 18 son mujeres y 89 hombres y la Áridos Arena tiene 108 trabajadores 23 mujeres y 85 hombres, como se muestra en la figura 2.1



**Figura. 2.1:** Organigrama de la empresa. **Fuente:** Elaboración propia.

### 2.2.5 Caracterización de la UEB Áridos Arena Arimao

La UEB Áridos Arena Arimao la cual se encuentra situada en los municipios de Cumanayagua y Cienfuegos, tiene tres centros de producción subordinados a la dirección general de la UEB:

Establecimiento Fábrica de Bloques Guaos (Cienfuegos).

Establecimiento Planta lavadora de Arena I y II Arimao (Cumanayagua).

Establecimiento Planta lavadora de Arena El Canal (Cumanayagua). Cuyo objeto social es: Producir y comercializar arena natural y beneficiada de minas, que cumplan con las normas establecidas.

Para las producciones de arena utiliza las materias primas de los yacimientos de los márgenes del río Arimao y del yacimiento de mina El Canal. La tecnología utilizada es la tradicional a partir de la extracción, beneficio y clasificación de la materia prima. El bloque de hormigón utiliza como materias primas estos áridos y el cemento, a partir de una tecnología criolla.

Los productos fundamentales que se obtienen son:

Arena lavada y beneficiada de minas.

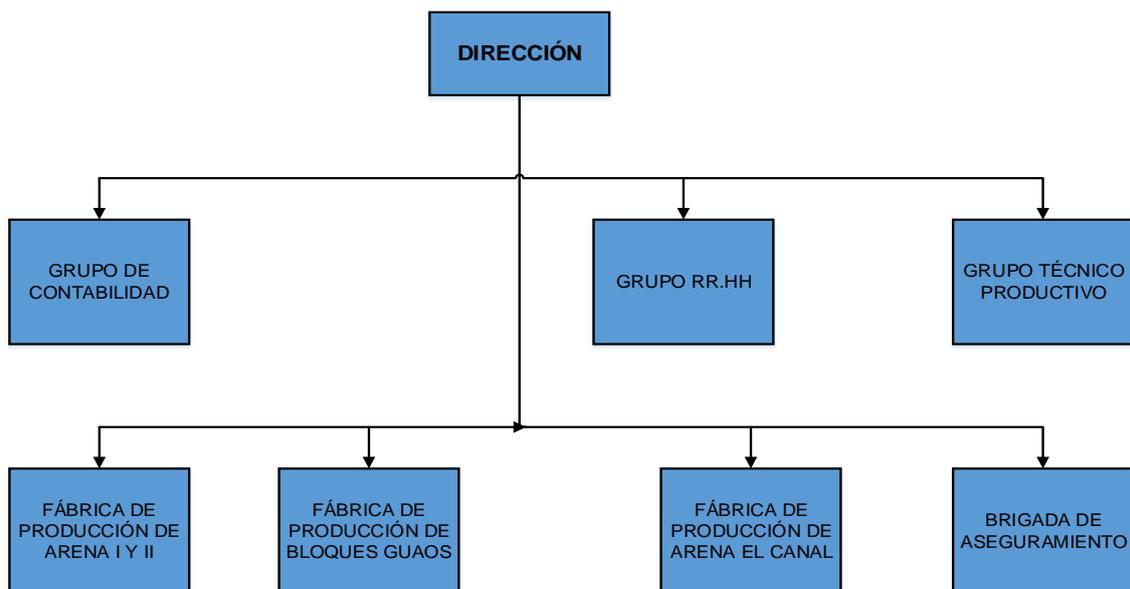
Arena lavada y beneficiada de río.

- ✓ Arena cernida de río.

Pueden obtenerse otros productos de cantera, teniendo en cuenta los tamices de control necesarios a partir de las necesidades del cliente.

- ✓ Bloques de hormigón de diferentes formatos.

La estructura organizativa de la UEB Áridos Arena Arimao se muestra en la figura 2.2



**Figura. 2.2:** Organigrama UEB Áridos Arena Arimao. **Fuente:** Elaboración propia.

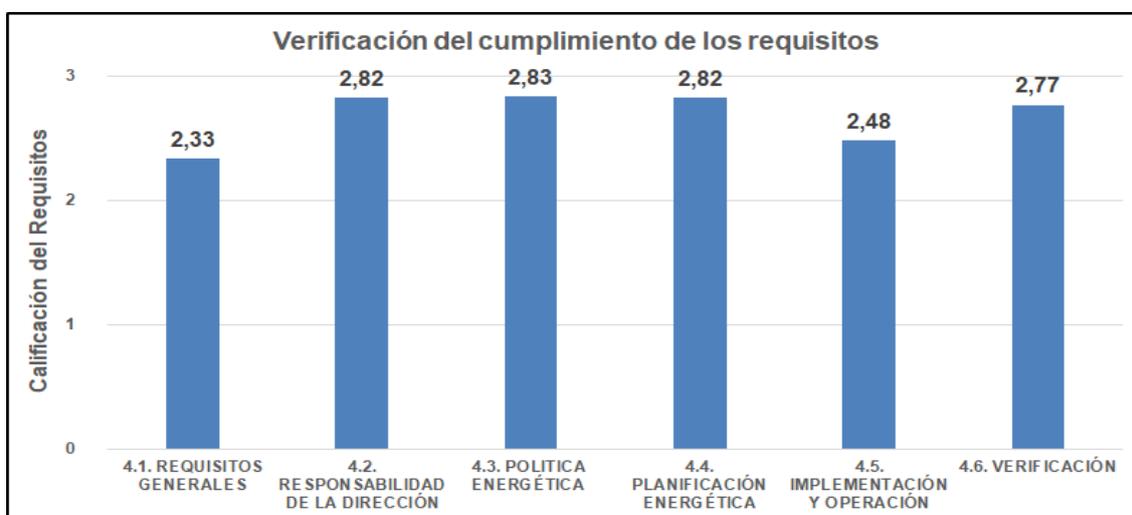
### 2.3 Requisitos generales

En la primera fase del proceso de implementación del Sistema de Gestión de Energía, se realizó un intercambio con la Dirección de la Empresa para explicarles los detalles del sistema de gestión de energía y las características y particularidades de la NC ISO 50001:2011 así como el objetivo y alcance del proceso de implementación. Se les explicó además sobre sus compromisos con el SGE y la manera de cumplirlos.

Se realizó el análisis de brechas para la evaluación preliminar del trabajo de la Empresa Materiales de la Construcción UEB Arenera de Arimao en gestión energética y el cumplimiento de la NC ISO 50001:2011, que dio como resultado la categoría de **Cumple** con los requisitos de la norma NC ISO 50001:2011.

La calificación promedio total de la empresa de 2,68 puntos de un máximo de 3, para un 70.27% de avance en la implementación de la norma. La mayor puntuación es de 2,83 de un máximo posible de 3.0 en la etapa de **Política Energética y de 2.82 en las etapas de Responsabilidad de la alta dirección y Planificación Energética.**

Se realiza un análisis de brechas para determinar el cumplimiento de los requisitos y nivel de avance en cuanto a lo que establece la norma ISO 50001. Se identifica como positivo el antecedente de que existen los procedimientos de la NC ISO 9001:2008. En el gráfico 3.3 se presenta el resumen de la evaluación de la realización del análisis de brechas a partir de la norma NC ISO 50 001:2011



**Gráfico2.1:** Evaluación de Análisis de Brechas. NC ISO 50001:2011. **Fuente:** (Elaboración propia)

Además, se aplicaron encuestas a los directivos y técnicos de la UEB Arenera de Arimao para conocer la relevancia de las barreras que consideran para la implementación de la norma NC ISO 50001:2011.

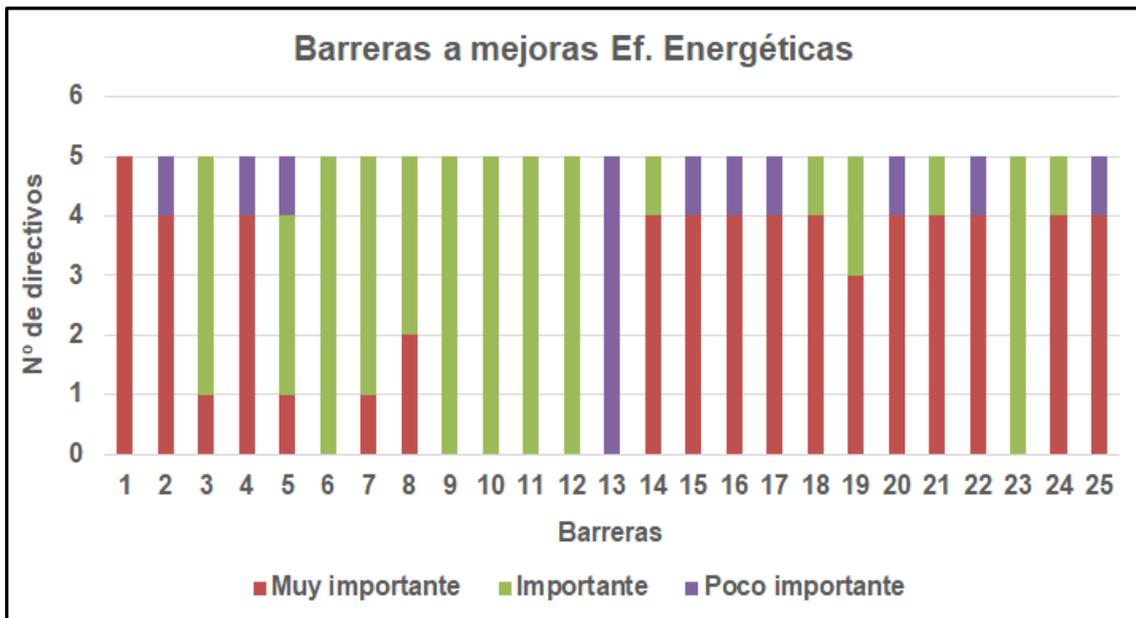
Como resultados de las encuestas a directivos, estos consideran como muy importantes o importantes los siguientes aspectos:

1. Poca información sobre oportunidades para la mejora de la eficiencia energética.
2. Insuficiente marco legal y regulatorio en el país.
3. Falta de compromiso de la alta dirección.
4. Falta de comprensión y apoyo en los niveles intermedios de dirección.
5. Tecnología obsoleta.
6. Falta de financiamiento.
7. Carencia de medición de consumos por áreas y equipos.
8. Mal estado técnico del equipamiento.
9. Eficiencia energética no integrada a los nuevos proyectos y compras.
10. Alto costo de implementación de los proyectos de eficiencia energética.
11. Baja capacidad técnica.
12. Falta de incentivos y motivación del personal.
13. Falta de concientización sobre el ahorro y uso racional de la energía.
14. Procedimientos burocráticos que demoran y dificultan las decisiones.
15. Poca autonomía de la empresa.
16. Existencia de doble moneda en el país.
17. Falta de capacitación especializada.
18. Falta de influencia y autoridad del energético.
19. Conflictos internos entre áreas de la empresa.
20. La eficiencia energética no es un problema de todos.
21. Otras prioridades para las inversiones.
22. Desconocimiento de los decisores sobre potencialidades de la eficiencia energética.

23. Objetivos energéticos no integrados a procedimientos de operación y mantenimiento.

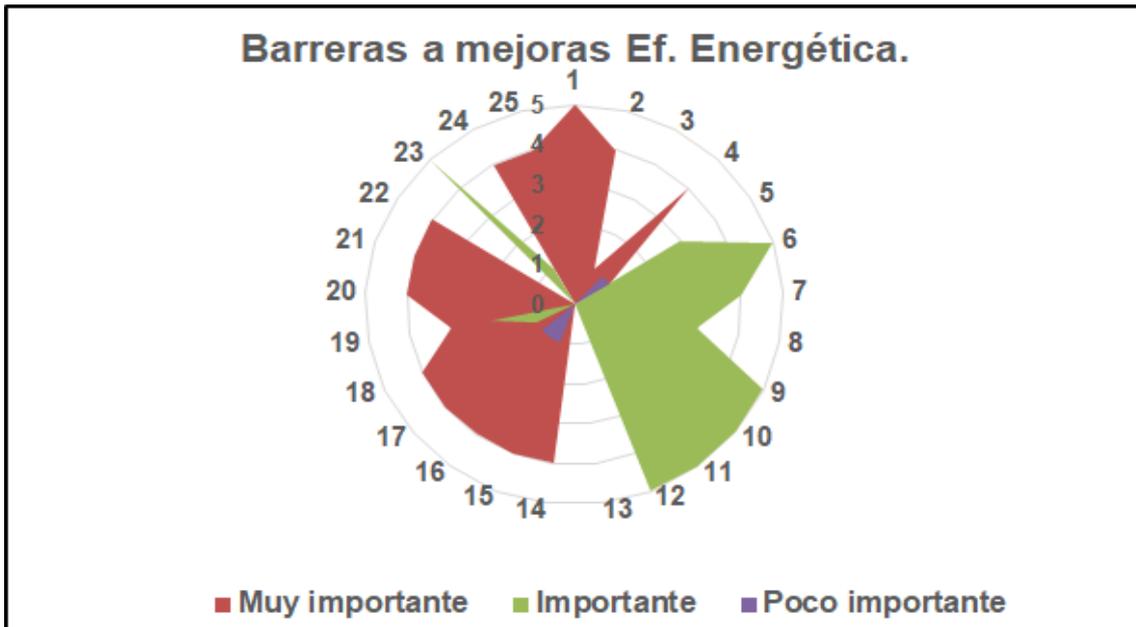
24. Incertidumbre sobre el futuro de la empresa.

Como resultado además en el procesamiento de las encuestas se presenta en el gráfico 3.4 cada una del nivel de importancia para cada barrera una vez aplicada estas encuestas a los directivos de la UEB Arenera de Arimao.



**Gráfico 2.2** Procesamiento de las encuestas a directivos de la UEB Arenera de Arimao sobre las barreras a mejoras en la Eficiencia Energética. **Fuente;** (Elaboración propia)

Por otro lado, el gráfico 3.5 representa el nivel de influencia de los factores que afectan la eficiencia energética para la instalación.



