



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Departamento de Ingeniería Industrial

# Trabajo de Diploma

*“Mejora del desempeño energético en la brigada Movimiento de Tierra, perteneciente a la Empresa ECOA No. 37”.*

Autor: Yaima Díaz Queralta.

Tutores: MSc. Ing Jenny Correa Soto.

Ing. Leslier Cárdenas Bravo.

Cienfuegos  
2013





**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

*Hago constar que la presente investigación fue realizado por la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ingeniería Industrial, autorizando que la misma sea utilizado por los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.*

---

*Firma del Autor*

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

---

*Información Científico – Técnica*

*Nombre y Apellidos. Firma*

---

*Ing. Leslie Cárdenas Bravo*

*Tutor*

---

*Computación*

*Nombre y Apellidos. Firma*

---

*MSc. Ing Jenny Correa Soto*

*Tutor*



*Cienfuegos 28 de Mayo del 2013.*

*“Año 55 de la Revolución”.*

### **Aval de la Empresa a la investigación**

*La investigación titulada: —“Mejora del desempeño energético en la brigada Movimiento de Tierra, perteneciente a la Empresa ECOA No. 37”, de la estudiante Yaima Díaz Queralta, tutorada por la Msc. Ing Jenny Correa Soto y el Ing Leslie Cárdenas Bravo.*

*Se llevó a cabo durante los meses de Enero-Junio de 2013. Como resultado se espera obtener un ahorro significativo de los portadores energéticos, su implementación permite conocer aquellas áreas y equipos que incurren en un mayor gasto energético para los cuales se proponen oportunidades de mejora de acuerdo a la situación detectada. Se propone un conjunto de elementos que deben ser implementados, así como nuevos indicadores que permitan medir de manera eficiente la energía.*

*Con la investigación realizada se le ahorra a la entidad objeto de estudio por concepto de contratación de consultores 25 000.00 MN, según tarifas del Centro Internacional de Habana (CIH), a los que son adscritos los profesores de la Universidad de Cienfuegos.*

---

*Ing. Emilio Fredy Angles del Sol.  
Director General  
ECOA #37*



# *Dedicatoria*

---

*A* Mayi y Tati:

*Por ser las personas que más amo y quiero en el mundo, quienes han sido capaz de guiarme por el buen camino con todo su amor, que desde que nació estuvieron pendientes de todo lo que necesitaba, dándome su ejemplo y apoyándome en los momentos más difíciles que he pasado en la vida, los que sin escatimar ni un solo segundo se sacrificaban por cualquier motivo en lo que a mí respectaba. “Los quiero mucho”*

*A* Yen:

*por ser la mejor hermana del mundo, que ha sido para mí un ejemplo a seguir, que me ha acompañado en todo momento, quien me ha dado todo su amor y cariño para hacerme feliz.*

*A* Leslier:

*por guiarme desde el principio en mis estudios que con inmensa paciencia no reparaba en ayudarme siempre que lo necesite....*

*A* Mi Abu:

*por enseñarme siempre el camino correcto a seguir para obtener mis metas.*



# *Agradecimiento*

---

*A* mis Padres, por ser ambos la inspiración de este esfuerzo, por sus sacrificios sin condiciones, por su amor inagotable y porque este resultado es tanto mío como de ellos que tanto desean verme realizada y encaminada... al fin lo logramos.

*A* mi hermana Yenny, por la confianza que siempre deposito en mi, por ayudarme siempre que la necesite, por formar parte de mi vida y por tenerme siempre donde el cuerpo no tiene lugar: en su pensamiento y corazón.

*A* Leslier por ayudarme todos estos años, por demostrarme día a día todo tu amor, por estar a mi lado en todos los momentos que he requerido de su presencia, por regañarme cuando lo necesite y por esforzarse junto conmigo para llegar hasta aquí...te amo!

*A* mi familia: por sus consejos, preocupación, apoyo incondicional y por motivarme ha seguir adelante en mis estudios.

*A* mis compañeros de aula por todos los maravillosos momentos que compartimos durante los años de la carrera, Especialmente a Ana Beatriz, Anay, Dainerys Suárez, Dainerys Echavarría y Yamile que hicieron de mi vida universitaria una etapa inolvidable.

*A* mis tutores, Jenny Correa Soto y Leslier Cárdenas Bravo: por todo el conocimiento, el tiempo y el esfuerzo aportados, por ser maravillosamente exigente y perseverante y por su paciencia inagotable.

*A* todas las personas que han hecho posible esta investigación. Unos aportaron información, otros afectos y estímulo. Unos dieron mucho, para eso son amigos, otros dieron poco, era lo que podían y tenían. Otros tantos dieron mucho y desinteresadamente, a todos les agradezco lo que pudieron dar y dieron.

Sencillamente, Gracias



# *Pensamiento*

---

*Lo que importa verdaderamente en la vida no son los objetivos que nos marcamos, sino los caminos que seguimos para lograrlo”*

*Peter Bamm. Kurt Emmerich*



# *Resumen*

---

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación titulado “Mejora del desempeño energético en la brigada Movimiento de Tierra, perteneciente a la Empresa ECOA No. 37” de Cienfuegos tiene como objetivo determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético de la brigada movimiento de tierra de la Empresa ECOA No. 37.

El trabajo se estructura en tres capítulos. En el primer capítulo se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Energía, el Sistema de Gestión en el transporte en conjunto con la eficiencia energética en el transporte automotor, y la economía de consumo e impacto ambiental de los gases de escape hacia la atmosfera. En el segundo capítulo se realiza la caracterización energética de la organización y muestra el procedimiento propuesto por (Correa Soto, Alpha Bah, 2013) a seguir para la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011. En el tercer capítulo se realiza una caracterización de la UEB Movimiento de tierra y se aplica el procedimiento propuesto la planificación de la energía, haciendo uso de herramientas y técnicas como: trabajo con expertos, trabajo de grupos, tormenta de ideas, el Diagrama de Pareto, Gráficos de Control, Diagramas de Dispersión, Gráficos de Tendencia, Análisis de capacidad del proceso, las 5Ws y las 2Hs, la herramienta UTI, la aplicación Excel sobre Windows, Microsoft Office Visio 2007 y el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.II



# *Summary*

---

**SUMMARY**

The present titled investigation entitled "An Improvement of the production of energy in the land Movement Brigade in ECOA No. 37" enterprise in Cienfuegos has the objective of determining the opportunities which this enterprise is offered of improve its production of energy.

This work is organized in three chapters. Chapter number I deals with the system of management of Energy, the System of management regarding the transportation in general dealing with energy efficiency in motor transportation, economy in consuming energy and environmental impact in expelling gases through out the atmosphere. Chapter II shows an the energy characterization of the organization and explain a proposal of a procedure proposed by (Correa Soto, Alpha Bah, 2013) to be followed by the author of this work for the energy plan according to the standard NC-ISO 50001:2011. In chapter III is done a characterization of the land Movement Brigade and at the same time is applied the procedure mentioned before to propose an energetic plan using the following tolls and techniques: Working with experts, groupwork, brainstorming, the Pareto Diagram, the Control Graphics, the Dispersion Diagram, the tendencies Graph, Analysis of the process capacity, the questionnaire 5Ws and 2H, the application of Excel a uppon Windows, Microsoft Office Visio 2007 and the STATGRAPHICS Centurion XV.II software.



# *Índice*

---

**Índice**

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCION.....   | 9  |
| Capítulo 1: “Gestión energética en el transporte automotor.” .....  | 13 |
| 1.1.    Introducción.....   | 13 |
| 1.2.    Gestión de Energía.....   | 13 |
| 1.2.1.    Errores y barreras en la gestión energética. ....   | 14 |
| 1.2.2.    Normas internacionales relacionadas con los Sistemas de Gestión. ....   | 15 |
| 1.3.    Gestión Logística.....  | 20 |
| 1.3.1.    Gestión de transporte. ....   | 22 |
| 1.4.    Eficiencia energética en el Transporte automotor. ....  | 23 |
| 1.5.    Cualidades de la explotación del transporte.....  | 25 |
| 1.6.    Economía de consumo en el consumo automotor. ....   | 26 |
| 1.7.    Economía de consumo e impacto ambiental de los gases de escape.....   | 30 |
| 1.7.1.    Gases de escape de los motores de gasolina.....   | 31 |
| 1.7.2.    Gases de escape de los motores diesel. ....   | 37 |
| 1.8.    Conclusiones parciales.....   | 38 |
| Capítulo 2: Caracterización energética de la Empresa Constructora de Obras Arquitectura No. 37. ....                            | 40 |
| 2.1.    Introducción.....   | 40 |
| 2.2.    Caracterización general de la Empresa Constructora de Obras Arquitectura No. 37. (ECO A No. 37). ....                   | 40 |
| 2.3.    Caracterización Energética de la Empresa ECOA # 37 de Cienfuegos.....   | 46 |
| 2.3.1.    Estructura de consumo de Portadores Energéticos. ....   | 48 |
| 2.4.    Procedimiento para la planificación energética. ....  | 51 |
| 2.4.1.    Etapas del procedimiento de planificación energética.....   | 52 |
| 2.5.    Conclusiones Parciales.....   | 62 |
| Capítulo 3: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la brigada Movimiento de tierra, ECOA No. 37 ..... | 63 |
| 3.1.    Introducción.....   | 63 |
| 3.2.    Caracterización de la Brigada Movimiento de tierra (BMT), ECOA No. 37.....  | 63 |
| 3.2.1.    Descripción de los procesos, actividades y operaciones que se desarrollan en las instalaciones.....                   | 64 |
| 3.3.    Caracterización energética de la BTM, ECOA No. 37.....  | 64 |
| 3.3.1    Revisión de las principales materias primas y recursos naturales. ....   | 64 |
| 3.3.2.    Electricidad .....  | 65 |
| 3.3.3.    Combustibles y Lubricantes. ....  | 67 |
| 3.3.4.    Materiales e insumos con incidencia ambiental.....  | 69 |
| 3.4.    Revisión de la política energética. ....  | 71 |
| 3.5.    Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la BTM.....  | 72 |
| 3.5.1.    Etapa I: Revisión del Proceso Planeación Energética.....  | 72 |

---

|  |     |
|--|-----|
| 3.5.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos. ....          | 74  |
| 3.5.3. Etapa III: Revisión energética. ....  | 75  |
| 3.5.4. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética. ....              | 82  |
| 3.5.4.1. Analizar el uso y consumo de energía en los Bulldozer SD-32 de la organización. | 85  |
| 3.5.5. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética. ....              | 91  |
| 3.5.6. Etapa V: Planes de acción y control de la planificación energética. ....          | 94  |
| 3.6. Conclusiones parciales. ....  | 95  |
| Conclusiones Generales. ....   | 97  |
| Recomendaciones. ....  | 98  |
| Bibliográfica. ....  | 99  |
| Anexo ....   | 101 |



# *Introducción*

---

## INTRODUCCION

La gestión energética, se ha convertido en una parte cada vez más importante de la gestión empresarial, que comprende las actividades necesarias para satisfacer eficientemente la demanda energética, con el menor gasto y la mínima contaminación ambiental posible.(Sánchez Rodríguez, 2012)

Cuba no está ajena a esta panorámica mundial y por eso se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética en el ámbito productivo y social, realizando esfuerzos en algunas entidades que optan por la categoría de empresas eficientes, de acuerdo a los requisitos que se establecen para ello. En los últimos años las diferentes empresas cubanas han estado enfrascadas en tomar una serie de medidas con el objetivo de aumentar el ahorro de recursos energéticos, sin embargo, se ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente; así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en ellas de las capacidades técnico -organizativas para administrar eficientemente la energía.(Berroa Borrell, 2007)

El logro de resultados satisfactorios en programas priorizados en Cuba como el de la Revolución Energética, en un contexto económico complejo, enfrentando enormes retos para mejorar continuamente los niveles de vida de la población, optimizando el uso de los recursos, prestar especial atención a la elevación de la eficiencia energética, es trascendental en estos momentos, cuando la tendencia al encarecimiento de la energía y al agotamiento de los recursos hídricos obliga a utilizarlos cada vez de manera más racional y eficiente.(Quintero Valdes, 2007)

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. (Correa Soto, 2011)

El sector de la construcción es clave en el consumo de energía estimándose que los edificios representan alrededor del 40% del consumo de energía, y el ahorro potencial de energía que se puede desarrollar en los mismos supera el 20%. También el sector del transporte es uno de los mayores consumidores de portadores energéticos en muchos países, por lo que son unos de los principales responsables del consumo del petróleo, de la contaminación y del aumento de

CO<sub>2</sub> en la atmósfera, lo cual hace que sea uno de los sectores más significativos en cuanto a política energética. (Sandor Prado, 2009)

En el transporte es muy importante el ahorro de combustible mediante el aumento de la eficiencia de consumo de los vehículos y una adecuada gestión del combustible, mediante rutas más cortas, adecuado mantenimiento que garanticen un buen estado técnico, reorganización de la transportación, control de tiempo de trabajo y cálculo de índices de consumo, etc. además de ser un importante consumidor, también es responsable de la emisión de gases contaminantes en este proceso de combustión.

Cuba como miembro de la Alianza Bolivariana para las Américas (ALBA), ha integrado una serie de inversiones las cuales parten de proyectos de la construcción, destacando entre los proyectos más importantes los que se desarrollan en la zona franca del Mariel de la provincia de Artemisa y en la Expansión de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” de la provincia de Cienfuegos, las cuales representan el desarrollo industrial del país.

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No.37 (ECO A No.37) tiene contratos de proyectos de Construcción en las obras de desarrollo del puerto del Mariel y en las obras de expansión de la Refinería de petróleo, donde se encuentra la UEB Movimiento de Tierra, de dicha empresa. Proceso que se encuentra certificado a través de la NC-ISO 9001/2008

El proyecto de Construcción Mariel comenzó en Noviembre del 2011 con un parque de 113 equipos automotores directos a la obra. Actualmente se encuentran 146 equipos, lo que ha llevado a que la obra se encuentre a un 70 % de ejecución. Esto ha generado un gran consumo de los portadores energéticos, siendo estos: Energía Eléctrica, Diesel, Gasolina, Aceites Lubricante, Grasas Lubricantes, donde se puede evidenciar que el portador del diesel es el de mayor consumo y que representa el mayor gasto económico, siendo estos en el período noviembre del 2011 a noviembre del 2012, de 2 994 320.00 litros de diesel, representando un gasto para la organización de \$2 964 376.80.

Sin embargo pese a los gastos del consumo del diesel no se ha realizado ningún estudio donde se puedan determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético y el impacto negativo que tiene el consumo de este portador en el medio ambiente, producto de la combustión de los combustibles, emitiéndose gases tóxicos a la atmósfera, como: monóxido de

carbono (CO) con 17.722 Toneladas, monóxido de azufre (SO<sub>2</sub>) con 224.71 Toneladas y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) con 13931.29 Toneladas.

Esta investigación contribuye a la actualización del modelo económico cubano planteado en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, dando cumplimiento a las siguientes políticas:

- Modelo de Gestión Económica (4, 10, 12)
- Política Macroeconómica (41, 42)
- Política Inversionista (116, 117, 122, 123, 124, 125, 125)
- Política de Ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente (129, 138, 139)
- Política Social (169)
- Política Energética (252, 253)
- Política para las construcciones, viviendas y recursos hidráulicos (287, 288, 291)

Todo lo anterior constituye la situación problemática de la presente investigación.

Por lo que se define el siguiente **Problema de investigación**.

¿Cómo determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético de la brigada movimiento de tierra de la Empresa ECOA no. 37?

#### **Objetivo general.**

Determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético de la brigada movimiento de tierra de la Empresa ECOA no. 37

De ahí se establecen los **Objetivos específicos**.

1. Caracterizar la situación energética de la ECOA No. 37.
2. Aplicar el procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011, al proceso Movimiento de tierra, en el proyecto de construcción Mariel.
3. Determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético de la brigada movimiento de tierra de la Empresa ECOA no. 37

De lo anterior se genera la **Hipótesis de la investigación**:

La aplicación del procedimiento para la planificación energética, permitirá determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético en la brigada Movimiento de Tierra de la Empresa ECOA no. 37.

#### **Definición de variables.**

Variable independiente: Procedimiento para la planificación energética

Variable dependiente: Oportunidades de mejora.

**Definición conceptual:**

Procedimiento para la planificación energética: Forma especificada para llevar a cabo el proceso de planificación energética, a través de las etapas de revisión del proceso de planeación energética, establecimiento de requisitos legales y otros requisitos, revisión energética, resultados del proceso de planeación energética y planes de acción y de control de la planificación energética, en función con la NC-ISO 50001:2011.

Oportunidades de mejora: Acciones en función de mejorar el desempeño energético de la Brigada Movimiento de Tierra, a través de resultado medibles con la eficiencia energética, entendiéndose esta última como la el índice de consumo para los equipos de transporte (litros / kilómetros) y de consumo para los equipos de construcción (horas/ litros), teniendo en cuenta el desempeño personal involucrado (operarios de los equipos).

**Justificación de la investigación.**

La entidad cuenta con un parque automotor destinado al cumplimiento de su objeto social, en el desarrollo de proyectos de construcción, como son los proyectos de la Zona Franca del Puerto del Mariel y de la Expansión de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”, dentro de las tareas importantes se hace necesario la determinación de oportunidades para el ahorro de portadores energéticos, y la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmosfera. La gestión de la energía en la actualidad es un tema de importancia y actualidad internacional. Así como hace referencia la *International Standart Organization* (ISO) de junio del 2011, en la norma internacional ISO 50001:2011. “Gestión de la Energía” (esta norma es adoptada por Cuba en enero 2012), además de los temas de importante relevancia, considerados por el CITMA en la reducción de contaminantes y la eficiencia energética.

Estos temas hacen referencia a la gestión para el cumplimiento de los lineamientos para la actualización del modelo económico, aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.

**Tipos de investigación:** Descriptiva.

**Estructura de la Investigación.**

La investigación se encuentra estructurada de la siguiente forma: resumen, Introducción, Capítulo 1, Capítulo 2, Capítulo 3, Conclusiones Generales, Recomendaciones y anexos.

Capítulo 1: Se realiza una revisión bibliográfica, donde se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Energía, Sistema de Gestión Logística, Gestión del Transporte y con ello la planificación energética.

Capítulo 2: Se realiza la caracterización de la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No. 37 tanto de manera general como energéticamente y se propone el procedimiento para la planificación energética diseñado por (Correa soto Jenny, 2013)

Capítulo 3: Se realiza la caracterización de la brigada movimiento de tierra y la aplicación del procedimiento en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011.

Finalmente se expresan las principales conclusiones y recomendaciones que permiten sintetizar los resultados, así como la bibliografía utilizada y los anexos correspondientes.



# *Capítulo 1*

---

**Capítulo 1: “Gestión energética en el transporte automotor.”**

**1.1. Introducción**

En este capítulo se pretenden mostrar algunos temas que son centrales para conocer el Sistema de Gestión de Eficiencia Energética. Es por ello que se hace referencia a los principales hallazgos encontrados durante el análisis bibliográfico, los cuales permiten la incorporación de los elementos teóricos necesarios para la fundamentación de este estudio. El procedimiento de trabajo a seguir para la realización de dicho estudio se muestra en la figura 1.1.

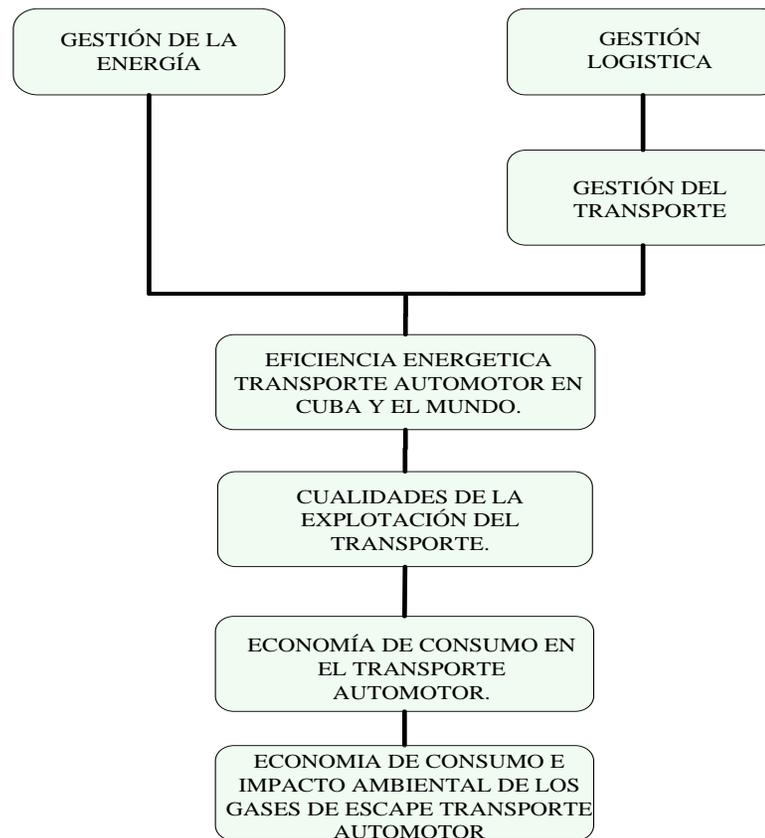


Figura 1.1 Hilo conductor. Fuente: Elaboración Propia.

**1.2. Gestión de Energía**

La Gestión Energética se considera como un conjunto de acciones técnicas, tecnológicas, de control, de superación y administrativas, organizadas y estructuradas para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conservación y utilización de la energía, o lo que es lo mismo, para lograr la utilización racional de la energía de manera que permita reducir su consumo sin el perjuicio de la productividad y la calidad de la producción o servicio prestado. (MARRERO, 2005)

El concepto de gestión energética se puede agrupar en dos visiones desde el punto de vista macro. La primera supone que es el mercado el instrumento mediante el cual se logra la gestión óptima y la segunda supone que es el estado como ente planificador que garantiza la optimización de los recursos energéticos.

Desde el punto de vista micro (empresa) la gestión energética se traduce en un programa de optimización de energía, con el cual se definen estrategias y se toman acciones para disminuir los consumos de energía, sin sacrificar calidad, buscando los niveles de máxima productividad.

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial, lo cual comprende:

- Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o servicios.
- Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables.
- Lograr ahorros con inversiones rentables.
- Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la empresa.
- Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos energéticos.
- Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.
- Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa.

Al crecer los costes de la energía y su consumo, se hace necesario un Sistema de Gestión Energética (SGE) con la finalidad de poder conocer los consumos y usos de las distintas fuentes energéticas, no sólo al nivel de valores globales, sino de modo particularizado aplicado a los distintos procesos y consumos internos. Este conocimiento permite predecir los incrementos de energía usada que se producirán al aumentar la actividad, o es posible fijar las medidas de contención del coste a través de un programa inteligente de ahorro.

El sistema de gestión energética el cual se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación (Ver **Anexo 1**).

### **1.2.1. Errores y barreras en la gestión energética.**

Los principales errores y barreras que se comenten en la gestión energética generan importantes incrementos en los consumos y costos energéticos en una empresa de estos se puede nombrar los siguientes:

**Errores más frecuentes que se cometen en la gestión energética**

- Se enfrentan los efectos y no las causas de los problemas.
- Los esfuerzos de mejora son aislados y sin lograr una mejora integral de todo el sistema energético.
- A veces, no se incide en puntos vitales.
- No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- Se consideran las soluciones tomadas como definitivas cuando el propio proceso en sí lleva implícito el concepto de continuidad.
- Se conforman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

**Barreras que se oponen al éxito de la gestión energética**

- Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa se excusan por estar sobrecargadas.
- Los gerentes departamentales no ofrecen suficiente tiempo a sus subordinados para esta tarea.
- El líder del programa no tiene tiempo ni logra apoyo o tiene otras prioridades.
- La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo ni ofrece refuerzos positivos.
- La dirección no es paciente y juzga el trabajo sólo por los resultados inmediatos.
- No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario o interdepartamental.
- Falta comunicación con los niveles de toma de decisiones.
- La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.
- El equipo de trabajo se aparta de la metodología y el enfoque sistemático.
- Los líderes del equipo de trabajo son gerentes e inhiben la actuación del resto de los miembros.

**1.2.2. Normas internacionales relacionadas con los Sistemas de Gestión.****1.2.2.1 ISO 9001: 2008 “Gestión de Calidad.”**

Según la norma ISO 9000-2005 para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados. A menudo la salida de un proceso forma directamente la entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como “enfoque de procesos”.

Esta norma internacional pretende fomentar la adopción del enfoque a procesos para gestionar una organización. Para esto se propone evaluar los procesos presentes en la organización y lograr la representación de los mismos. La figura 1.3 ilustra el concepto y los vínculos entre procesos presentados en la ISO 9001-2008. El modelo reconoce que los clientes desempeñan un papel significativo para definir los requisitos como entradas. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente del grado en que la organización ha cumplido sus requisitos.

De manera adicional la norma ISO 9000: 2005 propone aplicar a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar – Hacer – Verificar – Actuar" que fue desarrollada inicialmente en la década de los 20 por Walter Shewhart, y fue popularizada luego por W. Edwards Deming. Por esa razón, es frecuentemente conocido como (PDCA, ciclo Deming). El ciclo PDCA puede describirse brevemente como:

**Planificar:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

**Hacer:** Implementar los procesos.

**Verificar:** realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar sobre los resultados.

**Actuar:** tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Las normas ISO 9001 e ISO 9004 forman un par coherente de normas sobre la gestión de la calidad. La norma ISO 9001 está orientada al aseguramiento de la calidad del producto y a aumentar la satisfacción del cliente, mientras que la norma ISO 9004 tiene una perspectiva más amplia sobre la gestión de la calidad brindando y orientaciones sobre la mejora del desempeño.

El estándar internacional de ISO 9001:2000 exige realizar el principio de “enfoque de procesos” que incluye el estudio de la organización como el sistema de procesos, descripción de procesos como por separado, tanto en su interacción, comprobación de sistema de proceso con el fin de asegurar la gestión de proceso eficaz.

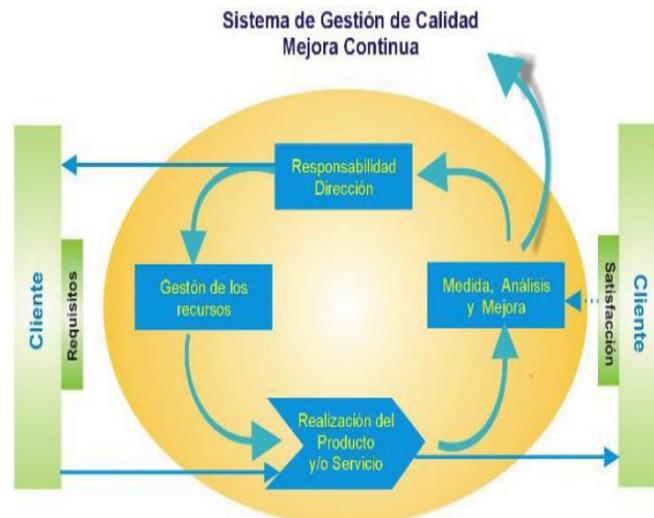


Figura 1.2: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos. Fuente: la Norma ISO 9001:2008.

### 1.2.2.2 ISO 14001: 2004 “Gestión Medio ambiente.”

Según la NC ISO 14001: 2004, se le denomina medio ambiente al entorno en el cual opera una organización, incluyendo el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y su interrelación. (Ramírez, 2004)

La norma ISO 14001 se ha diseñado con el fin de ayudar a las organizaciones en el manejo de sus impactos ambientales. Desde la fecha de su publicación, más de 20 mil empresas en el mundo se han certificado por la norma ISO 14001 referida a sistemas de gestión ambiental (SGA) y se estima que el número de organizaciones que ha implementado la norma, sin haberse certificado, es diez veces mayor. Teniendo en cuenta estos datos, puede decirse que la norma ISO 14001 es, posiblemente, la herramienta más influyente desarrollada hasta el momento para mejorar el desempeño ambiental de las organizaciones.

Beneficios que la Empresa obtendría con la certificación ISO 14000: (Romero Luis, Mayo, 2006)

- Organizar un sistema de gerenciamiento ambiental y / u optimizarlo.
- Organizar un sistema de auditoría ambiental interna estandarizado y reconocido.
- Desarrollar un método para demostrar que se cumple con el sistema de gerenciamiento ambiental sea para un tercero (el propio estado por ejemplo) o un cliente.
- Permitiría declarar públicamente que la Empresa cumple con toda la legislación ambiental y obtener como uno de los beneficios la revalorización "verde" o "ecológica" de los productos y/o marcas.

- Ayudará a cumplir con la legislación ambiental, disminuyendo la exposición de la Empresa a conflictos como litigios ambientales ya sea penales como civiles.

La ISO 14001 trata a la energía como parte del uso de los recursos naturales y el impacto ambiental, entre los requisitos para gestionar el impacto ambiental. Ambas normas tienen un resultado similar: reducir el impacto ambiental, aun así tienen objetivos, rutas, requisitos y beneficios diferentes.

### **1.2.2.3 ISO 50001: 2011 “Gestión Energética.”**

Los Sistemas de Gestión proporcionan mejora continua en las áreas de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad. Ahora este concepto ha sido aplicado para mejorar el uso de la energía.

ISO 50001 es una nueva norma para Gestionar la Energía con requisitos para:

- Establecer una política de energía con objetivos concretos para mejorar la eficiencia de energía.
- Definir una base de usos de energía, identificando áreas críticas y entendiendo los elementos que influyen sobre el uso de energía.
- Mantener un pronóstico periódico del uso de energía, permitiendo visibilidad para planear inversiones y mejoras.
- Considerar el consumo de energía en el proceso de decisión para el diseño y procura de todos los equipos, materias primas o servicios.

Para la ISO, la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos del desarrollo y la promoción que ofrecen las Normas Internacionales. La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases invernadero en todo el mundo.

La ISO 50001 puede ser fácilmente integrada en Sistemas de Gestión de la Calidad, Seguridad y/o Medio Ambiente existentes, para todo tipo y tamaños de organizaciones independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales, con el propósito de monitorear y mejorar su eficiencia energética, uso, consumo e intensidad. Varios sistemas de gestión pueden ser auditados durante la misma auditoría, optimizando costos. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, y sobre todo de la alta dirección. (Correa Soto, 2011)

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un Sistema de Gestión Energético (SGE), para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas, y

planes de acción, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información pertinente al uso significativo de energía. Un sistema de gestión energético permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las acciones que sean necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La aplicación de esta Norma Internacional puede ser adaptada para alzar los requisitos de la organización - incluyendo la complejidad del sistema, grado de la documentación, y recursos - y aplica a las actividades bajo control de la organización. Esta Norma Internacional está basada en el marco del mejoramiento continuo Planear- Hacer- Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias. Las bases de este enfoque se muestran en la Figura 1.3

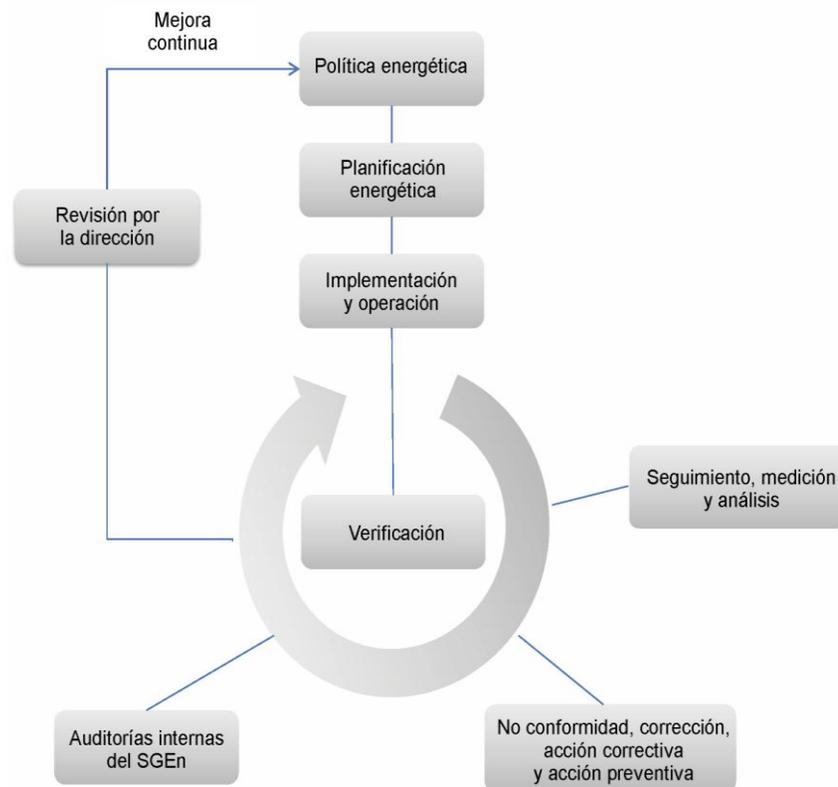


Figura 1.3: Modelo de Sistema de gestión de la energía ISO 50001: 2011. Fuente: ISO 5001:2011

La aplicación global de esta Norma Internacional aporta a lograr un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, a incrementar la competitividad y a reducir el impacto ambiental asociado al uso de la energía. Esta Norma Internacional considera todos los tipos de energía (energía renovable, no renovable y recuperada).