**Gráfico2.3** Factores influyentes en la Eficiencia Energética para la UEB Arenera de Arimao. **Fuente:** (Elaboración propia)

Dentro de los factores que influyen con la categoría de Muy importantes e Importantes en la eficiencia energética para la UEB Arenera de Arimao están:

1. Compromiso de la alta dirección.
2. Existencia de un sistema de gestión energética.
3. Política del organismo.
4. Existencia de una estrategia a largo plazo.
5. Alto impacto de los costos energéticos.
6. Sistema de incentivos al personal en función del desempeño energético.
7. Clima de dirección participativa existente en la empresa.
8. Eficiencia energética integrada a los nuevos proyectos y compras.
9. Resultados positivos alcanzados con proyectos de eficiencia energética.
10. Marco legal y regulatorio vigente en el país.
11. Concientización del personal de la empresa sobre el ahorro y uso racional de la energía.
12. Liderazgo, competencia e influencia del energético.
13. Objetivos energéticos integrados a procedimientos de operación y mantenimiento.
14. Proyección ambiental de la empresa.
15. Experiencias positivas con otros sistemas de gestión.

16. Acciones de la supervisión energética.
17. Experiencias en la planificación y control de la energía basadas en índices de consumo.
18. Exigencias del mercado.
19. Costo creciente de la electricidad.
20. Necesidad de cumplir los planes de energía asignados.
21. Capacitación recibida en eficiencia energética.

Se construyó con la Dirección, la matriz de gestión energética (Gráfico 3.6) que muestra una no integralidad de la gestión energética con un nivel menor a 3 en todos los aspectos.

MATRIZ DE GESTIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CIENFUEGO S						
	Política Energética	Organización	Información y comunicación	Monitoreo y Control	Divulgación y capacitación	Inversiones
4	Se cuenta con una política y un sistema de gestión energética aprobados por el Consejo de Dirección (CD) que revisa sistemáticamente los resultados.	El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara delegación de responsabilidades en el control de uso de la energía.	Existen canales formales e informales de comunicación utilizados regularmente por el gerente de energía y los equipos de trabajo a todos los niveles.	Se cuenta con un sistema integrado que establece metas, monitorea índices energéticos efectivos en equipos claves e identifica las desviaciones, cuantifica los costos energéticos y los ahorros.	Divulgación efectiva del valor de la eficiencia energética y del comportamiento y resultados de la gestión energética dentro y fuera de la organización.	Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía, con evaluación detallada para argumentarlas.
3	Se cuenta con una política energética aprobada por el CD. No está implementado un sistema de gestión energética. El CD revisa sistemáticamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía y un comité de energía revisado por un miembro de la alta dirección.	El comité de energía se utiliza como canal principal, conjuntamente con el contacto directo con los responsables de los Puestos Claves (PC).	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican y reportan los ahorros de manera efectiva.	Programas de entrenamiento de personal encargado los PC.	Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras inversiones.
2	La política energética no está aprobada por el CD y ha sido establecida por el energéticos o sus superiores. El CD revisa esporádicamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía, pero no tiene jerarquía administrativa.	Se realizan contactos no vinculados con los responsables de los (PC) a través del encargado de energía.	Monitoreo y establecimiento de metas basadas en las mediciones generales y en la facturación.	Acciones aisladas de divulgación y capacitación.	Se realizan mayormente el criterio de la recuperación de la inversión a corto plazo.
1	Se cuenta con indicaciones generales sobre el uso de la energía y se evalúan indicadores generales de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía con dedicación exclusiva al tema.	Se realizan contactos informales entre responsable de energía y algunos PC.	Reporte de costos energéticos basado en la facturación.	Contactos informales para promover la eficiencia energética.	Solo se implementan medidas de bajo costo.
0	No existe una política energética ni se evalúan indicadores de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía.	No se realiza contacto con los PC.	No hay sistema alguno de monitoreo y control.	No se realiza ninguna promoción de la eficiencia energética.	No se tiene como premisa la inversión para incrementar la eficiencia energética.

**Figura 2.3** Matriz de Gestión Energética para UEB Arenera de Arimao. **Fuente:** (Elaboración propia)

## 2.4 MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA PLANTA DE ÁRIDOS.

### 2.4.1 Fases en la mejora de la eficiencia en plantas de tratamiento de áridos:



**Figura 2.4:** Fases en la mejora de la eficiencia en plantas de tratamiento de áridos.

**Fuente:**(García, 2017)

### 2.4.2 Condicionantes geológicas

- Tipo de material
- Calidad del material
- Posibilidad de uso de agua

### 2.4.3 Condicionantes de mercado

- Mercado: hormigón, mortero, balasto, aglomerado.
- Volumen de mercado objetivo.
- Productos a fabricar.

### 2.4.4 GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA

#### 2.4.4.1 Herramientas de análisis y control

- Obtención continua de indicadores de los procesos: producción por periodos, producción horaria, disponibilidad.
- Conocimiento del consumo de recursos: reservas, explosivos, combustibles, energía eléctrica, horas de trabajo del personal.
- Cruce entre magnitudes.
- Cuenta de pérdidas y ganancias del centro de producción (frecuencia).
- Flujos de caja descontados.(García, 2017)

#### **2.4.5 Diagrama de Pareto**

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total. El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

#### **2.4.6 Diagrama de dispersión**

Este diagrama permite observar la relación que existe entre una supuesta causa y un efecto. Su uso permite comprobar o verificar hipótesis que pudieran haberse desprendido del análisis del diagrama Ishikawa.

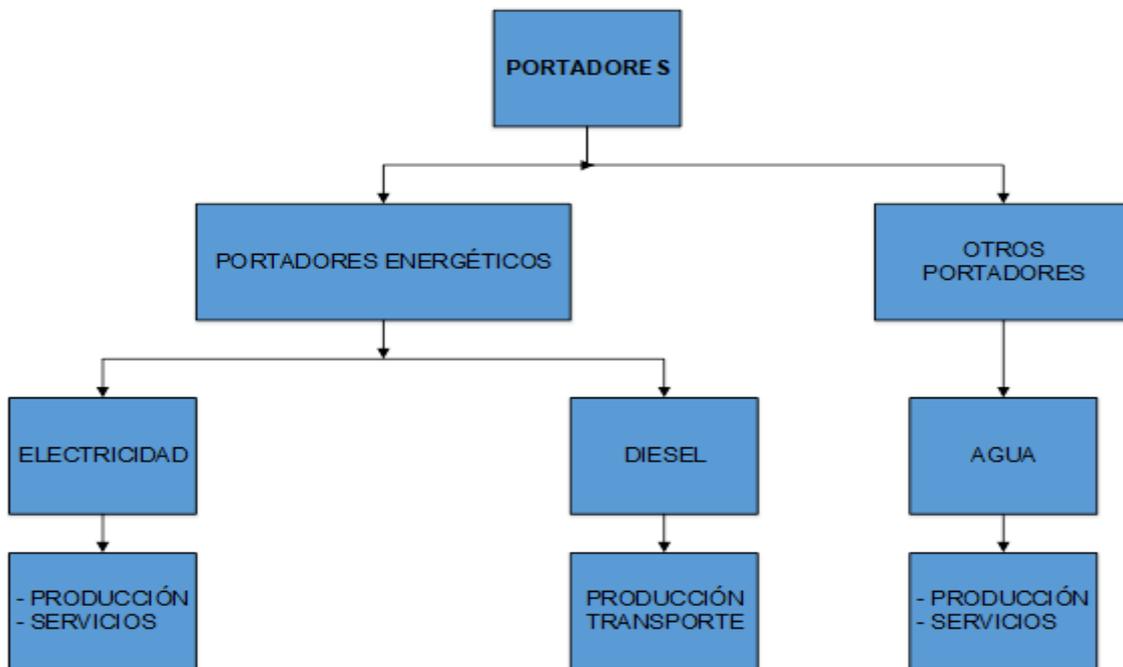
#### **2.4.7 Gráficos de Control**

El control es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos. Persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso.

Para que exista la acción de control debe existir un estándar (objetivo a lograr), una medición del resultado, herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar.

### **2.5 Distribución del consumo de portadores de la Arenera de Arimao**

Para su funcionamiento, la empresa consume dos portadores energéticos: “electricidad” y “diesel”. La electricidad es consumida en las áreas productivas y de servicios, mientras que el diesel es consumido en el área de producción y de transportación. También hay un tercer portador no energético que es el “agua” consumida en la producción y en los servicios, como se muestra en la figura 2.4.



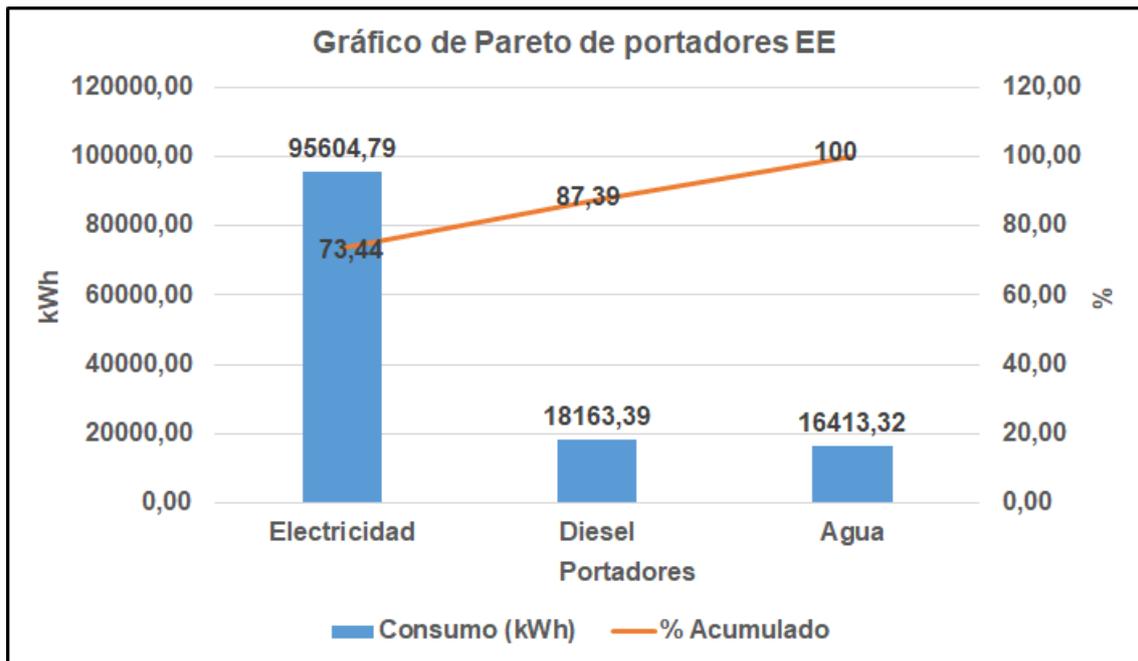
**Figura 2.5:**Portadores de la Arenera de Arimao. **Fuente:** (Elaboración propia)

Para la determinación del consumo de portadores se debe de utilizar los llamados factores de conversión, esto permiten llevar a una misma unidad el consumo de los portadores de la empresa o sea en tonelada de combustible convencional (TCC). En la tabla 2.1 se presenta el consumo de los portadores para los 3 años (2016-2018).

Tabla 2.1 Portadores. **Fuente:** Elaboración propia

Portadores	U/M	Consumo	TCC	%	% Acumulado
Electricidad	kW/h	41567.3	95604,79	73,44	73,44
Diesel	Lts	11643.2	18163,39	13,95	87,39
Agua	m <sup>3</sup> de agua	14921.2	16413,32	12,61	100
<b>Total</b>			<b>130181,50</b>	<b>100</b>	

En el gráfico 2.4, puede apreciarse, que la electricidad es el primer portador energético en orden de importancia relativa, pues significa casi el 75% del total que se consumió en los 3 años en la entidad.



**Gráfico 2.4:** Diagrama de pareto EE (2016-2018). **Fuente:** Elaboración propia.

## 2.6 Censo de carga.

El censo de carga consiste en un inventario realizado por tipo de portador energético (calor, electricidad, etc.) de todos los consumidores de energía por área, que están instalados y son usados en los diferentes procesos de trabajo de la empresa. Este puede ser realizado mediante los datos nominales del equipo y un aproximado del tiempo de funcionamiento o midiendo su consumo directamente

Para la realización del censo de carga en la empresa, se hizo el levantamiento general de los equipos instalados en las diferentes áreas. Con los datos de chapa y entrevista a los trabajadores se determinó las cantidades de equipos en uso; las horas estimadas de servicio y con ellos el consumo de energía.

Las áreas seleccionadas en la empresa para el análisis fueron:

1. Área administrativa
2. Área de producción

### 2.6.1 Análisis de la potencia instalada en cada área de la UEB de Arimao.

En la Tabla 2.2 se muestra la potencia instalada en el área administrativa, la cual se pudo determinar a través de los datos recopilados en el censo de carga realizado.

Tabla 2.2 Área Administrativa. **Fuente:** Elaboración propia

Área Administrativa	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo (h)
Alumbrado	8	0,25	8
Ventilación	3	0,17	8

En el gráfico 2.5, se puede ver que en el área administrativa de la Arenera de Arimao las lámparas son las que más consumieron electricidad en los últimos 3 años con un 60,62% respectivamente. Esto no se considera un gasto significativo teniendo en cuenta que únicamente en esta área existe alumbrado y ventiladores. Los mayores consumos aparecen en el área de la producción.

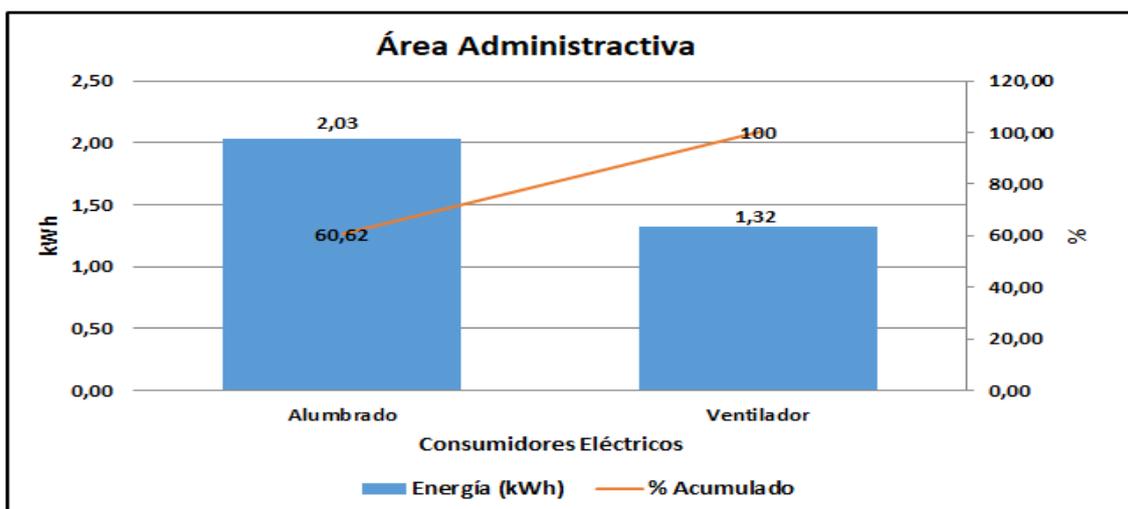


Gráfico 2.5: Área Administrativa. **Fuente:** Elaboración propia.