La ISO 50001 está enfocada más en la optimización del consumo conduciendo a ahorros financieros, una organización puede estar certificada en ISO 50001 sin tener un Sistema de

Gestión conforme a ISO 14001. Se encuentra estrechamente alineada con las normas ISO 9001 (gestión de calidad) y con ISO 14001 (gestión medioambiental). Estas tres normas son ampliamente implementadas entre las organizaciones, y la integración de un sistema de gestión energética dentro estos sistemas ya existentes, debe ser relativamente sencilla, (Ver **Anexo 2**).  
Relación entre NC 50001: 2011 con NC 14001: 2005 y NC 9001: 2008.

### **1.3. Gestión Logística**

La logística como término semántico y como actividad, se remonta a la época antigua de la civilización occidental y se desarrolló en el campo militar estando relacionada con la adquisición, conservación y suministro de los recursos necesarios para efectuar acciones militares. Los romanos tenían siempre un logístico en sus ejércitos, como administrador de sus recursos materiales.

El desarrollo fundamental de esta rama comienza a partir de la II Guerra Mundial, después de ella se reconoció que las habilidades logísticas podían ser utilizadas en la industria. Antes de esa época las empresas industriales tenían gerentes de tráfico, de compras, de producción y de ventas, quienes rara vez se comunicaban entre sí.

Hoy en la actualidad el tema de la logística dentro de las empresas la ha colocado en un nivel que hace visible su importante función y ha hecho que los altos niveles ejecutivos reconozcan su importancia estratégica. En efecto, el hecho es que la logística está siendo utilizada cada vez con más frecuencia como un medio para desarrollar ventajas competitivas, ya sea como una ayuda para bajar los costos unitarios o como un medio adicional para obtener diferencias en los mercados.

La logística ha sido definida por muchos autores como filosofía de gestión por su tendencia hacia la unificación de funciones en la organización y la búsqueda de estructuras planas con enfoque de procesos encaminado a disminuir costos, por su orientación hacia el cliente final y el desarrollo de sistemas informáticos de comunicaciones que mejoren la velocidad en la toma de decisiones; tiene su surgimiento en el campo militar y se extiende hasta el empresarial. Siendo la definición más completa, además de corresponderse totalmente con las condiciones actuales, y se define como sigue:

“...La acción del colectivo laboral dirigido a garantizar las actividades de diseño de los flujos material, informativo y financiero, desde sus fuentes de origen hasta sus destinos finales, que

deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente en la cantidad, calidad plazos y lugar demandados con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente”. (Acevedo Suárez, 2007)

El concepto moderno de logística la describe como la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujo material, informativo y financiero, desde sus fuentes de origen hasta sus destinos finales, que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos, costos, lugar y con la información demandados, con elevada competitividad y garantizando la preservación del medioambiente. (Acevedo Suárez, 2007)

Con el conjunto de definiciones anteriormente dadas se puede concluir que la logística es la acción de las empresas dirigida a garantizar las actividades de dirección y diseño de los flujos materiales, informativo y financiero desde el origen hasta el destino final, con el objetivo de proveer productos y servicios a los clientes en la cantidad, calidad y plazos demandados, con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.

La gestión del sistema logístico ó gestión logística consiste en la creación y operación de sistemas de flujos eficientes para manipular materiales e información, es la herramienta de la tecnología y la economía de la circulación de los materiales y la información en la cadena total de suministro, abarca todas las actividades relacionadas con el traslado - almacenamiento de productos que tiene lugar entre los puntos de adquisición y los puntos de consumo.

La función del sistema logístico en estas nuevas condiciones es el establecimiento de políticas, procedimientos y planes que permitan:

1. La planificación de los recursos que deben almacenarse y por tanto adquirirse (Planificación de las compras) para cumplir los programas de producción, servicios, distribución o ventas.
2. La selección de los proveedores y la definición de las relaciones a establecerse con ellos.
3. La adquisición de dichos materiales (Compras) en las mejores condiciones económicas, de entrega y calidad.
4. El almacenamiento de los productos, proceso que va desde la recepción para garantizar que cumplan con la calidad y cantidad contratada, así como la custodia en las mejores condiciones técnicas y económicas que permitan su rápido suministro a los clientes

internos y externos y su mejor distribución en consonancia con las necesidades de la organización.

5. El control de los inventarios tanto en el almacén como en tránsito, base de la planificación futura de los materiales y de la contabilidad de los inventarios y sus movimientos.
6. La distribución y comercialización tanto de los productos que llegan del proveedor a la organización como de ésta a los clientes externos.

El sistema logístico está formado por los proveedores, la organización, los clientes y los canales de distribución que permiten que los productos se muevan desde los proveedores hasta los clientes.

En este sistema están presentes tres flujos, el informativo que va primero del cliente al proveedor y luego regresa al cliente, el material que va del proveedor al cliente y el financiero que va del cliente al proveedor.

La gestión logística es uno de los problemas centrales que enfrentan las organizaciones en la actualidad. Su importancia radica no sólo en las repercusiones que tiene en los aspectos económicos o financieros de la empresa, sino en que es un medio o servicio clave para las actividades fundamentales de la organización (producción, servicios, ventas, distribución). Su correcto funcionamiento se hace imprescindible para cumplir con los objetivos y misiones trazadas.

### **1.3.1. Gestión de transporte**

La elección del tipo de transporte con que va a operar la empresa es una decisión que influye directamente en el precio de los productos, los precios de entrega y la puntualidad, así como el estado de las mercancías cuando viene al cliente.

El transporte tiene como función transportar aquellos productos comprados por una empresa y realizar los transportes internos y externos de los productos comercializados. (Fernandez, 1997)

La planificación del transporte se realiza a través de las siguientes tareas:

- Seleccionar el tipo de transporte.
- Buscar y negociar las mejores ofertas.
- Trazar las rutas.
- Ordenar y dirigir las expediciones.
- Negociar las reclamaciones por pérdidas o daños.

- Comprobar la factura de los transportes.

Para lograr sistemas de transportes eficientes es preciso conseguir que:

- Exista un equilibrio entre la rapidez y el costo de transporte.
- Reducir al mínimo de los costos indirectos: empaquetado, embalaje, carga y descarga.
- La gestión de existencias debe condicionar el tipo de transporte a elegir.

Los sistemas de transporte se clasifican principalmente en dos grandes grupos: convencional y no convencional. Los primeros incluyen el transporte terrestre (automotor y ferroviario), marítimo, tuberías y aéreo, los segundos las aceras móviles, cabinas guiadas y mono carriles.

Es importante considerar la forma de transporte más provechosa. Cada día son más utilizados los sistemas de transporte combinado o multimodal, estas decisiones y sus implicaciones sobre otros elementos de la distribución tales como el almacenamiento y el volumen de existencias deben considerarse.

Actualmente el modo más utilizado es el automotor. Dentro de las principales ventajas del transporte automotor se encuentran su alta maniobrabilidad, ofrece la posibilidad del servicio puerta - puerta, presenta gran flexibilidad operativa, sus costos son relativamente bajos en las transportaciones a cortas distancias y también fungen como complemento de los demás medios de transporte. Sus limitaciones principales radican en que durante el desarrollo de sus actividades expulsa a la atmósfera grandes cantidades de gases, presenta limitada capacidad de transporte, sus costos de reparación y mantenimiento son altos.

Durante la planificación de esta actividad la empresa debe haber hecho un análisis de la demanda de transportación, a partir de la cual sabrá si está o no en condiciones de satisfacerla de acuerdo a sus capacidades de medios de transporte.

La gestión del transporte muestra una tendencia a la subcontratación, donde juegan un papel importante los operadores logísticos, que no solo se encargan de la transportación sino que hoy también asumen otras tareas entorno a la logística en general. Otra tendencia de las organizaciones en la actualidad es la subcontratación de este servicio a empresas especializadas, con el objetivo de disminuir los costos de la empresa.

#### **1.4. Eficiencia energética en el Transporte automotor**

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida,

protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. (Borroto Nordelo Anibal E. , 2006)

El transporte es uno de los sectores de la economía que más contamina. Incurren en esta contaminación el tipo y calidad del combustible, edad, modelo y estado del motor, rigor y frecuencia del mantenimiento, entre otros.

En las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, al transporte le corresponde 13% de incidencia, superado por la generación de la energía eléctrica que tiene una participación de 26%.

Los contaminantes emitidos por las fuentes móviles tienen un doble efecto dañino, mientras algunos de los componentes gaseosos afectan a la salud humana (CO, NOx, HC), otros conllevan al incremento de los GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O). El transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de estos gases. En los países desarrollados estas emisiones representan entre 30 y 90% del total.

En los combustibles fósiles es inevitable la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Su reducción depende de la utilización de otros carburantes, de mejorar su eficacia o de reducir el volumen de circulación. En la actualidad hay en el mundo aproximadamente más de 500 millones de vehículos y se calcula que Europa occidental para el año 2020 duplicará su número.

Las emisiones de todos los sectores en los países industrializados disminuyeron en el período 1990 y 2005, excepto en el de energía que se incrementó 0,5% y dentro de ella resalta las derivadas del transporte que crecieron 18,1%.

En Cuba el transporte automotor es el de mayor incidencia en las emisiones totales por tipo de fuente móvil (Figura 1.4), e igual comportamiento se registra al analizar los valores de los gases directamente relacionados con el calentamiento global.

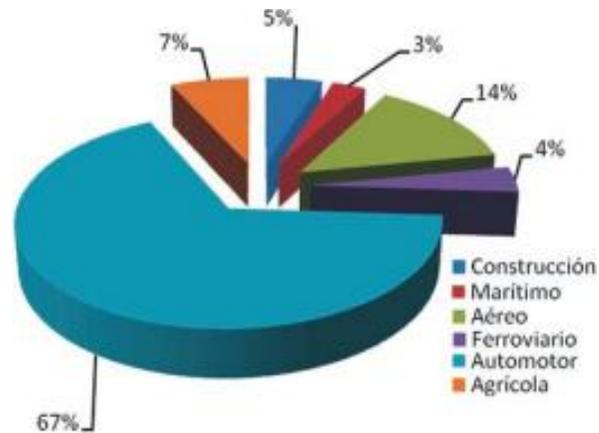


Figura 1.4: Composición de las emisiones procedentes de las fuentes móviles de Cuba. Fuente:(autores, 2010a).

### 1.5. Cualidades de la explotación del transporte

Las cualidades de explotación caracterizan las posibilidades de utilización efectiva del vehículo en determinadas condiciones y permiten valorar en qué medida sus características constructivas responden a sus condiciones de explotación. Conocerlas es necesario para la proyección de nuevos modelos y para la elección, evaluación y comparación de los diferentes tipos de vehículos en las condiciones de explotación a que serán destinados. De este modo podemos lograr aumentos de la productividad del vehículo y disminuir los costos de las transportaciones, aumentando la velocidad media de movimiento y disminuyendo el consumo de combustible.(Vega Fuentes José R. , 2007)

#### Entre las cualidades de explotación se relacionan:

Por dinámica: Se comprende la cualidad de la máquina automotriz de transportar cargas y pasajeros con las velocidades máximas posibles. Mientras mayor es la dinámica del vehículo, mayor será su productividad. La dinámica depende antes que todo de las cualidades tractivas y de frenaje de la máquina automotriz.

La economía de consumo: Es la utilización racional de la energía del combustible durante el movimiento del vehículo. Los gastos por concepto de consumo de combustible constituyen una parte significativa del costo de transportación, por ello mientras menor sea el consumo, menores serán los gastos de explotación.

La maniobrabilidad: Es el conjunto de cualidades que caracterizan la posibilidad del vehículo de variar su posición en áreas limitadas, en movimientos por trayectorias de pequeña curvatura con brusca variación de la dirección, incluyendo la marcha atrás.

La estabilidad: Es la cualidad que garantiza la conservación de la dirección del movimiento bajo la acción de fuerzas de resistencia, que pueden en determinadas circunstancias provocar el vuelco, el patinaje o el derrapaje del vehículo.

La capacidad de paso: Es su cualidad de moverse con seguridad por vías en malas condiciones y terrenos accidentados, y vencer los obstáculos naturales y artificiales.

La suavidad de marcha: Es la cualidad del vehículo de moverse en vías no niveladas, sin grandes sacudidas de la carrocería. De ella depende la velocidad de movimiento, el consumo de combustible, la conservación de la carga y el confort de la máquina automotriz.

La fiabilidad: Está vinculada a la probabilidad del trabajo sin fallos en el transcurso de un determinado período y sin empeoramiento de los principales indicadores de explotación.

La durabilidad: Es la cualidad del vehículo de mantener la capacidad de trabajo hasta el arribo al estado límite.

La mantenibilidad: Muestra la facilidad que el vehículo brinda para prevenir y descubrir las causas que originan sus fallos y deterioros, así como la eliminación de sus consecuencias, mediante la realización de mantenimientos y reparaciones.

Si bien desde el punto de vista de la facilidad de su estudio, estas cualidades se analizan independientemente, en realidad todas están vinculadas.

### 1.6. Economía de consumo en el consumo automotor

La economía de consumo es el conjunto de cualidades que definen el consumo de combustible durante el trabajo de las máquinas automotrices en las diferentes condiciones de explotación. Por economía de consumo del vehículo se entiende, la capacidad del mismo de cumplimentar el trabajo de transporte en las condiciones reglamentadas con las mínimas pérdidas posibles de combustible. (Vega Fuentes, 2001)

Como indicador fundamental del consumo de combustible, en la mayoría de las máquinas automotrices, se utiliza el consumo recorrido (Q), que se define como la cantidad de combustible consumido, en litros, por cada 100 km de recorrido. (Litvinov, 1989)

Para la determinación del consumo recorrido por vía experimental se emplea la expresión:

$$Q = \frac{100 \cdot q}{S} \quad (\text{L}/100\text{km}) \quad (2.26)$$

Dónde: q - es el consumo en litros durante un determinado recorrido S, en km.

A menudo para la valoración de la economía de consumo, en vehículos de carga, se utiliza también como indicador el consumo recorrido específico ( $Q_t$ ), que no es más que la cantidad de combustible consumido, en litros, en la unidad de trabajo de transportación (t-km ).

$$Q_t = \frac{q}{(M_c \cdot S_c)} \quad (\text{l/t-km}) \quad (2.27)$$

Para la determinación teórica, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Q = \frac{g_e \cdot N_{nec}}{36 \cdot \rho_c \cdot V \cdot M_c} = \frac{g_e \cdot P_{t nec}}{36000 \cdot \rho_c \cdot \eta_o} = \frac{g_e \cdot (P_c + P_a + P_i + P_{gan})}{36000 \cdot \rho_c \cdot \eta_o} \quad (2.28)$$

$$Q_t = \frac{g_e \cdot N_{e nec}}{3600 \cdot \rho_c \cdot V \cdot M_c} \quad (2.29)$$

Muchos parámetros constructivos del motor influyen en la economía de consumo del vehículo, pero en particular, su proceso de trabajo, del cual depende  $g_e$ , tiene una importancia significativa. El consumo del vehículo crece con el aumento de las resistencias al movimiento. De tal forma, su incremento o disminución, conduce a la variación de la  $N_{e nec}$  y de la  $V$ , y por tanto, incide en el aprovechamiento de la potencia disponible del motor y en su  $W$ , lo cual se refleja en  $g_e$  y complica la determinación del consumo de combustible. Para determinar el  $g_e$  en condiciones de explotación o sea a cargas parciales, es necesario contar con un gráfico experimental: la característica de carga del motor o la característica universal, pero estas son dependencias que el fabricante no suministra y que son engorrosas de obtener.

El cálculo teórico del combustible que se consume durante el trabajo de las máquinas automotrices, debido a las condiciones aleatorias de su movimiento, es imposible obtenerlo con elevada aproximación, y se obtiene considerando que las resistencias que actúan durante el movimiento y su  $V$ , son constantes. En el cálculo teórico del consumo, uno de los aspectos más conflictivos es la determinación de  $g_e$ , que como conocemos, depende no sólo de  $W$ , sino también del grado de carga del motor. Según el método teórico más ampliamente aceptado (Szczepaniak, 1974), (Vega Fuentes José R. , 2007),  $g_e$  se determina según:

$$g_e = g_{eN} \cdot K_A \cdot K_n \quad (2.30)$$

donde:  $g_{eN}$  - consumo específico de combustible para potencia máxima del motor (g/kW.h)  
 $K_n$ ,  $K_A$  - coeficientes que consideran la variación de  $g_e$  en función de  $W$  y del aprovechamiento de la potencia del motor.

$$K_A = 1.7977 \cdot A^3 + 1.8734 \cdot A^2 - 6.2614 \cdot A + 3.6189 \quad (2.31)$$

$$K_n = 0.2991 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N}\right)^3 + 0.03 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N}\right)^2 - 0.93 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N}\right) + 1.2025 \quad (2.32)$$

Siendo A. el coeficiente de aprovechamiento de la potencia, que se determina, para una marcha

determinada, como: 
$$A = \frac{N_{e\ nec}}{N_{e\ x}} = \frac{P_t \cdot V}{10^3 \cdot \eta_o \cdot N_{e\ x}}$$

donde: Nex - es la potencia, que en esa marcha y con esa velocidad de movimiento, puede entregar el motor según su característica exterior.

El consumo específico geN es una magnitud que puede aparecer en la documentación técnica,

de no ser así, se puede calcular mediante la expresión:  $g_{eN} = (1.05 - 1.15) \cdot g_{e\ min}$

A partir de Q se construyen las características consumo-velocidad para cada tipo de vía, representada por su coeficiente  $\psi$ , y a partir del conjunto de estas, se determinan los rangos de velocidad económica VD-VE (Figura. 1.5).

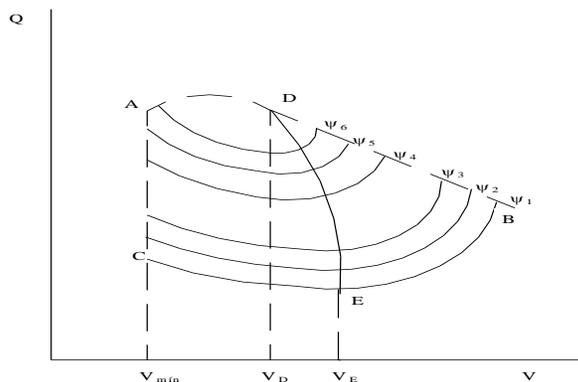


Figura 1.5: Rango de velocidades económicas en la característica economía-consumo.

Q es un indicador sencillo pero incompleto, puesto que no toma en cuenta la carga útil y el cumplimiento en tiempo del trabajo del transporte. Por su parte Qt, toma en cuenta la carga útil, pero no el cumplimiento en tiempo del trabajo del transporte. El Qmín en vehículos ligeros y pesados corresponde a velocidades económicas muy bajas, y por tanto, en tal régimen el rendimiento o productividad del vehículo es muy bajo. Por consiguiente, vamos a introducir un concepto que tome en cuenta la duración del proceso de transportación y que valore el uso efectivo del combustible: el consumo económico efectivo (Qef).

$$Q_{ef} = \frac{q}{M_c \cdot V_t} \quad (\text{l.h/t-km}), \text{ o también: } Q_{ef} = \frac{q \cdot 100}{V_t} \quad (\text{l.h/100 km}) \quad (2.33)$$

Dónde:  $V_t$  es la velocidad técnica media de movimiento: 
$$V_t = \frac{\sum S}{\sum t_{mov} + t_{paradas}} \quad (2.34)$$

Donde:  $\sum S$  - es la suma de los recorridos del vehículo, en km

$\sum t_{mov} + t_{paradas}$  - es la suma de los tiempos de movimiento y en paradas con el motor funcionando, en h

Con el crecimiento de la magnitud del consumo en litros de combustible ( $q$ ) la economía efectiva de consumo del vehículo empeora sensiblemente. Mientras mayor la carga útil del vehículo en el proceso de movimiento, mejor la utilización de la potencia del motor y menor el consumo de combustible en el proceso de transportación. Además, mientras mayor es el recorrido del vehículo en iguales condiciones viales, más efectivo es el consumo de combustible. Si no existiera carga útil ( $G_c = 0$ ), entonces no se produce trabajo útil de transporte y la economía efectiva de consumo es infinitamente mayor, pues el combustible se gasta solo en el desplazamiento del peso propio del vehículo.

El  $Q_{mín}$  para vehículos pesados corresponden a  $V = 25-30$  km/h, mientras en los ligeros oscila entre 30-35 km/h. Por su parte,  $Q_{ef}$  corresponde en el caso de vehículos pesados a velocidades de 60-65 km/h y en vehículos ligeros entre 80-85 km/h.

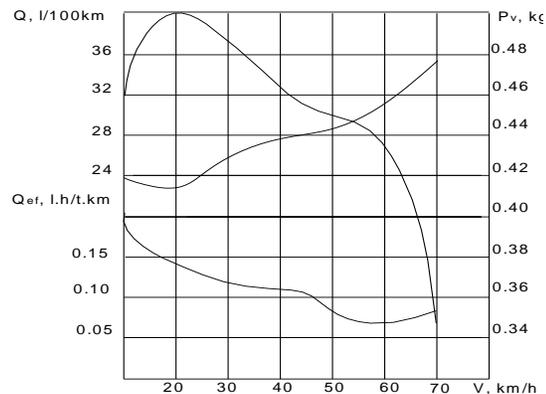


Figura 1.6: Característica economía consumo de un camión de gasolina ( $G_c = 10$  t)

Aún más integral es el indicador de utilización efectiva del combustible, o sea, el gasto de combustible en la unidad de trabajo de transportación. Se determina como la relación entre el consumo horario de combustible en l/h, entre el rendimiento horario del vehículo ( $Wh$ ) en t.km/h:

$$Q_{uef} = \frac{G_t}{W_h} \cdot 100 \quad (l/100t.km) \quad (2.35)$$

Este indicador es tan importante, que se norma en los camiones. Por ejemplo, para camiones de volteo de gasolina se encuentra alrededor de los 2 l/100.t.km y en los diesel de 1.3 t/100.t.km.

### 1.7. Economía de consumo e impacto ambiental de los gases de escape.

El impacto ambiental del Transporte automotor está estrechamente relacionado con la utilización creciente del mismo y se manifiesta a través de sus altos niveles de emisión de sustancias tóxicas y de los llamados "gases de invernadero", y de los niveles de ruido.

Las discusiones internacionales acerca de las causas e implicaciones para la humanidad del llamado "efecto invernadero", provocado por las crecientes emisiones a la atmósfera de gases tales como: CO<sub>2</sub>, metano, óxido nitroso y los cloro-fluorocarbonatos, reflejan la necesidad de un enfoque integral en el tratamiento de los problemas ambientales y del desarrollo, así como la necesidad de una acción concertada de la comunidad internacional para mitigar los efectos del calentamiento global. (Vega Fuentes José R. , 2007)

Entre las medidas que están siendo consideradas figuran una mayor economía de consumo, el uso de combustibles alternativos, sistemas ampliados de transporte masivo y una mejor planificación urbana.

En la Unión Europea, aunque los medios de locomoción son responsables únicamente de un 5 % de las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), son responsables del 25 % de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), del 87 % de las de monóxido de carbono (CO) y del 66 % de las de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). (Mitrovich, 2003)

En Ciudad México estudios realizados muestran los siguientes resultados: Las emisiones, provenientes de fuentes móviles, se corresponden con el 21% del SO<sub>2</sub>, el 98% del CO, el 80% de todos los NO<sub>x</sub> y el 40% de todos los hidrocarburos emitidos anualmente. Dentro de este sector la mayor contribución a la contaminación proviene de autos particulares, que constituyen el 72% de la flota vehicular. Los autos producen arriba del 40% de las emisiones por fuentes móviles de SO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos, mientras que su contribución estimada para los NO<sub>x</sub> fue de 29% durante 1998.

En Cuba en el año 2004 resultó 23,5% menor que en el año base 1990. Los mayores aportes, a estas emisiones, provienen del sector Energía (70,5% en el año 2004) seguido del sector Agricultura (18,9% en ese propio año). Los sectores Procesos Industriales y Desechos tienen un aporte menor y el sector Uso de Solventes, un aporte insignificante. Con relación a la contribución de los gases, corresponde al CO<sub>2</sub> el peso fundamental con aportes relativos que variaron entre 71,2% de las emisiones en 1990 y 66,6% de estas en el año 2004. El CH<sub>4</sub> sigue en importancia al CO<sub>2</sub> en estas emisiones y presenta un incremento del aporte relativo a las emisiones agregadas en el período (15,4% en 1990 y 24,6% en el año 2004). El N<sub>2</sub>O cerró el año 2004 con una contribución relativa a las emisiones del 8,8%, menor a la del año base 1990 (13,5%).(autores, 2010a)

Sin embargo, a pesar de las mejoras alcanzadas por la introducción de los catalizadores catalíticos, la reformulación de la gasolina, la mayor parte de la emisión de compuestos tóxicos a la atmósfera proviene de vehículos de gasolina. Además, actualmente la mitad de los vehículos son modelos anteriores a 1990 y las dos terceras partes de los vehículos no cuentan con las tecnologías básicas de control previamente mencionadas. Las siguientes figuras muestran el efecto de reducción logrado con las nuevas tecnologías en dos componentes fundamentales: los NO<sub>x</sub> y los hidrocarburos.

### 1.7.1. Gases de escape de los motores de gasolina.

En la tabla 1.1 se muestran los principales componentes de los gases de escape en los motores de combustión interna de gasolina y en la Figura 1.7 la influencia de las nuevas tecnologías en la reducción de las emisiones en este tipo de motores.

Tabla 1.1. Principales componentes en los gases de escape en los motores de gasolina.

Fuente:(Vega Fuentes José R. , 2007)

|                 | Carburación | Inyección sin catalizar | Inyección antes del catalizador | Inyección después del catalizador |
|-----------------|-------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| CO              | 1-2%        | 1 ± 0.5%                | 0.4-0.8%                        | <0.2%                             |
| CO <sub>2</sub> | > 11%       | > 12%                   | > 13%                           | > 13.5%                           |
| HC              | < 400ppm    | < 300 ppm               | < 250 ppm                       | < 100 ppm                         |
| O <sub>2</sub>  | < 3.5%      | < 2.5%                  | < 1.5%                          | < 0.2 %                           |

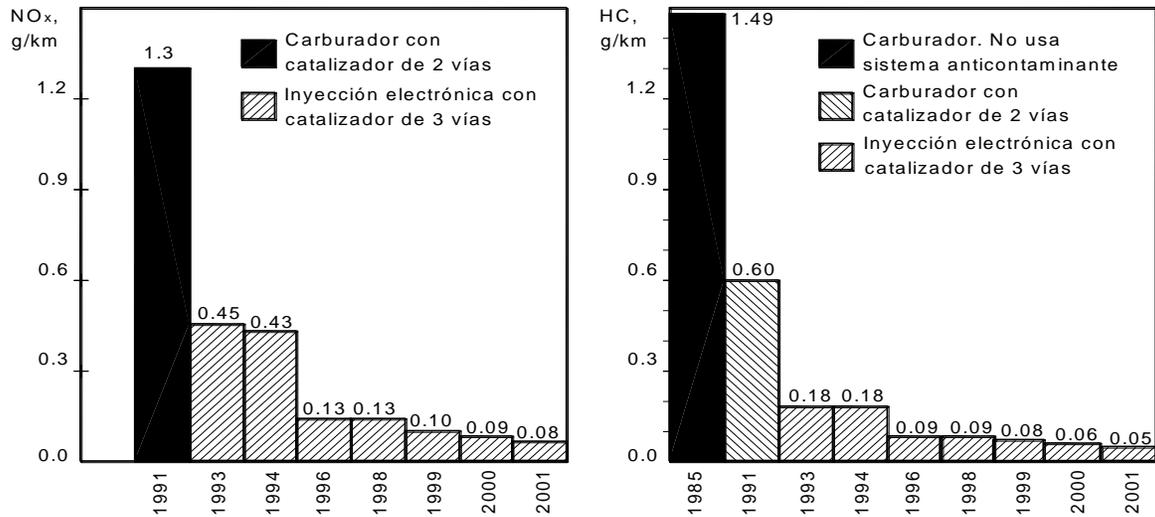


Figura 1.7: Reducción de las emisiones con el empleo de las nuevas tecnologías. Fuente: (Vega Fuentes José R. , 2007)

### Combustión completa:

Genera CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

### Combustión incompleta:

Hydrocarburos no quemados: C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> (parafinas, olefinas, aromáticos).

Hydrocarburos parcialmente quemados: aldehídos (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>.CHO), cetonas (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>.CO), ácidos carboxílicos (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>.COOH) y monóxido de carbono (CO).

Productos del craqueo térmico y desintegración: acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), hidrógeno (H<sub>2</sub>), hollín (C) y otros.

Subproductos de la combustión: óxidos de nitrógeno del aire (NO<sub>x</sub>), compuestos de plomo de los aditivos del combustible y gases sulfurosos de las impurezas del combustible.

Oxidantes: Por efecto de la luz del sol en los gases de escape se generan oxidantes, peróxidos orgánicos, ozonos y otros.

### Componentes principales:

Los componentes principales de los gases de escape son N, CO<sub>2</sub> y vapor de agua, que no son venenosos. El CO<sub>2</sub> adquiere especial importancia por su incidencia negativa en el efecto invernadero.

**Componentes secundarios:**

**Monóxido de carbono (CO):** gas incoloro, inodoro e insípido, que se forma en deficiencia de oxígeno. Tiene mayor afinidad que el oxígeno para combinarse con la sangre, reduciendo la cantidad de oxígeno en la misma. Puede producir: síntomas de cansancio, dolor de cabeza, alteración en la coordinación de los movimientos, reducción de la percepción visual y disminución de la capacidad para aprender. En los vehículos dotados de carburador, las emisiones elevadas de CO también pueden estar causadas por un ralenti irregular, defectos en el sistema de arranque en frío, defectos en la bomba de aceleración, o excesivo nivel de gasolina en la cuba. El filtro de aire sucio o conductos de aire obstruidos también incrementan las emisiones de CO. Los valores medidos de CO se indican en porcentaje sobre el volumen total de gases emitidos. Como norma general se pueden considerar valores de CO:

Entre 2,5 y 0,5 % para motores alimentados por carburador.

Entre 1,5 y 0,5 % para motores alimentados por inyección.

Entre 0,3 y 0,1 % para motores provistos de catalizador.

**Monóxido de nitrógeno (NO):** gas incoloro, inodoro e insípido, que expuesto al aire se transforma en  $\text{NO}_2$ , gas pardorrojizo, de olor penetrante y muy venenoso. Generalmente se determinan juntos y se les denominan óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). Pueden provocar: irritación de las mucosas de los ojos y de las vías respiratorias, dolor de cabeza, y edemas pulmonares. Además inhibe el crecimiento de las plantas y causa caída de sus hojas. Las emisiones de  $\text{NO}_x$  son también un serio asunto medioambiental, por su participación en la formación del smog.

**Los hidrocarburos (HC):** están en mayor proporción en los gases de escape. En presencia de  $\text{NO}_x$  y a la luz del sol, forman oxidantes que irritan las mucosas. Algunos son cancerígenos. Se producen por mezclas muy ricas, originadas por mala regulación o estado técnico de los sistemas de alimentación y encendido, y por combustión de aceite. La medición de los hidrocarburos se realiza en partes por millón (ppm). Aunque estos valores se incrementan según el uso del vehículo y el desgaste de sus piezas, se pueden considerar valores estimados los siguientes:

1. Hasta 300 ppm para motores alimentados por carburador.
2. Entre 50 y 150 ppm para motores alimentados por inyección.
3. Menos de 50 ppm para motores provistos de catalizador.

**El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** se genera por el azufre presente en el combustible, y su concentración depende de la cantidad de azufre presente. Combustibles con bajo contenido de azufre (menor a 0,05 %), se están introduciendo para motores diesel en Estados Unidos y Canadá. El dióxido de azufre es un gas tóxico incoloro, con la característica de emitir un olor irritante. La oxidación del SO<sub>2</sub> produce trióxido de azufre, precursor del ácido sulfúrico, responsable de las partículas de sulfato en las emisiones diesel. Los óxidos de azufre tienen un profundo impacto en el medio ambiente es la mayor causa de la lluvia ácida.

**Partículas:** comprenden todo material (excepto agua) que en condiciones normales está contenido como cuerpo sólido (cenizas, carbono) o líquido en los gases de escape. Una partícula inhalada puede depositarse en los pulmones y no ser eliminada, provocando enfermedades en las vías respiratorias, cuya gravedad depende de la salud de la persona, el tiempo de exposición, el tipo y concentración del contaminante y las condiciones climáticas.

### **Proporción de Oxígeno O<sub>2</sub>**

La presencia de oxígeno en los gases de escape indica que la combustión no es perfecta. El oxígeno indica que parte del combustible no se ha quemado, dando origen a emisiones de HC y de CO. Las mezclas pobres originan una gran emisión de oxígeno y las mezclas ricas casi las anulan por completo, pero sin llegar hasta el cero. La medición del oxígeno se realiza sobre la totalidad de los gases emitidos y se indica con un porcentaje. Los resultados obtenidos deben estar dentro de los márgenes indicados por el fabricante. Pudiendo considerar los siguientes datos como orientativos:

- Entre 1,5 y 0,7 en motores alimentados por carburador.
- Entre 0,8 y 0,4 en motores alimentados por inyección.
- Entre 0,4 y 0,1 en motores provistos de catalizador.

### **Purificación de los gases de escape.**

Las medidas para disminuir su presencia en los gases de escape se dividen en:

- a) Medidas en el motor.
- b) Medidas en el tratamiento posterior.

### **Medidas en el motor:**

**Regulación de la mezcla:** El coeficiente  $\lambda$  de la mezcla tiene una influencia dominante sobre la composición de los gases de escape

$$\left( \lambda = \frac{\text{relación actual aire - combustible}}{\text{relación estequiométrica aire - combustible}} \right).$$

El  $M_e$  máx se obtiene para  $\lambda=0.9$ , por lo cual se fija con este valor para plena carga. Para un consumo más favorable de combustible,  $\lambda=1.1$  es aproximadamente el óptimo, obteniéndose emisiones favorables de CO y CH, si bien se incrementan las de NO<sub>x</sub>. En el ralentí  $\lambda=0.9-1.05$ . Con mezclas muy pobres se alcanza el límite de funcionamiento del motor y crecen las emisiones de HC.

**Preparación de la mezcla:** Comprende además de su regulación, la calidad con que llega a la cámara de combustión. La homogeneidad o la formación de mezclas estratificadas en el instante de la inflamación, así como la temperatura de la mezcla influyen notablemente en la inflamabilidad y la marcha de la combustión, y con ello en la composición de los gases de escape. En los motores de carburador se utiliza el precalentamiento del aire de admisión, para minimizar la condensación del combustible en las paredes del conducto.

**Distribución uniforme:** Cada cilindro debe funcionar con mezclas uniformemente distribuidas, para asegurar el funcionamiento óptimo del motor. Los sistemas multipunto y en especial los de inyección directa, en comparación con el carburador y el sistema monopunto, mejoran la distribución del combustible, tanto por la inyección directa o en las proximidades de la válvula de admisión como por un mejor diseño de los conductos de admisión.

**Recuperación de los gases de escape:** Los gases que se llevan de nuevo a la cámara de combustión reducen la temperatura máxima del ciclo, y con ello, en proporciones adecuadas, se reducen los NO<sub>x</sub> y el consumo de combustible. Se logra a través del ajuste del solape o mediante reconducción regulada.

**Distribución variable:** Los grandes solapes son imprescindibles para un alto nivel de entrega y para la recuperación de los gases de escape, pero con ello se empeora el funcionamiento en ralentí y las emisiones de HC. Para un ajuste óptimo son deseables tiempos variables de regulación de la apertura de las válvulas.

**Relación de compresión:** Al aumentar la relación de compresión se incrementa el rendimiento térmico y mejora el consumo de combustible, no obstante, genera aumentos de temperatura que elevan la emisión de NO<sub>x</sub>.

**Configuración de la cámara de combustión:** Las cámaras de combustión compactas y sin fugas, poseen baja emisión de HC. Una posición central de la bujía, con poco recorrido de la llama, realiza una combustión más completa, reduce el consumo de combustible y las emisiones de HC. La turbulencia en el cilindro acelera el proceso de combustión y aumentan su efectividad. Cámaras optimizadas de esta forma, muestran emisiones favorables a  $\lambda=1$  y mejoran la capacidad de marcha a ajuste pobre del motor.

**Sistema de encendido:** El tipo de bujías, su posición en la cámara de combustión, así como la energía y duración de la chispa son factores que inciden en el proceso de combustión, y por ende, en la emisión de gases de escape, máxime cuando el motor trabaja con mezclas pobres ( $\lambda > 1.1$ ). Se influye en las emisiones y en el consumo de combustible ajustando el punto de encendido. Partiendo del punto óptimo para el consumo, cuando se retrasa el encendido, la válvula de escape se abre cuando la combustión no ha concluido, por lo cual esta continúa en el conducto de escape, reduciéndose los  $\text{NO}_x$  y los HC, pero incrementándose el consumo. Si se produce un avance en el encendido, aumenta el consumo, los  $\text{NO}_x$  y los HC.

**Ventilación del cárter:** Los gases en el cárter pueden contener importante concentración de HC, en comparación con los del motor. Con sistemas apropiados, estos gases se incorporan al sistema de admisión para su combustión. Con anterioridad estos gases se expulsaban a la atmósfera.

#### **Tratamiento posterior de los gases de escape.**

**Recombustión Térmica:** En el tratamiento posterior catalítico, se intentó reducir las emisiones mediante una combustión posterior térmica, por permanencia a altas temperaturas. Con un ajuste rico del motor se hace necesario insuflar aire secundario, a partir de bombas eléctricas o mecánicas acopladas al motor. Con un ajuste pobre, la combustión posterior se realiza con el oxígeno presente en los gases de escape. Este tratamiento carece de importancia, por su potencial de reducción, en especial para reducir los  $\text{NO}_x$  a los niveles exigidos, si bien con él se pueden reducir los HC y CO, mientras el catalizador no haya alcanzado su temperatura de régimen.

**Recombustión catalítica:** Los catalizadores constan con un material de soporte con una capa activa y resistente a las sacudidas, alojado en un cuerpo aislante de la temperatura. Como materiales de soporte se emplean granulados y monolitos de A1203 sinterizado, resultando esta última la más apropiada, pues posee: el mejor aprovechamiento de la superficie del catalizador,

durabilidad con elevada resistencia mecánica, poca capacidad calorífica y menor presión contra los gases de escape. La capa del catalizador activo consta de pequeñas cantidades de metal noble (Pt, Rh, Pd) y es sensible al plomo, por ello, para evitar su envenenamiento con plomo se prohíbe utilizar gasolina con este aditivo. La relación de conversión del catalizador depende principalmente de la temperatura de trabajo: a partir de los 250°C comienza una conversión sensible de contaminantes. Las condiciones ideales de conversión, que garantizan larga vida útil, son entre los 400-800°C. Se instalan debajo del piso del vehículo, de manera que no reciba una alta carga térmica. Los catalizadores de oxidación trabajan con exceso de aire, tomado del motor o insuflado adicionalmente, para oxidar el CO y los HC. Los de reducción trabajan con insuficiencia de aire y reducen los NO<sub>x</sub>. Pueden disponerse en serie, insuflando el aire entre los dos catalizadores, pero son elevados el consumo y el costo de la instalación y de operación. La mejor concepción es el tratamiento con catalizadores de 3 vías con regulación lambda. Con él se reducen en medida suficiente los 3 componentes nocivos cuando el motor trabaja con una mezcla estequiométrica.

### 1.7.2. Gases de escape de los motores diesel.

Los componentes principales y secundarios de los gases de escape en diesel se describen conjuntamente con los de los motores de gasolina. La tabla muestra los rangos típicos de materiales tóxicos, presentes en el humo del escape. Los valores menores pueden encontrarse en motores nuevos y limpios, y los valores altos en equipos antiguos.

Tabla 1.2. Principales componentes de los gases de escape en los motores diesel. Fuente: (Vega Fuentes José R. , 2007)

| CO      | HC     | DPM              | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> |
|---------|--------|------------------|-----------------|-----------------|
| ppm     | ppm    | g/m <sup>3</sup> | ppm             | ppm             |
| 5-1 500 | 20-400 | 0.1-0.25         | 50-2 500        | 10-150          |

### Purificación de los gases de escape:

#### Medidas en el motor

**Cámara de combustión:** La forma de la cámara influye en la emisión de gases de escape. Los motores con cámara dividida expulsan menos NO<sub>x</sub> que los de inyección directa, pero consumen más combustible. La turbulencia del aire favorece la mezcla con el combustible y con ello la combustión completa. Para asegurar la inflamación se precisa una temperatura en compresión, suficientemente alta.

**Inyección del combustible:** El inicio y el transcurso de la inyección, y la pulverización del combustible influyen en la emisión de contaminantes. El inicio de la inyección determina el inicio de la combustión. Una inyección retardada disminuye la emisión de  $\text{NO}_x$ , pero muy retardada aumenta la emisión de HC y el consumo. Una variación de un grado de giro del cigüeñal puede elevar la emisión de  $\text{NO}_x$  y HC entre un 5-15%. Esta elevada sensibilidad obliga a una regulación muy precisa, lo cual se garantiza con la regulación electrónica. El combustible que se entrega después del final de la combustión pasa al conducto de escape y eleva la emisión de HC, por lo que debe evitarse las post-inyección. Para ello las válvulas de inyección deben contener el menor volumen posible de combustible. Con una presión de inyección elevada se consigue una fina pulverización del combustible, lo que posibilita un mejor mezclado con el aire y vaporización, y contribuye a disminuir la emisión de HC y hollín (partículas). La entrega cíclica debe limitarse en función al aire aspirado, de modo que no se emita hollín. Esto exige un exceso de aire con  $\lambda=1.1-1.2$ .

**Temperatura del aire aspirado:** Con altas temperaturas del aire se eleva la temperatura de la combustión y con ello la emisión de  $\text{NO}_x$ , por ello en los motores sobrealimentados se emplea el post-enfriamiento.

Retroalimentación de los gases de escape: Al mezclar los gases de escape con el aire de admisión se reduce la concentración de oxígeno y se eleva el calor específico, reduciendo ambas la temperatura de la combustión y con ello la formación de  $\text{NO}_x$  y de la cantidad de gases de escape expulsados. Con elevadas proporciones de gases de escape en recirculación, aumenta la emisión de hollín y CO, por ello este es un proceso bien regulado.

#### **Tratamiento posterior del gas de escape.**

La emisión de HC se reduce con catalizadores de metal noble, así se queman parte de los HC gaseosos y los adheridos al hollín con el oxígeno contenido en el escape. En los motores de gasolina los catalizadores utilizados trabajan con insuficiencia de oxígeno o con mezcla estequiométrica muy precisa, pero los diesel sólo pueden funcionar con exceso de aire. Por ello los catalizadores que reducen  $\text{NO}_x$  no sirven para los diesel. Para reducir las partículas se ensayan en la actualidad filtros colocados en el conducto de escape.

### **1.8. Conclusiones parciales**

Al término del presente capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Las normas NC 50001:2011, la NC 14001:2005, NC 9001:2008 en su conjunto permiten a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el

desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, su uso, consumo e intensidad; de conjunto con un compromiso medioambiental y empresarial, con un enfoque a procesos.

2. La Norma Internacional ISO 50001:2011 es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión energética ya que propicia la integración de los sistemas de gestión energética con los sistemas de gestión de la calidad, la planificación de la producción y la planificación de la energía.
3. Los factores que influyen en la eficiencia energética en el transporte automotor son: tipo de vehículo y características constructivas, las cualidades de la explotación del transporte, en particular la economía de consumo, la conducción técnico - económica, la adecuada gestión del combustible, el adecuado mantenimiento de la flota y el estado técnico del parque vehicular.
4. El transporte automotor en Cuba constituye una de las fuentes de contaminación atmosférica más importantes, debido a su deplorable estado técnico por el prolongado período de explotación, deficiencias en el mantenimiento preventivo y correctivo y el uso de combustibles fósiles de baja calidad.



# *Capítulo 2*

---

## Capítulo 2: Caracterización energética de la Empresa Constructora de Obras Arquitectura No. 37

### 2.1. Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo realizar la caracterización general de la empresa, objetivos, misión, visión y los diferentes subsistemas de la empresa, también se hace un análisis del comportamiento de la empresa en lo referente a los diferentes portadores energéticos utilizados y se propone el procedimiento para la planificación energética diseñado por (Correa Soto, Alpha Bah, 2013).

### 2.2. Caracterización general de la Empresa Constructora de Obras Arquitectura No. 37. (ECOA No. 37)

En el año 2000 se decide poner en vigor la ECOA No. 37 que fue aprobada mediante la Resolución 385/98 que aprueba la creación de la Asociación de Constructores No. 2 de Cienfuegos (ACONCI) de la que es miembro la Empresa (ECOA No. 37) perteneciente al Grupo Empresarial de la Construcción de Cienfuegos del Ministerio de la Construcción tiene domicilio legal en: Calle San José al final Zona Industrial 1. Municipio de Cienfuegos.

En el año 2005 mediante acuerdo No. 5395 se aprueba el Perfeccionamiento Empresarial a la Entidad como resultado de su Gestión Empresarial, posteriormente en el año 2006 mediante la Resolución No 88/2006 se Otorga la Certificación del Sistema de Gestión de la Calidad, lo que ha permitido elevar los niveles de eficiencia y eficacia y por ende obtener elevados y estables resultados económicos y financieros a través de todos estos años. Actualmente la ECOA No. 37 es una fuerte organización que compite en el territorio nacional con todas las Empresas Constructoras, satisfaciendo a los Clientes y cumpliendo con su Objeto Social.

**Misión:** Construir y reparar Obras de Arquitectura, Montaje, Hidráulica, Movimiento de Tierra, Áreas Verdes, Producciones de Estructuras Metálicas, Carpintería y Viviendas, con confianza en el éxito, respeto, seriedad y responsabilidad; en los plazos mínimos, con calidad y eficiencia para satisfacer las necesidades de los clientes.

**Visión:** Ser la Empresa Constructora más fuerte y competente en cualquier mercado frente a nuestros competidores, con calidad certificada y garantizando la satisfacción del cliente.

**Objeto social:** La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No. 37 (ECO A No. 37) Tiene Como Objeto Empresarial, Brindar servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones; demolición, desmontaje, de remodelación, reconstrucción y/o rehabilitación de edificaciones, instalaciones y otros objetivos existentes; de reparación y Producciones Metálicas y Carpintería de Madera, trabajos de decoración vinculados al proceso constructivo; de preparación técnica de obras; de construcción de áreas verdes, Producciones Metálicas y Carpintería de Madera y exposiciones de jardinería; de elaboración de proyectos y servicios especializados integrales de impermeabilización, tratamiento superficial y recubrimiento químico; sand-blasting; topográficos; servicios de posventa; producción y comercialización mayorista de medios y demás artículos vinculados al proceso constructivo, conductos y estructuras metálicas; producir, montar y comercializar de forma mayorista, carpintería de madera, metálica y PVC; todos en ambas monedas.

Brindar servicios de alquiler de equipos de transporte automotor, de construcción y complementarios; de alquiler de fuerza de trabajo; asistencia técnica, asesoría y consultoría; de producción y comercialización de forma mayorista de producciones de carpintería, pailería y hojalatería a partir de desechos provenientes del proceso productivo; científico-técnicos y ejecución de proyectos de I+D e innovación tecnológica en construcciones; de diagnóstico, reparación y Producciones Metálicas y Carpintería de Madera a equipos de transporte automotor, de construcción, complementarios y sus agregados; de maquinado, pailería, corte de metales, hojalatería y soldadura; de transportación de carga general y especializada; de alquiler de almacenes; de alquiler de locales; de parqueo; cultivar y comercializar de forma mayorista, semillas, plantas ornamentales y de frutales así como flores; todos en moneda nacional.

### **Objetivos Estratégicos**

1. Lograr efectividad en plazo y calidad en la ejecución del plan de construcciones y montaje para inversiones aprobado por el MEP. (Lineamientos 10, 41, 116, 122, 124, 287)
2. Potenciar la política de equipo y en particular el mantenimiento y recuperación de los equipos de transporte, construcción y complementarios. (Lineamiento 117)
3. Desarrollar nuevas tecnologías y sistemas constructivos con objetividad en su aplicación. (Lineamientos 129,139)
4. Elevar la efectividad del sistema empresarial y presupuestado, basado en nuevas formas de Gestión Económica, financiera y de cuadro. Lineamiento 4, 12, 41, 42, 116, 117, 123, 124, 125,126,138,169,252,253,288,291)

5. Incrementar el rigor en el ejercicio de las funciones estatales inherentes al MICONS. (Lineamiento 122,129)
6. Lograr mayor eficiencia y eficacia de la organización, a partir de una gestión integrada. (L- 01, 12, 129 y 138)

Para cumplir con los objetivos propuestos, la empresa está organizada por diferentes segmentos de dirección que se describen en el Organigrama General de Empresa. (Ver **Anexo 3**).

Además, la misma posee los valores que se muestran en la **figura 2.1**.



**PERSONAS:** "Las personas constituyen el valor más importante que garantizan nuestro futuro". El verdadero éxito hoy del cambio que estamos emprendiendo, está en lo que realmente sienten, piensan e interpretan las personas y sobre todo en la capacidad de reconocerlo, organizarlo y utilizarlo.

Figura 2.1: Valores de Empresa Constructora de Obras Arquitecturas No. 37. Fuente: La empresa ECOA No.37

En el **Anexo 4** se muestra la interrelación de los procesos estratégicos, claves y de apoyo que intervienen en el cumplimiento de su objeto social. Los mismos se encuentran identificados en la tabla 2.1 de la siguiente manera:

Tabla 2.1: Procesos del mapa de proceso. Fuente: (Elaboración propia).

| PROCESOS                        | CLASIFICACION         |
|---------------------------------|-----------------------|
| Gestión de la dirección (D)     | PROCESO ESTRATÉGICOS. |
| Mejora continua. (M)            |                       |
| Preparación y revisión técnica. | PROCESOS CLAVES       |
| Ejecución.(J)                   |                       |
| Entrega.                        |                       |
| Gestión técnica. (T)            | PROCESOS DE APOYOS    |
| Gestión del capital humano. (H) |                       |
| Gestión económica. (E)          |                       |
| Gestión de suministro. ( S)     |                       |
| Gestión de equipos. ( Q)        |                       |
| Gestión energética (P)          |                       |

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No. 37 cuenta con una plantilla cubierta de 1114 trabajadores, de ellos 139 son mujeres y 975 hombres según categoría ocupacional.

### Composición de la fuerza de trabajo

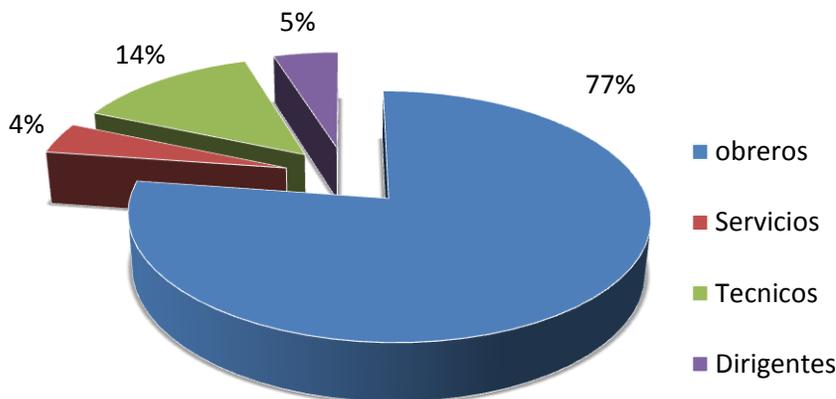


Figura 2.2: Composición de la fuerza de trabajo por categoría ocupacional. Fuente: (Elaboración propia).

Como se observa en la figura 2.2 el peso mayor de la fuerza de trabajo se centra en los obreros representando el 77 % del total y el 4 % está representado por el personal de servicio, los técnicos el 13 % y por último los dirigentes el 4 %, de todo este análisis se puede ver que solo el 21.51 % de la plantilla se encuentra indirecta la producción, colocándose dentro de los parámetros aproximados, que expresa el sistema empresarial cubano con respecto a las nuevas tendencias, donde se exige un 80 % de personal directo y el resto indirecto.

La fuerza de trabajo se encuentra distribuida de la siguiente manera:

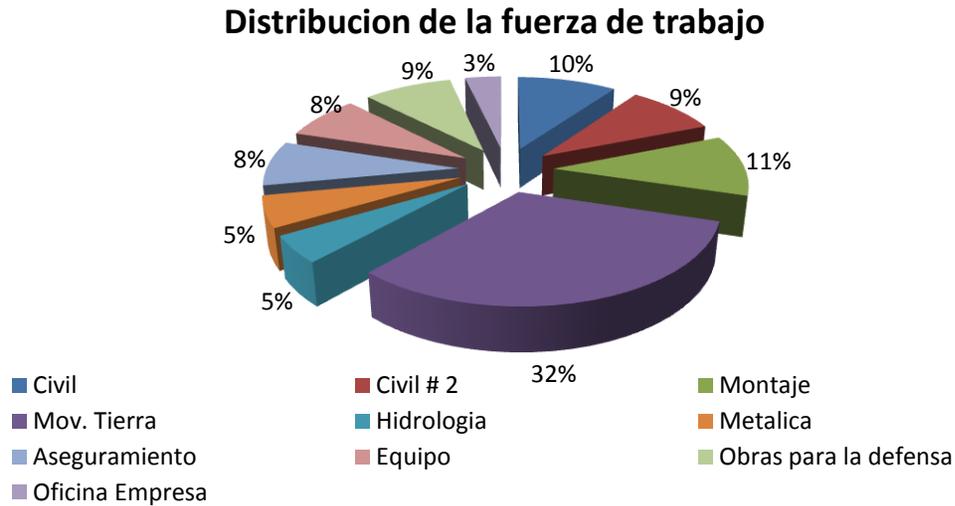


Figura 2.3: Cantidad de trabajadores en general distribuidos por Brigadas. Fuente: (Elaboración propia.)

En la figura 2.3 se muestra que la brigada de movimiento de tierra es la de mayor cantidad de personal ya que en la actualidad trabaja en régimen de doble turno, representando el 32 % del total de trabajadores.

A continuación se muestra la cantidad de trabajadores según el rango de edad.

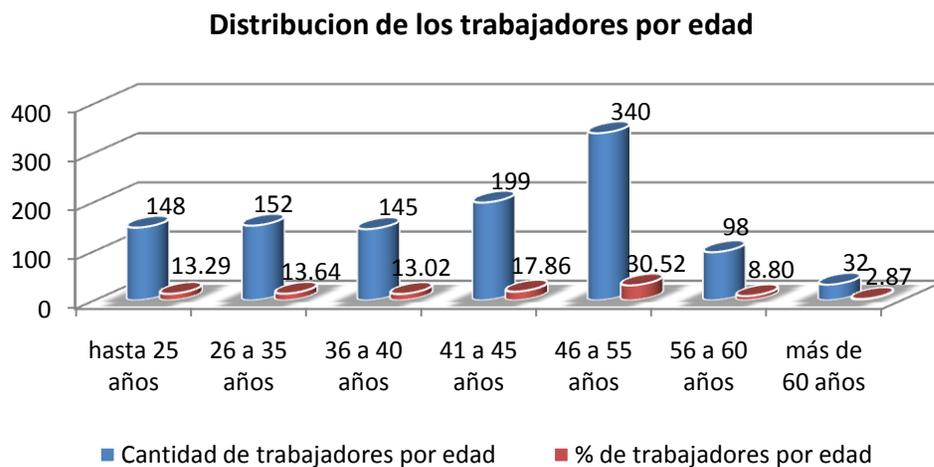


Figura 2.4: Composición de la Fuerza de trabajo por edad. Fuente: (Elaboración propia.)

Aquí se puede apreciar que el 60.05% de trabajadores se encuentran por encima de los 40 años con un promedio de 43 años de edad.

Dentro de los clientes, proveedores fundamentales se encuentran los siguientes:

| Clientes            | Proveedor                        | Suministros   |
|---------------------|----------------------------------|---|
| Acueducto           | Escambray                        | Ferretería, Materiales de Construcción, Gas, Impermeable. |
| Comunales           | ATM Poder Popular                | Materiales Construcción, Gas, Impermeable                 |
| MINFAR              | Almacén universales Habana       | Ferretería y Medios de Protección                         |
| Vivienda            | Fábrica de Cemento               | Cemento en Bolsa y Granel                                 |
| ESIC                | Seisa                            | Medios de protección Stintores                            |
| AEI Mariel          | Copextel Cienfuegos              | Material de Oficina, Ferrería                             |
| Vialidad            | EPI                              | Prefabricados   |
| MINBAS              | Servisa                          | Piezas y mantenimiento de autos.                          |
| Empresa Eléctrica   | Almacenes Universales Cienfuegos | Ferretería,   |
| Salud Pública       | ACINOX Cienfuegos                | Aceros  |
| Educación           | Mayorista CIMEX Cienfuegos       | Aseo, Ropa, Herramientas                                  |
| Turismo             | Divep Cienfuegos                 | Piezas y Herramientas, Medios de protección               |
| Poder Popular       | Empresa Gráfica Cienfuegos       | Impresión de documentos, compra de cuños, y agendas.      |
| Gobierno Provincial | Geocuba                          | Impresión de documentos, compra de papel y file.          |

### Indicadores económicos de la ECOA No. 37

En la siguiente tabla 2.2 se refleja el cumplimiento del plan técnico-económico en los tres últimos años en Miles de Pesos (MP). Se evidencia que en los tres últimos años la entidad ha tenido un sobrecumplimiento en las utilidades demostrando su eficiencia económica y efectividad de sus actividades, lo cual repercute en el uso racional de materias primas, recursos naturales, portadores energéticos y en la reducción del impacto ambiental que genera la entidad.

Tabla 2.2 Indicadores económicos del período 2010-2012. Fuente: Departamento Económico ECOA No. 37.

| Indicadores económicos           | UM    | 2010   |        |     | 2011   |         |     | 2012    |         |     |
|----------------------------------|-------|--------|--------|-----|--------|---------|-----|---------|---------|-----|
|                                  |       | Plan   | Real   | %   | Plan   | Real    | %   | Plan    | Real    | %   |
| Total de Ingresos                | MP    | 4400.3 | 5061.2 | 115 | 8453.6 | 10207.1 | 121 | 14147.1 | 20841.1 | 147 |
| Costos y Gastos totales          | MP    | 2654.1 | 2813.1 | 106 | 5497.1 | 4663.9  | 85  | 8144.6  | 12882.8 | 158 |
| Utilidad Bruta                   | Pesos | 1746.2 | 2248.1 | 129 | 2956.5 | 5543.2  | 187 | 6002.5  | 7958.3  | 133 |
| Costos y Gastos / Peso Ingresado | Pesos | 0.603  | 0.556  | 92  | 0.650  | 0.457   | 70  | 0.576   | 0.618   | 107 |

### 2.3. Caracterización Energética de la Empresa ECOA No. 37 de Cienfuegos

En el año 2013 se toman una serie de medidas en función de la reducción del consumo de portadores, los cuales fueron aprobados por el consejo de dirección. (Ver **Anexo 5**)

Estas acciones estuvieron enfocadas en lo siguiente:

#### **Medidas de Ahorro del Portador Energético. (Energía Eléctrica)**

- Cumplir horario establecido para iluminación nocturna.
- Mantenimiento y limpieza a Aires Acondicionados.
- Paralización Aires Acondicionados en Horario Pico.
- Independización y metrado de Tendederas.
- Acomodo de carga en Máquinas Herramientas.
- Mejoramiento de redes eléctricas.
- Posible instalación de Capacitores por Bajo Factor de Potencia.
- Acomodo de carga en Capilla de Pintura.
- Cambiar máquinas de soldar monofásicas por trifásicas.
- Limitación utilización Aires Acondicionados en Albergues.
- Cumplimiento Índice de Consumo para las Plantas.
- Poca utilización de aires acondicionados.

#### **Medidas de Ahorro del Portador Energético: (Combustibles Y Lubricantes)**

- Aplicar Política de Parqueo de Equipos
- Chequeo periódico del Índice de Consumo (Prueba del Litro)
- Planificar y convoyar viajes administrativos, etc.
- Remotorización de Equipos
- Utilizar lo menos posible los equipos altos consumidores
- Mejorar Rutamiento del Transporte
- Colocación del serpentín en los quemadores de las Pta. Asfalto
- Insulación Tanques de Asfalto
- Preparar tanque para producciones pequeñas de HAC
- Reposición de Equipos
- Mejorar organización del Tiro de Materiales
- Aprovechamiento capacidad de carga de los equipos
- Lograr más del 60% del Viaje Retorno con carga.
- Montaje de GPS a Rastras

- Reordenamiento de Pases Base Varadero
- Reparación de cilindros y mangueras hidráulicas (Lub.)
- Reducción de recorridos y viajes sin carga.

En las siguientes figuras se recogió una muestra de todos los portadores energéticos utilizados por la empresa con un período del 2008-2012, donde se puede apreciar que el portador del diesel ha tenido un crecimiento gradual todo estos años, donde se evidencia que el año 2012 el portador del diesel tuvo un aumento bastante significativo para la empresa.

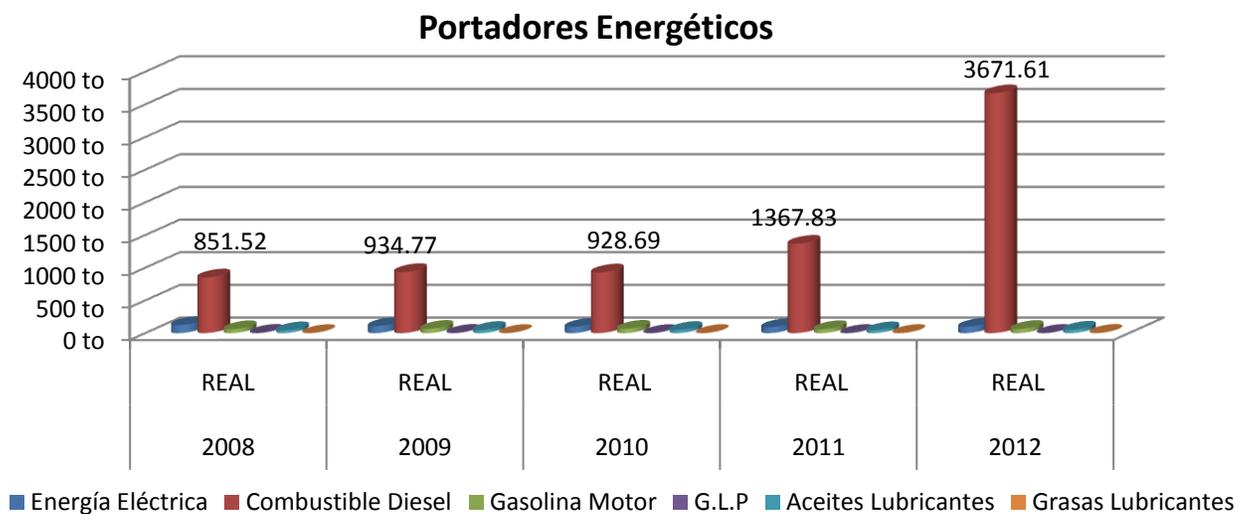


Figura 2.5: Representación de los portadores energético de la empresa. Fuente: (Elaboración propia.)

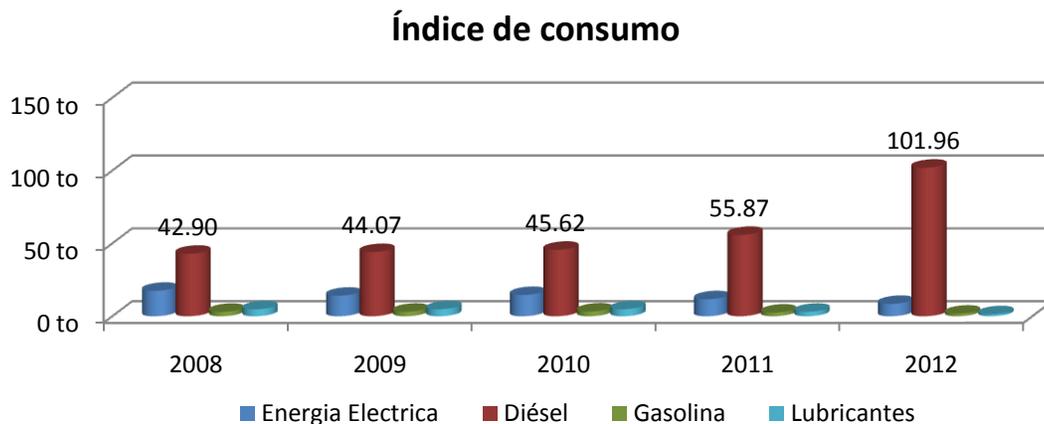


Figura 2.6: Representación del índice de consumo de los portadores energético en la empresa. Fuente: (Elaboración propia.)