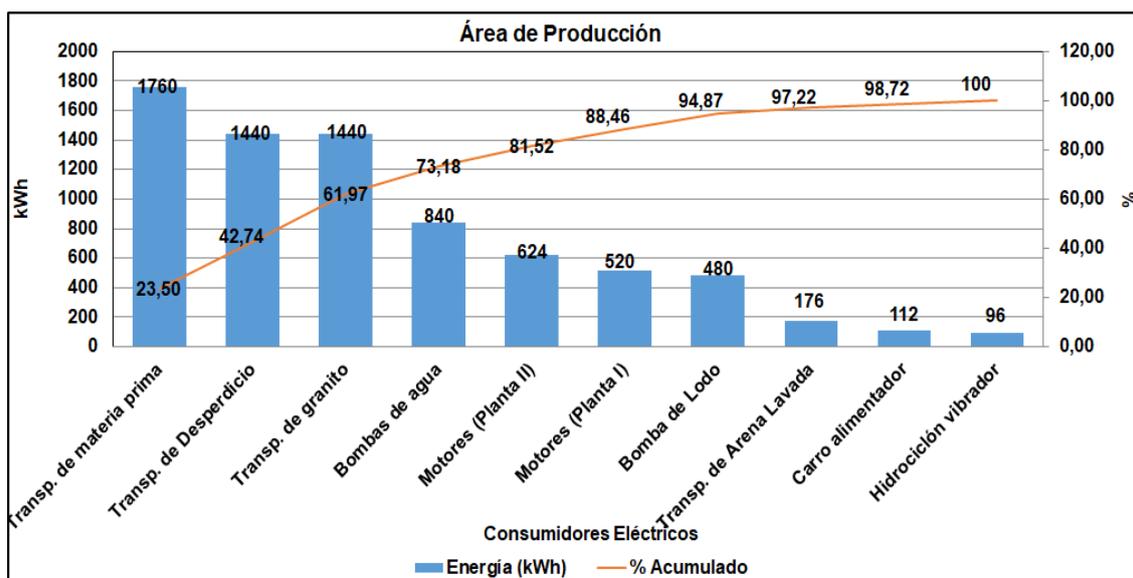
En la Tabla 2.3 se muestra la potencia instalada en el área de producción, la cual se pudo determinar a través de los datos recopilados en el censo de carga realizado.

Tabla 2.3 Área de Producción. **Fuente:** Elaboración propia.

Área de Producción	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo (h)
Transportador primario	2	220	8
Transportador de Desperdicio	2	180	8

Transportador de granito	2	180	8
Bombas de agua	3	105	8
Motores (Planta II)	6	78	8
Motores (Planta I)	5	65	8
Bomba de Lodo	2	60	8
Transportador de Arena Lavada	2	22	8
Carro alimentador	2	14	8
Hidrociclón vibrador	2	12	8

En el gráfico 2.6, se puede ver que en el área de producción los usos significativos de la energía se concentran en los siguientes equipos: transportadores, motores y bombas de agua, los cuales representan el 88,46% del consumo total de la planta.



**Gráfico 2.6:** Área de producción. **Fuente:** Elaboración propia.

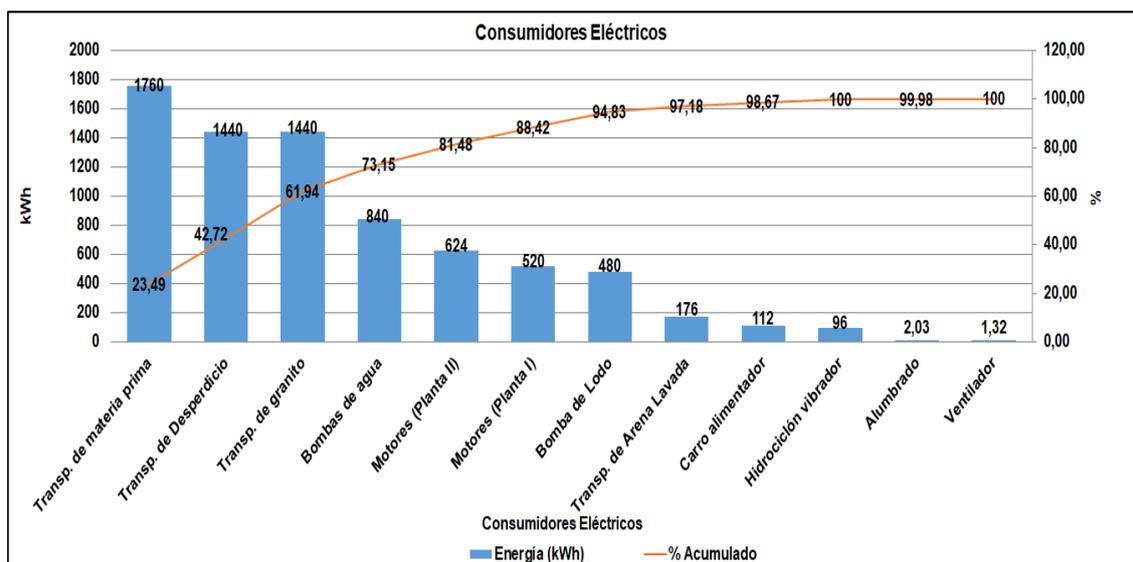
En la Tabla 2.4 se muestra la potencia instalada en las 2 áreas, la cual se pudo determinar a través de los datos recopilados en el censo de carga realizado.

Tabla 2.4 Consumidores Eléctricos total de la planta. **Fuente:** Elaboración propia.

Consumidores Eléctricos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo (h)
Transportador primario	2	220	8
Transportador de Desperdicio	2	180	8

Transportador de granito	2	180	8
Bombas de agua	3	105	8
Motores (Planta II)	6	78	8
Motores (Planta I)	5	65	8
Bomba de Lodo	2	60	8
Transportador de Arena Lavada	2	22	8
Carro alimentador	2	14	8
Hidrociclón vibrador	2	12	8
Alumbrado	8	0,25	8
Ventilación	3	0,17	8

En el gráfico 2.7, se puede ver, que del total de los equipos que existen en la planta, los usos significativos de la energía son los mismos equipos que más consumen en el área de producción.



**Gráfico 2.7:** Consumidores eléctricos. **Fuente:** Elaboración propia.

### 2.6.2 Análisis del consumo de electricidad.

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

En el gráfico de control realizado tanto el límite de control superior e inferior fue considerado con una desviación estándar de  $2\sigma$  para hacer el control lo más restringido posible.

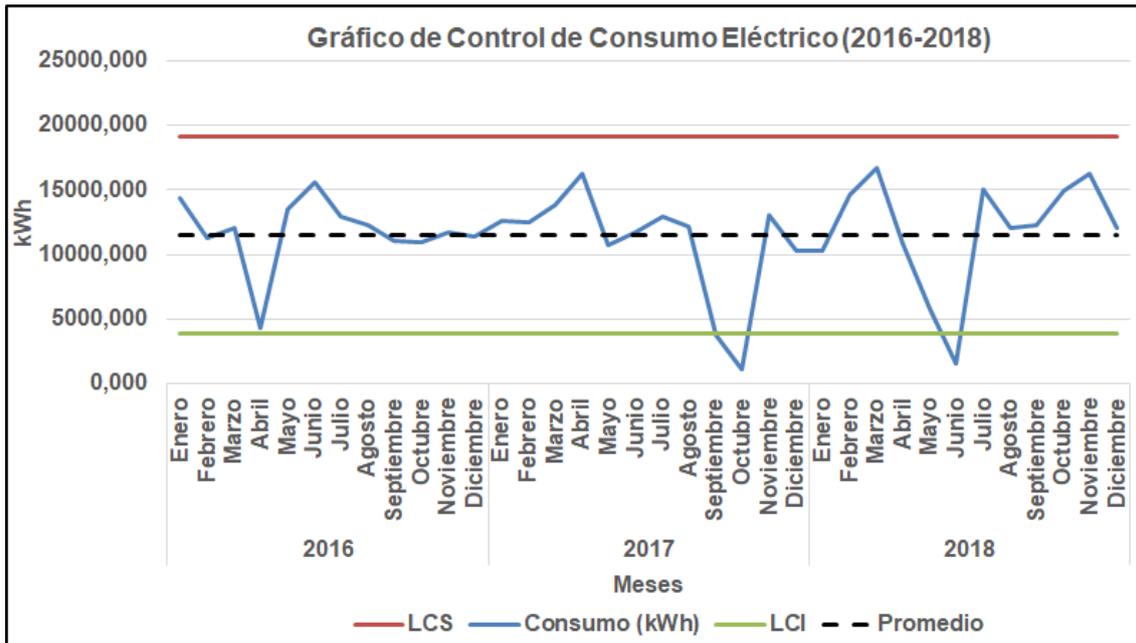
Estos gráficos permiten analizar los siguientes aspectos:

- Años de menor y mayor consumo de energía eléctrica.
- Meses de menor y mayor consumo de energía eléctrica.
- Períodos donde ocurren los mayores y menores picos de consumo de energía eléctrica. Observándose el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el horario del día.
- Verificar si el consumo de energía eléctrica está bajo control.
- Establece un promedio de consumo de energía eléctrica anual.
- Establecer los límites de control superior e inferior del consumo de energía eléctrica.
- Posibilidad de recontractación de la demanda máxima y obtener ahorros en los costos por este concepto

#### **2.6.2.1 Análisis del consumo de electricidad de los años 2016-2018**

La elevada cantidad de energía eléctrica consumida viene dada por la existencia de una gran variedad de motores que mantienen la planta y otros equipos, todos estos encargados de garantizar el correcto funcionamiento de la instalación. Unos y otros son grandes consumidores de electricidad, algunos no deben ser desconectados bajo ninguna circunstancia debido a la función que realizan.

El gráfico 2.8 representa el consumo de electricidad de los años 2016-2018 se puede observar que en el mes de octubre del año 2017 se registró un consumo de 1175 kWh y el mes de junio del año 2018 se registró un consumo de 1585 kWh, inferior al LCI para estos años fue de 3941.047 kWh), el LCS fue de 19151.897 kWh y el consumo medio fue de 11546.47 kWh.



**Gráfico 2.8:** Control de consumo eléctrico. **Fuente:** Elaboración propia.

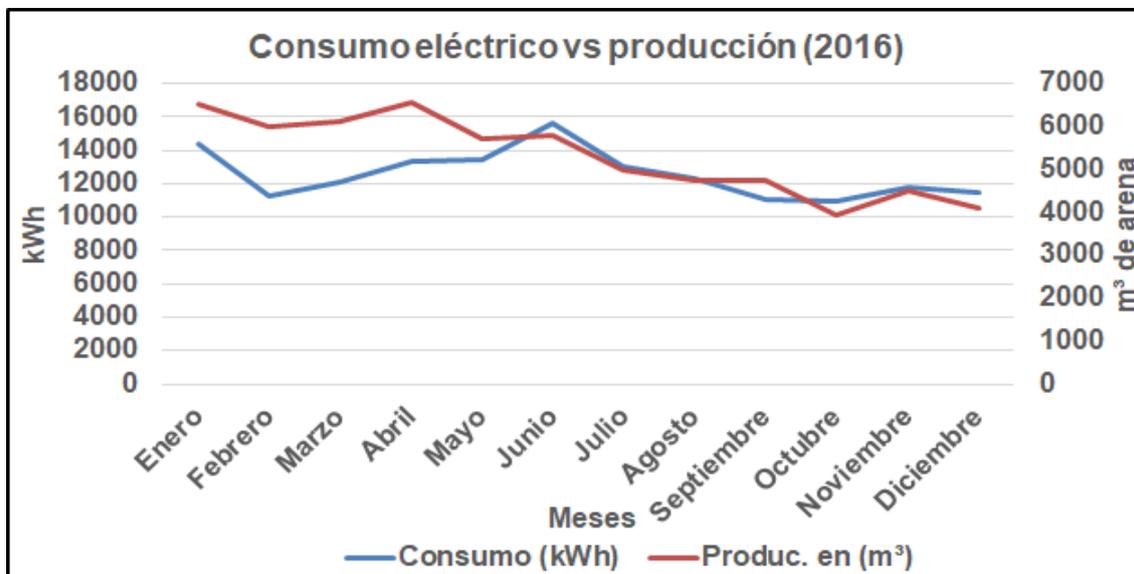
## 2.7 Consumo de Electricidad- Producción de los años 2016-2018

En la Tabla 2.5 se muestra el consumo de electricidad en (kWh) y la producción en (m<sup>3</sup> de arena)

Tabla 2.5 Consumo eléctrico y producción. **Fuente:** Elaboración propia.

Meses	2016		2017		2018	
	Consumo EE, kWh	Producción (m <sup>3</sup> de arena)	Consumo EE, kW	Producción (m <sup>3</sup> de arena)	Consumo EE, kW	Producción (m <sup>3</sup> de arena)
Enero	14409	6504	12598	4501	10303	3003
Febrero	11251	6007	12560	4668	14644	5721
Marzo	12121	6128	13850	4502	16734	6565
Abril	13350	6543	16249	5515	10889	3533
Mayo	13493	5708	10792	2724	5817	1449
Junio	15621	5811	11733	3531	1585	0.000
Julio	12998	5005	12938	5001	15040	4502
Agosto	12278	4735	12221	4200	12059	3519
Septiembre	11099	4746	3770	872	12240	3080
Octubre	10979	3925	1180	0.000	14930	4801
Noviembre	11764	4510	2036	36	16280	6005
Diciembre	11431	4085	10301	3263	12120	4515

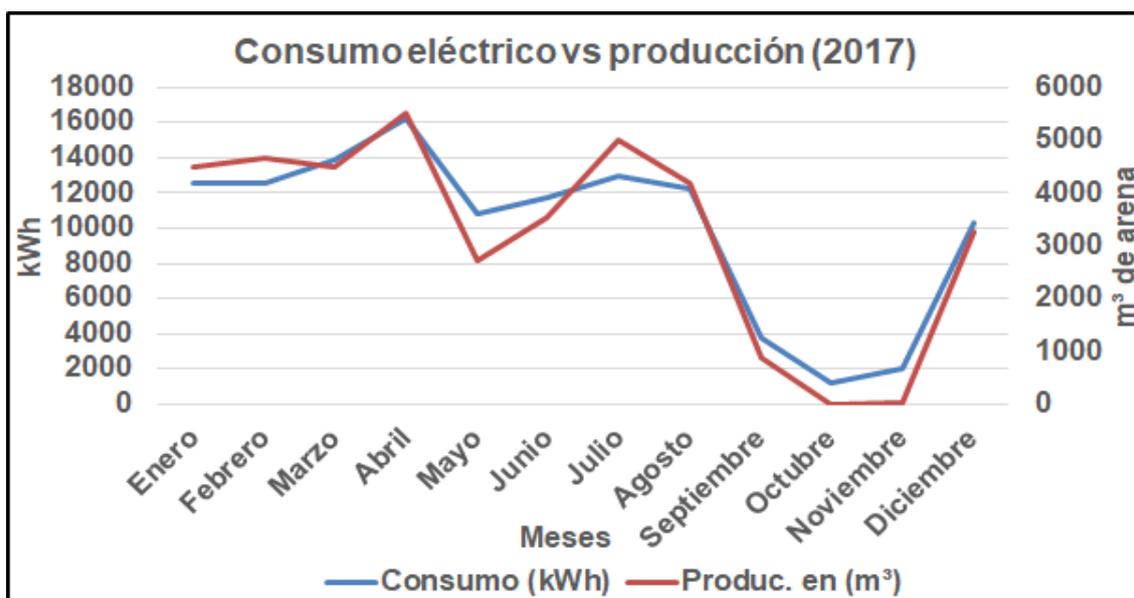
En el gráfico 2.9, se observa que el mes de junio del año 2016 fue el que más se consumió electricidad con 15621 kWh y el que menos se consumió fue el mes de octubre con 10979 kWh.