### 2.3.1. Estructura de consumo de Portadores Energéticos.

La identificación de áreas y equipos claves en el consumo de los portadores energéticos le permite a la empresa llevar un control estricto sobre el comportamiento de los mismos. En las tablas 2.3 y 2.4 se presenta el consumo de los portadores energéticos de los años 2011 y 2012, como se puede apreciar, las unidades de medida de dichos portadores son diferentes, lo que imposibilita el análisis y comparación de estos, por lo que se hace necesario convertirlos a toneladas de combustible convencional (TCC), utilizando factores de conversión. La tabla con estos factores se muestra en el **Anexo 6**. Los resultados de dicha conversión se presentan en la última columna de mencionadas tablas.

Tabla 2.3 Consumo de los portadores energéticos del período 2011. Fuente: (Empresa)

| Portadores Energéticos | U.M  | 2011    | U.M  | 2011    |
|------------------------|------|---------|------|---------|
|                        |      | REAL    |      | REAL    |
| Energía Eléctrica      | MWh  | 286.19  | TCC. | 91.95   |
| Combustible Diesel     | Ton. | 1367.83 | TCC. | 1298.49 |
| Gasolina Motor         | Ton. | 60.58   | TCC. | 55.22   |
| G.L.P                  | Ton. | 2.7     | TCC. | 2.32    |
| Lubricantes            | Ton. | 46.38   | TCC. | 46.38   |

Tomando como base la información de la tabla 2.3 se elabora en la figura 2.5, la estructura de consumo de portadores energéticos, mediante el diagrama de Pareto, con el objetivo de visualizar los de mayor consumo de la empresa. Como se puede apreciar, el diesel tiene el peso fundamental en el consumo de portadores energéticos, representando el 86.89% del consumo total de portadores energéticos del año 2011.

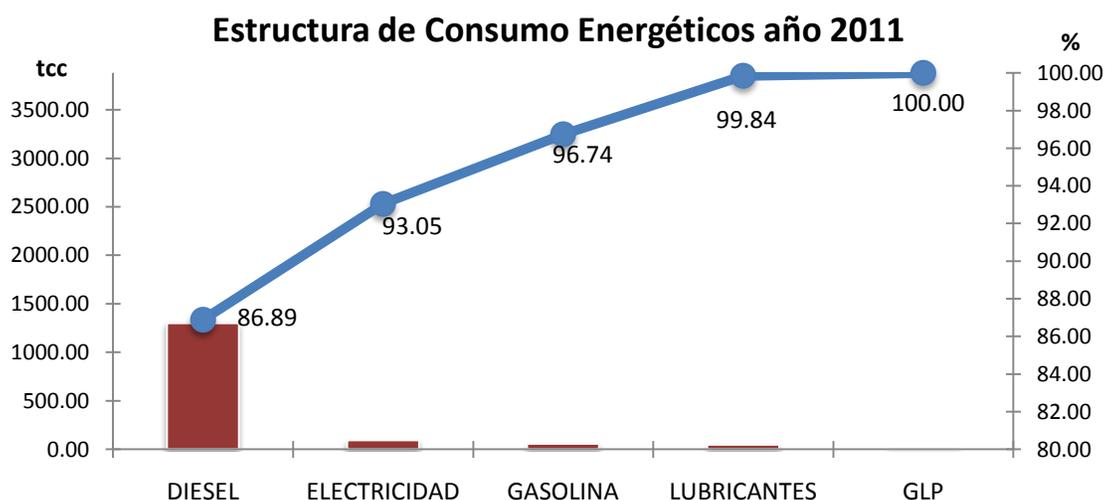


Gráfico 2.1: Diagrama de consumo energético del año 2011. Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 2.4 Consumo de los portadores energéticos del periodo 2012. Fuente: (Empresa)

| Portadores Energéticos | U.M  | 2012   | U.M  | 2012    |
|------------------------|------|--------|------|---------|
|                        |      | REAL   |      | REAL    |
| Energía Eléctrica      | MWh  | 304.98 | TCC. | 97.99   |
| Combustible Diesel     | Ton. | 3671.6 | TCC. | 3485.48 |
| Gasolina Motor         | Ton. | 63.9   | TCC. | 58.24   |
| G.L.P                  | Ton. | 3.1    | TCC. | 2.67    |
| Lubricantes            | Ton. | 52.2   | TCC. | 52.20   |

En el año 2012 se puede apreciar que el portador del diesel tiene el peso fundamental del consumo de los portadores energéticos, representando el 94.29% del consumo total del año 2012.

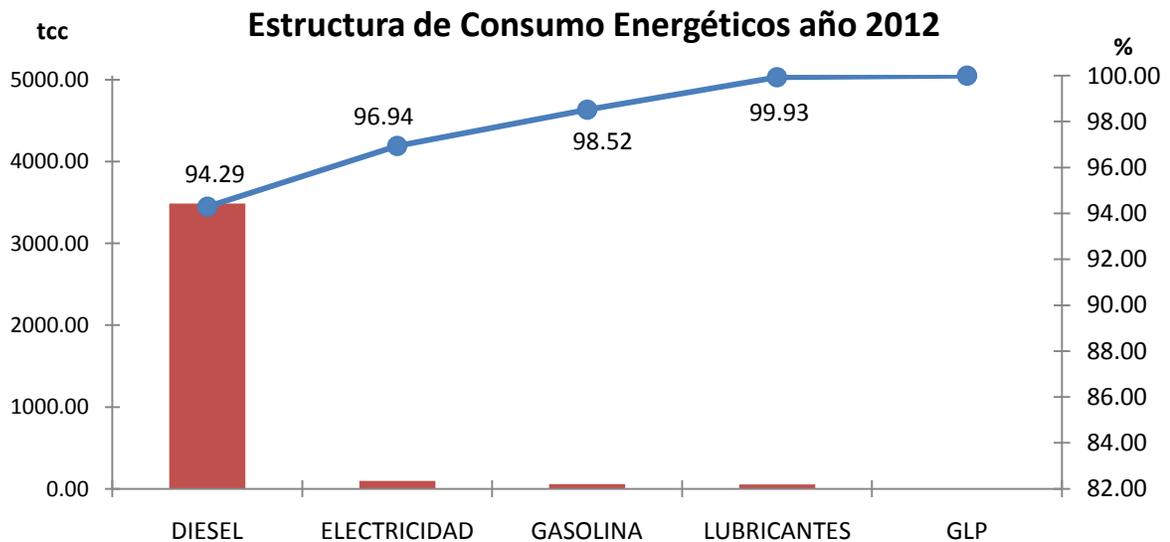
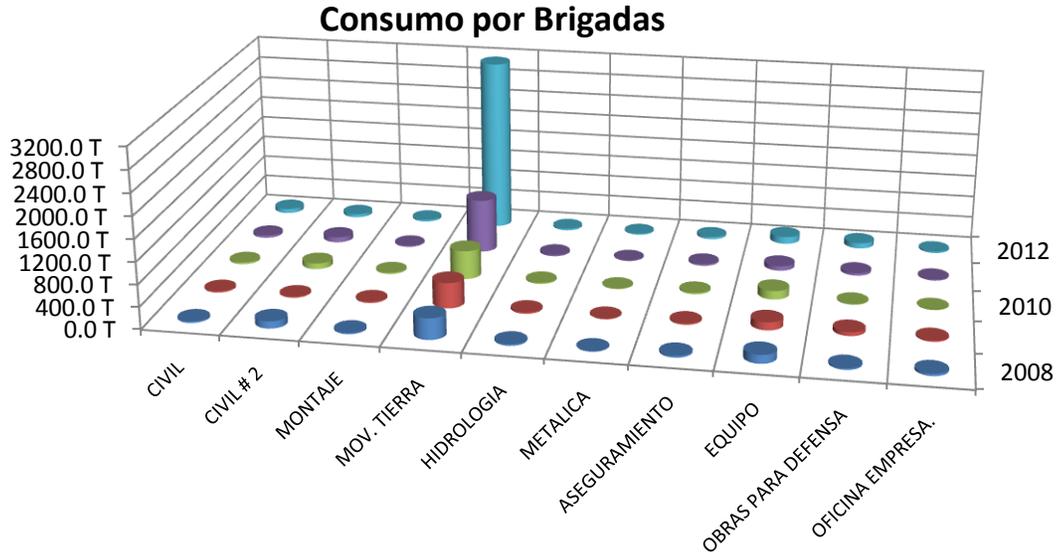


Gráfico 2.2: Diagrama de consumo energético del año 2012. Fuente: (Elaboración propia.)

Posteriormente se procede a la estratificación, mediante la representación de las estructuras de consumo de diesel por brigadas, para identificar las brigadas claves, es decir, las de mayor consumo. Los cuales aparecen en las figuras 2.7 y gráfico 2.3.

Como resultado se obtiene que la brigada clave en el consumo del diesel es Movimiento de tierra.



|      | CIVIL | CIVIL # 2 | MONTAJE | MOV. TIERRA | HIDROLOGIA | METALICA | ASEGURAMIENTO | EQUIPO | OBRAS PARA DEFENSA | OFICINA EMPRESA. |
|------|-------|-----------|---------|-------------|------------|----------|---------------|--------|--------------------|------------------|
| 2008 | 28.69 | 129.92    | 24.72   | 383.05      | 27.46      | 6.53     | 32.02         | 153.58 | 26.31              | 39.18            |
| 2009 | 25.53 | 18.60     | 23.97   | 461.33      | 27.07      | 8.48     | 22.57         | 145.64 | 68.90              | 22.54            |
| 2010 | 31.62 | 106.06    | 21.76   | 521.42      | 23.48      | 7.82     | 23.45         | 155.64 | 11.06              | 6.22             |
| 2011 | 44.52 | 97.84     | 22.91   | 979.80      | 27.87      | 8.79     | 30.61         | 83.92  | 44.79              | 19.12            |
| 2012 | 79.97 | 58.80     | 33.37   | 3151.28     | 30.21      | 18.27    | 41.58         | 130.68 | 99.93              | 27.73            |

Figura 2.7: Representación del Consumo energético por todas las brigadas de la empresa.  
Fuente: (Elaboración propia.)

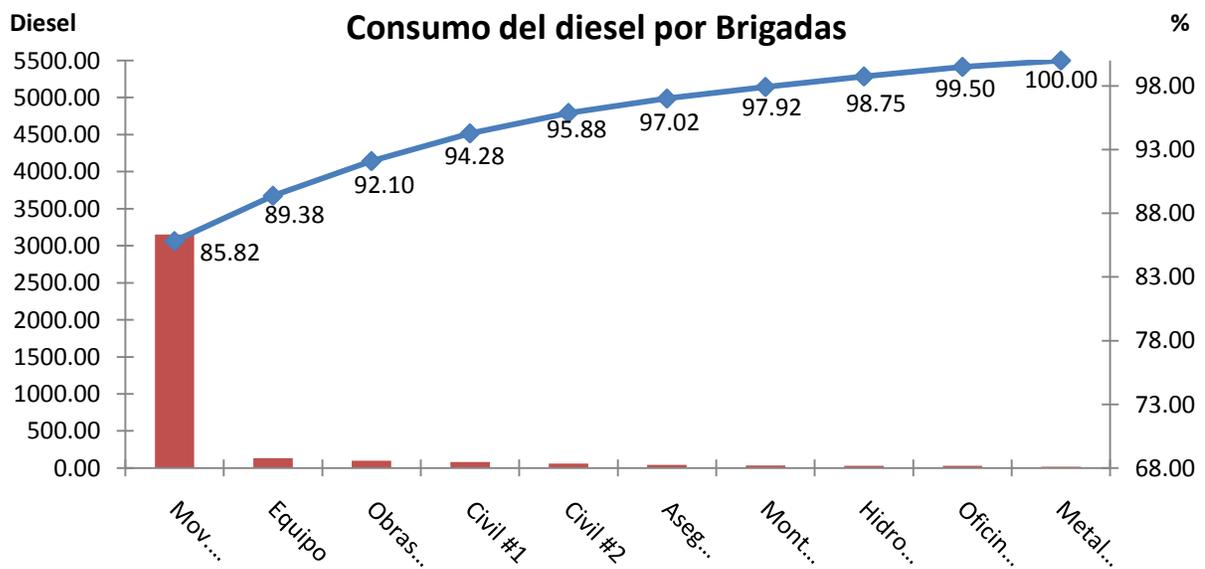


Gráfico 2.3: Consumo del portador del diesel por brigadas. Fuente: (Elaboración propia.)

#### 2.4. Procedimiento para la planificación energética.

El procedimiento propuesto para la planificación energética diseñado por (Correa Soto, Alpha Bah, 2013) consta de cinco etapas, este procedimiento se diseñó teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001:2011 “Energy management systems – Requirements with guidance for use” y del estudio de otras normas a nivel mundial referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- UNE216301, Sistema de gestión energética.
- DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations.
- ANSI/MSE 2000:2008, management System for Energy
- ISO 9001:2008, Sistema de Gestión de la Calidad.

En la figura 2.8 y 2.9 se muestran las etapas que componen el procedimiento para la planificación energética del Sistema de Gestión de la Energía y los pasos a seguir en cada procedimiento.



Figura 2.8: Procedimiento para la planificación energética. Fuente: (Correa Soto, Alpha Bah, 2013.)



Figura 2.9: Procedimiento para la planificación energética. Fuente: (Correa Soto, Alpha Bah, 2013.)

#### 2.4.1. Etapas del procedimiento de planificación energética.

En este epígrafe se describen las cinco etapas que componen el procedimiento de planificación energética, a través de la declaración de objetivos por etapas, la propuesta de técnicas y/o herramientas a emplear y los resultados esperados lo cual se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2.5: Pasos a seguir para el procedimiento de la planificación energética.

| <b>2.4.1.1 Etapa I Revisión del proceso de planificación energética.</b> |  |
|--|--|
| <b>Responsable:</b>  | Jefe del Equipo de Trabajo   |
| <b>Participan:</b>   | Miembros del Equipo de trabajo, Clientes Internos.                         |
| <b>Objetivo:</b>   | Revisión del proceso de planificación energético actual en correspondencia |

|   | con la norma 50001:2011.  |                        |            |    |        |    |        |    |        |
|---|---|------------------------|------------|----|--------|----|--------|----|--------|
| <b>Etapa I: Paso1. Formar el equipo de trabajo.</b> |   |                        |            |    |        |    |        |    |        |
| <b>Actividades y acciones:</b>                      | <p>El equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.</p> <p>Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios, según la siguiente expresión:</p> $M = \frac{p(1 - p)K}{i^2}$ <p><u>Donde:</u></p> <p>K: constante que depende del nivel de significación (1 -α).</p> <p>p: proporción de error</p> <p>I: precisión (i ≤12)</p> <p>Tabla 2.6: Valor de K con diferentes niveles de confianza. Fuente: (Correa Soto, Alpha Bah, 2013.)</p> <table border="1" data-bbox="667 1052 1240 1268"> <thead> <tr> <th>Nivel de Confianza (%)</th> <th>Valor de K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>99</td> <td>6,6564</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>3,8416</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>2,6806</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los datos para los cálculos los fija el investigador.</p> <p>Además para la definición de los expertos se establecen un grupo de criterios de selección en función de las características que deben poseer los mismos, siendo estos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimiento del tema a tratar.</li> <li>2. Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.</li> <li>3. Años de experiencia en el cargo.</li> <li>4. Vinculación a la actividad lo más directamente posible.</li> </ol> | Nivel de Confianza (%) | Valor de K | 99 | 6,6564 | 95 | 3,8416 | 90 | 2,6806 |
| Nivel de Confianza (%)                              | Valor de K  |                        |            |    |        |    |        |    |        |
| 99  | 6,6564  |                        |            |    |        |    |        |    |        |
| 95  | 3,8416  |                        |            |    |        |    |        |    |        |
| 90  | 2,6806  |                        |            |    |        |    |        |    |        |
| <b>Herramientas a utilizar:</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entrevistas.</li> <li>➤ Aplicación de lista de chequeo.</li> <li>➤ Encuestas.</li> <li>➤ Revisión de documentos.</li> </ul>  |                        |            |    |        |    |        |    |        |

|   |   |
|---|---|
| <b>Resultado:</b>   | La conformación del equipo de trabajo.  |
| <b>Etapa I: Paso2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.</b>    |   |
| <b>Actividades y acciones:</b>  | Se presentará ante la alta dirección el grupo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección, para su aprobación.  |
| <b>Herramientas a utilizar:</b>   | Tormenta de idea.   |
| <b>Resultado:</b>   | La aprobación por la alta dirección de la organización.   |
| <b>Etapa I: Paso3. Revisión del proceso de planeación energética.</b>             |   |
| <b>Actividades y acciones:</b>  | Se aplicarán las técnicas y herramientas que determine el grupo de trabajo para la determinación de la planificación de la energía actual de la organización y el análisis de su correspondencia con la NC- ISO 50001:2011.   |
| <b>Herramientas a utilizar:</b>   | En este paso se propone una lista de chequeo en correspondencia con la ISO 50001:2011, (Ver <b>Anexo 7</b> ).   |
| <b>Resultado:</b>   | La revisión del proceso de planeación energética y su correspondencia con la NC- ISO 50001:2011.  |
| <b>2.4.1.2 Etapa II Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos.</b> |   |
| <b>Responsable:</b>   | Jefe del Equipo de Trabajo  |
| <b>Participan:</b>  | Miembros del Equipo de trabajo, clientes internos.  |
| <b>Objetivo:</b>  | Esta etapa tiene como objetivo, recopilación de requisitos internacionales, nacionales, regionales o locales, relacionados con la energía.  |
| <b>Actividades y acciones:</b>  | <p>Es conveniente para una organización evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos a los cuales suscriba que son pertinentes para su uso y consumo energético. Los registros de los resultados de las evaluaciones del cumplimiento deben ser mantenidos.</p> <p>En este caso, se tendrán en consideración normas, regulaciones, leyes e indicaciones estipuladas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba.</li> <li>➤ Ministerio de la Construcción (MICONS).</li> <li>➤ Organización Básica Eléctrica (OBE).</li> <li>➤ Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC).</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grupo empresarial al cual pertenece la entidad.</li> <li>➤ Resoluciones de la entidad.</li> <li>➤ Todas desde el punto de vista energético.</li> </ul>   |
| <b>Herramientas a utilizar:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Revisión y búsqueda de la documentación relacionada con la gestión energética y el uso de los portadores energéticos.</li> <li>➤ Trabajo en equipo.</li> </ul>   |
| <b>Resultado:</b>   | Creación de una base documental sobre la gestión de la energía y uso de portadores energéticos. Los requisitos legales aplicables son aquellos requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales que se aplican al alcance del sistema de gestión energética relacionados con la energía.  |
| <b>2.4.1.3 Etapa III: Revisión energética.</b>                                    |   |
| <b>Responsable:</b>   | Jefe del Equipo de Trabajo  |
| <b>Participan:</b>  | Miembros del Equipo de trabajo.   |
| <b>Objetivo:</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar el uso y consumo de energía en la organización.</li> <li>2. Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.</li> <li>3. Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.</li> </ol>  |
| <b>Etapa III: Paso1: Analizar el uso y consumo de energía en la organización.</b> |   |
| <b>Actividades y acciones:</b>  | Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.   |
| <b>Herramientas a utilizar:</b>   | <p><u>Diagrama energético productivo:</u> Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de material y energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. También en el diagrama se muestran los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprocesados si los hubiera. Es bueno expresar las magnitudes de energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.</p> <p><u>El gráfico de consumo y producción vs. Tiempo:</u> Este diagrama permite el análisis simultáneo de la variación del consumo energético y la producción durante el periodo de tiempo observado. Puede realizarse para analizar el comportamiento del consumo y producción de toda la empresa, un área o equipo específico. Es útil ya que muestra los periodos de tiempo en los cuales se producen comportamientos anormales en la variación del</p> |

consumo respecto a variaciones en la producción, además de que permite identificar las causas que los producen, pues es posible determinar los periodos en los cuales se presentan dichos comportamientos y hacer un análisis específico para esos periodos (UPME 2006) e (CEEMA 2002).

De acuerdo con UPME (2006), debe evaluarse la confiabilidad de los datos para determinar si la muestra tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética. Esta clasificación de la confiabilidad es determinada según como se presenta en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Confiabilidad de los datos. Fuente: (Correa Soto, Alpha Bah, 2013.)

| Porcentaje de confiabilidad % | Clasificación |
|-------------------------------|---------------|
| 100-95                        | Bueno         |
| 95-80                         | Regular       |
| <80                           | Deficiente    |

El gráfico de control: Es una herramienta gráfica lineal que te permite observar el comportamiento de una variable en función de determinados límites establecidos. Su importancia está en que permiten detectar comportamientos anormales que actúan en alguna fase del proceso y que influyen en la desviación estándar del parámetro de salida controlado (UPME, 2006) e (CEEMA, 2002).

Análisis de capacidad del proceso: es analizar como cumplen las variables de salida con las especificaciones del proceso; en este caso para procesos con una sola especificación, ya sea para variables del tipo entre más grande es mejor donde lo que interesa es que sean mayores los valores a cierto valor mínimo ( LIE o EI), o variables del tipo entre más pequeña mejor donde lo que se desea es que nunca se exceda a un valor máximo (LSE o ES), en eficiencia energética en el análisis de los índices de consumo de los portadores energéticos este es el tipo de variable que se analiza, sin embargo para el análisis de factor de potencia se considera satisfactorio variables del tipo entre más grande es mejor. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

Estabilidad del proceso: Implica el estudio de la variación de un proceso a

|  |   |
|--|---|
|  | <p>través del tiempo. Un proceso tiene estabilidad si su desempeño es predecible en el futuro inmediato y se dice que está en control. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.</p> <p><u>Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM)</u>: Es un gráfico que se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.</p>   |
| <b>Resultado:</b>  | Evaluar el uso y consumo de la energía.   |
| <b>Etapa III. Paso2: Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.</b> |   |
| <b>Actividades y acciones:</b>   | Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.   |
| <b>Herramientas a utilizar:</b>  | <p><u>Diagrama de Pareto</u>: Son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.</p> <p>El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la ley de Pareto o ley 80 – 20, el cual indica que el 80 por cien de los problemas son originados por un 20 por cien de las causas. Este principio ayuda a separar los errores críticos, que normalmente suelen ser pocos, de los muchos no críticos o triviales.</p> <p><u>Estratificación</u>: Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general.</p> <p>La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y las herramientas de descripción de efectos.</p> |
| <b>Resultado:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las fuentes de energía más significativas.</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.</li> </ul>   |
| <p><b>Etapa III. Paso3: La identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético.</b></p> |  |
| <p><b>Actividades y acciones:</b></p>   | <p>Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.</p>   |
| <p><b>Herramientas a utilizar:</b></p>  | <p><u>Análisis del modo de falla y efecto:</u> es un enfoque estructurado para identificar, estimar, dar prioridad y evaluar riesgo de las posibles fallas en cada etapa de un proceso. Empieza por identificar cada elemento, ensamble o parte del proceso y listar los modos de falla potencial, las causas potenciales y los efectos de cada falla. También se calcula un número de prioridad del riesgo (RPN) para cada modo de falla.</p> <p><u>Diseño de experimentos (DOE):</u> El DOE, al que en ocasiones se hace referencia como pruebas multivariadas, es un método estadístico que se utiliza para determinar la relación de causa y efecto entre las variables de la entrada (X) y la salida (Y) del proceso. En contraste con las pruebas estadísticas estándar, que requieren cambiar cada variable individual para determinar la de mayor influencia, el DOE permite la experimentación simultánea de muchas variables mediante la cuidadosa selección de un subconjunto de las mismas.</p> <p><u>Diagrama de causa y efecto o Ishikawa:</u> es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuales son las verdaderas causas.</p> <p><u>Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto).</u> Es una técnica válida para definir prioridades. La solución de prioridades es la identificación de que debemos de atender primero e incorporar la urgencia, la tendencia y el impacto de una situación, de ahí la sigla UTI.</p> <p><u>Urgencia:</u><br/>Se relaciona con el tiempo disponible frente al tiempo necesario para realizar una actividad. Para cuantificar en la variable cuenta con una escala</p> |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>de 1 a 10 en la que se califica con 1 a la menos urgente, aumentando la calificación hasta 10 para la más urgente. Tenga en cuenta que se le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.</p> <p><u>Tendencia:</u><br/>Describe las consecuencias de tomar la acción sobre una situación. Hay situaciones que permanecen idénticas si no hacemos algo. Otras se agravan al no atenderlas. Finalmente se haya las que se solucionan con solo dejar de pasar el tiempo. Se debe considerar como principal entonces las que tienden a agravarse al no atenderlas, por lo cual se le dará un valor de 10; las que se solucionan con el tiempo, 5; y las que permanecen idénticas sino hacemos algo la calificamos con 1.</p> <p><u>Impacto:</u><br/>Se refiere a la incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de nuestra gestión en determinada área o la empresa en su conjunto. Para cuantificar esta variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a las oportunidades de menor impacto, aumentando la calificación hasta 10 para las de mayor impacto. Tenga en cuenta que le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.</p> |
| <b>Resultado:</b>   | Estimar el uso y consumo futuros de energía.  |
| <b>2.4.1.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética.</b> |   |
| <b>Responsable:</b>   | Jefe del Equipo de Trabajo  |
| <b>Participan:</b>  | Miembros del Equipo de trabajo.   |
| <b>Objetivo:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinación de la Línea de base energética.</li> <li>➤ Determinación de la Línea meta del desempeño energético.</li> <li>➤ Mejora, diseño o incorporación de Indicadores de desempeño energético, a través de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Detectar deficiencias en los indicadores actuales.</li> <li>❖ Mejorar (modificar) los indicadores existentes</li> <li>❖ Incorporar indicadores energéticos de empresas líderes a través del Benckmarking.</li> <li>❖ Diseñar indicadores propios a los procesos productivos o de servicio para la organización en general o sector.</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Actividades y acciones:</b>  | Requisitos obligatorios para determinación de la línea base energética y la línea meta del desempeño energético.  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>La línea base y línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal para ello es obligatorio tomar como referencia datos de más de 3 años cuando se posee información mensual, sin embargo cuando la información es diaria se pueden considerar los datos de tres meses. Con ello se muestra a la entidad como ha sido su comportamiento.</p>   |
| <p><b>Herramientas a utilizar:</b></p> | <p><u>Diagrama de dispersión</u></p> <p>Conocido también como diagrama de regresión, el objetivo de este diagrama es presentar la correlación entre dos variables, en este caso: consumo de energía y producción. Para esto se deben recolectar los datos correspondientes a estas variables para un periodo de tiempo que puede ser en días, meses o años y a través del método de mínimos cuadrados determinar el coeficiente de correlación R y la ecuación de la línea que se ajusta a los puntos de la gráfica. De acuerdo con CEEMA (2002) el coeficiente de correlación debe ser mayor o igual a 75%, mientras que UPME (2006) sugiere que debe ser mayor o igual a 85%. Estos organismos indican que coeficientes menores a los mencionados reflejan una relación débil entre las variables y que por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Igualmente afirman que un coeficiente de correlación menor hace que el índice de consumo (otra herramienta presentada más adelante) no refleje adecuadamente la eficiencia energética de la empresa o área analizada. Para efectos de este trabajo, se tomará el coeficiente R = 80%</p> <p>La ecuación que se ajusta a los puntos de la gráfica está dada por:</p> $E = mP + E_0 \quad (1)$ <p>Dónde:</p> <p>E = consumo de energía.<br/> P = producción.<br/> m = pendiente de la línea.<br/> E<sub>0</sub> = intercepto de la línea</p> <p>Esta ecuación refleja aspectos importantes: la pendiente (m) corresponde a la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción; el intercepto (E<sub>0</sub>) es el consumo de energía no asociado a la producción, lo que quiere decir que a pesar de dejar de producir hay un</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>consumo fijo dado por <math>E_0</math>. Muchas de las oportunidades de ahorros de energía están en este consumo y pueden lograrse con poca inversión.</p> <p><u>CUSUM y CUSUM tabular</u>: La selección del periodo base puede apoyarse en un análisis CUSUM herramientas que se encuentran explicada en la etapa III del documento.</p> <p><u>Diagrama índice de consumo Vs. producción</u></p> <p>Después de obtener la ecuación 1, puede obtenerse el índice de consumo dividiendo la ecuación 1 por la producción, tal como presentado en la ecuación 2.</p> $E = m * P + E_0$ $IC = \frac{E}{P} = m + \frac{E_0}{P}$ $IC = m + \frac{E_0}{P} \quad (2)$ <p>La ecuación 2 muestra que el índice de consumo depende del nivel de producción realizada, de este modo, si la producción disminuye, es posible disminuir el consumo total de energía, sin embargo, el costo de energía por unidad de producto aumenta. Esto sucede porque hay una menor cantidad de unidades producidas soportando el consumo energético fijo. Por otro lado, si la producción aumenta, disminuyen los costos de energía por unidad de producto, sin embargo, hasta el valor límite dado por la pendiente (m) de la ecuación 2 (UPME, 2006). De este modo, el índice de consumo es una herramienta que contribuye a la programación de la producción.</p> |
| <p><b>Resultado:</b></p>   | <p>Determinación de la línea base y la línea meta energética, así como la mejora del control, a través de indicadores que reflejen el desempeño energético en la organización.</p>   |
| <p><b>2.4.1.5 Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética.</b></p> |  |
| <p><b>Responsable:</b></p>   | <p>Jefe del Equipo de Trabajo.</p>   |
| <p><b>Participan:</b></p>  | <p>Miembros del Equipo de trabajo.</p>   |
| <p><b>Objetivo:</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética.</li> <li>➤ Establecer planes de control para el proceso.</li> </ul>  |

|                                 |  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|--|------------------------|------------------|-----------------------|-------------|--------|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|----------------------|--|--|--|--|--|--|-----|-------|------|---------|-------|--------|--------|--|--|--|--|--|--|--|---------|-----------------------|-----------|------------------|-----------------------|-------------|--|--|--|--|--|--|
| <b>Actividades y acciones:</b>  | Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
| <b>Herramientas a utilizar:</b> | <p><u>5W y 2H:</u> Se utiliza para definir claramente la división del trabajo y para ejecutar el plan de mejora con un grupo estableciéndose el qué, por qué, cuándo, quién, dónde, cómo y cuánto según se muestra en la Tabla 2.8.</p> <p>Tabla 2.8: Oportunidad de Mejora: Fuente: (Correa Soto, Alpha Bah, 2013.)</p> <table border="1" data-bbox="516 558 1393 785"> <tr><td colspan="7">Oportunidad de mejora:</td></tr> <tr><td colspan="7">Meta:</td></tr> <tr><td colspan="7">Responsable general:</td></tr> <tr> <td>qué</td> <td>quién</td> <td>cómo</td> <td>por qué</td> <td>dónde</td> <td>cuándo</td> <td>cuánto</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table> <p><u>Planes de control del proceso:</u> Los planes de control del proceso permiten preservar los efectos de las acciones de mejora y mantener la operación del proceso dentro de los límites que han sido establecidos. Están orientados a las características importantes para el cliente, constituyen un resumen de los sistemas para minimizar la variación del proceso y utilizan un formato estandarizado según se muestra en la Tabla 2.9</p> <p>Tabla 2.9: Planes de control. Fuente: (Correa Soto, Alpha Bah, 2013.)</p> <table border="1" data-bbox="490 1138 1419 1243"> <tr> <td>Entrada</td> <td>Oportunidad de mejora</td> <td>Indicador</td> <td>Rango de control</td> <td>Frecuencia de control</td> <td>Responsable</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> | Oportunidad de mejora: |                  |                       |             |        |  |  | Meta: |  |  |  |  |  |  | Responsable general: |  |  |  |  |  |  | qué | quién | cómo | por qué | dónde | cuándo | cuánto |  |  |  |  |  |  |  | Entrada | Oportunidad de mejora | Indicador | Rango de control | Frecuencia de control | Responsable |  |  |  |  |  |  |
| Oportunidad de mejora:          |  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
| Meta:                           |  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
| Responsable general:            |  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
| qué                             | quién  | cómo                   | por qué          | dónde                 | cuándo      | cuánto |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
|                                 |  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
| Entrada                         | Oportunidad de mejora  | Indicador              | Rango de control | Frecuencia de control | Responsable |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
|                                 |  |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |
| <b>Resultado:</b>               | Elaboración y propuesta de planes de acción y de control para el proceso de planeación energética.   |                        |                  |                       |             |        |  |  |       |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |     |       |      |         |       |        |        |  |  |  |  |  |  |  |         |                       |           |                  |                       |             |  |  |  |  |  |  |

**2.5. Conclusiones Parciales.**

- Se realizó la caracterización energética de la Empresa Constructora de Obras Arquitectura No.37, arribándose a las siguientes conclusiones:
  - El portador del diesel es el que mayor consumo le está ocasionando.
  - La brigada Movimiento de tierra es la que le está generando a la empresa mayor consumo del diesel representando el 85.82% del total.
- Se diseña un procedimiento para la planificación energética en las organizaciones según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y teniendo como premisas diferentes normas a nivel internacional y la gestión de la calidad, que posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.



# *Capítulo 3*

---

**Capítulo 3: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la brigada Movimiento de tierra, ECOA No. 37**

**3.1. Introducción**

En el presente capítulo se realiza una breve caracterización y aplicación del procedimiento propuesto para la planificación energética en la Brigada Movimiento de Tierra correspondiente a la Empresa ECOA No.37 en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011, propuesto en el capítulo anterior al proceso de movimiento de tierra.

**3.2. Caracterización de la Brigada Movimiento de tierra (BMT), ECOA No. 37**

La Brigada Movimiento de Tierra se encuentra ubicada en Finca Carolina, perteneciente a la Empresa ECOA No.37 según el **Anexo 3**. La cual está estructurada se muestra en el **Anexo 8**, la brigada cuenta con una plantilla de 353 trabajadores, de ellos 17 son mujeres y 336 hombres según categoría ocupacional.

**Composición de la fuerza de trabajo**

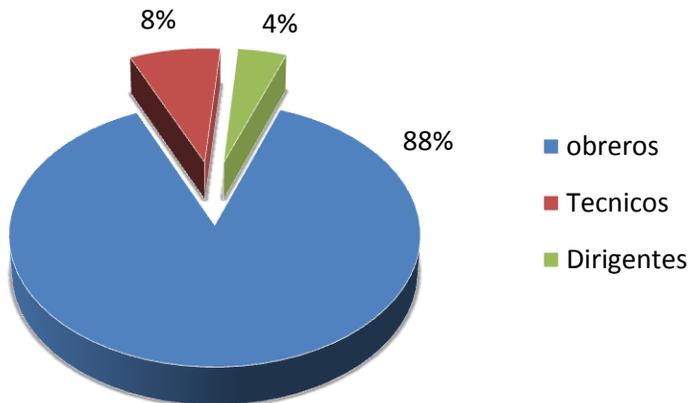


Figura 3.1: Composición de la fuerza de trabajo por categoría ocupacional. Fuente: (Elaboración propia).

Como se observa en la figura 3.1 el peso mayor de la fuerza de trabajo se centra en los obreros representando el 88 % del total y el 4 % está representado por el personal de servicio y por último los dirigentes el 8 %, de todo este análisis se puede ver que solo el 12 % de la plantilla se encuentra indirecta a la producción, colocándose dentro de los parámetros óptimos, que expresa el sistema perfeccionamiento empresarial cubano con respecto a las nuevas tendencias, donde se establece un 80 % de personal directo y el resto indirecto.

El régimen de la jornada Laboral de esta brigada se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Régimen de trabajo y descanso de la BMT. Fuente: (Departamento Recursos Humanos de la Empresa).

| Jornada Horaria | Actividad a que se les aplica | Promedio horas a trabajar en la semana | Horas a trabajar en el mes | Tiempo de descanso y necesidades personales | Horario de Entrada | Horario de Salida |
|-----------------|-------------------------------|--|----------------------------|---|--------------------|-------------------|
| 8 horas diarias | BMT                           | 48                                     | 192                        | 60 minutos                                  | 7.0 am             | 5.0 pm            |

### 3.2.1. Descripción de los procesos, actividades y operaciones que se desarrollan en las instalaciones.

En las instalaciones del área socio-administrativo se ejecuta fundamentalmente el proceso de dirección y las actividades de servicio, planeación y control y la preparación de obras a través de los diferentes departamentos: Dirección, Recursos Humanos, Técnica, Equipos y Economía. En las áreas físicas exteriores se realiza el servicio fundamental de ejecución de la actividad de movimiento de tierra, en el diagrama A1 se muestra el flujo del Proceso (Ver **Anexo 9**) de toda esta actividad, además se realiza un mapa del proceso para el servicio de ejecución (Ver **Anexo 10**).

En las instalaciones del área de suministro se ejecuta el proceso de apoyo de suministro con las actividades de recepción y despacho.

En las instalaciones de mantenimiento y reparación se ejecuta el proceso de apoyo de gestión de equipos y las actividades de reparación mecánica como la fundamental y otras actividades auxiliares como fregado, engrase, soldadura, maquinado y serviciado de neumáticos, en el Diagrama A2 (Ver **Anexo 9**).

En los dispositivos de las áreas interiores se realizan actividades relacionadas con el manejo y almacenamiento de residuos.

### 3.3. Caracterización energética de la BTM, ECOA No. 37

#### 3.3.1 Revisión de las principales materias primas y recursos naturales

Se le realizará una breve caracterización de las principales materias primas y recursos naturales utilizados por la Brigada Movimiento de Tierra. Los recursos naturales son aquellos que proporciona la naturaleza sin alteración por parte del ser humano, además de ser valiosos para la sociedad contribuyendo a su bienestar y desarrollo de manera directa.

### Recurso agua

La fuente de abasto que proporciona toda el agua que se consume en la instalación proviene de la Zona de Explotación Damuji. El agua accede a la instalación desde la tubería maestra y también suministra agua a otros consumidores de la zona y a través de dos acometidas se distribuye hacia el área del Comedor (está separado de la instalación principal) y hacia la instalación principal donde provee a los puntos internos de consumo de agua en la instalación, los mismos son los siguientes: baños sanitarios, lavamanos, planta de fregado. Las tuberías visibles del sistema son de polipropileno y metálicas y en algunos tramos no se encuentran en buen estado.

El agua se utiliza para diferentes usos y actividades:

- Agua de proceso en la actividad de movimiento de tierra.
- Actividades domésticas (aseo del personal, fregado de utensilios de cocina, baños sanitarios, limpieza de pisos).
- Fregado de equipos automotor.

Los equipos y dispositivos del sistema de agua potable se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Equipos y Dispositivos del sistema del agua. Fuente: (Departamento Equipos de la Empresa.)

| Cant. | Equipos o Dispositivo  | Datos técnicos | Área               |
|-------|------------------------|----------------|--------------------|
| 1     | Tanque elevado (fibro) | 750 LT         | Oficina            |
| 1     | Tanque elevado (fibro) | 750 LT         | Comedor            |
| 3     | Tanque elevado fibro)  | 1000 LT        | Comedor            |
| 1     | Metrocontador          | -              | Comedor            |
| 1     | Tanque elevado (fibro) | 750 LT         | Taller de camiones |
| 2     | Tanques metálicos      | 9000 LT        | Planta de Fregado  |

El agua se recibe directamente del sistema de acueducto por lo que en la entidad no se realiza tratamiento ni monitoreo al agua potable. En sentido general no se controla el consumo del recurso agua.

### **3.3.2. Electricidad**

El Sistema Eléctrico de la instalación comprende los sistemas de recepción, transformación y consumo, provenientes del Sistema Electroenergético Nacional (SEN). El suministro de energía

se realiza desde el circuito ubicado en la zona que va hacia la Ciudad Nuclear del SEN y en particular hacia la refinería de Cienfuegos.

El metrado de energía eléctrica de la unidad se realiza a través de un metro contador ubicado en la PGD. La entidad es alimentada del SEN a una subestación eléctrica de 33KV/208V que distribuye la energía eléctrica hacia un banco de tres transformadores de 37 KVA perteneciente a la Empresa Eléctrica de Cienfuegos y ubicada en la propia instalación. Este banco suministra energía eléctrica a las oficinas del edificio administrativo, talleres, almacenes y demás locales. (Ver **Anexo 11**).

En la tabla 3.3 se muestra el comportamiento del consumo de energía eléctrica desde 2010 al 2012.

Tabla 3.3: Comportamiento del consumo energético de la Brigada Movimiento de tierra. Fuente: (Departamento Energía de la empresa.)

| Energético            | UM     | 2010  |       |     | 2011  |      |     | 2012 |       |    |
|-----------------------|--------|-------|-------|-----|-------|------|-----|------|-------|----|
|                       |        | Plan  | Real  | %   | Plan  | Real | %   | Plan | Real  | %  |
| Electricidad MW       | MWH    | 88.2  | 96.74 | 109 | 90.1  | 94.4 | 104 | 73   | 72.35 | 99 |
| Intensidad Energética | T/MM P | 20.05 | 19.11 | 95  | 11.92 | 9.19 | 77  | 5.16 | 3.47  | 67 |

Como se evidencia en la tabla anterior en los años 2010 y 2011 se incumple el plan de consumo de electricidad, pero esto responde a un incremento de la producción según se observa en la intensidad energética, por concepto de consumo de electricidad.

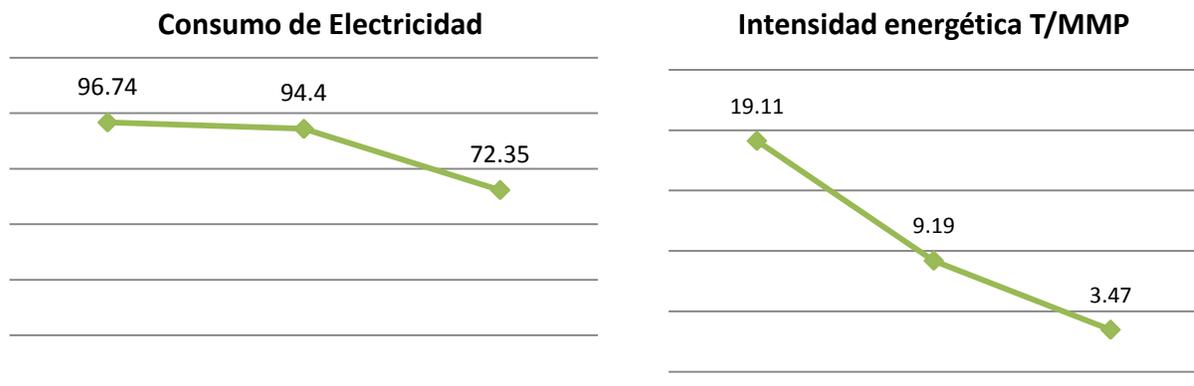


Figura 3.2: Consumo e Intensidad energética de la Brigada Movimiento de tierra. Fuente: (Elaboración Propia.)

Los equipos más consumidores de energía se muestran a continuación:

- 2 compresores de aire
- 1 maquina de soldar
- 2 tornos universales
- 1 recortador
- 1 plancha ponchera
- 1 sierra de carpinterías
- 1 piedra esmeril de tornería
- 1 sinfín de carpintería
- 1 taladro vertical de tornería
- 1 segueta

Todos estos equipos son de 220 V trifásicos. Además la planta cuenta con equipos electrodomésticos tales como:

- 3 acondicionadores de aire (LG).
- 2 Bebederos (caja de agua).
- 1 Refrigerador (LG).
- 4 Computadoras y accesorios.
- Alumbrado, básicamente lámparas de tubos fluorescentes de 40 y 20 W y alumbrado público de lámparas de mercurio de 250W.
- 1 ventilador criollo

Todo este análisis fue sacado a través de un balance de carga realizado por la empresa donde se evidencia el resultado. (Ver **Anexo 12**).

### **3.3.3. Combustibles y Lubricantes**

En la Brigada Movimiento de Tierra se consumen y manejan en sentido general varios combustibles, estos son:

- Diesel (Gas oil)
- Gasolina
- Grasas
- Lubricantes

Los principales proveedores de aceites y grasas lubricantes de la entidad son CubaLub y Castrol. La recepción de los combustibles se realiza mediante tarjetas magnéticas que se

recargan en FINCIMEX. A través de estas tarjetas se compra el combustible a la Empresa Comercializadora de Combustibles para recargar las pipas de combustibles que se encargan de servir a los equipos que se encuentran trabajando en la obra.

- ❖ Almacenamiento y manejo: Los aceites se compran en bidones de 210 litros y se traslada a los almacenes destinados para este fin. Los aceites usados resultado del cambio se almacenan en tanques destinados para este fin hasta su destino final.
- ❖ Consumo de combustibles y lubricantes: durante el trienio 2010 – 2012, la organización tuvo el siguiente comportamiento de consumo de Combustibles y lubricantes, el cual se representa en la tabla 3.4 y en la figura 3.3

Tabla 3.4: Consumo de combustibles y lubricantes de la Brigada Movimiento de tierra. Fuente: (Departamento Energía de la Empresa.)

| Portador energético | UM | 2010      |           |     | 2011      |           |     | 2012       |            |     |
|---------------------|----|-----------|-----------|-----|-----------|-----------|-----|------------|------------|-----|
|                     |    | Plan      | Real      | %   | Plan      | Real      | %   | Plan       | Real       | %   |
| Diesel              | L  | 461476.77 | 612428.65 | 133 | 492132.26 | 150814.29 | 234 | 1909214.77 | 3701327.90 | 194 |
| Gasolina            | L  | 8127.84   | 5232.68   | 64  | 7852.32   | 4026.72   | 51  | 3995.04    | 2598.15    | 65  |
| Grasas              | Kg | 1600      | 946.5     | 59  | 1600      | 1574      | 98  | 13600      | 3131       | 23  |
| Aceite              | L  | 27830     | 32582     | 117 | 27830     | 29007     | 104 | 50490      | 39094      | 77  |

### Portadores Energéticos

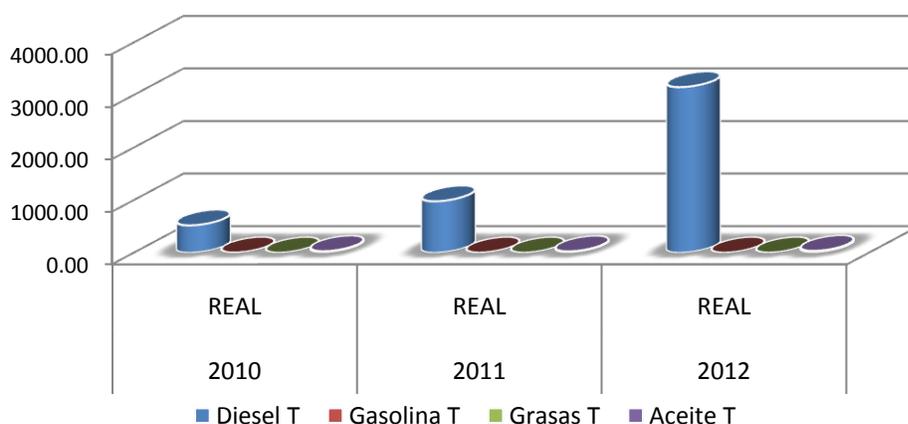


Figura 3.3: Portadores Energéticos de la Brigada Movimiento de tierra. Fuente:(elaboración propia.)

En la figura 3.3 se muestra que el diesel es el portador energético que más consume en la brigada debido al incremento de los servicios y las producciones que realiza la organización, tomando como referencia la información de la tabla 3.4 se realiza un diagrama Pareto del año

2012 con el objetivo de visualizar los portadores que presentan un mayor consumo en la brigada dando como resultado el portador del diesel el más consumidor representando el 88.85% del total los resultados. (Ver **Anexo 13**).

La entidad cuenta con un parque automotor muy amplio que utiliza el combustible diesel (Ver **Anexo 14**), tomando como referencia este anexo se procederá la realización de una estratificación, mediante la representación de las estructuras de consumo de diesel, para identificar los equipos claves, es decir, los de mayor consumo para la brigada, donde los resultados se muestran (Ver **Anexo 15**), llegando a la conclusión que los equipos más consumidores se muestran a continuación:

- ✓ Buldócer SD 32 Shantui.
- ✓ Buldócer SD 22 Shantui
- ✓ Motoniveladora SG 18E Shantui.
- ✓ Buldócer SD 16 Shantui.
- ✓ Cargador SL 50 W Shantui.
- ✓ Cilindro SR- 20 Shantui.
- ✓ Cilindro SR- 16 Shantui.

#### **3.3.4. Materiales e insumos con incidencia ambiental**

Gases industriales, aceites, lubricantes, baterías, neumáticos, piezas y partes de repuesto constituyen los principales materiales e insumos con incidencia ambiental que se utilizan en los procesos y actividades de la entidad. (Ver **Anexo 16**).

Los locales y áreas de almacenamiento en sentido general presentan buenas condiciones estructurales de la infraestructura (paredes de mampostería y techos metálicos). Se identificaron las siguientes no conformidades:

- En el almacén de piezas viejas no existen las mejores condiciones de orden y limpieza.
- En el almacén de aceites se almacenan tanques de aceite directamente en el piso.
- En el almacén de aceites se aprecia falta de organización y falta de orden y limpieza.
- En el almacén de aceites se aprecia derrames al suelo.

#### **Emisiones a la atmósfera**

Producto de la combustión de los combustibles que se utilizan en la Brigada se emiten gases tóxicos a la atmósfera que afectan la salud humana y contribuyen al calentamiento global de la

misma por efecto de invernadero. Los combustibles que al combustionarse afectan más por orden decreciente son el fuel oil (generación de energía eléctrica), el diesel, la gasolina y el GLP. Todos emiten sustancias tóxicas.

La emisión de los gases contaminantes producto de la combustión de los combustibles provoca una considerable contaminación al medio ambiente en esta etapa, particularmente con la emisión de gases tóxicos como el CO, SO<sub>2</sub>, el CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, partículas sólidas como el hollín, inquemados, los cuales incrementan el efecto invernadero, disminuyen la calidad del aire en la zona fundamentalmente en el radio de protección sanitaria donde se encuentra enclavadas la instalación y la calidad del aire por donde circulan los vehículos y en mayor medida en la zona de protección sanitaria donde se ubica la CTE donde se genera la electricidad, provocando una considerable contaminación atmosférica.

El comportamiento de las emisiones de gases de combustión por concepto de uso de combustibles y de electricidad en la instalación se muestra en el **Anexo 17**.

Solo por concepto de consumo de portadores energético la unidad movimiento de tierra ha emitido atmósfera entre el 2011 y el 2012, un volumen equivalente a 13931.29 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>, un total de 224.71 toneladas métricas de SO<sub>2</sub> y de NO<sub>2</sub> un total de 17.722 toneladas métricas. El portador energético que más aporta CO<sub>2</sub> es el Diesel con un 97.16 % considerando que este es el combustible que utilizan los equipos de la Brigada. Estas emisiones son contaminantes atmosféricos, que además incrementan el efecto de invernadero y el calentamiento global. No obstante a que no hay incumplimiento de requisitos legales, pues el consumo de portadores energéticos está respaldado por producción y los índices de intensidad energética son positivos, no implica que no se realicen planes de manejo y medidas para minimizar estas emisiones.

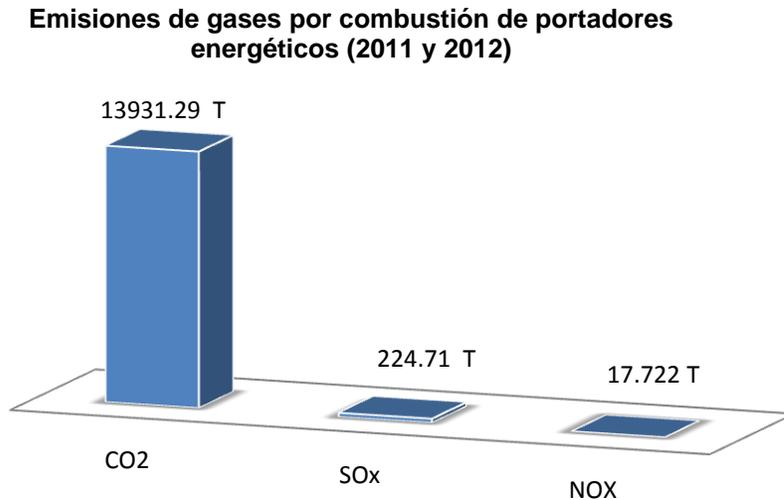


Figura 3.4: Emisión de gases en la Brigada Movimiento de tierra. Fuente: (Informe del RAI.)

### 3.4. Revisión de la política energética

La política energética es la que impulsa la implementación y mejora de un Sistema de Gestión de Energía (SGEn), y el desempeño energético dentro de su alcance y límites. Puede ser un planteamiento breve que los miembros de la organización puedan fácilmente entender y aplicar a sus actividades de trabajo. La difusión de la misma puede ser usada como un impulso para dirigir el comportamiento organizacional.

“La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura # 37 ejecuta y repara obras de todo tipo, satisfaciendo los requisitos y expectativas de todos sus clientes, legales y reglamentarios que sean aplicables, logrando un desempeño ambiental sostenible, una adecuada seguridad y salud de los trabajadores y una cultura energética, en plena armonía entre las partes interesadas, con un ambiente preventivo de control en el desempeño de la organización, donde prime la competencia, el esfuerzo consciente y la formación integral de su personal, con eficiencia a través de la mejora continua”.

La empresa presenta una sola política donde integra los siguientes sistemas de gestión:

- Sistema de Gestión de la Calidad.
- Sistema de Gestión Ambiental.
- Sistema de Gestión Seguridad y Salud del trabajo.
- Sistema de Gestión de Energía.

Lo anterior ha conducido al establecimiento de un sistema de gestión que posibilita mejorar continuamente sus procesos, la satisfacción de sus clientes y la eficiencia de la organización.

Con la incorporación de la nueva NC- ISO 50001: 2011 a la política establecida por la empresa anteriormente se hace una nueva propuesta.

Política: “La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura # 37 ejecuta y repara obras de todo tipo, satisfaciendo los requisitos y expectativas de todos sus clientes, legales y reglamentarios que sean aplicables, logrando un desempeño ambiental sostenible, una adecuada seguridad y salud de los trabajadores y un uso eficiente de los portadores energéticos, en plena armonía entre las partes interesadas, con un ambiente preventivo de control en el desempeño de la organización, donde prime la competencia, el esfuerzo consciente y la formación integral de su personal, con eficiencia a través de la mejora continua”.

### **3.5. Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la BTM**

#### **3.5.1. Etapas I: Revisión del Proceso Planeación Energética**

Primer Paso: Formación del grupo de trabajo.

Para la realización de este procedimiento primeramente se debe formar un grupo de expertos conocedores del tema, de forma tal que aporten información precisa y que participen en toda las etapas de la investigación. Para ello se utiliza el Método Delphi y se fija un nivel de confianza de un 95 %, con  $i = 6\%$  y  $p = 1\%$ . Los cálculos se muestran en el **Anexo 18**.

Los expertos seleccionados fueron los siguientes:

1. Director de la Brigada de Movimiento de tierra (Pedro Calzada Viva).
2. Técnico de Producción la Brigada de Movimiento de tierra (Milagros García Jorge).
3. Técnico de Mantenimiento la Brigada de Movimiento de tierra (Néstor Cárdenas Pérez).
4. Técnico de Uso y Explotación de equipos la Brigada de Movimiento de tierra (Orlando Sánchez Jiménez).
5. Director de la UEB de Equipo (Antonio Jesús Enrique Pérez)
6. Esp. Principal en Explotación de la UEB de Equipo (Carlos Acea García)
7. Director Energético Empresa (Manuel Castillo)
8. Especialista Energético Empresa (Francisco)
9. Investigadores Gestión Energética (Jenny Correa Soto)
10. Especialista Principal de Calidad (Leslier Cárdenas Bravo)

La selección de los expertos se realizó a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño de procedimiento en el capítulo II de la investigación.

Segundo Paso: Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.

Se presenta ante el consejo de dirección el equipo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección para su aprobación.

Tercer Paso: Revisión del proceso planificación energética.

El departamento energético en coordinación con la dirección de producción, a mediados del año en curso elaboran la propuesta del plan de los portadores energético que se utilizará para el año próximo, esto se realiza teniendo en cuenta los planes de producción previsto para el año próximo según las obras aprobadas por el Ministerio Economía y Planificación (MEP), los índices de consumo de los distintos portadores con que cerró el año anterior, el parque de equipo a utilizar, así como todas las actividades posibles a realizar. Una vez elaborada la propuesta es analizada en el consejo de dirección de la empresa, con el objetivo de realizar un último análisis de los distintos portadores energético y el plan propuesto según las producciones de cada brigada. Realizado este análisis el plan de portadores energéticos es enviado al Grupo Empresarial de la Construcción de Cienfuegos (GECC), para ser analizada según las disponibilidades o restricciones que esta tenga. Luego de su visto bueno por el GECC toda esta información es enviada al Ministerio de la Construcción para su ajuste o aprobación del plan para el año próximo.

En este paso también se aplicó una lista de chequeo propuesta en el capítulo 2, donde se utilizó solamente los aspectos de los requisitos de la política y planificación energética, cuyos resultados se muestran (**Anexo 19**), realizándose un resumen de los mismos:

- Es apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de su organización.
- La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético.
- Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética.
- Ha establecido su organización una(s) Línea (s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía.

- Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética.
- Los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización.
- Mantienen y registran la(s) Línea (s) de base energética.
- Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada.

### **3.5.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos.**

Las normas, resoluciones que regulan la Gestión Energética y el consumo de portadores energéticos de la empresa son:

#### Ministerio de la Construcción (MICONS)

- ✓ DEN-09-028 Situación Actual de la Energía Eléctrica.
- ✓ DEN-09-030 Procedimiento para la toma e lectura en los contadores eléctrico no residenciales.
- ✓ DEN-08-018 Procedimiento para la captación de la demanda mensual de los combustibles en el MICONS.
- ✓ DEN-002-09 Normas de Uso de la Tarjeta magnética de combustible en el MICONS.
- ✓ DEN-019-07 Reordenamiento de las Reservas Estatales de Combustibles.
- ✓ DEN-018-07 Actualización del Inventario de todos los Servicios Eléctricos de entidades del MICONS radicadas en el territorio.
- ✓ DEN-017-07 Plan Operativo Mensual de Energía Eléctrica.
- ✓ DEN-016-07 Plan Operativo Mensual de Combustible.
- ✓ DEN-012-07 Despacho del MICONS con la OBE del Territorio.
- ✓ DEN-001-07 Modelo de Control de Inventarios del Equipamiento Tecnológico del MICONS.
- ✓ OM3279-09 Principales medidas del programa de ahorro.
- ✓ CC-4/2007 Orientaciones sobre el modelo 5073. Balance del consumo de portadores energéticos.
- ✓ CC-No. 10-01-2007 Medidas de ahorro de energía eléctrica y de Climatización de los medios técnicos de Cómputo a adoptar en cada organización.

#### Ministerio de Economía y Planificación (MEP):

- ✓ Sugerencias para el ahorro y uso racional de la energía, septiembre 1998.
- ✓ Acuerdo No. 5959/2007 para el control administrativo.

- ✓ Instrucción No. 1 del 2010. "Procedimiento para la adquisición, carga y uso de las tarjetas prepagadas para combustible".

Ministerio de Energía y Minas:

- ✓ Resolución No. 328. 9 de noviembre 2007 sobre el establecimiento del plan anual de consumo de portadores energéticos.
- ✓ Guía de supervisión Origen-Destino. 2013. Dirección de Supervisión de Consumo y Control de Portadores Energéticos de CUPET.

Ministerio de Finanzas y Precios:

- ✓ Resolución No. 60/2009 respecto al uso y control de las Tarjetas Prepagadas para Combustibles.
- ✓ Resolución No. 28/2011 sobre tarifas eléctricas para el sector no residencial.

Oficina Nacional de Estadísticas (ONE):

- ✓ Modelo 5073. Balance de consumo de portadores energéticos.

Unión Nacional Eléctrica:

- ✓ Guía metodológica para la evaluación de centros, empresas y organismos en el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos:

- ✓ Inclusión del plan de uso del agua como indicador directivo de la economía, en el plan 2011.

El grupo de trabajo le facilita a la organización la NC ISO: 50001:2011 "Sistema de Gestión para la energía – Requisitos con orientación para su uso."

### **3.5.3. Etapa III: Revisión energética.**

Los equipos pertenecientes a la brigada Movimiento de tierra, se dividen según su propósito o finalidad en dos grandes grupos: los equipos de construcción o equipos pesados (donde entran en esta clasificación Bulldozer, excavadoras, cargadores, motoniveladoras y compactadores) y los equipos de transporte o equipos ligeros se encuentran (medios de transportación). Según la caracterización energética de esta UEB realizada en el **epígrafe 3.3.3**, los equipos que presentan un mayor índice de consumo son los equipos de construcción, pero se realizará la investigación de la revisión del proceso de planeación energética al Bulldozer SD-32 por los equipos pesados y al camión Plancha con capacidad de 20T por los equipos ligeros. Teniendo en cuenta el criterio de (Correa Soto, Alph Bah 2013) que para realizar la planificación energética es necesario tener datos de más de 3 años cuando los análisis se realizan mensual

y 3 meses cuando se realizan diario, la UEB solo cuenta con los datos mensuales de Enero, Febrero y Marzo del 2013 se procederá a realizar el análisis a partir de estos.

Primer Paso: Analizar el uso y consumo de energía en los Carros Planchas de la organización.

Para la identificación de materias primas y energía se confecciona en el **Anexo 20** un diagrama energético –Productivo al nivel de ejecución del proceso movimiento de tierra.

Gráfico 3.1: Gráfico de Consumo y Km recorridos vs. Tiempo (Enero). Fuente: (Elaboración propia).

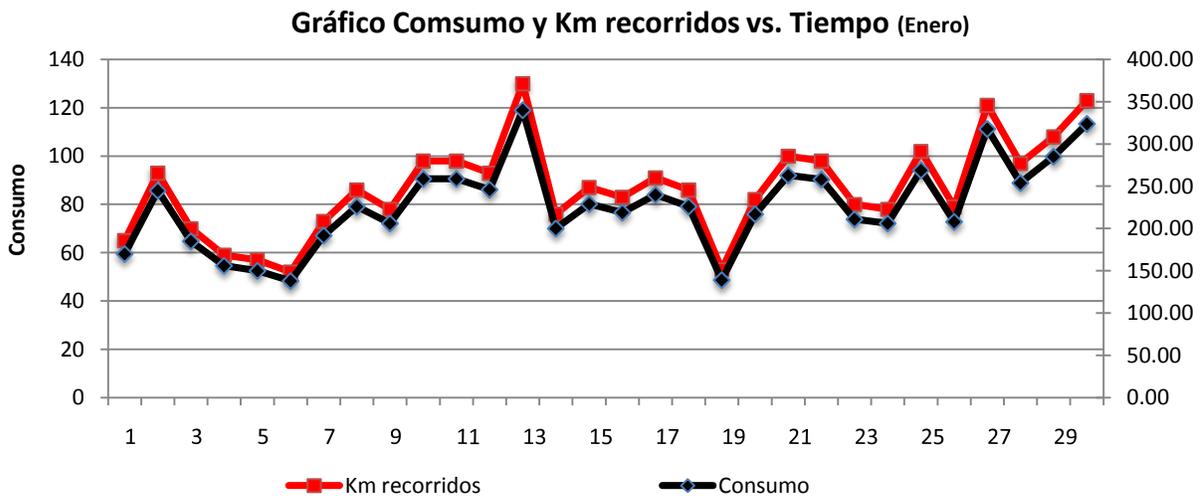


Gráfico 3.2: Gráfico de Consumo y Km recorridos vs. Tiempo. Fuente: (Elaboración propia).