**Gráfico 2.9:** Consumo (kWh) vs producción (m³ de arena) del año 2016.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico 2.10, se observa que en el mes de abril del año 2017 fue el que más se consumió electricidad con 16249 kWh y los meses de octubre y noviembre el consumo fue muy bajo 1175 y 2036 kWh respectivamente porque no hubo producción.



**Gráfico 2.10:** Consumo (kWh) vs producción (m³ de arena) del año 2017.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2.11, se observa que el mes de marzo del año 2018 fue el que más se consumió electricidad con 16734 kWh y el mes de junio el consumo de electricidad fue muy bajo 1585 kWh, porque no hubo producción.

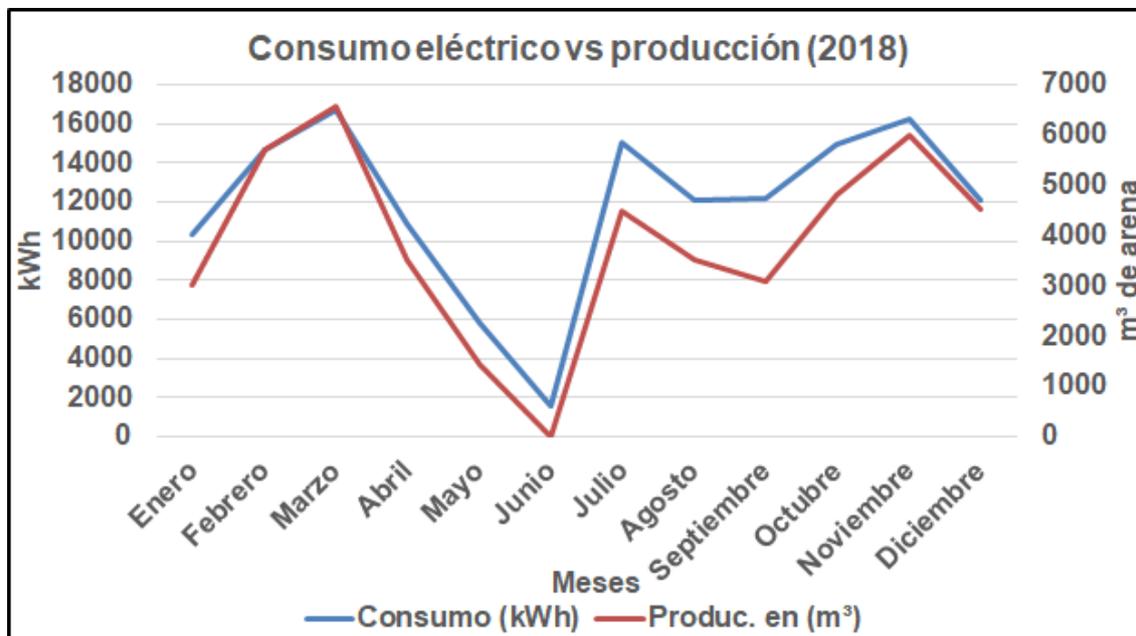


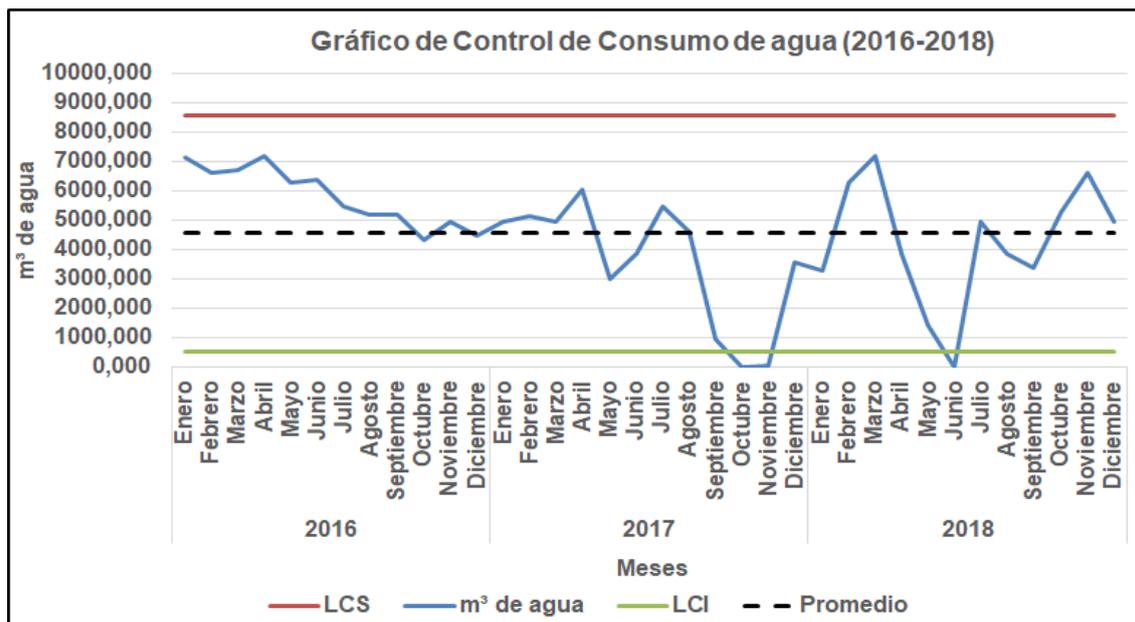
Gráfico 2.11: Consumo (kWh) vs producción (m³ de arena) del año 2018.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.8 Estructura del consumo de agua

Es importante mencionar que lejos de los condicionantes de los diferentes equipos, la demanda total de agua en el lavado debe venir impuesta únicamente por la propia operación de lavado, es decir por la cantidad de materia sólida a eliminar (finos, arcillas, materia orgánica, etc.); esta variable y no otra es la que debe fijar la demanda de agua. El agua se utiliza para el lavado de arena en las plantas de la empresa, el consumo de agua está relacionado con el número de m³ de agua por m³ de arena.

El gráfico 2.12 representa el consumo de agua de los años 2016-2018, se puede observar que, en el mes de octubre del año 2016, los meses de octubre-noviembre de 2017 y el mes de junio de 2018 se registró que no hubo consumo de agua, inferior al LCI que para estos años fue de 523.726 m³ de agua, el LCS fue de 8586.824 m³ de agua y el consumo medio fue de 4555.275 m³ de agua.



**Gráfico 2.12:** Control de consumo de agua. **Fuente:** Elaboración propia.

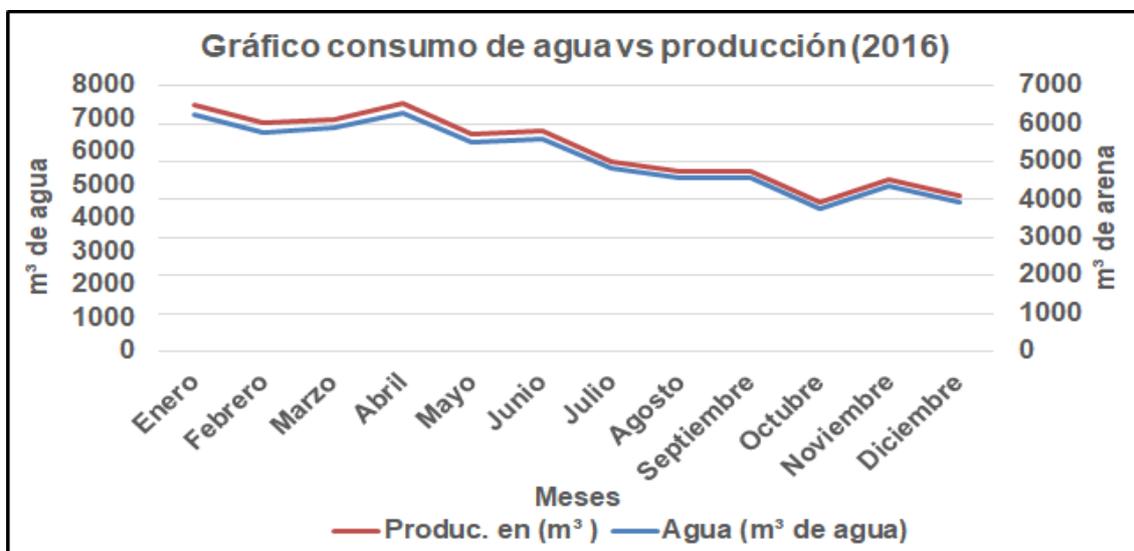
En la Tabla 2.6 se muestra el consumo de agua en (m<sup>3</sup> de agua) y la producción en (m<sup>3</sup> de arena)

Tabla 2.6 Consumo de agua y producción de arena de los años (2016-2018).

**Fuente:** Elaboración propia.

Meses	2016		2017		2018	
	Consumo (m <sup>3</sup> de agua)	Producción (m <sup>3</sup> de arena)	Consumo (m <sup>3</sup> de agua)	Producción (m <sup>3</sup> de arena)	Consumo (m <sup>3</sup> de agua)	Producción (m <sup>3</sup> de arena)
Enero	7,154	6504	4,951	4501	3,303	3003
Febrero	6,608	6007	5,135	4668	6,293	5721
Marzo	6,741	6128	4,952	4502	7,222	6565
Abril	7,197	6543	6,067	5515	3,886	3533
Mayo	6,279	5708	2,996	2724	1,449	1449
Junio	6,392	5811	3,884	3531	0,000	0.000
Julio	5,506	5005	5,501	5001	4,952	4502
Agosto	5,209	4735	4,620	4200	3,871	3519
Septiembre	5,221	4746	0,959	872	3,388	3080
Octubre	4318	3925	0,000	0.000	5,281	4801
Noviembre	4,961	4510	0,040	36	6,606	6005
Diciembre	4,494	4085	3,589	3263	4,967	4515

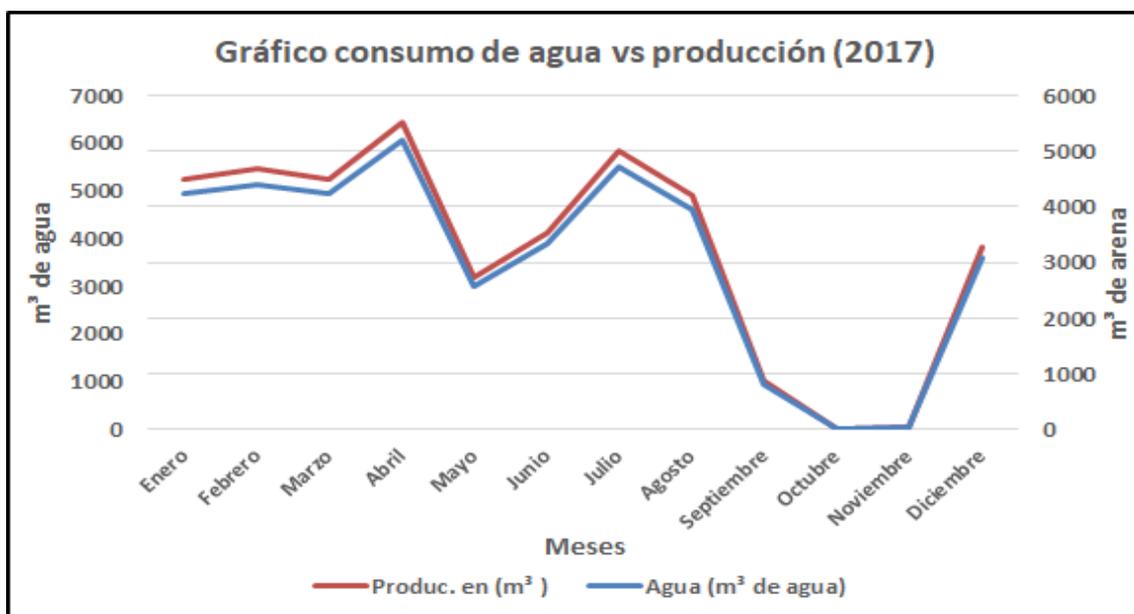
El gráfico 2.13 representa el comportamiento del consumo de agua- producción en m<sup>3</sup> de arena en el año 2016, se puede observar que este año tuvo un mejor comportamiento entre el agua y la producción.