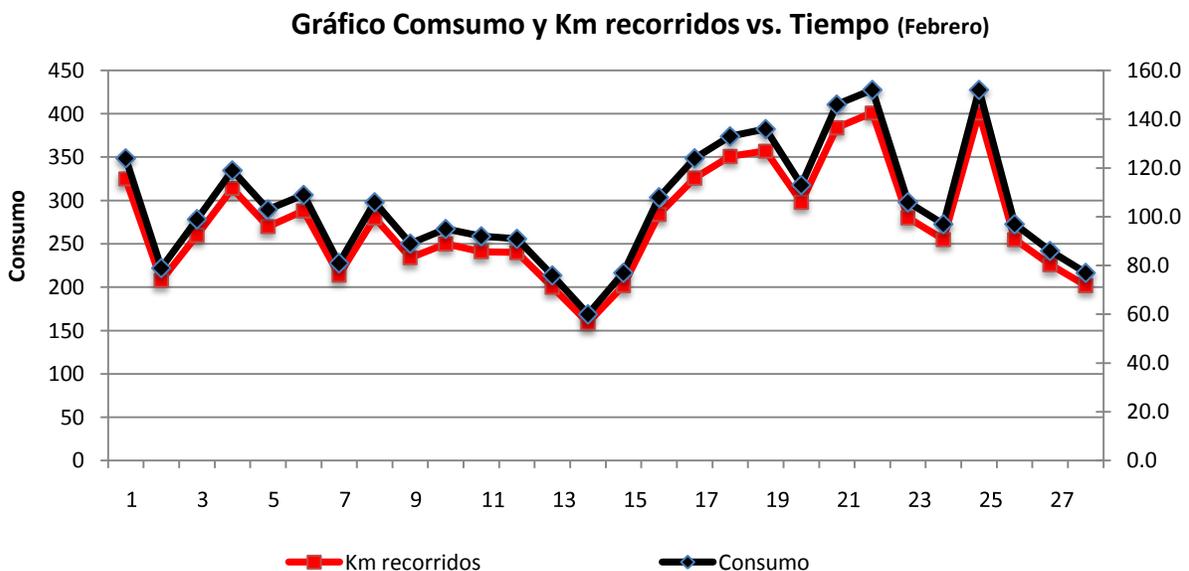
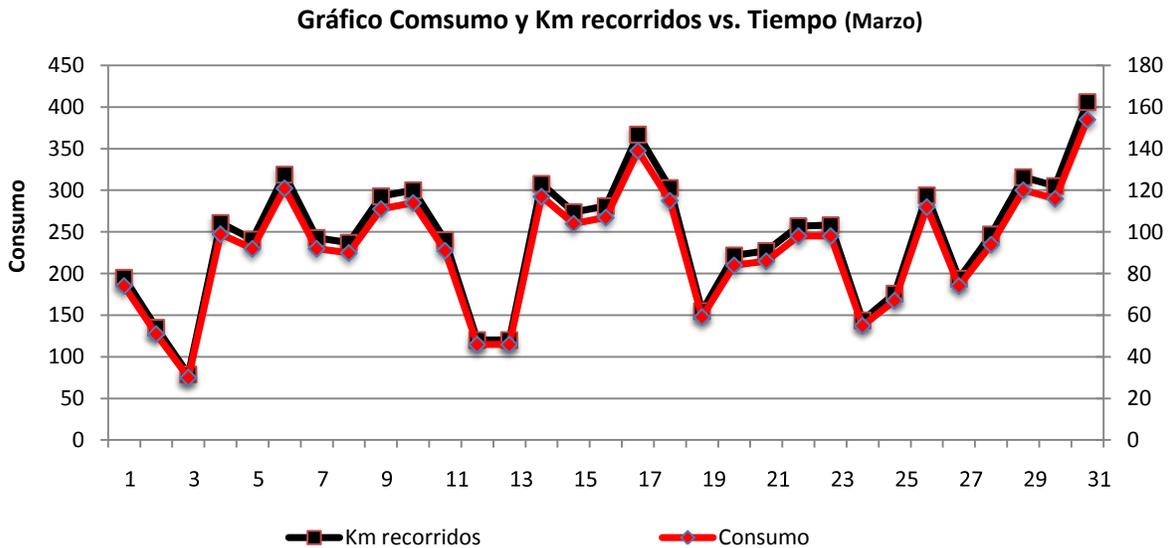


Gráfico 3.3: Gráfico de Consumo y Km recorridos vs. Tiempo. Fuente: (Elaboración propia).



En los gráficos 3.1, 3.2 y 3.3 se puede observar la variación simultánea del consumo del diesel y el nivel de actividad en el tiempo, se comprueba que los incrementos en el nivel de Actividad están acompañados de un incremento del consumo del diesel, portador asociado al proceso productivo. Esto se puede apreciar durante todo el período analizado (Enero/2013 a Febrero 2013). Basado en la metodología (Correa soto Jenny, 2013) se puede decir que la muestra (datos) tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética debido a que la confiabilidad de los datos se encuentra a un 95%, indicando que es buena.

Gráfico 3.4: Gráfico de Control del Consumo de Diesel. Fuente: (Elaboración propia).

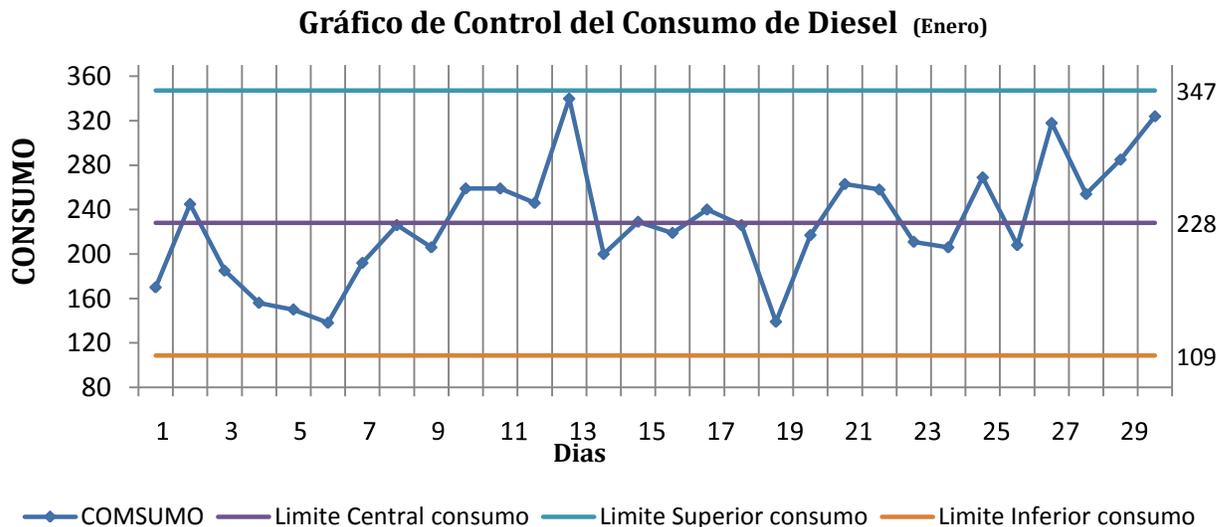
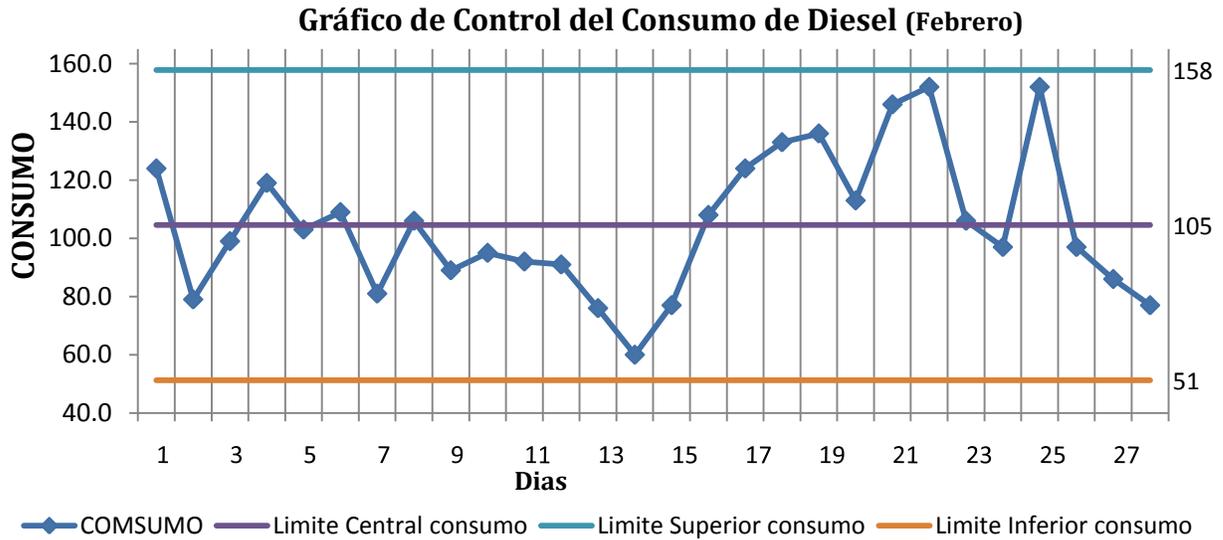
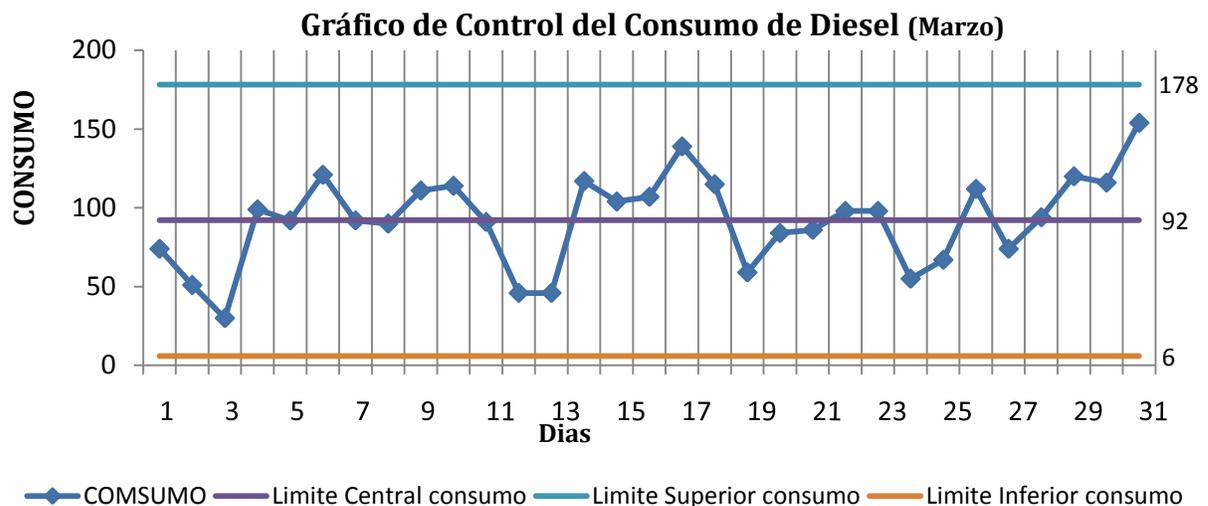


Gráfico 3.5: Gráfico de Control del Consumo de Diesel. Fuente: (Elaboración propia).



En los gráficos 3.4 y 3.5 se observa que el proceso de consumo del diesel en el período en Enero y Febrero, está dentro de los límites de especificaciones aunque se evidencia aleatoriedad debido a los cambios en las distancias recorridas entre los objetos de Obras que se estaban ejecutando en esos días.

Gráfico 3.6: de Control del Consumo de Diesel. Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.6 se realiza una comprobación del proceso de consumo del diesel en el período de Marzo 2013, donde se concluye que el proceso se encuentra dentro de los límites especificados por tres desviaciones estándar, no se muestra ningún comportamiento anormal.

**Análisis de la Capacidad y Estabilidad del Proceso.**

En cuanto a la estabilidad de la variable índice de consumo del diesel (Litro/Km), se puede

observar en el Gráfico de Control de Valores Individuales que el proceso fue operado de manera estable durante el período en estudio (Enero a Marzo del 2013) con un nivel de confianza del 95%. Arribando a la conclusión de que ningún punto de las 89 observaciones en análisis se encuentra fuera del límite de control, sin embargo se detectan procesos que se están alejando lentamente del valor meta, aun cuando ningún punto se muestre fuera de los límites de control, una secuencia inusual se ha detectado con un patrón de dos (2) observaciones con al menos 4 puntos más allá de 1,0 sigma, todos del mismo lado de la línea central.

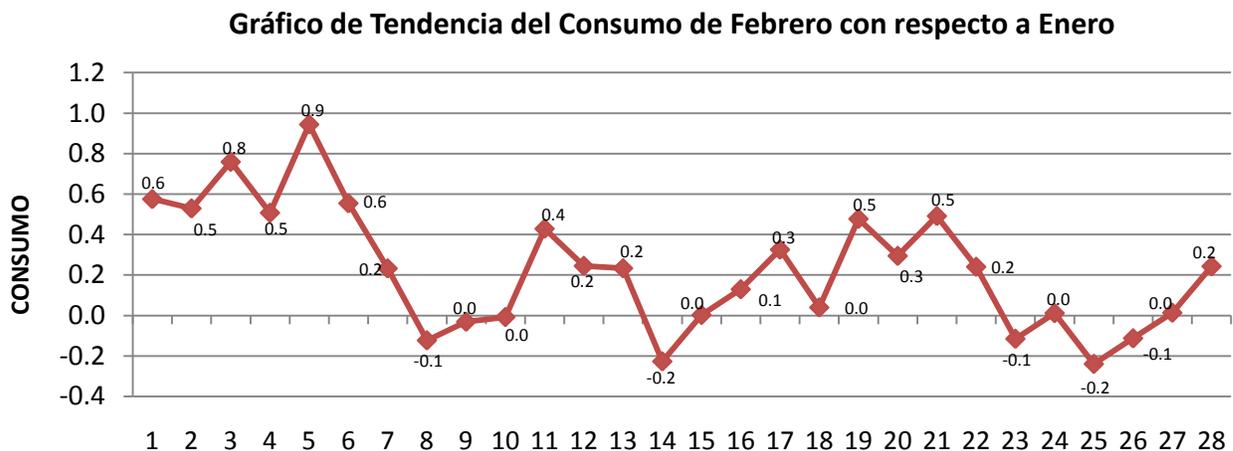
Índice de inestabilidad. (S<sub>T</sub>)

$$St = \frac{0}{89} = 0$$

El valor obtenido del índice de inestabilidad es el 0% lo cual se interpreta que el proceso cuenta con una estabilidad relativamente buena.

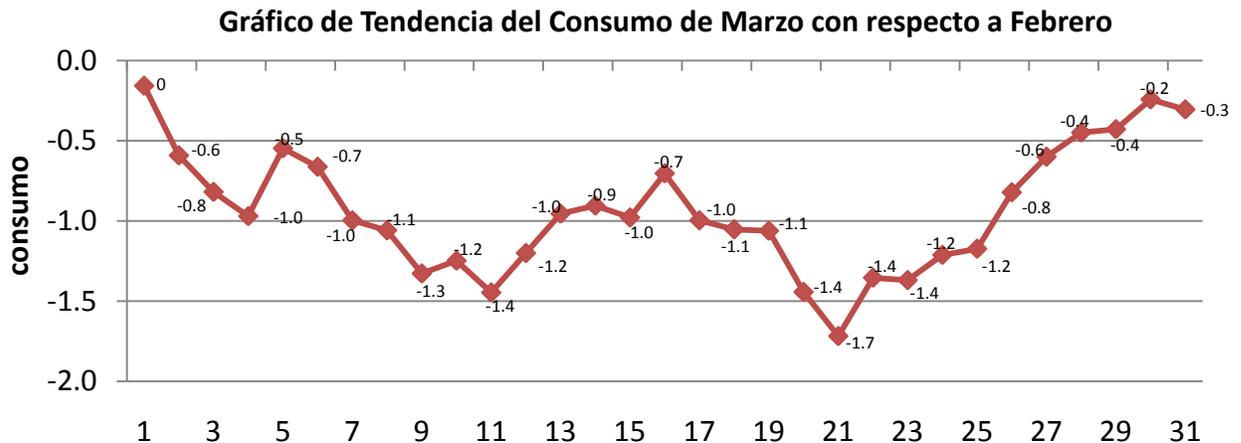
En cuanto a la capacidad del proceso de cumplir con la especificación del índice de consumo del diesel acordado no debe excederse de 2.66 L/Km según los criterios basados por el fabricante del equipo (establece un rango de 2.61 - 2.66) y las pruebas realizadas para el Camión Plancha, la media del proceso está localizado K=0.09% desde el centro de las especificaciones hacia el límite superior de especificación, el valor de Cp=1.01 mostrando un proceso parcialmente adecuado por lo tanto requiere un control estricto, debido a que Cp se encuentra entre 1 y 1.33 por lo que se clasifica como un proceso categoría 2 (Ver **Anexo 21**). Por lo cual se hace necesario determinar las causas que inciden dentro del proceso de gestión de la energía para el Camión Plancha.

Gráfico 3.7: Gráfico Tendencias de Sumas Acumulativas (CUSUM). Fuente: Elaboración propia.



En el gráfico 3.7 se observa la tendencia real de la brigada en cuanto a la variación del consumo del diesel correspondiente al mes de Febrero 2013 con respecto al mes de enero 2013, donde se puede apreciar que las tendencias de consumo se encuentran la mayor parte de los días analizados en positivos, significando que existe un sobre consumo del combustible del diesel, pero en comparación con el mes de Enero existe un comportamiento favorable produciendo un ahorro del consumo, (Ver **Anexo 22**) los valores de CUSUM.

Gráfico 3.8: Gráfico Tendencias de Sumas Acumulativas (CUSUM). Fuente: Elaboración propia.



En el gráfico 3.8 se observa la tendencia real de la brigada en cuanto a la variación del consumo del diesel correspondiente al mes de Marzo 2013, donde se puede apreciar que hubo un comportamiento favorable produciendo un ahorro del consumo en todo el período analizado y en comparación con el mes anterior, (Ver **Anexo 22**) los valores de CUSUM.

Segundo Paso: Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.

En la caracterización energética de la brigada movimiento de tierra los portadores energéticos utilizados en la brigada el portador del diesel es el que mayor consumo le está ocasionando a la empresa, portador que le constituye la principal fuente de emisión de gases de escape a la atmósfera. Todo este análisis se explica con mayor precisión en el epígrafe **3.3.3** de este capítulo, resultado que se puede apreciar en el **Anexo 13**, donde los equipos que más consumen diesel son los equipos pesados representando el 81.96% del total y los equipos ligeros el 18.04%. Esta brigada presentar un parque automotor muy amplio por lo que se decidió realizar el análisis para estos dos tipos de equipos escogiendo al Bulldozer SD-32 Shantui por los equipos pesados y Camión Plancha por la parte de los equipos ligeros.

Tercer Paso: Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

A partir de la revisión energética realizada se identificó que el proceso no es capaz de cumplir con el índice de consumo establecido en el plan. Es por ello que el equipo de trabajo decide investigar cuáles son las causas que pudieran estar incidiendo en la baja capacidad del proceso.

Para verificar las causas más probables que afectan el índice de consumo, se identifica cada una de ellas con las letras del alfabeto Tabla 3.5, para su proceder a la ponderación. La votación ponderada basada en la experiencia se realiza a través del método de expertos (Ver **Anexo 23**), donde se obtiene la frecuencia y las principales causas más probables a resolver.

Ha de destacarse que el número de expertos ya fue calculado anteriormente y seleccionados utilizando el empleo del modelo binomial (Ver **Anexo 18**).

Se verificaron las mismas, de manera independiente y se le establecieron las oportunidades de mejora, como se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.5. Identificación de las causas. Fuente: (Elaboración Propia).

| Letras   | Causas   |
|----------|--|
| <b>A</b> | Exceso de velocidad de equipo.                               |
| <b>B</b> | Sobre carga del equipo.                                      |
| <b>C</b> | Características del Terreno.                                 |
| <b>D</b> | Poco dominio de los operarios en las operaciones de trabajo. |
| <b>E</b> | Encendido innecesario del equipo.                            |
| <b>F</b> | Las roturas y averías de los equipos                         |
| <b>G</b> | Mala realización de las pruebas del Litro.                   |

Tabla 3.6 Verificación de las causas probables (raíces) Fuente: (Elaboración Propia).

| Causas Probable (hipótesis)                                  | Verificación de las cusas  | Oportunidad de mejora   |
|--|--|---|
| Exceso de velocidad de equipo.                               | Desconocimiento de las normas de explotación del equipo.<br>Falta de preparación del personal.                     | Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios. |
| Sobre carga del equipo.                                      | Desconocimiento de las normas de explotación del equipo.<br>Excesos de trabajo.<br>Poco conocimiento del operario. |   |
| Poco dominio de los operarios en la realización del trabajo. | Desconocimiento de los métodos de trabajo, normas.<br>Falta de preparación del operario.                           |   |
| Las roturas y averías de los equipos                         | Operaciones inadecuadas del equipo.<br>Sobre carga de trabajo de los   | Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las  |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | equipos.  | competencias laborales de los operarios.  |
|  | En ocasiones no se realiza el mantenimiento en la fecha prevista debido al periodo de ejecución de la obra. | La planificación del manteniendo se realice teniendo en cuenta el tiempo de ejecución de la obra. |

Debido al análisis anterior los expertos determinan priorizar la oportunidad de mejora:

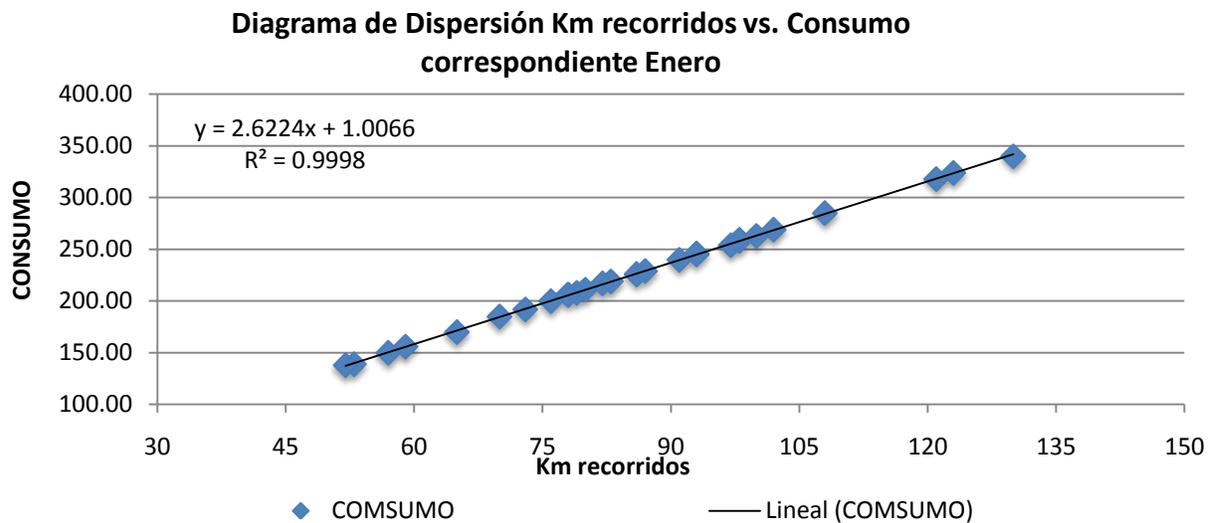
- Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios.

Ya que ella incide sobre las cuatro causas potenciales determinadas con anterioridad.

### 3.5.4. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética.

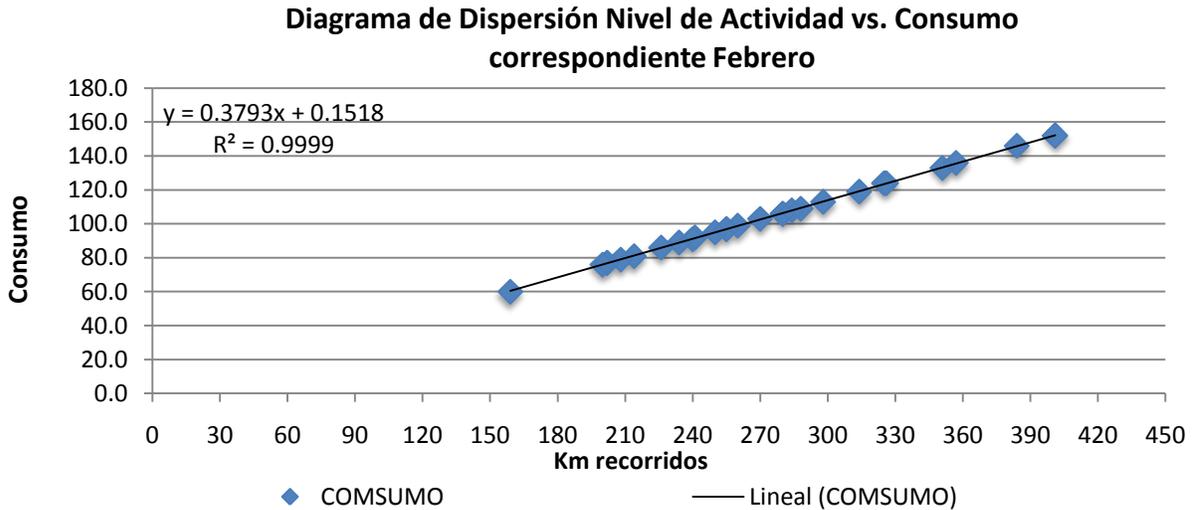
#### 3.5.4.1. Indicadores de desempeño energético.

Gráfico 3.9: Gráfico del Consumo Diesel vs. Nivel de Actividad. Fuente: (Elaboración propia).



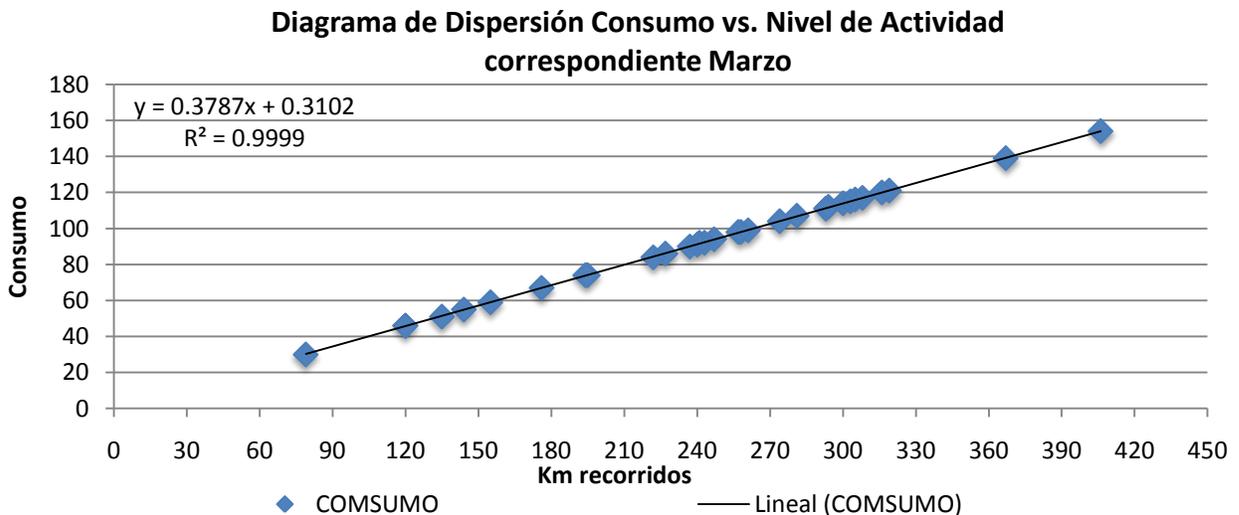
En el gráfico 3.9 se puede apreciar que existe una relación fuerte entre Consumo y Km recorridos. La ecuación del modelo ajustado es: Consumo = 1.0066 + 2.6224\*Km recorridos. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Km recorridos. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99.98% de la variabilidad en Consumo. El coeficiente de correlación es igual a 0.9999, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. (Ver **Anexo 24**), análisis de Regresión simple.

Gráfico 3.10: Gráfico del Consumo Diesel vs. Nivel de Actividad. Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.10 se puede apreciar que existe una relación fuerte entre Consumo y Km recorridos. La ecuación del modelo ajustado es: Consumo = 0.1518 + 0.3793\*Km recorridos. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Km recorridos. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99.99% de la variabilidad en Consumo. El coeficiente de correlación es igual a 1.0, indicando una relación fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. (Ver **Anexo 24**), sobre el análisis de Regresión simple.

Gráfico 3.11: Gráfico del Consumo Diesel vs. Nivel de Actividad. Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.11 se puede apreciar que existe una relación fuerte entre Consumo y Km recorridos. La ecuación del modelo ajustado es:  $\text{Consumo} = 0.3102 + 0.3787 * \text{Km recorridos}$ . Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Km recorridos. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99.99% de la variabilidad en Consumo. El coeficiente de correlación es igual a 1.0, indicando una relación fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. (Ver **Anexo 24**), sobre el análisis de Regresión simple.

En los gráficos 3.9, 3.10 y 3.11 se puede observar que el consumo no asociada al proceso productivo es muy baja siendo los valores 0.44%, 0.14% y 0.33% respectivamente del consumo total de la brigada.

La energía no asociada directamente al nivel de consumo del diesel en la brigada según el diagnostico realizado puede corresponder a las siguientes causas:

- Inadecuada velocidad de los equipos.
- Inadecuada utilización de la carga del equipo.
- Inadecuada preparación del operario.
- Inadecuada utilización de la explotación de los equipos.

#### **3.5.4.2. Línea base y meta energética.**

La línea de base energética es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético para un período especificado en la brigada Movimiento de Tierra, correspondiente a la empresa ECOA # 37, donde las variables que intervienen en este período son:

- Km recorridos (km), variable independiente.
- Consumo del diesel (L), variable dependiente.

En los gráficos 3.9, 3.10 y 3.11 se muestran las ecuaciones obtenidas y sus valores de coeficiente de determinación  $R^2$  para los meses enero, Febrero y Marzo con valores de 0.9998, 0.9999 y 0.9999 respectivamente, como se observa que los valores de  $R^2$  son excelentes por ser valores mayores de 0.75 (establecido como óptimo para estudios energéticos), donde se

obtuvo como línea base Consumo = 0.3102 + 0.3787\*Km recorridos y como línea meta Consumo = 0.1518 + 0.3793\*Km representando el nivel de desempeño más deseable para la organización, si no se anuncian cambios estructurales durante el próximo periodo, por lo que hay que tratar que se mantengan o sean superados.

**3.5.4.1. Analizar el uso y consumo de energía en los Bulldozer SD-32 de la organización.**

Gráfico 3.12: Gráfico de Producción y Horas trabajadas vs. Tiempo. (Enero) Fuente: (Elaboración propia).

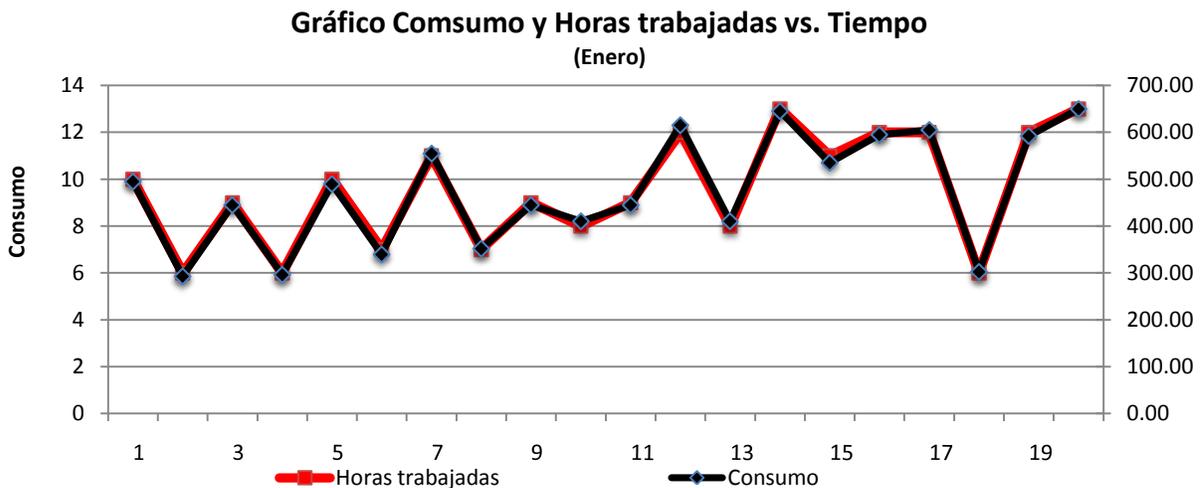


Gráfico 3.13: Gráfico de Consumo y Horas trabajadas vs. Tiempo. (Febrero) Fuente: (Elaboración propia).

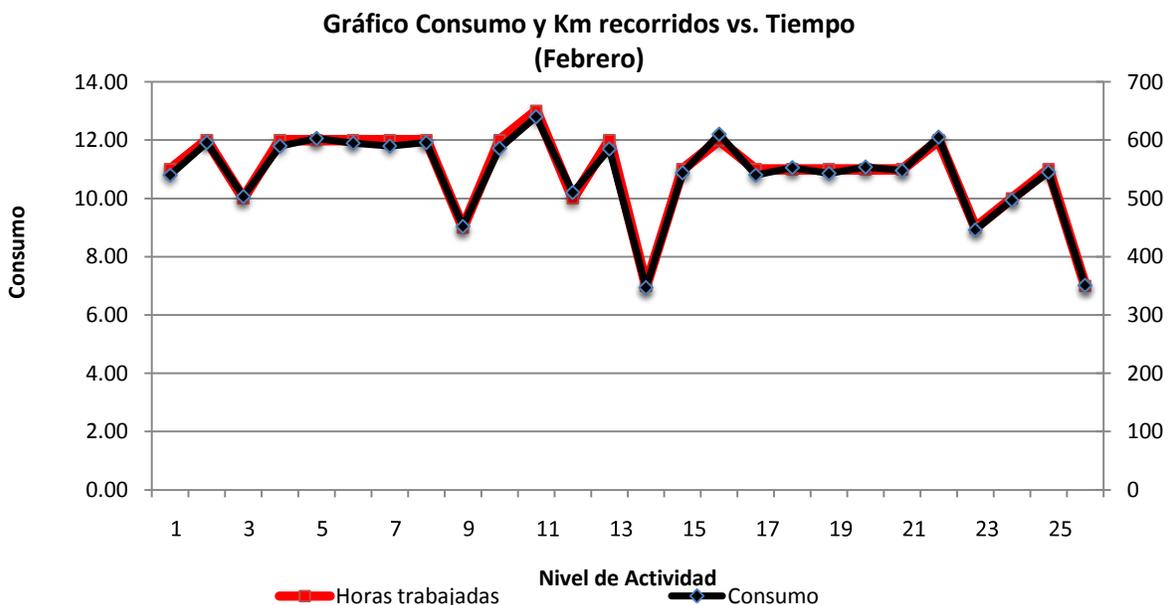
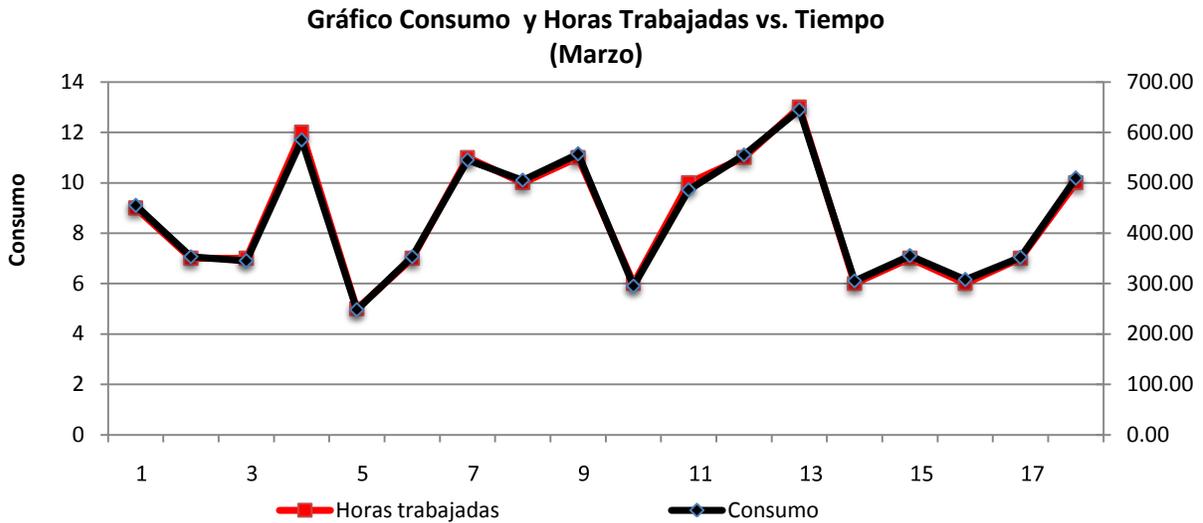


Gráfico 3.14: Gráfico de Consumo y Nivel de Actividad vs. Tiempo. Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.12, 3.13 y 3.14 se puede observar de manera general que la variación simultánea del consumo del diesel y el nivel de actividad en el tiempo, se comprueba que los incrementos en el nivel de actividad están acompañados de un incremento del consumo del diesel, portador asociado al proceso productivo. Estos se puede observar en los tres meses analizados (Enero, Febrero y Marzo del 2013). Basado en la metodología (Correa soto Jenny, 2013) la confiabilidad de los datos es buena ya que se encuentra a un 95%.

Gráfico 3.15: Gráfico de Control del Consumo de Diesel. Fuente: (Elaboración propia).

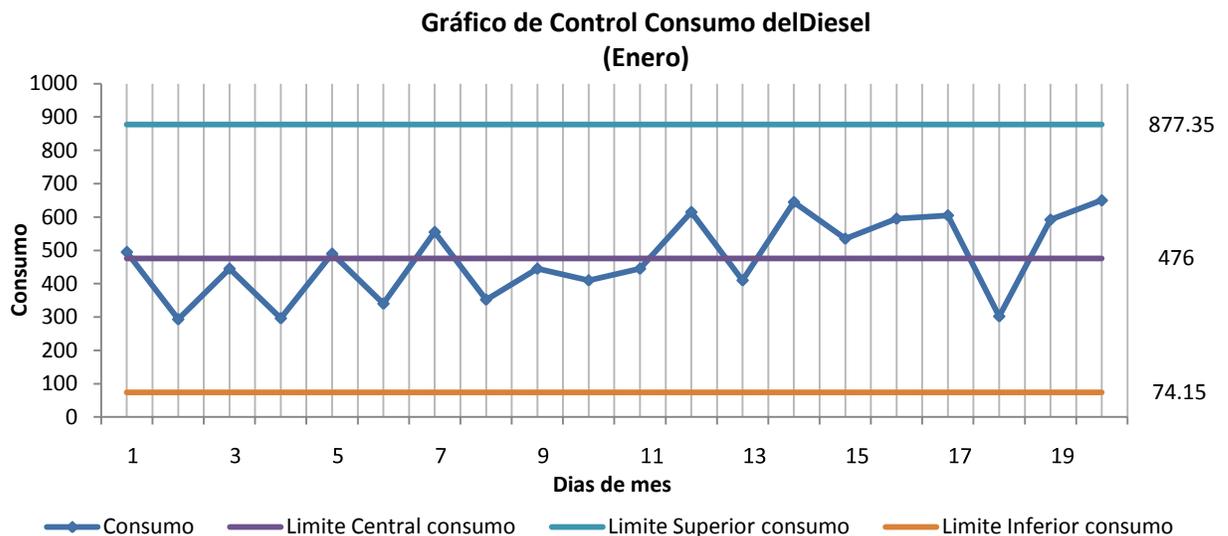


Gráfico 3.16: Gráfico de Control del Consumo de Diesel. Fuente: (Elaboración propia).

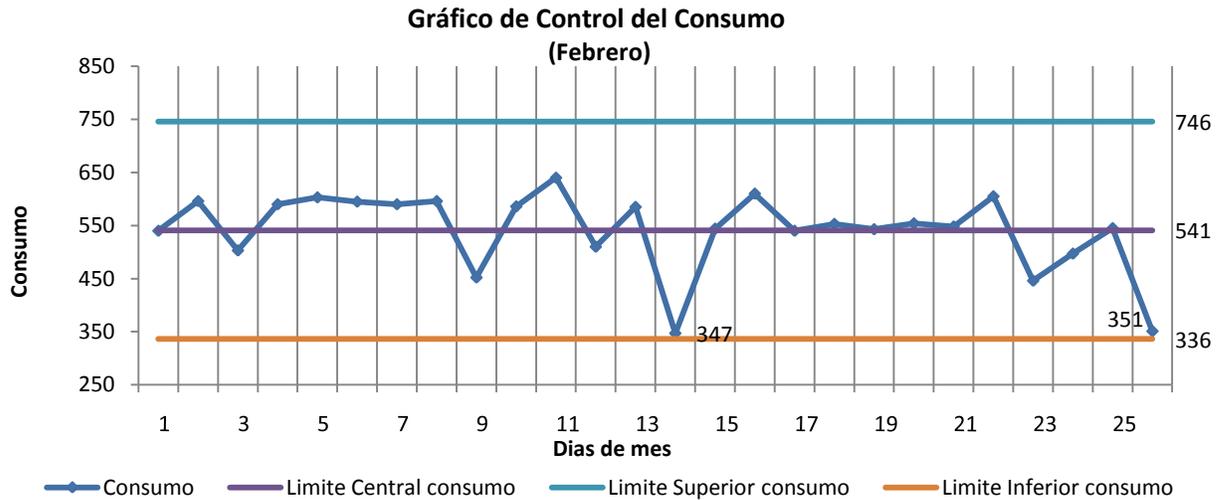
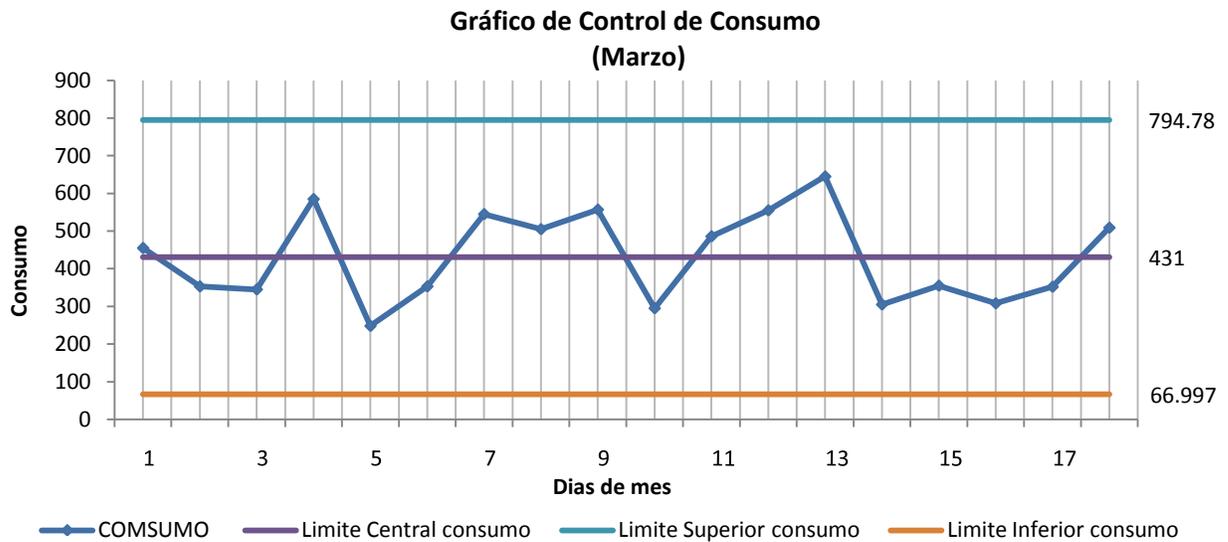


Gráfico 3.17: Gráfico de Control del Consumo de Diesel. Fuente: (Elaboración propia).



En los gráficos 3.15, 3.16 y 3.17 se muestran los valores individuales de la variable consumo del diesel, donde se evidencia que el proceso se encuentra dentro de los límites de especificaciones sin ninguna anomalía.

**Análisis de la Capacidad y Estabilidad del Proceso.**

En cuanto a la estabilidad de la variable índice de consumo del diesel se puede observar en el Gráfico de Control de Valores Individuales que el proceso fue operado de manera estable durante el período en estudio (Enero/ 2013 a Marzo/2013) con un nivel de confianza del 95%. Arribando a la conclusión de que ningún punto de las 64 observaciones en análisis se

encuentra fuera del límite de control. Puesto que la probabilidad de que aparezcan puntos fuera de límites, sólo por azar, es 1.0 si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

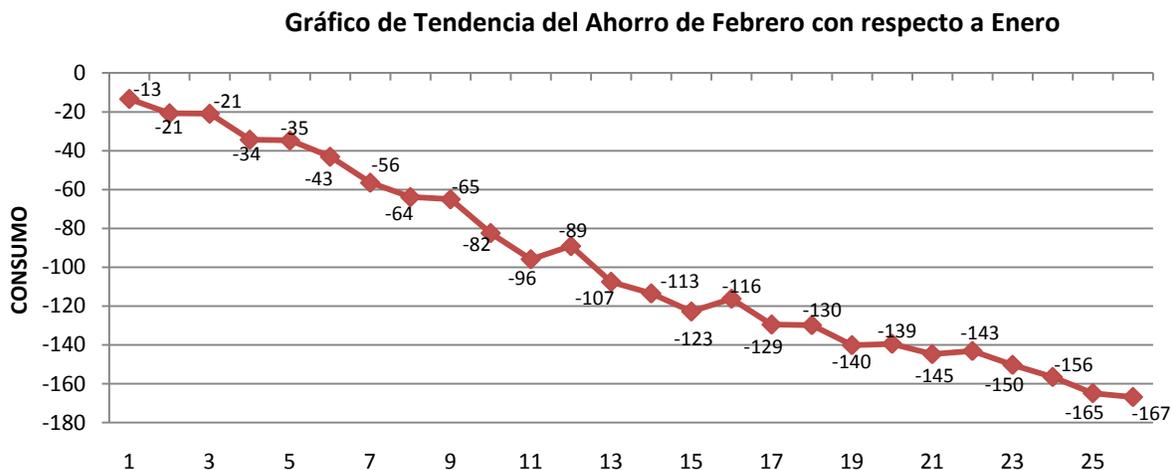
Índice de inestabilidad. ( $S_T$ )

$$St = \frac{0}{64} = 0$$

El valor obtenido del índice de inestabilidad es 0% lo cual se interpreta que el proceso cuenta con una estabilidad relativamente buena.

En cuanto a la capacidad del proceso de cumplir con la especificación del índice de consumo del diesel acordado no debe excederse de 0.021 L/H según los criterios basados por el fabricante del equipo (establece un rango de 0.019 – 0.021) y las pruebas realizadas para el Bulldozer SD-32, la media del proceso está localizado  $K=6.3125\%$  desde el centro de las especificaciones hacia el límite superior de especificación, el valor de  $Cp=1.0106$  mostrando un proceso parcialmente adecuado por lo tanto requiere un control estricto, debido a que  $Cp$  se encuentra entre 1 y 1.33 por lo que se clasifica como un proceso categoría 2 (Ver **Anexo 25**). Por lo cual se hace necesario determinar las causas que inciden dentro del proceso de gestión de la energía para el Bulldozer SD-32.

Gráfico 3.18: Gráfico Tendencias de Sumas Acumulativas (CUSUM). Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.18 Se puede observar la tendencia real de la brigada en cuanto al consumo del diesel correspondiente al mes de Febrero 2013 con respecto a Enero 2013, donde se puede

apreciar que hubo un comportamiento favorable produciendo un ahorro del consumo con respecto a enero, obteniéndose como ahorro de 167 L/H, (Ver **Anexo 26**).

Gráfico 3.19: Gráfico Tendencias de Sumas Acumulativas (CUSUM). Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.19 Se puede observar la tendencia real de la brigada en cuanto al consumo del diesel correspondiente al mes de Marzo 2013 con respecto a Febrero 2013, donde se puede apreciar que hubo un comportamiento favorable de forma general en todo el período analizado, produciendo un ahorro del consumo con respecto a Febrero, obteniendo 10 L/H, (Ver **Anexo 26**).

#### 3.5.4.3. Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.

En la caracterización energética de la brigada movimiento de tierra los portadores energéticos utilizados en la brigada el portador del diesel es el que mayor consumo le está ocasionando a la empresa, portador que le constituye la principal fuente de emisión de gases de escape a la atmósfera. todo este análisis se explica con mayor precisión en el epígrafe **3.3.3** de este capítulo, resultado que se puede apreciar en el **Anexo 13**, donde los equipos que más consumen diesel son los equipos pesados representando el 81.96% del total y los carros ligeros el 18.04%, por esta brigada presentar un parque automotor muy amplio se decidió realizar el análisis para dos tipos de estos equipos escogiendo al Bulldozer SD-32 Shantui por los equipos pesados y Camión Plancha por la parte de los equipos ligeros.

#### 3.5.4.4. Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

A partir de la revisión energética realizada, para el Bulldozer SD-32 mayor consumidor entre los equipos de construcción, se hace necesario la determinación de las causas que inciden en su desempeño energético.

Para verificar las causas posibles que afectan el consumo del Diesel, se procedió a realizar el análisis del método de experto calculado anteriormente en el **Anexo 19**, identificando cada una de ellas con las letras del alfabético Tabla 3.8, para proceder a la ponderación de los expertos, donde se obtiene la frecuencia y las principales causas más probables a resolver. (**Anexo 23**)

Tabla 3.8 Identificación de las causas. Fuente: (Elaboración Propia).

| Letras   | Causas   |
|----------|--|
| <b>A</b> | Exceso de velocidad de equipo.                               |
| <b>B</b> | Sobre carga del equipo.                                      |
| <b>C</b> | Características del Terreno.                                 |
| <b>D</b> | Poco dominio de los operarios en las operaciones de trabajo. |
| <b>E</b> | Encendido innecesario del equipo.                            |
| <b>F</b> | Las roturas y averías de los equipos.                        |
| <b>G</b> | Mala realización de las pruebas del Litro.                   |
| <b>H</b> | Consumo durante el precalentamiento.                         |

Las mismas se verificaron de manera independiente y se le establecieron las oportunidades de mejora. Ver tabla 3.9.

Tabla 3.9 Verificación de las causas probables (raíces) Fuente: (Elaboración Propia).

| Causas Probable (hipótesis)                                  | Verificación de las causas  | Oportunidad de mejora  |
|--|---|--|
| Sobre carga del equipo.                                      | Desconocimiento de las normas de explotación del equipo.<br>Excesos de trabajo.<br>Poco conocimiento del operario.  | Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios |
| Características del Terreno.                                 | No se conoce las características del trabajo a realizar (Tipo de suelo, distancia media de trabajo, dimensiones principales de la labor, Las pendientes, Exceso de vegetación). | Cursos de capacitación para instruir y evaluar al operario sobre las características del trabajo a realizar.                         |
| Poco dominio de los operarios en la realización del trabajo. | Desconocimiento de los métodos de trabajo, normas.<br>Falta de preparación del operario.  | Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios |
| Las roturas y averías de los equipos                         | Operaciones inadecuadas del equipo.<br>Sobre carga de trabajo de los equipos.   | Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios |
|  | En ocasiones no se realiza el mantenimiento en la fecha prevista debido al periodo de ejecución de la obra.   | La planificación del manteniendo se realice teniendo en cuenta el tiempo de ejecución de la obra.                                    |

Planteamiento de oportunidades de mejora y definición de prioridades.

Se procede a priorizar las oportunidades de mejora planteadas en la tabla 3.9, utilizando la herramienta UTI (Tabla 3.10). Para cada una de las oportunidades se evaluaron los siguientes criterios en una escala del 1 al 10:

- **Urgencia:** Tiempo disponible en comparación con el necesario para realizar acciones de mejora.
- **Tendencia:** Consecuencias de tomar la acción sobre la situación.
- **Impacto:** Incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de la gestión, en determinada área, producto o servicio.

Tabla 3.10 Prioridad de las oportunidades de mejora. Fuente: (Elaboración Propia).

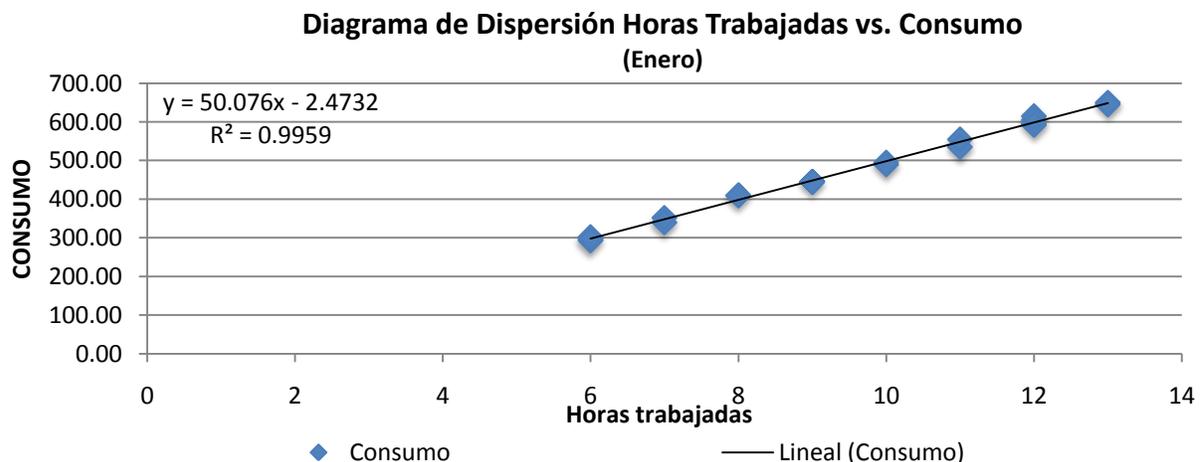
| Oportunidad de mejora   | U | T | I | Total |
|---|---|---|---|-------|
| Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios. | 7 | 8 | 8 | 23    |
| Cursos de capacitación para instruir y evaluar al operario sobre las características del trabajo a realizar.                          | 9 | 8 | 9 | 26    |
| La planificación del manteniendo se realice teniendo en cuenta el tiempo de ejecución de la obra.                                     | 6 | 7 | 8 | 21    |

Resultando la oportunidad de mejora de mayor puntuación, según la técnica UTI, relacionada con la causa potencial C, aunque se decide ejecutar las acciones de mejora asociadas a las causas B, D y F.

**3.5.5. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética.**

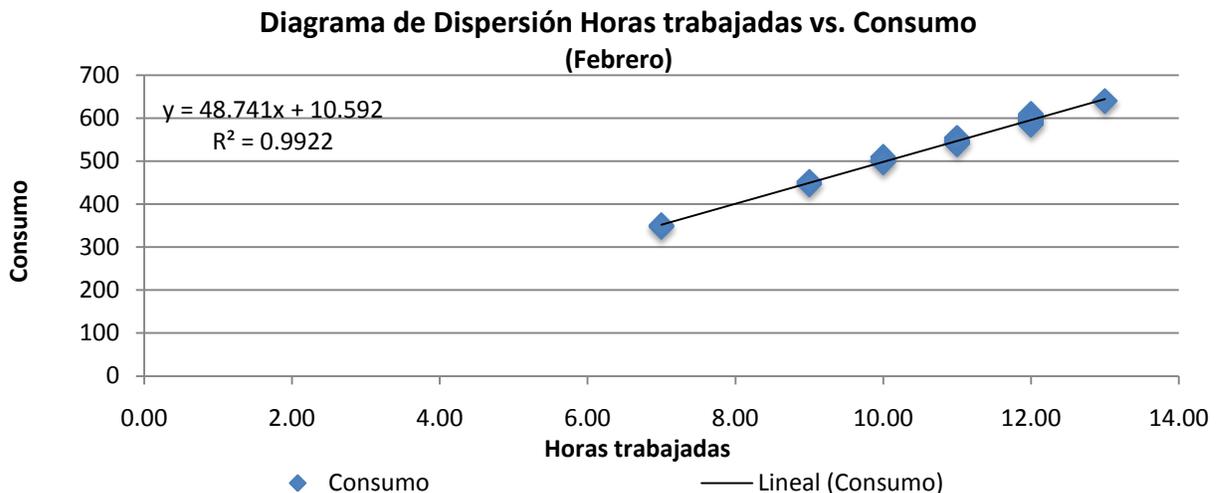
**3.5.5.1. Indicadores de desempeño energético.**

Gráfico 3.20: Gráfico del Consumo Diesel vs. Horas Trabajadas. Fuente: (Elaboración propia).



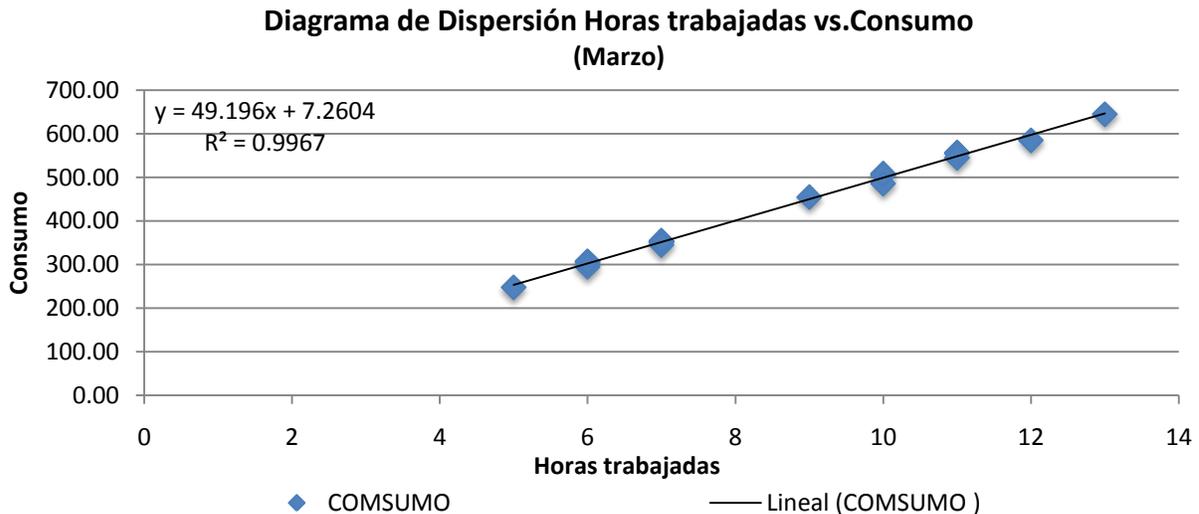
En el gráfico 3.20 se puede apreciar que existe una relación fuerte entre Consumo y Horas trabajadas. La ecuación del modelo ajustado es:  $\text{Consumo} = 2.4732 + 50.076 \cdot \text{Horas trabajadas}$ . Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Horas trabajadas. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99.59% de la variabilidad en Consumo. El coeficiente de correlación es igual a 0.9979, indicando una relación fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. (Ver **Anexo 27**), análisis de Regresión simple.

Gráfico 3.21: Gráfico del Consumo Diesel vs. Horas Trabajadas. Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.21 se puede apreciar que existe una relación fuerte entre Consumo y Km recorridos. La ecuación del modelo ajustado es:  $\text{Consumo} = 10.592 + 48.741 \cdot \text{Horas trabajadas}$ . Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Horas trabajadas. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99.22 % de la variabilidad en Consumo. El coeficiente de correlación es igual a 0.9961, indicando una relación fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. (Ver **Anexo 27**), análisis de Regresión simple.

Gráfico 3.22: Gráfico del Consumo Diesel vs. Horas Trabajadas. Fuente: (Elaboración propia).



En el gráfico 3.22 se puede apreciar que existe una relación fuerte entre Consumo y Km recorridos. La ecuación del modelo ajustado es: Consumo = 7.2604 + 49.196\*Horas trabajadas. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Horas trabajadas. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99.67 % de la variabilidad en Consumo. El coeficiente de correlación es igual a 0.9984, indicando una relación fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.(Ver **Anexo 27**), análisis de Regresión simple.

En los gráficos 3.20, 3.21 y 3.22 se puede observar que el consumo no asociada al proceso productivo es muy baja siendo los valores 0.21%, 0.18% y 0.23% respectivamente.

La energía no asociada directamente al nivel de consumo del diesel en la brigada según el diagnóstico realizado puede corresponder a las siguientes causas:

- Inadecuada utilización de la carga del equipo.
- Inadecuado conocimiento de las características del terreno.
- Inadecuada preparación del operario.
- Inadecuada utilización de la explotación de los equipos.

### 3.5.5.2. Línea base y meta energética.

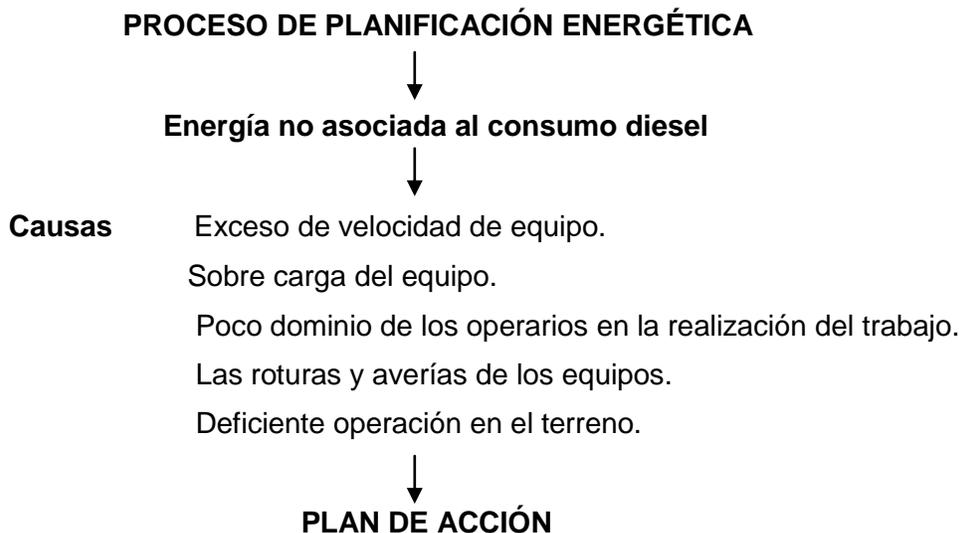
La línea de base energética es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético para un período especificado en la brigada Movimiento de Tierra, correspondiente a la empresa ECOA # 37, donde las variables que intervienen en este período son:

- Horas Trabajadas (H), variable independiente.
- Consumo del diesel (L), variable dependiente.

En los gráficos 3.20, 3.21 y 3.22 se muestran las ecuaciones obtenidas y sus valores de coeficiente de determinación R<sup>2</sup> para los meses enero, Febrero y Marzo con valores de 0.9959, 0.992 y 0.9967 respectivamente, como se observa que los valores de R<sup>2</sup> son excelentes por ser valores mayores de 0.75 (establecido como óptimo para estudios energéticos), donde se obtuvo como línea base Consumo = 7.2604 + 49.196\*Horas trabajadas y como línea meta Consumo = 2.4732 + 50.076\*Horas trabajadas representando el nivel de desempeño más deseable para la organización, si no se anuncian cambios estructurales durante el próximo periodo, por lo que hay que tratar que se mantengan o sean superados.

### 3.5.6. Etapa V: Planes de acción y control de la planificación energética.

Con el fin de optimizar la información se procedió a elaborar el proyecto de mejora, al quedar identificadas las entradas que más influyen en las salidas de energía no asociada a la producción, tanto para los equipos de transporte como para los equipos de construcción.



Para diseñar los planes de acción de las oportunidades de mejora se utiliza la técnica de las 5W y 1H (qué, quién, cómo, por qué, dónde y cuándo). Estas preguntas permiten dar respuestas en forma ordenada y sistemática a cómo resolver cada uno de los problemas presentados, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas.

A continuación se muestran los planes de acción para las acciones de mejora a las cuales se dieron prioridad siendo estas:

- Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios. (Esta oportunidad de mejora abarca los equipos de transporte y los de construcción.)
- Cursos de capacitación para instruir y evaluar al operario sobre las características del trabajo a realizar.

Los planes de acción se muestran en el **Anexo 28**.

### 3.5.6.1. Control de la planificación energética.

Para la realización del monitoreo y control de la planificación energética se plantea la utilización de los siguientes indicadores según el tipo de tipo de equipo:

Tabla 3.11: Índices para el control de la planificación energética en la UEB Movimiento de Tierra ECOA No.37. Fuente: (Elaboración propia).

| Equipo       | Índice (Nombre)                                 | Formula                         | Ficha                  |
|--------------|---|---------------------------------|------------------------|
| Transporte   | Índice de consumo (IC <sub>transporte</sub> )   | IC <sub>transporte</sub> =Km/L  | (Ver <b>Anexo 29</b> ) |
| Construcción | Índice de consumo (IC <sub>construcción</sub> ) | IC <sub>construcción</sub> =L/H | (Ver <b>Anexo 29</b> ) |

### 3.6. Conclusiones parciales.

1. El diesel es el portador energético de mayor consumo en la de la brigada movimiento de tierra, donde los equipos que más consumen son los equipos pesados representando el 81.96% del total y los carros ligeros el 18.04%.
2. Los equipos pertenecientes a la brigada movimiento de tierra, se dividen según su propósito en dos grandes grupos equipos de transporte o ligeros y equipos de construcción o pesados siendo estos últimos los que presentan el mayor índice de consumo, sin embargo se realizó el análisis a los dos grupos escogiendo al Bulldozer SD-32 por parte de los pesados y el camión plancha con Capacidad de 20 T por los ligeros.

3. Al realizar el análisis a partir de los índices de consumo se obtienen procesos parcialmente adecuados según las especificaciones del fabricante, pero que requieren un control estricto, por lo que se hizo necesario determinar las causas potenciales que indiquen en ellos, siendo estas: exceso de velocidad de equipo, sobre carga del equipo, poco dominio de los operarios en la realización del trabajo, roturas y averías de los equipos y deficiente operación en el terreno.
4. La línea base para el transporte sería  $\text{Consumo} = 0.3102 + 0.3787 \cdot \text{Km recorridos}$  y la meta  $\text{Consumo} = 0.1518 + 0.3793 \cdot \text{Km}$  y para el bulldozer sería la base  $\text{Consumo} = 7.2604 + 49.196 \cdot \text{Horas trabajadas}$  y meta  $\text{Consumo} = 2.4732 + 50.076 \cdot \text{Horas trabajadas}$  si no se anuncian cambios estructurales.
5. Se priorizaron dos acciones de mejora las cuales se controlarán a través de los indicadores  $IC_{\text{transporte}}$  y  $IC_{\text{construcción}}$ .