**Grafico 2.13:** Consumo de agua contra producción de arena del año 2016.

**Fuente:** Elaboración propia.

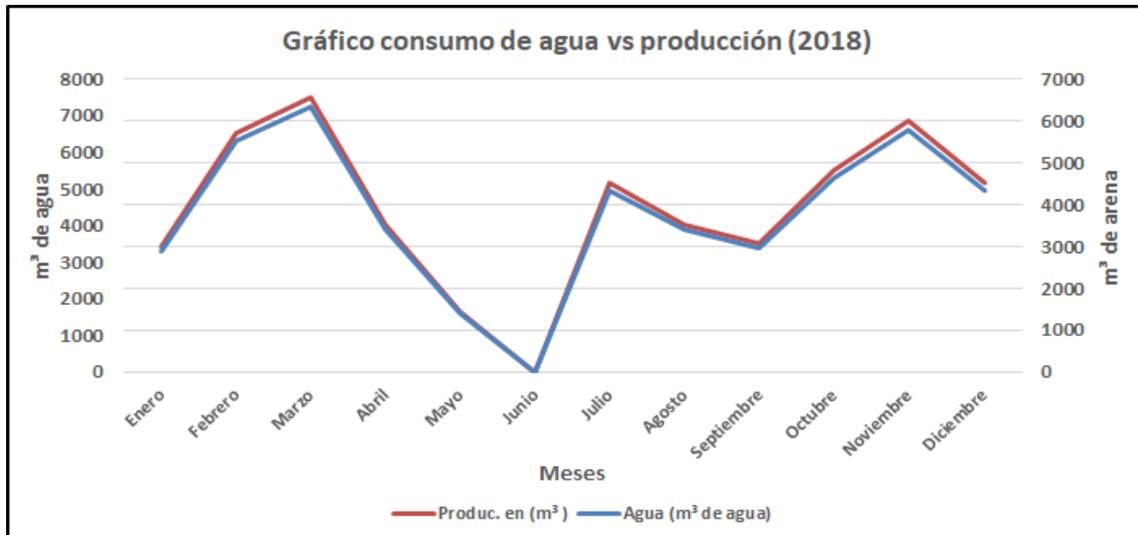
El gráfico 2.14 se observa que en el año 2017 el comportamiento del consumo de agua- producción fue muy similar que, del año anterior, aunque en 2017 en los meses octubre-noviembre no hubo consumo de agua.



**Grafico 2.14:** Consumo de agua contra producción de arena del año 2017.

**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 2.15 representa el comportamiento del consumo de agua- producción en m<sup>3</sup> de arena en el año 2018, se puede observar que el mes de marzo tuvo mayor consumo de agua con 7,222 m<sup>3</sup> de agua y el mes de junio fue el que no hubo consumo de agua.



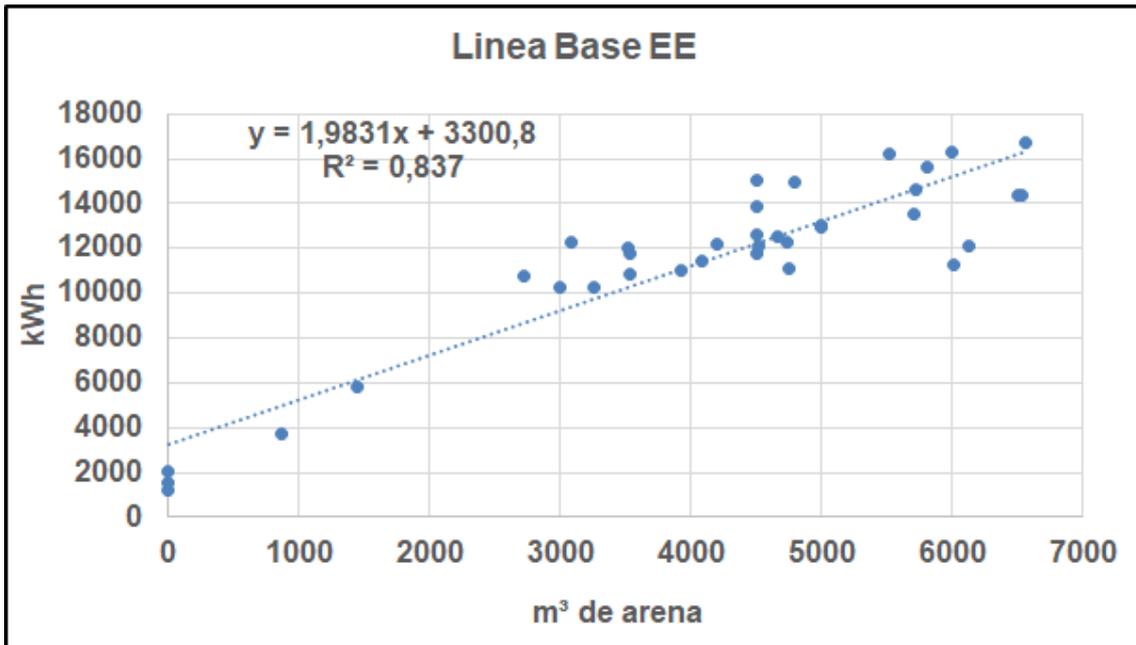
**Grafico 2.15:** Consumo de agua contra producción de arena del año 2018.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.9 Diagrama de Correlación de Consumo vs Producción.

### 2.9.1 Línea base consumo de EE vs Producción

Este diagrama revela importante información sobre el proceso. El mismo permite obtener la ecuación del modelo de consumo energético para la empresa. El gráfico 2.16 presenta el comportamiento de la muestra seleccionada para las variables consumo en kWh y producción m<sup>3</sup> de arena.



**Gráfico 2.16:** Línea base EE (kWh) vs Producción (m<sup>3</sup> de arena) de los años (2016-2018). **Fuente:** Elaboración propia.

El modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción identificado es lineal y tiene la siguiente expresión

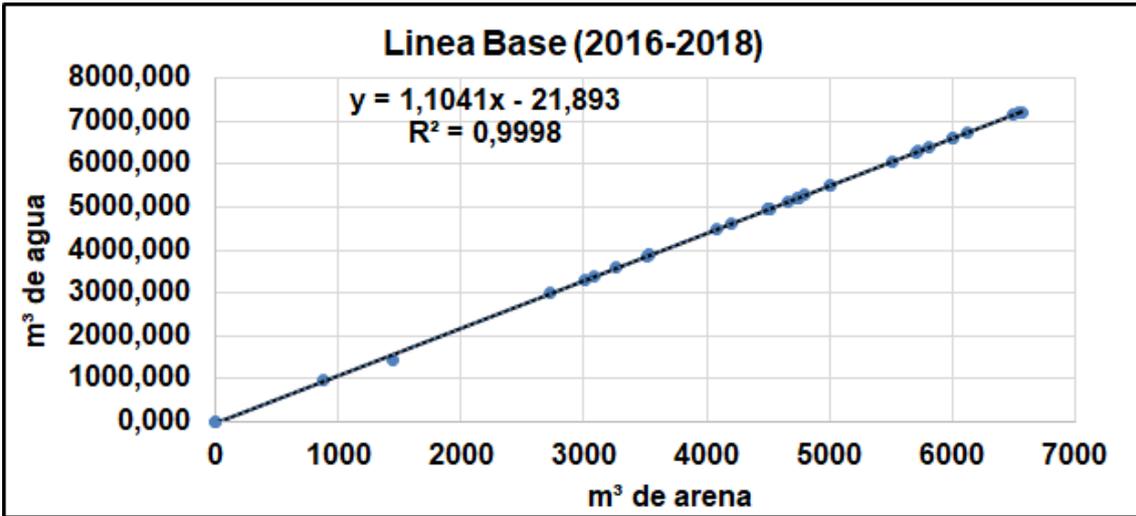
$$y = 1.9831x + 3300.8 \quad \text{Ec:2.1}$$

$$R^2 = 0.837 < 0.75$$

Se observa que el grado de correlación es bueno, por lo que indica una fuerte correlación entre los parámetros de consumo y producción representados en el diagrama de dispersión, y, por tanto, que el índice de consumo formado por el cociente entre ellos debe reflejar adecuadamente la eficiencia energética en la entidad.

### 2.9.2 Línea base consumo de Agua vs. Producción

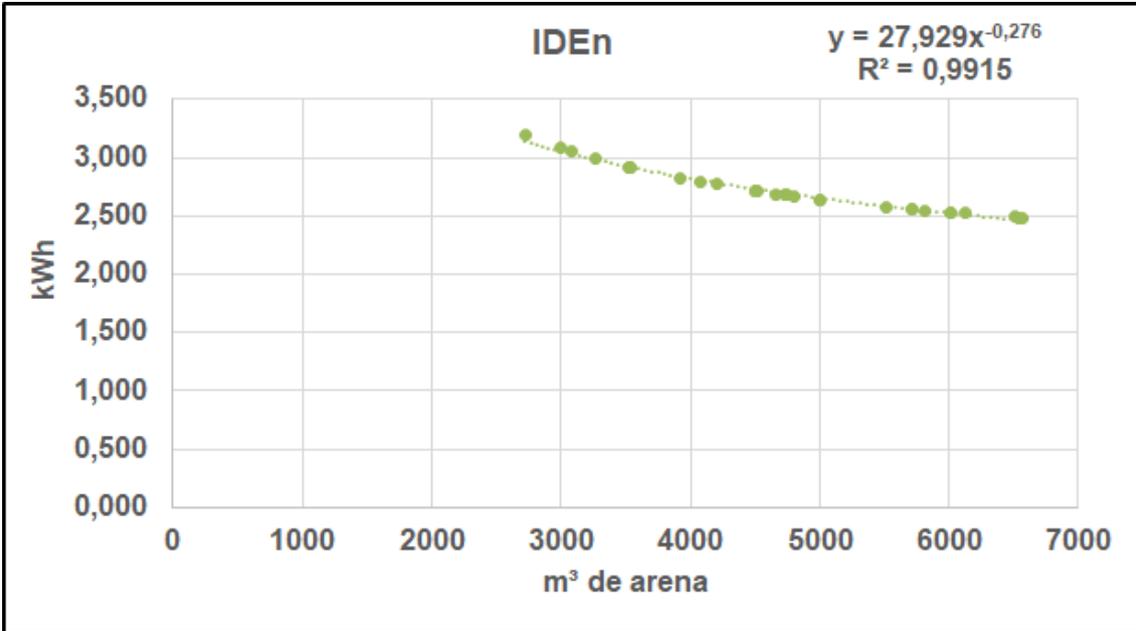
El gráfico 2.17 representa la Línea base EE del Agua vs Producción de arena de los 3 años (2016-2018) existe una buena correlación entre el consumo de agua y la producción, ya que se encontró la ecuación de la línea base energética  $y = 1,1041x - 21,893$  con un valor de  $R^2 = 0,9998$ .



**Gráfico 2.17:** Línea base de agua (m³ de agua) vs producción (m³ de arena) de los años (2016-2018). **Fuente:** Elaboración propia.

**2.10 Indicador de desempeño energético para la empresa**

Habiendo identificado el periodo base o línea de mejor ajuste, a través de un análisis de regresión lineal, este puede considerarse como una línea de base energética, a partir de la cual se puede monitorear y valorar el desempeño energético de la entidad, como se muestra en el gráfico 2.18.



**Gráfico 2.18:** Indicador de desempeño energético (kWh/m³ de arena) de la UEB Arenera Arimao. **Fuente:** Elaboración propia

### **Conclusiones parciales**

1. En la UEB de Arimao el portador energético más significativo es la electricidad, representando el 73,44 % del total. Se identifican a los motores, las bombas de agua y los transportadores, como los usos significativos de la energía, representando el 88,42% de toda la planta.
2. La correlación del consumo eléctrico contra la producción de arena es de 79.16% lo cual es bastante aceptable. La correlación más efectiva es la del consumo del agua contra la producción de arena con un 88.86%.

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO Y ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE ENERGÉTICA, OPORTUNIDADES DE AHORRO.**

### **3.1 Introducción**

Cada día resulta más urgente la aplicación de medidas que conduzcan al ahorro de energía eléctrica. A nivel de empresa, para poder lograr reducciones de costos de producción que aumenten la rentabilidad y la competitividad.

La correcta selección de un indicador de desempeño permite evaluar y gestionar adecuadamente la eficiencia energética, realizar el control y seguimiento de los consumos y el desempeño energético de la planta. Permite identificar correctamente los potenciales de ahorro, así como tener una proyección en los estimados de los consumos energéticos.

### **3.2 Indicador de desempeño energético**

El indicador de desempeño energético (IDEn) que se propone, tiene como fin realizar un seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético en la planta. El IDEn se basa en una función determinada a partir de la línea de base energética de la forma siguiente:  $IDEn = kWh/m^3$  de agua que permite realizar un control mensual y que se obtuvo a partir de la línea de base energética. El uso de esta herramienta consiste en plotear en el gráfico, los valores reales del índice de consumo vs.  $m^3$  de cada mes.

Si los valores ploteados se encuentran por debajo de la curva, la planta presenta un buen comportamiento energético, si se encuentra por encima, es necesario realizar alguna acción correctiva.

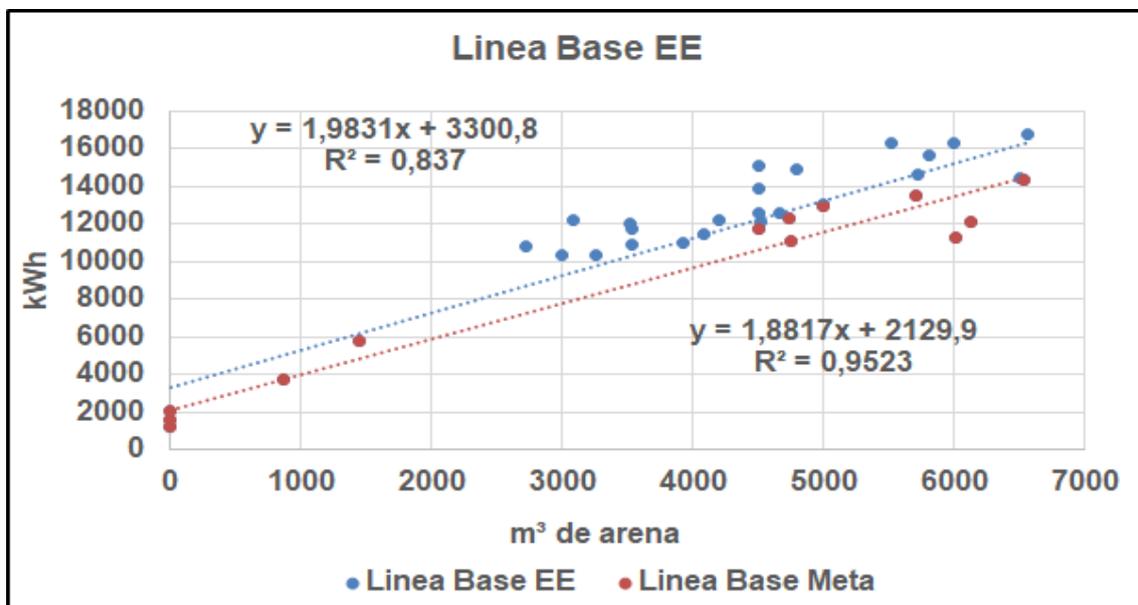
#### Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

Se establecen los objetivos, las metas y los planes de acción para la gestión de la energía. Los objetivos son los resultados que planta se propone lograr para cumplir la política energética establecida. Las metas energéticas están asociadas a los objetivos y los planes de acción por su parte, constituyen la expresión práctica de los objetivos y metas.

A continuación, se presenta la línea de base energética meta y el correspondiente índice de desempeño energético. Las medidas que se proponen tienen como objetivo general satisfacer esta meta.

#### Línea de base energética meta.

El potencial de ahorro por reducción de la variabilidad operacional del consumo de energía se obtiene con la línea energética meta. Esta nueva línea se obtiene a partir de la línea de base energética con los puntos que se encuentran debajo de dicha línea, desechando lo que se encuentran por encima. En la Figura 3.1 se muestra la línea de base energética y la línea energética meta.



**Figura 3.1** Línea base EE vs Línea meta. **Fuente:** Elaboración propia.

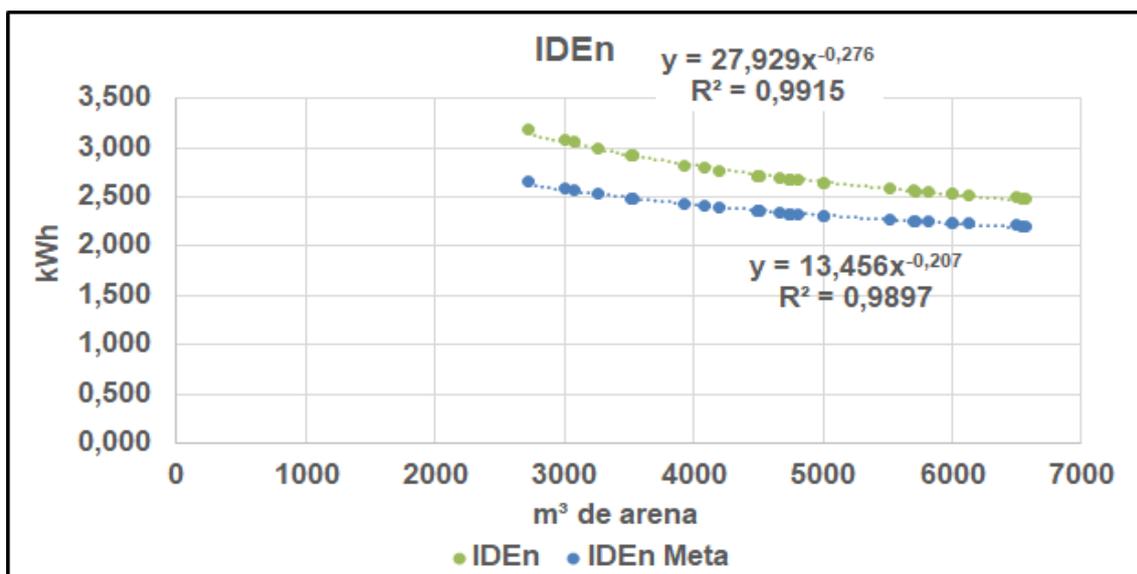
La norma ISO 50001 establece como principio la mejora del desempeño energético de la organización. Para ello resulta imprescindible fijar los compromisos de mejora en términos de una línea energética meta y objetivos energéticos a cumplimentar en el periodo. Para el establecimiento de la línea energética meta se recomiendan dos procedimientos generales:

1. Fijar el valor meta a partir de decisiones empresariales, fundamentadas en referencias, tendencias tecnológicas, objetivos estatales. Por ejemplo, reducir el consumo energético en un 5 % en un quinquenio.

2. Utilizar procedimientos estadísticos al excluir del dominio los valores por encima de la línea base y correlacionar únicamente aquellos puntos que representan buenas prácticas de operación (por debajo de la línea base)

Este diagrama revela importante información sobre el proceso. Permite obtener un indicador de consumo por unidad de producción, para obtener la ecuación de consumo con un valor de  $R^2 = 0,9523 \geq 0,75$ , el cual es un valor mejor. Por esta razón se presenta en el gráfico 3.1 la línea base meta para la Arenera cuya ecuación del modelo de consumo es  $y = 1.8817x + 2129.9$ . La misma tiene un ahorro de energía no asociada a la producción de 1170.9 kWh.

El gráfico 3.2 presenta el IDEn propuesto el mismo fue obtenido a partir del gráfico 3.1. Este presenta el modelo  $y = 13.456x^{-0.207}$ , además el valor crítico fijado a partir del consumo y la producción fue de 2.25 kWh/m<sup>3</sup> de arena.



**Figura 3.2.** IDEn propuesto para la Arenera de Arimao. **Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.3 Oportunidades de ahorro

A partir del diagnóstico energético realizado en la planta se identifican algunas de las oportunidades de ahorro que se localizan fundamentalmente en acciones dirigidas hacia la mejora tecnológica y otras de inversión que requieren para lograr ahorros significativos, entre ellas se sugieren:

1. Cumplir con los mantenimientos planificados por la dirección y el departamento de mantenimiento a todos los equipos de la planta que así lo requieran.

2. Instalar bancos capacitores para mejorar factor de potencia y eliminar pérdidas de energía.
3. Analizar la posibilidad de usar fuentes renovables de energía, como la instalación de paneles solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica y de esta forma no consumir del SEN.
4. Se propone el cambio de motores existentes del tipo IE1, IE0 de eficiencia estándar, los cuales están obsoletos, sustituirlos por motores más modernos y eficientes del tipo IE2 o IE3. Lo cual requiere de inversión.
5. Implementación de nuevas tecnologías para la recuperación de agua en los procesos húmedos y poder reutilizarla.
6. Cambio de luminaria por LED.
7. Estudiar el uso de bombas con variadores de velocidad, en función de su uso teniendo en cuenta la cantidad de arena a lavar, la suciedad de la misma y de la calidad requerida del producto final.

### **3.4 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.**

Este requisito trata de evitar a la organización la introducción de equipos ineficientes que se convierten en objeto de nuevas inversiones para mejoras del desempeño energético o que tienen costos de inversión bajos pero operacionales altos y terminan con costos del ciclo de vida mayores que equipos eficientes con costos de inversión un poco más altos.

#### Actividades y responsabilidades

Evaluar e identificar las necesidades de compras de equipos, mantenimientos, asesorías, consultorios u otros servicios que impactan significativamente en el consumo, uso o eficiencia energética de la organización.

- 1 Identificar los proveedores de servicios, productos o equipos vinculados al aspecto anterior.
- 2 Definir criterios para la compra de equipos, productos o servicios que impactan significativamente en el consumo, uso o eficiencia energética de la organización.
- 3 Definir el procedimiento de compras de acuerdo a los criterios establecidos.
- 4 Comunicar a los proveedores los criterios o elementos del procedimiento que los involucre.

5 Socializar el procedimiento y los criterios al interior de la empresa.

Tabla 3.1 Propuesta de modelo de evaluación de opciones de compra.

Criterio	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Inversión inicial			
Costo de operación anual			
Consumo de energía anual			
Total Costos			
Vida útil			
Garantía			
Tiempo de recuperación de la inversión			

Seguimiento, medición y análisis.

Tabla 3.2. Propuesta de modelo de evaluación de opciones de compra.

Métodos de seguimiento		Frecuencia
IDEN	Grafico seguimiento IDEN	Mensual
Variables significativas USE	Procedimiento control operacional	Mensual
Planes de acción	Indicador de seguimiento de tareas del plan de acción. Criterio de consecución de objetivos	Mensual
Consumo real vs. esperado	Gráfico de tendencia	Mensual
Facturación de energía	Gráfico de tendencia, gráfico de cumplimiento del plan	Mensual

Tabla 3.3. Propuesta de medición y análisis de IDENs.

Métodos de medición y análisis de IDENs	Frecuencia
Verificar zona de ubicación del IDEN (cumplimiento o incumplimiento)	Mensual
Identificar causas de desviación mediante comparación del comportamiento de los parámetros de control operacional y de mantenimiento	Mensual
Establecer acciones de corrección de los parámetros de control operacional identificados con desviaciones	Mensual
Aplicar acciones y registrar	Mensual
Verificar cambio de comportamiento del IDEN	Mensual

## **Conclusiones parciales**

1. El indicador de desempeño energético (IDEn): consumo de energía eléctrica contra producción de arena ( $\text{kWh/m}^3$  de arena) tiene como fin realizar un seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético en la planta y es el adecuado para evaluar y gestionar adecuadamente la eficiencia energética de la misma.
2. Dentro de los planes de acción con vistas a lograr un ahorro de energía de la planta, se realizó un cambio de tecnología en el proceso de lavado en la Lavadora I y II (sustitución de un clasificador mecánico por un clasificador hidrociclón), con lo cual se hace más eficiente el proceso de beneficio de arena, se reduce el consumo de agua y por consiguiente el impacto ambiental.

## CONCLUSIONES GENERALES

3. Debido a la creciente demanda de áridos para la construcción en Cuba, es necesario establecer un sistema de gestión de la energía que permita un adecuado control de los gastos energéticos, así como la evaluación de la eficiencia en las plantas productoras de arena.
4. La norma ISO 50001 está basada en la filosofía del mejoramiento continuo, presenta una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, la cual permite identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa.
5. Quedaron establecidas las líneas base y metas, el IDEn base y meta, los gráficos de control de la energía eléctrica y mediante la aplicación de Pareto, los principales portadores energéticos, áreas y equipos de mayor consumo significativo.
6. La definición de la Línea Meta fue obtenida mediante el filtrado de datos, lo que permitió obtener valores del coeficiente de correlación de  $R^2 = 0.7916$ .
7. El uso de esta herramienta con el IDEn para el control mensual resulta insuficiente, pues en caso de detectarse un desempeño energético negativo al final del mes, las acciones correctivas no tendrían un impacto significativo.
8. Dentro de las tecnologías actuales para la producción de arena juegan un papel fundamental los hidrociclones; los cuales permiten recuperar las fracciones más pequeñas de arena que antes se desperdiciaban con otros equipos de lavado y un consumo de agua menor, ya que recircula el agua procedente de etapas previas de lavado.

## **RECOMENDACIONES**

- 1 Presentar los resultados de esta investigación al Consejo de Dirección de la Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos para la aprobación de las acciones de mejoras propuestas.
- 2 Darle seguimiento a esta investigación hasta la futura implantación de la NC-ISO 50001:2011 Sistema de Gestión Energética.
- 3 Poner en práctica las oportunidades trazadas con el objetivo de eliminar los problemas detectados y reducir los altos consumos de energía.
- 4 Realizar el control diario del comportamiento energético con el fin de obtener una curva de desempeño energético para cada mes, ya que de este modo se puede actuar a tiempo y tomar las medidas correctivas necesarias.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Adriana, I. Q. R. (2014). *Informe ambiental del proyecto. Planta de Procesamiento de Arenas Silíceas Dolavon*. Chubut, Argentina.
- Calzadilla, I. O. T. (2012). *Evaluación de Producciones Más Limpia en la planta de beneficio de arena " El Canal "(Tesis de Maestría)*. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- César, I. A., & Gonzáles, M. S. Q. (2009). *Situación energética mundial*. Washington DC, Estados Unidos de América.
- Díaz, E. P. C. (2013). *Estudio de la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao, Empresa Materiales de Construcción.(Tesis de Grado)*. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Felipe, K. (2017, febrero 25). 2017 y la estrategia energética en Cuba. *Granma*, Cuba.
- Fernández, A. M. (2011). *ISO 50001. Sistemas de gestión de la energía, Requisitos ISO 50001:2011. Planificación*.
- García, J. A. (2017). *Mejora de la eficiencia en las plantas de áridos*. Roma, Italia.
- González, O. M. (2013). *Mejora al desempeño energético en la UEB Áridos Arena Arimao, Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.(Tesis de Grado)*. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Internacional Energy Outlook*.IEO. (2017). *Internacional Energy Outlook*. Washington, DC. Recuperado de [www.eia.gov/ieo](http://www.eia.gov/ieo)
- ISO. (2011). *ISO 50001, Norma Internacional. Sistemas de Gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso*.

Maleo, T. (2010). FNeNERGIA (Soluciones Energéticas). Guipúzcoa, España.

Mariscal, A. R. (2014, septiembre). *Guía de implantación de sistema de gestión energética según ISO 50001*. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Mofuman, M. Á. N. (2014). *Determinación de los costos energéticos en el proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao. (Tesis de Grado)*Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.

Oliveira, R. C. de. (2016). *Eficiência energética - Conhecendo sua importância e debatendo sua realidade*. Porto, Portugal.

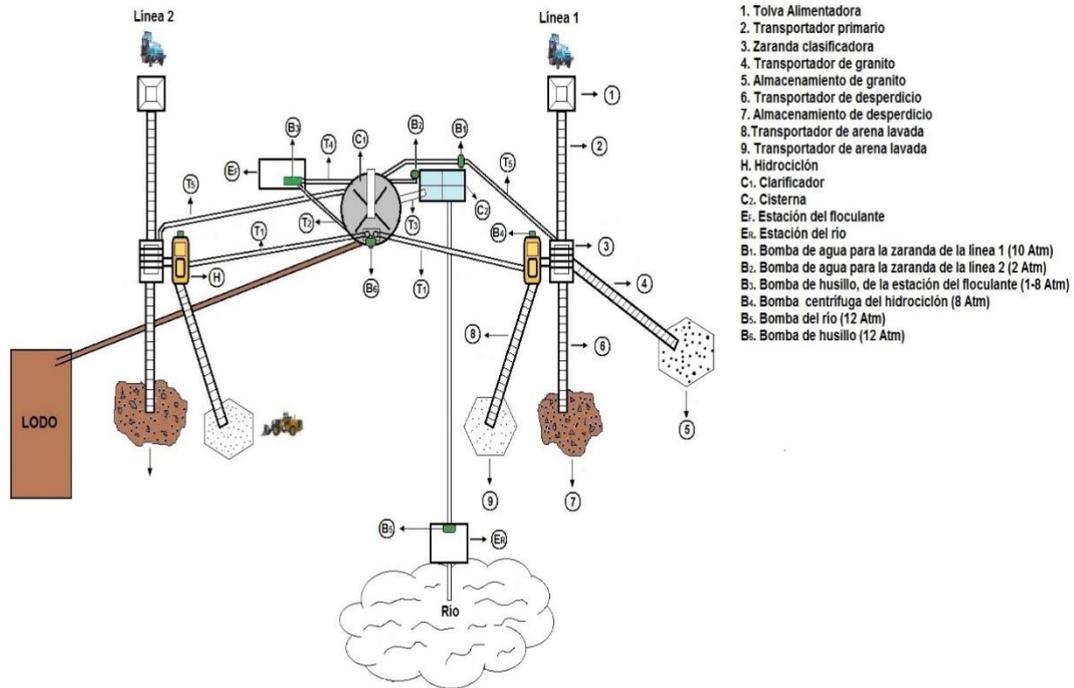
Prieto, J. (2009). *Eficiencia y uso responsable de la energía*. *Energía Eficiente*,23(2),9-12.

## ANEXOS

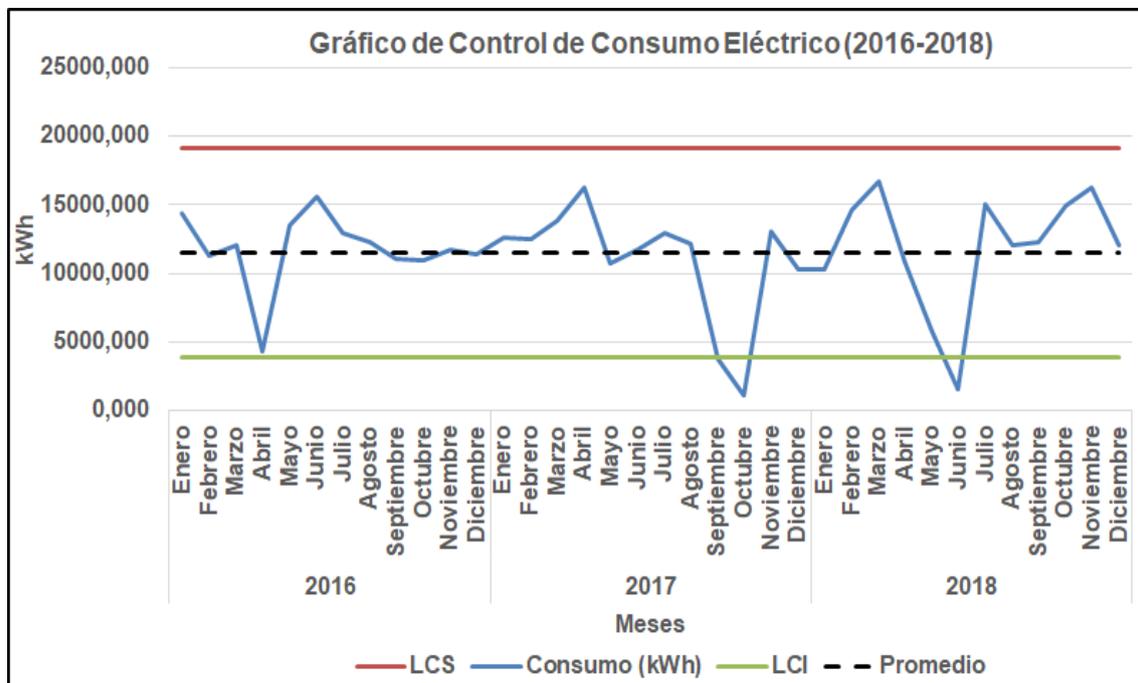
### ANEXO 1: La Planta de la lavadora de arena de Arimao



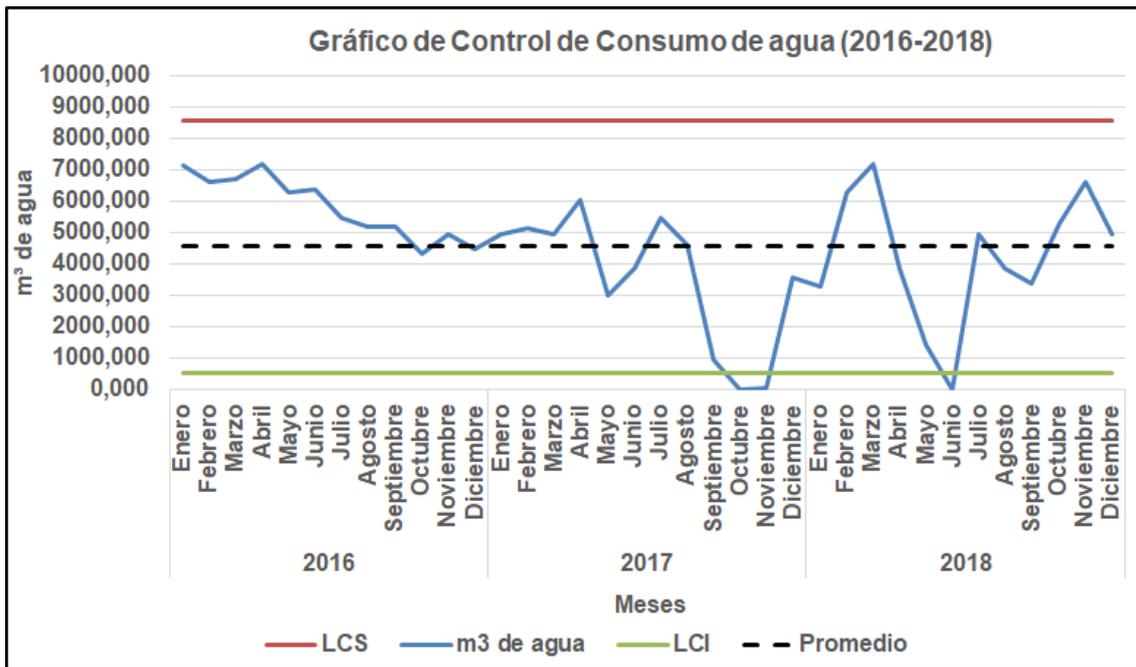
## Anexo 2: DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ARENERA DE ARIMAO



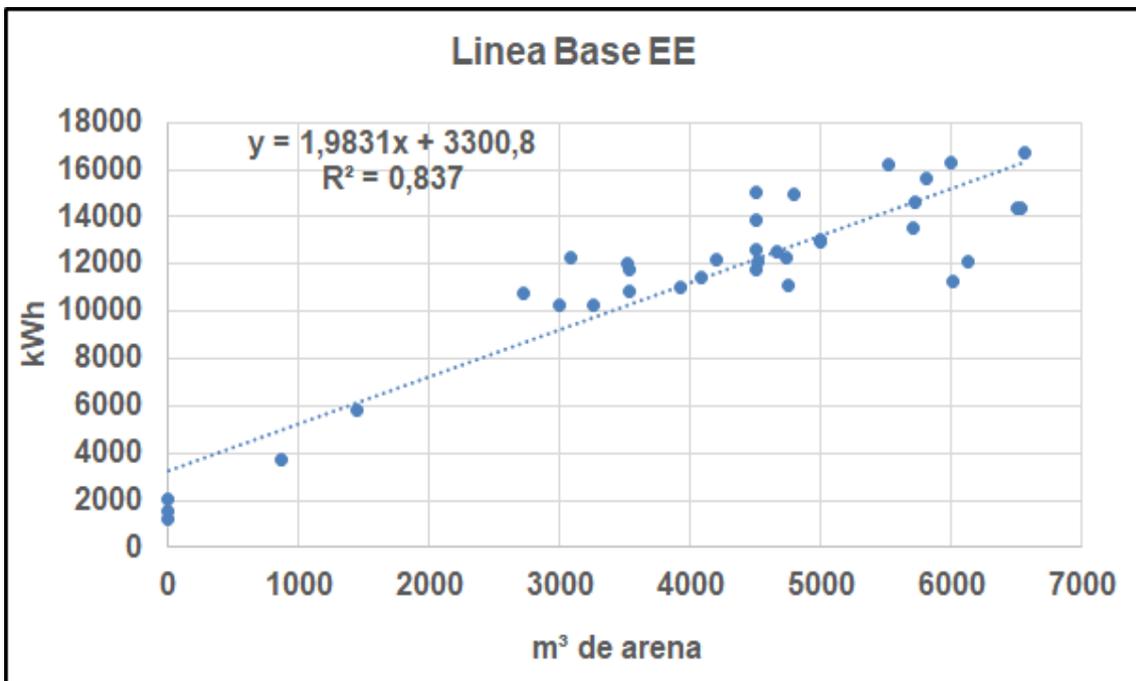
## Anexo 3: Control de consumo eléctrico. Fuente: Elaboración propia.



**Anexo 4:** Control de consumo de agua. **Fuente:** Elaboración propia.



**Anexo 5:** Línea base EE. **Fuente:** Elaboración propia



**Anexo 6: GUIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA BASADO EN LA NC ISO 50001. (Análisis de Brechas)**

<b>Verificación del cumplimiento de los requisitos</b>	<b>CALIFICACIÓN</b> 1. No cumple 2. En proceso 3. Cumple	<b>Responsable</b>	<b>Evidencia</b>	<b>Observaciones</b>
<b>4.1. REQUISITOS GENERALES</b>	<b>2,33</b>			Existen elementos de la TGTEE.
¿La organización ha establecido, documentado, implementado, mantenido y mejorado un SGEN de acuerdo con la NC ISO 50001?	<b>2</b>			
¿La organización ha definido y documentado el alcance y los límites de su SGEN?	<b>3</b>			
¿Existe suficiente evidencia para concluir que el SGEN está completamente implementado y que se hace seguimiento a su eficiencia? (Verificar por lo menos un período de tres meses de evidencia objetiva)	<b>2</b>			
<b>4.2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN</b>	<b>2,82</b>			
¿La alta dirección ha demostrado su compromiso de apoyar el SGEN y mejorar continuamente su eficacia cumpliendo con sus responsabilidades?	<b>3</b>			
¿Define, implementa y mantiene una política energética?	<b>3</b>			
Nombra un representante de la dirección y aprueba la formación de un equipo de gestión de la energía.	<b>3</b>			
Proporciona los recursos necesarios para establecer, implementar y mantener el SGEN.	<b>3</b>			
Identifica el alcance y los límites que se abordan en el SGEN	<b>2</b>			
Comunica a los miembros de la organización la importancia de la gestión de energía.	<b>3</b>			Solo en Consejos de Dirección
Se asegura que los objetivos y metas de la eficiencia energética se establecen.	<b>3</b>			
Se asegura que los IDEn (Indicadores de Desempeño Energético) son adecuados para la organización.	<b>2</b>			
Considera la gestión energética en la planificación a largo plazo.	<b>2</b>			En proceso. Hay que consolidarlo.
Se asegura que los resultados se miden y se informan a intervalos determinados.	<b>3</b>			En proceso. Solo el energético lleva el control del consumo y lo informa a la Dirección
Realiza revisiones periódicas al sistema de gestión.	<b>3</b>			
<b>Representante de la dirección</b>				
La alta dirección ha designado a un representante de la dirección con las habilidades y competencias adecuadas para asegurar que el SGEN se establece, se implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los requisitos de la NC ISO 50001.	<b>3</b>			En proceso. Hasta ahora solo tiene nombrado un energético.
El representante de la dirección	<b>3</b>			

informa sobre el desempeño energético y el desempeño del SGEN a la alta dirección.				
El representante asegura que la planificación de las actividades de gestión de la energía es diseñada para apoyar la política energética de la organización.	<b>3</b>			
Define y comunica responsabilidades y autoridades para facilitar la gestión eficiente de la energía.	<b>3</b>			
Determina los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGEN son eficaces.	<b>3</b>			
Promueve la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.	<b>3</b>			
<b>4.3. POLITICA ENERGÉTICA</b>	<b>2,83</b>			
¿La política energética es apropiada a la naturaleza, escala, uso y consumo de la energía de la organización?	<b>2</b>			
¿Incluye un compromiso para asegurar la disponibilidad de información, de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos, metas y para cumplir con los requisitos legales y otros requisitos suscritos por la organización relacionados con sus usos y consumos de energía?	<b>3</b>			
¿Esta política proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas?	<b>3</b>			
¿Esta política apoya la adquisición de productos y servicios energéticos eficientes y el diseño para la mejora del desempeño energético?	<b>3</b>			
¿Existe una práctica o procedimiento para comunicar ésta a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella?	<b>3</b>			
¿La política energética es revisada periódicamente? ¿Se actualiza cuando es necesario?	<b>3</b>			
<b>4.4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>	<b>2,82</b>			
<b>Generalidades</b>				
¿Se establece y documenta un proceso de planificación energética?	<b>3</b>			
¿La planificación es coherente con la política energética y conduce a las actividades de mejora continua del desempeño energético?	<b>3</b>			
¿Esta planificación energética incluye una revisión de las actividades de la organización que pueden afectar el desempeño energético?	<b>3</b>			
<b>Requisitos legales y otros requisitos</b>				
¿Se identifica, implementa y se tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus usos, consumos de energía y su eficiencia energética?	<b>3</b>			Existen los documentos de otros sistemas de gestión que pueden dar apoyo al SGEN.
¿Se determina como se aplican estos requisitos a sus usos,	<b>3</b>			

consumos de energía y eficiencia energética?				
¿Se tiene en cuenta estos en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGEEn?	<b>3</b>			
¿Los requisitos legales y otros requisitos son revisados periódicamente?	<b>3</b>			
<b>Revisión energética</b>				
¿Se realiza, registra y mantiene una revisión (caracterización) energética?	<b>3</b>			
¿Se establece y documenta la metodología y los criterios utilizados para realizar la revisión (caracterización) energética?	<b>3</b>			
¿Se registra y analiza el uso y consumo de energía basado en la medición y otros datos?	<b>3</b>			
¿Se identifican las fuentes actuales de energía?	<b>3</b>			
¿Se evalúa el uso y consumo de energía pasado y presente?	<b>3</b>			
¿Se identifican las áreas y consumo significativo de energía?	<b>3</b>			Se realizan análisis que deben ser mejorados
¿Se identifican las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de la organización que afectan de manera significativa el uso y consumo de energía?	<b>3</b>			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
¿Se identifican otras variables pertinentes que afectan los usos significativos de energía?	<b>2</b>			
¿Se determina el desempeño actual con respecto a la energía de las instalaciones, equipos, sistemas y procesos relacionados con los usos significativos de energía identificados?	<b>3</b>			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
¿Se estima el uso y consumo futuro de energía?	<b>2</b>			
¿Se identifican, priorizan y registran oportunidades para la mejora del desempeño energético?	<b>2</b>			
¿Se actualizan a intervalos definidos la información y los análisis de la revisión energética y en respuesta a cambios importantes en las instalaciones, equipos, sistemas o procesos?	<b>2</b>			
<b>Línea de base energética</b>				
¿Se establece una o varias línea(s) de base energética con la información de la revisión energética inicial considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y el consumo de energía de la organización?	<b>2</b>			
¿Se miden y registran los cambios en el desempeño energético en relación a la(s) línea(s) base energética?	<b>3</b>			
¿Se realizan ajustes a la(s) línea(s) base energética, cuando los IDEn ya no reflejan el uso y consumo de energía de la organización, cuando hay cambios importantes en el proceso, en los patrones de operación, o en los sistemas de energía, o de acuerdo a un método predeterminado?	<b>3</b>			

¿Se mantienen y registran la(s) línea(s) base energética?	<b>3</b>			
<b>Indicadores de desempeño energético (IDEn)</b>				
¿Se identifican los IDEn apropiados para el seguimiento y la medición del desempeño energético?	<b>2</b>			Se realizan análisis que deben ser mejorados
¿Se establece, registra y revisa con regularidad la metodología para determinar y actualizar los IDEn?	<b>3</b>			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
¿Los IDEn se revisan y comparan con la línea base energética de forma apropiada?	<b>3</b>			
<b>Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción.</b>				
¿Se han establecido, implementado y mantenido objetivos y metas de energía documentados en los niveles, funciones pertinentes, procesos o instalaciones de la organización?	<b>3</b>			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
¿Se establecen plazos para el logro de los objetivos y metas?	<b>3</b>			
¿Los objetivos y metas son coherentes con la política energética?	<b>3</b>			
¿Las metas son coherentes con los objetivos?	<b>3</b>			
¿Se tienen en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético para el establecimiento y revisión de los objetivos y metas?	<b>3</b>			
¿Se considera el estado financiero, operativo, condiciones comerciales, las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas para el establecimiento de objetivos y metas energéticas?	<b>3</b>			
¿Se establecen, implementan y mantienen planes de acción para el logro de los objetivos y metas?	<b>3</b>			
¿Estos planes de acción incluyen:				
•La designación de la responsabilidad				
•Los medios y plazos previstos para lograr las metas individuales				
•Una declaración del método por el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético				
• Una declaración del método para verificar los resultados?				
¿Los planes de acción son documentados y actualizados periódicamente?	<b>3</b>			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
<b>4.5. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN</b>	<b>2,48</b>			
<b>General</b>				
¿Se utilizan los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y las operaciones?	<b>3</b>			
<b>Competencia, formación y toma de conciencia</b>				
¿Se han identificado que personas (las cuales realicen tareas para la organización o en su nombre) están relacionadas con los usos significativos de la energía?	<b>3</b>			
¿Es este personal competente, tomando como base su educación,	<b>1</b>			

formación o experiencias adecuadas? ¿Se mantienen los registros asociados?				
¿Se han identificado las necesidades de formación relacionadas con el control de los usos significativos de energía y con la operación del SGEEn?	<b>2</b>			
¿Se ha impartido la formación o se ha emprendido las acciones necesarias para satisfacer las necesidades identificadas? ¿Se mantienen los registros asociados?	<b>2</b>			
¿La organización se ha asegurado de que las personas que trabajan para o en su nombre son conscientes de:	<b>3</b>			
•La importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGEEn.				
•Sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con los requisitos del SGEEn				
•Los beneficios de la mejora del desempeño energético				
•El impacto real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía de sus actividades				
•Cómo sus actividades y comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos y metas energéticas.				
•Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados?				
<b>Comunicación</b>				
¿La organización establece un mecanismo de comunicación interna con relación a su desempeño energético y el SGEEn?	<b>3</b>			
¿Se establece e implementa un proceso por el cual toda persona que trabaje para, o en nombre de la organización puede hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGEEn?	<b>2</b>			
¿La organización ha documentado su decisión de comunicar o no externamente la información acerca de la política, desempeño energético y del SGEEn?	<b>2</b>			
Si la decisión ha sido comunicarla, ¿Se han definido o implementado métodos para su realización?	<b>1</b>			
<b>Documentación</b>				
¿Se establece, implementa y mantiene la información en papel, en formato electrónico o en cualquier otro medio, para describir los elementos fundamentales del SGEEn y su interacción?	<b>2</b>			
La documentación del SGEEn incluye:	<b>3</b>			
• El alcance y los límites del SGEEn				
• La política energética				
• Los objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción				
•Los documentos, incluyendo los registros requeridos por la norma internacional				
•Otros documentos determinados				

por la organización como necesarios?				
<b>Control de documentos</b>				
¿Existen procedimientos para controlar los documentos del SGE n?	<b>3</b>			
Los documentos son/están:	<b>3</b>			
• Aprobados con relación a su adecuación antes de su emisión				
• Revisados y actualizados cuando es necesario				
• Identificados los cambios y el estado de revisión actual de los documentos				
• Disponibles en las versiones pertinentes en los puntos de uso.				
• Legibles y fácilmente identificables				
• Identificados cuando son de origen externo y cuando son necesarios para la planificación y operación del SGE n y se controla su distribución				
¿Se encuentran identificados los documentos obsoletos?	<b>3</b>			
<b>Control operacional</b>				
¿La organización ha identificado y planificado aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que están relacionadas con sus usos significativos de la energía y que son conscientes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción?	<b>2</b>			
¿La organización ha establecido y fijado criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía, donde su ausencia podría llevar a desviaciones significativas de la eficiencia energética?	<b>3</b>			
¿La operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos se realiza de acuerdo a los criterios operacionales?	<b>3</b>			
¿Se ha comunicado adecuadamente los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de la organización?	<b>3</b>			
<b>Diseño</b>				
¿La organización ha considerado las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, sistemas y procesos?	<b>2</b>			existe un trabajo que requiere ser mejorado
¿Se incorporan los resultados de la evaluación del desempeño energético en el diseño, especificaciones y actividades de adquisición de proyecto(s) relevante(s)?	<b>2</b>			
¿Se mantiene el registro de actividades de diseño o modificaciones de equipos, sistemas y procesos?	<b>2</b>			
<b>Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía.</b>				
¿Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en usos significativos de la energía se	<b>3</b>			

informa a los proveedores que las compras serán evaluadas sobre la base del desempeño energético?				
¿Se establecen e implementan criterios para evaluar el uso, consumo y eficiencia de la energía durante la vida útil, al comprar productos, equipos y servicios que usen energía, que se espera que tengan un impacto significativo en el desempeño energético de la organización?	3			
¿Se ha definido y documentado las especificaciones de compra de energía?	3			
<b>4.6. VERIFICACIÓN</b>	<b>2,77</b>			
Seguimiento, medición y análisis				
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los resultados de la revisión de energía?	3			Existe un trabajo que requiere ser mejorado
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los usos significativos de energía y otros elementos resultantes de la revisión energética?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran las variables relevantes relacionadas al uso significativo de la energía?	2			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los IDEn?	2			
¿Se monitorea, mide, analiza y registra la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y metas?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran la evaluación del consumo energético real versus el esperado?	3			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
¿La organización ha definido e implementado el plan de medición energético apropiado a su tamaño y complejidad?	3			Existe un trabajo que requiere ser mejorado.
¿Se define y revisa periódicamente las necesidades de medición?	3			
¿Los equipos de seguimiento y medición proporcionan la información exacta y repetible? ¿Existen registros de las calibraciones y de otras formas de establecer la exactitud y repetibilidad?	2			
¿Se ha investigado sobre las desviaciones significativas en el desempeño energético? ¿Se ha dado respuesta a estas desviaciones?	2			
<b>Evaluación de requisitos legales y otros requisitos</b>				
¿Se evalúa periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con su uso y consumo de energía?	3			
<b>Auditoría Interna del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn).</b>				
¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGEn:	3			
• Cumple con los planes de gestión de energía, incluidos los requisitos de la Norma ISO 50001.				
• Cumple con los objetivos y metas energéticas establecidas				

• Sea efectivamente implementado, mantenido y mejore el desempeño energético?				
¿Se establece un calendario y un plan de auditorías teniendo en cuenta el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de las auditorías previas?	<b>3</b>			
¿La selección de auditores y la realización de las auditorías aseguran la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?	<b>3</b>			
¿Se mantienen registros de los resultados de la auditoría y se le informa de estos a la alta dirección?	<b>3</b>			
<b>No Conformidad, Corrección, Acción Correctiva y Acción Preventiva.</b>				
¿Se identifican y revisan las no conformidades reales y potenciales?	<b>3</b>			
¿Se determinan las causas de las no conformidades reales y potenciales?	<b>3</b>			
¿Se establecen medidas para asegurar que las no conformidades no vuelvan a ocurrir o se repitan?	<b>3</b>			
¿Se determinan e implementan las acciones apropiadas?	<b>3</b>			
¿Se mantienen registros de acciones correctivas y preventivas?	<b>3</b>			
¿Las acciones correctivas y preventivas son apropiadas a la magnitud de los problemas reales o potenciales y a las consecuencias del desempeño energético?	<b>3</b>			
¿Se aseguran que cualquier cambio necesario sea incorporado al SGEN?	<b>3</b>			
<b>Control de Registros</b>				
¿Los registros son suficientes para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGEN de la norma internacional y los resultados del desempeño energético alcanzado?	<b>3</b>			
¿La organización ha definido e implementado controles para la identificación, recuperación y retención de los registros?	<b>3</b>			
¿Los registros son legibles, identificables y trazables a las actividades relevantes?	<b>3</b>			
<b>Revisión de la dirección</b>				
¿La alta dirección revisa a intervalos definidos el SGEN para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continua?	<b>3</b>			
¿Se mantienen registros de las revisiones por la dirección?	<b>3</b>			
¿En las revisiones por la dirección se han considerado como entradas:	<b>3</b>			
<b>Resultados de la revisión</b>				

¿Los resultados de las revisiones incluyen decisiones y acciones tomadas relacionadas con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cambios en la política energética</li> <li>• Los cambios en los IDEn</li> <li>• Los cambios en los objetivos, metas u otros elementos del SGEEn consistentes con el compromiso de la organización, con la mejora continua y la asignación de recursos.</li> </ul>	<b>3</b>			
<b>CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL DE LA EMPRESA</b>	$CPT = \frac{\sum_{4.1}^{4.6} Ev}{6}$		<b>% de avance</b>	$\% \text{ avances} = \frac{\sum N^{\circ} \text{Req. con 3}}{N^{\circ} \text{Req. total}} \times 100$

### Anexo 7: ENCUESTA A LA ALTA DIRECCIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA NC ISO 50001:2011”

Nº	Factor	Muy importante	Importante	Poco importante
1	Compromiso de la alta dirección	4	1	
2	Existencia de un sistema de gestión energética	5		
3	Política del organismo	4	1	
4	Existencia de una estrategia a largo plazo	1	4	
5	Alto impacto de los costos energéticos	4	1	
6	Sistema de incentivos al personal en función del desempeño energético		2	3
7	Clima de dirección participativa existente en la empresa		5	
8	Eficiencia energética integrada a los nuevos proyectos y compras	2	3	
9	Resultados positivos alcanzados con proyectos de eficiencia energética	4	1	
10	Marco legal y regulatorio vigente en el país	3	1	1
11	Concientización del personal de la empresa sobre el ahorro y uso racional de la energía		1	4
12	Liderazgo, competencia e influencia del energético		1	4
13	Objetivos energéticos integrados a procedimientos de operación y mantenimiento		1	4
14	Proyección ambiental de la empresa	4	1	

15	Experiencias positivas con otros sistemas de gestión		1	4
16	Acciones de la supervisión energética		5	
17	Experiencias en la planificación y control de la energía basadas en índices de consumo		5	
18	Exigencias del mercado	4	1	
19	Costo creciente de la electricidad	4	1	
20	Necesidad de cumplir los planes de energía asignados	4	1	
21	Capacitación recibida en eficiencia energética	1		4

### Anexo 8: Matriz de Gestión Energética Empresa Materiales de la Construcción-Cienfuegos.

MATRIZ DE GESTIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CIENFUEGOS

	Política Energética	Organización	Información y comunicación	Monitoreo y Control	Divulgación y capacitación	Inversiones
4	Se cuenta con una política y un sistema de gestión energética aprobados por el Consejo de Dirección (CD) que revisa sistemáticamente los resultados.	El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara delegación de responsabilidades en el control de uso de la energía.	Existen canales formales e informales de comunicación utilizados regularmente por el gerente de energía y los equipos de trabajo a todos los niveles.	Se cuenta con un sistema integrado que establece metas, monitorea índices energéticos efectivos en equipos claves e identifica las desviaciones, cuantifica los costos energéticos y los ahorros.	Divulgación efectiva del valor de la eficiencia energética y del comportamiento y resultados de la gestión energética dentro y fuera de la organización.	Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía, con evaluación detallada para argumentarlas.
3	Se cuenta con una política energética aprobada por el CD. No está implementado un sistema de gestión energética. El CD revisa sistemáticamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía y un comité de energía presidido por un miembro de la alta dirección.	El comité de energía se utiliza como canal principal, conjuntamente con el contacto directo con los responsables de los Puestos Claves (PC).	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican y reportan los ahorros de manera efectiva.	Programas de entrenamiento de personal encargado los PC.	Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras inversiones.
2	La política energética no está aprobada por el CD y ha sido establecida por el energético o sus superiores. El CD revisa esporádicamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía, pero no tiene jerarquía administrativa.	Se realizan contactos no vinculados con los responsables de los (PC) a través del encargado de energía.	Monitoreo y establecimiento de metas basadas en las mediciones generales y en la facturación.	Acciones aisladas de divulgación y capacitación.	Se realizan mayormente el criterio de la recuperación de la inversión a corto plazo.
1	Se cuenta con indicaciones generales sobre el uso de la energía y se evalúan indicadores generales de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía con dedicación exclusiva al tema.	Se realizan contactos informales entre responsable de energía y algunos PC.	Reporte de costos energéticos basado en la facturación.	Contactos informales para promover la eficiencia energética.	Solo se implementan medidas de bajo costo.
0	No existe una política energética ni se evalúan indicadores de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía.	No se realiza contacto con los PC.	No hay sistema alguno de monitoreo y control.	No se realiza ninguna promoción de la eficiencia energética.	No se tiene como premisa la inversión para incrementar la eficiencia energética.

Forma de la matriz	Resultado
 <p data-bbox="347 253 504 282">3 o más en todo</p>	<p data-bbox="804 226 1086 248">Buen nivel de gestión energética.</p>
 <p data-bbox="347 342 636 371">Puntuación media menor de 3</p>	<p data-bbox="804 315 1078 338">Bajo nivel de gestión energética.</p>
 <p data-bbox="347 432 496 461">Forma convexa</p>	<p data-bbox="804 405 1353 461">Compromiso de la alta dirección pero deficiente implementación de la política energética y su sistema de gestión.</p>
 <p data-bbox="347 521 491 551">Forma cóncava</p>	<p data-bbox="804 495 1353 551">Bajo compromiso de la dirección y acciones para la gestión energética a nivel operativo.</p>
 <p data-bbox="347 611 655 640">1 columna más baja que el resto</p>	<p data-bbox="804 584 1145 607">No integralidad de la gestión energética.</p>
 <p data-bbox="347 689 647 719">1 columna más alta que el resto</p>	<p data-bbox="804 663 1145 685">No integralidad de la gestión energética.</p>
 <p data-bbox="347 768 748 815">2 o más columnas por encima o por debajo de la media</p>	<p data-bbox="804 741 1145 763">No integralidad de la gestión energética.</p>