# *Conclusiones*

---

**Conclusiones Generales.**

1. Los factores que influyen en la eficiencia energética en el transporte automotor son: tipo de vehículo y características constructivas, las cualidades de la explotación del transporte, en particular la economía de consumo, la conducción técnico - económica, la adecuada gestión del combustible, el adecuado mantenimiento de la flota y el estado técnico del parque vehicular.
2. Se propone un procedimiento para la planificación energética en las organizaciones según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y teniendo como premisas diferentes normas a nivel internacional y la gestión de la calidad, que posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.
3. En la estructura de consumo de energéticos en la empresa objeto de estudio, el diesel representa el de mayor impacto, donde en la brigada Movimiento de Tierra se concentra el 85.82% del consumo y de este el 81.96% pertenece a los equipos pesados, sin embargo se realizó el análisis a los dos grupos escogiendo al Bulldozer SD-32 por parte de los pesados y el camión plancha con Capacidad de 20 T por los ligeros, debido al gran parque automotor existente.
4. Al realizar el análisis a partir de los índices de consumo se obtienen procesos parcialmente adecuados según las especificaciones del fabricante, pero que requieren un control estricto, por lo que se hizo necesario determinar las causas potenciales que indiquen en ellos, siendo estas: exceso de velocidad de equipo, sobre carga del equipo, poco dominio de los operarios en la realización del trabajo, roturas y averías de los equipos y deficiente operación en el terreno; a las cuales se les establecieron acciones de mejora.
5. Se determinaron las líneas bases y metas para el transporte y para el Bulldozer, siendo estas:
  - líneas bases  
 $\text{Consumo} = 0.3102 + 0.3787 \cdot \text{Km recorridos}$  y  $\text{Consumo} = 7.2604 + 49.196 \cdot \text{Horas trabajadas}$  respectivamente.
  - líneas metas  
 $\text{Consumo} = 0.1518 + 0.3793 \cdot \text{Km}$  y  $\text{Consumo} = 2.4732 + 50.076 \cdot \text{Horas trabajadas}$ , respectivamente.

Además se propuso controlar los procesos a través de los indicadores  $IC_{\text{transporte}}$  y  $IC_{\text{construcción}}$ .



# *Recomendaciones*

---

**Recomendaciones.**

1. Aplicar la lista de chequeo completa para que la empresa tenga como base hacia la certificación de la NC-ISO 50001:2011
2. Analizar a través de una mayor cantidad de datos diarios la validez de la línea base y línea meta, establecida en esta investigación.
3. Implantar el procedimiento propuesto para la planificación energética como una metodología para la gestión de la energía en la organización.
4. Realizar una capacitación a los miembros del Consejo de Dirección de la Empresa y a los trabajadores vinculados con el tema para que conozcan la metodología para la gestión energética y contribuyan a la misma.



# *Bibliografía*

---

**Bibliográfica.**

- Acevedo Suárez, J., Gómez Acosta Martha I y Urquiaga Ana J. (2007). *La Logística Moderna y competitividad empresarial*. (Vol. Vol. I. ). Cuba. : Editorial Logicuba, .
- Angulo Rivera, Julio Cesar. . (2006). *Logística*. .
- autores, c. d. (2010). curso de energía y cambio climático. *tabloide*, ISBN: 978-959-270-177-9 (Parte 1), 16.
- autores, colectivo de. (2010). Curso de la Energía y Cambio climático. *tabloide*, ISBN: 978-959-270-178-6 (Par te 2), 16.
- Ballou, Ronald H. (1991). "*Logística empresarial. Control y planificación*". Editora Díaz de Santos, S. A. España. .
- Ballou, Ronald H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministros*. (5ta ed.).
- Berroa Borrell, Francisco Ernesto (2007). *Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la "CTE Carlos M. de Céspedes."* (Energía), Carlos rafael rodriguez.
- Borroto Nordelo Anibal E. , m. y. J. P. (2006). *Gestión y Economía Energética*.
- Cancio Suárez, Ing. Virginia de los Ángeles (2009). *Calidad. ¿Solo ISO 9000? BET SIME*.
- Cardoso Leandro, Carlos Alberto Cardoso. (2011). "*Implementación de la Gestión Total Eficiente de la Energía en Transtur S.A. División Cienfuegos*". ( Tesis de Grado, ), Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".
- Christopher, Martin. (2003). *Logística. Aspectos estrategicos*. Vol. tomo I. Primera Edicion. Feijoo (Ed.) (pp. 40-52).
- Correa Soto, J., Pérez Fernández, Damaise Ramona, Casanova Reyes, Aneyrelis (2011). *Monografía Sistemas de Gestion*
- Fernandez, F. (1997). *Organizaciones solidarias*.
- Gómez Acosta, Marta, Suarez J. Acevedo (2001). *Diseño del Servicio al Cliente*. Cuba.
- Gómez, martha, Acevedo Suárez; José A. . (2008). *Sistemas Logísticos*. 1-78.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. ( 2007). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (La Habana: Ed. Félix Varela. ed. Vol. 1).
- Henríquez Menoyo, E. (1989). *Las relaciones entre la geografía y el análisis del desarrollo de las transportaciones de carga en Cuba*. Ciudad de La Habana
- Henríquez Menoyo, E. . (1998). *Sistemas integrados del transporte*. Querétaro.: Materiales para el Curso Internacional en el Instituto Mexicano del Transporte.
- Hernández Rodríguez, Norma Rafaela, Roldán Ruenes,Amilcar, Ruano Ortega,Eligio Rafael (2003). *La Logística y su papel en el desarrollo de las organizaciones*. 7.
- Litvinov, A., & Farovin, E. . (1989). *El automóvil: Teoría de cualidades de explotación* (Editorial Construcción de Maquinarias ed.).

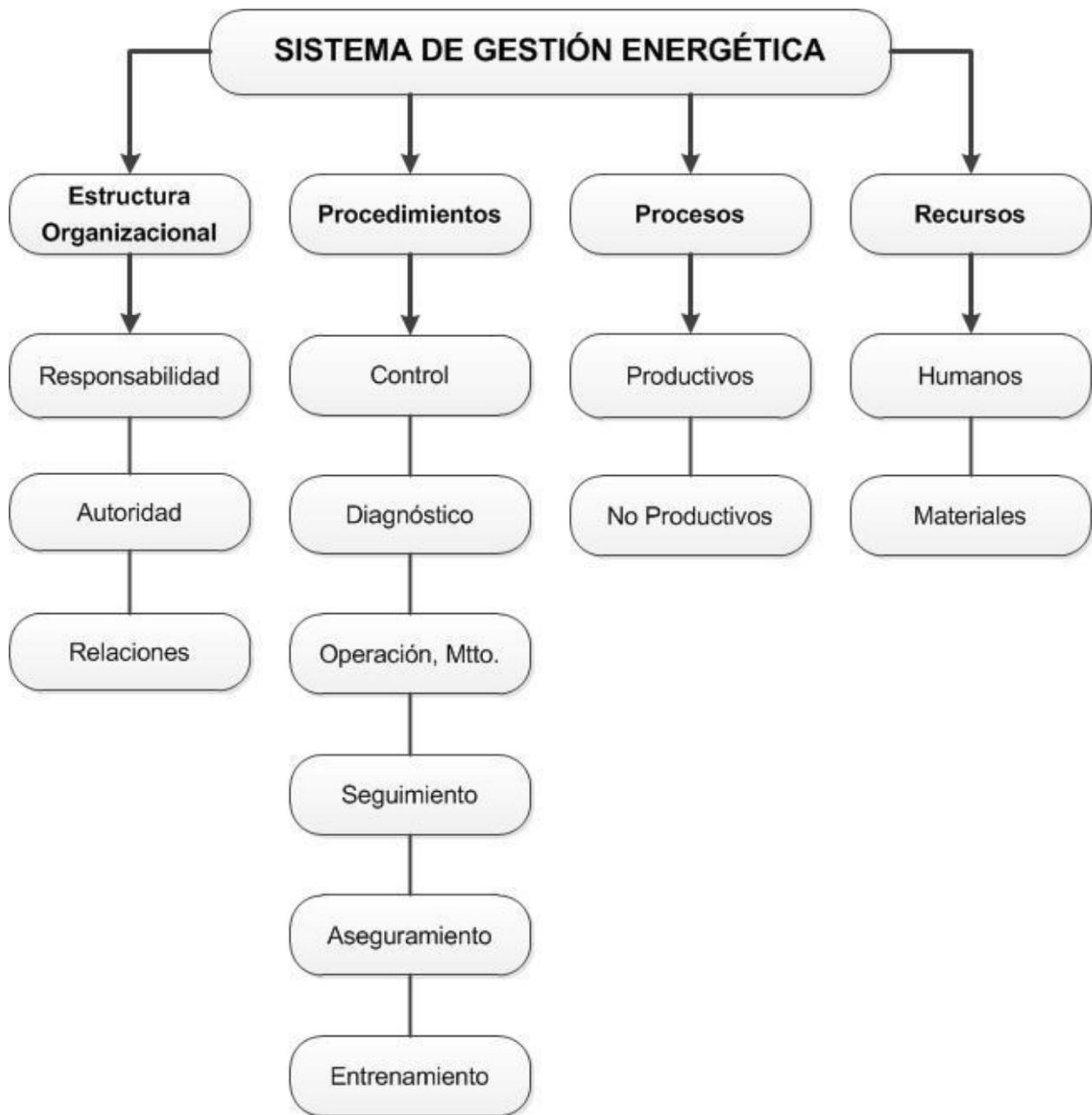
- Lucero Moya, Oscar (2005). *Gestión Ambiental: reto empresarial*.
- Marrero, S. (2005). *Gestión energética en el sector Minero Metalúrgico*. Metalúrgico de Moa: Instituto Superior Minero
- Mitrovich, S. (2003). *Medio Ambiente, energía y transporte.*, 64.
- Muñuzuri, J. Beltrán M. A. Rivas J. (2007). *Sistemas de gestión logística: un enfoque para la evaluación, integración y mejora de los procesos logísticos.*, Zaragoza.
- Norma Internacional ISO, 50001:. (2011). "Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso": 2011/06/15.
- Orta Amaro, Pedro Andrés Maquinarias de Movimiento de tierra (pp. 1-33).
- Prim Echarri, Luis (1998). "Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente" Ed. Teide (Ed.) (pp. 1-714).
- Quintero Valdes, Alexis. (2007). *Sistema de Gestion Total Eficiencia de la energia en el sector de la salud en cienfuegos*. (Energía), Carlos Rafael rodriguez.
- Ramírez, R. (2004). *Cláusulas del Estándar Internacional ISO 14001:1996 mostrandoesg su texto, la correspondiente interpretación del Anexo A (Guías para la especificación) y las definiciones de la especificación*.
- Romero Luis, A., Prof.Dr.Ing y Luis Miranda, Lic Sandor: . (Mayo, 2006). *La calidad, su evolución histórica y algunos conceptos y términos asociados*. Cuba. .
- Sánchez Rodríguez, Braulio (2012). *Conjunto de Indicadores de Desempeño Energético para benchmarking del sector industrial y su uso en las aplicaciones de la norma ISO 50001*. (Energía), Cienfuegos.
- Sandor Prado, JL. (2009). *Eficiencia energética.*, from <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=22&idm=159>
- Suárez, Dra. Ing. Martha I. Gómez Acosta Dr. Ing. José A. Acevedo. (2001). *La logística moderna y la competitividad empresarial*. Cuba, La Habana.
- Szczepaniak, C., R. Aragón. . (1974). *Teoría del automóvil*: Habana: Editorial ISPJAE.
- Torres Gemeil, M., J. R Daduna, Mederos Cabrera, B. . (2004). *Logstica Vol. Tomo II*. (pp. 109-138).
- Trujillo Vera, D. A. (2010). *Módulo 16 Gestión e Indicadores Energéticos*, from <http://www.monografias.com/trabajos/transporte/transporte.shtml#ixzz2Hz50lgHb>
- Valencia, Dr. F. Arvelo. (2005). *Transporte, Desarrollo y Medio Ambiente. No.. 1, Voll 25*, 6.
- Vega Fuentes José R. , M. C. J. B., Pérez Ramón Gálvez (2007). "Eficiencia Energética en el Transporte Automotor" E. U. S. I. 959-257-071-3. (Ed.)
- Vega Fuentes, J. R. (2001). *Conducción Técnica-Económica*



# *Anexos*

---

Anexo 1: Composición de un sistema de Gestión.



**Fuente:** (Jenny Aney 2011). Monografía Sistemas de Gestión.

**Anexo 2: Correspondencia entre las normas Internacionales ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004. Fuente: (ISO 50001: 2011)**

| ISO 50001:2011 |   | ISO 9001:2008 |  | ISO 14001:2004 |  |
|----------------|---|---------------|--|----------------|--|
| Capítulo       | Título  | Capítulo      | Título   | Capítulo       | Título   |
| -              | Prólogo   | -             | Prólogo  | -              | Prólogo  |
| -              | Introducción                                    | -             | Introducción   | -              | Introducción                                       |
| <b>1</b>       | Objeto y campo de aplicación                    | <b>1</b>      | Objeto y campo de aplicación                                 | <b>1</b>       | Objeto y campo de aplicación                       |
| <b>2</b>       | Referencias normativas                          | <b>2</b>      | Referencias normativas                                       | <b>2</b>       | Referencias normativas                             |
| <b>3</b>       | Términos y definiciones                         | <b>3</b>      | Términos y definiciones                                      | <b>3</b>       | Términos y definiciones                            |
| <b>4</b>       | Requisitos del sistema de gestión de la energía | <b>4</b>      | Sistema de Gestión de la calidad                             | <b>4</b>       | Requisitos del sistema de gestión ambiental        |
| <b>4.1</b>     | Requisitos generales                            | <b>4.1</b>    | Requisitos generales   | <b>4.1</b>     | Requisitos generales                               |
| <b>4.2</b>     | Responsabilidad de la dirección                 | <b>5</b>      | Responsabilidad de la dirección                              | -              | -  |
| <b>4.2.1</b>   | Alta dirección                                  | <b>5.1</b>    | Compromiso de la dirección                                   | <b>4.4.1</b>   | Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad   |
| <b>4.2.2</b>   | Representante de la dirección                   | <b>5.5.1</b>  | Responsabilidad y autoridad                                  | <b>4.4.1</b>   | Recursos, funciones, responsabilidad y autoridades |
|                |   | <b>5.5.2</b>  | Representante de la dirección                                |                |  |
| <b>4.3</b>     | Política energética                             | <b>5.3</b>    | Política de la calidad                                       | <b>4.2</b>     | Política ambiental                                 |
| <b>4.4</b>     | Planificación energética                        | <b>5.4</b>    | Planificación  | <b>4.3</b>     | Planificación                                      |
| <b>4.4.1</b>   | Generalidades                                   | <b>5.4.1</b>  | Objetivos de la calidad                                      | <b>4.3</b>     | Planificación                                      |
|                |   | <b>7.2.1</b>  | Determinación de los requisitos relacionados con el producto |                |  |

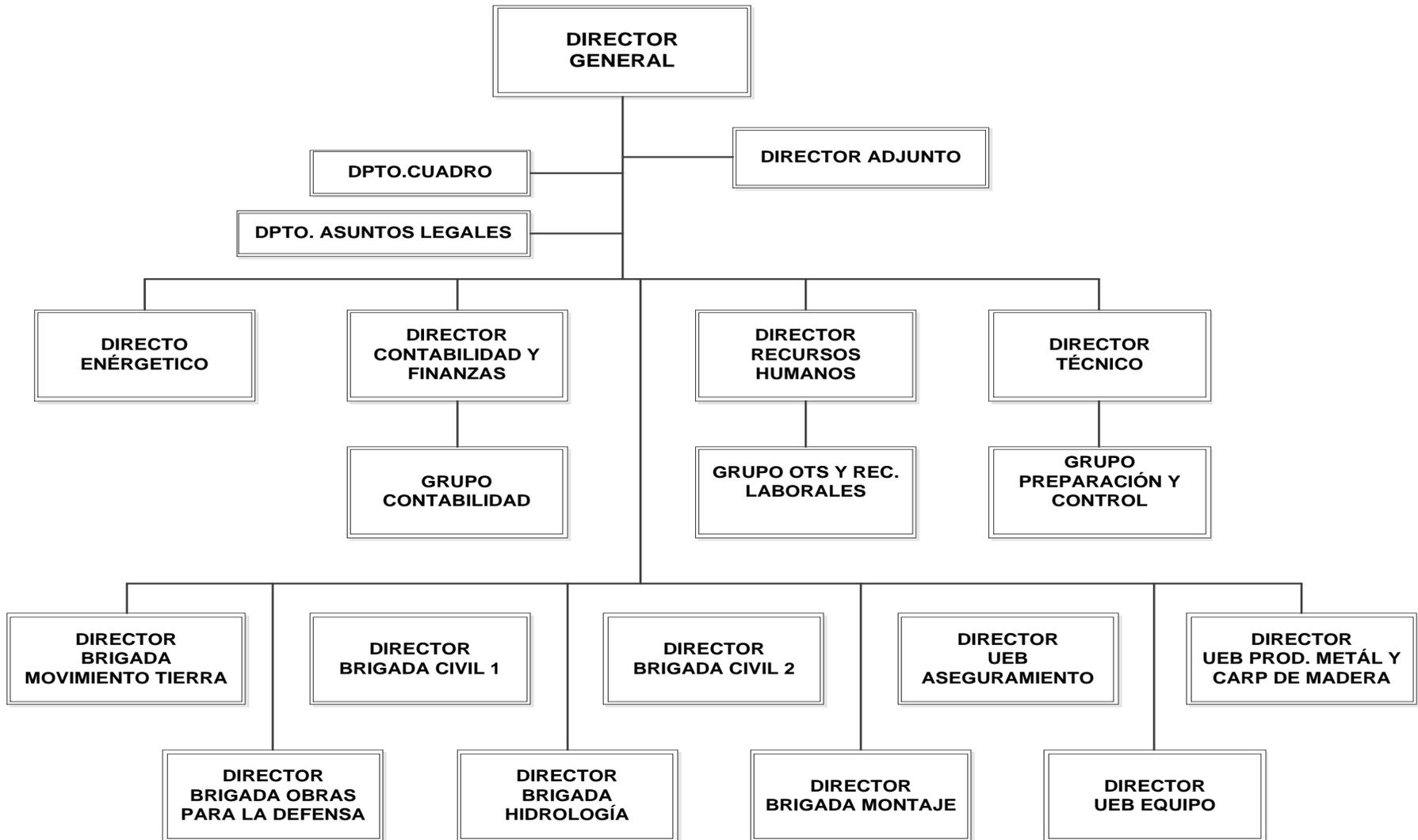
**Anexo 2: Continuación. Fuente: (ISO 50001: 2011)**

| ISO 50001:2011 |   | ISO 9001:2008  |  | ISO 14001:2004 |   |
|----------------|---|----------------|--|----------------|---|
| Capítulo       | Título  | Capítulo       | Título   | Capítulo       | Título                                      |
| 4.4.2          | Requisitos legales y otros requisitos   | 7.2.1<br>7.3.2 | Determinación de los requisitos relacionados con el producto<br>Elementos de entrada para el diseño y desarrollo | 4.3.2          | Requisitos legales y otros requisitos       |
| 4.4.3          | Revisión energética   | 5.4.1<br>7.2.1 | Objetivos de la calidad<br>Determinación de los requisitos relacionados con el producto                          | 4.3.1          | Aspectos ambientales                        |
| 4.4.4          | Línea de base energética  | -              | -  | -              | -   |
| 4.4.5          | Indicadores de desempeño energético   | -              | -  | -              | -   |
| 4.4.6          | Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía | 5.4.1<br>7.1   | Objetivos de la calidad<br>Planificación de la realización del producto  | 4.3.3          | Objetivos, metas y programas                |
| 4.5            | Implementación y operación  | 7              | Realización del producto   | 4.4            | Implementación y operación                  |
| 4.5.1          | Generalidades   | 7.5.1          | Control de la producción y de la prestación del servicio   | 4.4.6          | Control operacional                         |
| 4.5.2          | Competencia, formación y toma de conciencia   | 6.2.2          | Competencia, formación y toma de conciencia  | 4.4.2          | Competencia, formación y toma de conciencia |
| 4.5.3          | Comunicación  | 5.5.3          | Comunicación interna   | 4.4.3          | Comunicación                                |
| 4.5.4          | Documentación   | 4.2            | Requisitos de la documentación   | -              | -   |
| 4.5.4.1        | Requisitos de la documentación  | 4.2.1          | Generalidades  | 4.4.4          | Documentación                               |
| 4.5.4.2        | Control de los documentos   | 4.2.3          | Control de los documentos  | 4.4.5          | Control de documentos                       |
| 4.5.5          | Control operacional   | 7.5.1          | Control de la producción y de la prestación del servicio   | 4.4.6          | Control operacional                         |

**Anexo 2: Continuación. Fuente: (ISO 50001: 2011)**

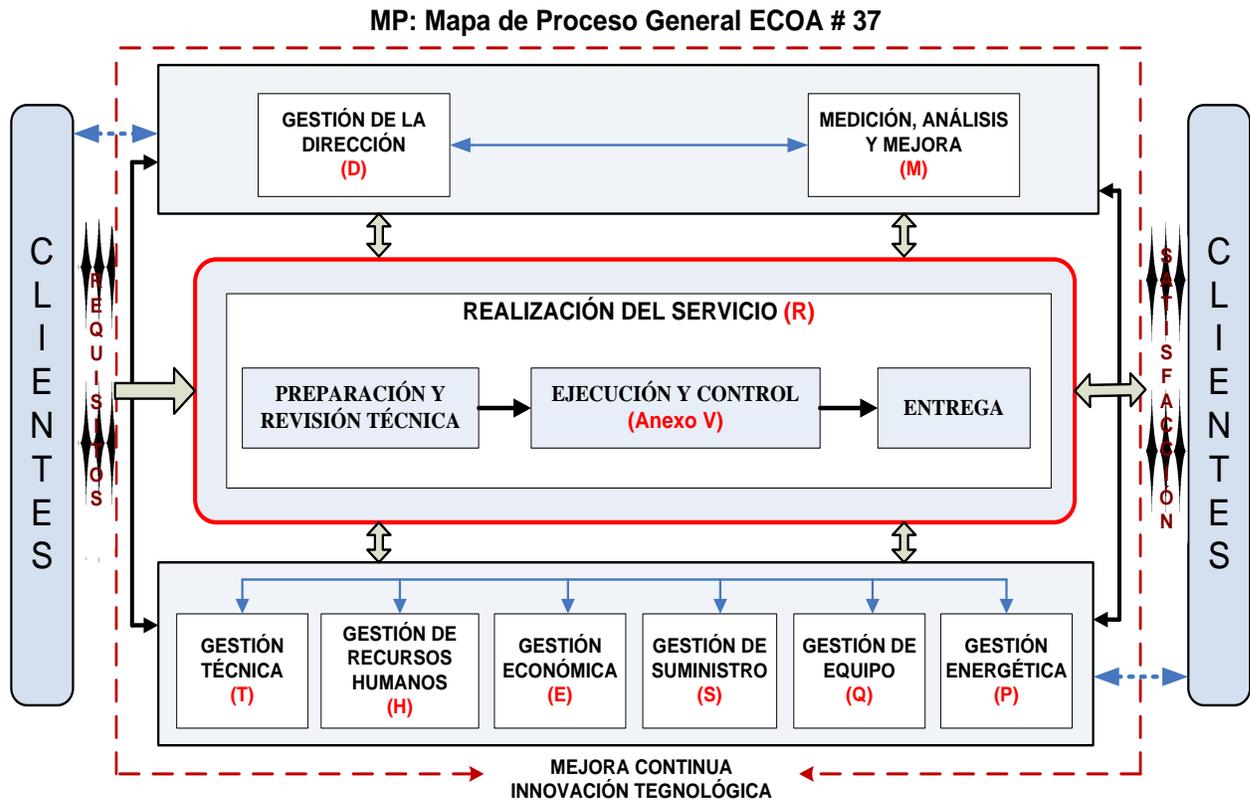
| ISO 50001:2011 |   | ISO 9001:2008 |   | ISO 14001:2004 |   |
|----------------|---|---------------|---|----------------|---|
| Capítulo       | Título  | Capítulo      | Título                                  | Capítulo       | Título  |
| 4.5.6          | Diseño  | 7.3           | Diseño y desarrollo                     | -              | -   |
| 4.5.7          | Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía           | 7.4           | Compras                                 | -              | -   |
| 4.6            | Verificación  | 8             | Medición, análisis y mejora             | 4.5            | Verificación  |
| 4.6.1          | Seguimiento, medición y análisis  | 7.2.3         | Comunicación con el cliente             | 4.5.1          | Seguimiento y medición                                |
|                |   | 8.2.4         | Seguimiento y medición del producto     |                |   |
|                |   | 8.4           | Análisis de datos                       |                |   |
| 4.6.2          | Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos | 7.3.4         | Revisión del diseño y desarrollo        | 4.5.2          | Evaluación del cumplimiento legal                     |
| 4.6.3          | Auditoría interna del sistema de gestión de la energía                      | 8.2.2         | Auditoría interna                       | 4.5.5          | Auditoría interna                                     |
| 4.6.4          | No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva         | 8.3           | Control del producto no conforme        | 4.5.3          | No conformidad, acción correctiva y acción preventiva |
|                |   | 8.5.2         | Acción correctiva                       |                |   |
|                |   | 8.5.3         | Acción preventiva                       |                |   |
| 4.6.5          | Control de los registros  | 4.2.4         | Control de los registros                | 4.5.4          | Control de los registros                              |
| 4.7            | Revisión por la dirección   | 5.6           | Revisión por la dirección               | 4.6            | Revisión por la dirección                             |
| 4.7.1          | Generalidades   | 5.6.1         | Generalidades                           | 4.6            | Revisión por la dirección                             |
| 4.7.2          | Información de entrada para la revisión por la dirección                    | 5.6.2         | Información de entrada para la revisión | 4.6            | Revisión por la dirección                             |
| 4.7.3          | Resultados de la revisión por la dirección                                  | 5.6.3         | Resultados de la revisión               | 4.6            | Revisión por la dirección                             |

ANEXO 3: Organigrama de la Empresa ECOA # 37.



Fuente: Empresa ECOA No. 37.

**Anexo 4: Mapa de Proceso General ECOA # 37.**



**Fuente:** Elaboración ECOA No. 37.

**Anexo 5: Plan de medidas para el ahorro energético de Combustibles y Energía.**

Entidad: ECOA 37

Fecha de Actualización:

Portador Energético: COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

Responsable: Francisco Suárez Villavicencio

Período Informado:

Lineamiento:

| No | Medidas de Ahorro del Portador Energético:                      | U.M. del Portador | PLAN                     |                        | COMPORTAMIENTO      |             |             |             |             |             |
|----|---|-------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    |   |                   | Fecha Cumpl. Planificada | Ahorro Año Planificado | Fecha Real Cumplida | AHORRO      |             |             |             | TOTAL       |
|    |   |                   |                          |                        |                     | I TRIM      | II TRIM     | III TRIM    | IV TRIM     |             |
| 1  | Aplicar Política de Parqueo de Equipos                          | TON               | 31/12/2013               | 2.07                   | 31/12/2012          |             |             |             |             | 0.00        |
| 2  | Chequeo periódico del Índice de Consumo (Prueba del Litro)      | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 3  | Planificar y convoyar viajes administrativos, etc.              | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 4  | Remotorización de Equipos.                                      | TON               | 31/12/2013               | 0.33                   | 30/09/2012          |             |             |             |             | 0.00        |
| 5  | Utilizar lo menos posible los equipos altos consumidores        | TON               | 31/12/2012               | 0.81                   | 31/12/2013          |             |             |             |             | 0.00        |
| 6  | Mejorar Rutamiento del Transporte.                              | TON               | 31/12/2013               | 0.60                   | 30/09/2012          |             |             |             |             | 0.00        |
| 7  | Colocación del serpentín en los quemadores de las Pta. Asfalto. | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 8  | Insulación Tanques de Asfalto.                                  | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 9  | Preparar tanque para producciones pequeñas de HAC.              | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 10 | Reposición de Equipos.  | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 11 | Mejorar organización del Tiro de Materiales.                    | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 12 | Aprovechamiento capacidad de carga de los equipos.              | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 13 | Lograr más del 60% del Viaje Retorno con carga.                 | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 14 | Montaje de GPS a Rastras.                                       | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 15 | Reordenamiento de Pases Base Varadero.                          | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 16 | Reparación de cilindros y mangueras hidráulicas (Lub.).         | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
| 17 | Reducción de recorridos y viajes sin carga.                     | TON               |                          |                        |                     |             |             |             |             | 0.00        |
|    | TOTAL DE MEDIDAS EN EL PLAN DEL AÑO:                            |                   | AHORROS TOTALES          | <b>3.81</b>            |                     | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |

Fuente: Elaboración ECOA #37.

**Anexo 5: Plan de medidas para el ahorro energético de Combustibles y Energía. Continuación**

Entidad: ECOA 37  
 Portador Energético: E. ELECTRICA  
 Período Informado:

Fecha de Actualización:  
 Responsable:

Lineamiento 248

| No   | Medidas de Ahorro del Portador Energético:                        | U.M. del Portador      | PLAN                     |                        | COMPORTAMIENTO      |             |             |             |             |             |
|--|---|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  |   |                        | Fecha Cumpl. Planificada | Ahorro Año Planificado | Fecha Real Cumplida | AHORRO      |             |             |             | TOTAL       |
|  |   |                        |                          |                        |                     | I TRIM.     | II TRIM.    | III TRIM.   | IV TRIM.    |             |
| 1  | Cumplir horario establecido para iluminación nocturna             | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 2  | Mantenimiento y limpieza a Aires Acondicionados                   | MWH                    | 31/12/2013               | 0.15                   |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 3  | Paralización Aires Acondicionados en Horario Pico                 | MWH                    | 31/12/2013               | 1.25                   | 31/12/2012          |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 4  | Independización y metrado de Tendederas                           | MWH                    | 31/12/2013               | 7.92                   |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 5  | Acomodo de carga en Máquinas Herramientas                         | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 6  | Mejoramiento de redes eléctricas                                  | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 7  | Posible instalación de Capacitores por Bajo Factor de Potencia    | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 8  | Acomodo de carga en Capilla de Pintura                            | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 9  | Cambiar máquinas de soldar monofásicas por trifásicas             | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 10   | Limitación utilización Aires Acondicionados en Albergues          | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 11   | Cumplimiento Índice de Consumo para las Plantas                   | MWH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 12   | No utilización de aires acondicionados en el horario de la mañana | MWH                    | 31/12/2013               | 5.40                   |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| 13   | Poca utilización de aires acondicionados                          | MHH                    |                          |                        |                     |             |             |             |             | <b>0.00</b> |
| <b>TOTAL DE MEDIDAS EN EL PLAN DEL AÑO:</b>      |   | <b>AHORROS TOTALES</b> |                          | <b>14.72</b>           |                     | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| <b>TOTAL DE MEDIDAS CUMPLIDAS EN EL PERÍODO:</b> |   |                        |                          |                        |                     |             |             |             |             |             |

**Fuente:** Elaboración ECOA No. 37.

**Anexo 6: Conversión de los portadores energéticos en medidas convencionales.**

| <b>2012</b>             |                |                |                |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>PORTADOR</b>         | <b>Lts/Ton</b> | <b>Ton/TEP</b> | <b>Lts/TEP</b> |
| Gas Licuado Petróleo    | 1833.38        | 1.1631         | 2132.40        |
| Nafta Especial B        | 1441.34        | 1.0971         | 1581.29        |
| Nafta Industrial B      | 1484.78        | 1.0971         | 1628.95        |
| Gasolina Regular        | 1367.24        | 1.3541         | 1851.38        |
| Gasolina Especial       | 1360.91        | 1.3576         | 1847.56        |
| Kerosina                | 1252.51        | 1.0709         | 1341.31        |
| Diesel                  | 1178.55        | 1.0534         | 1241.48        |
| Petróleo Combustible    | 1019.82        | 0.9903         | 1009.93        |
| Crudo Cubano 650        | 1023.02        | 0.9903         | 1013.10        |
| Crudo Cubano 1400       | 1010.92        | 0.9903         | 1001.11        |
| Alcohol Desnaturalizado | 1221.15        | 0.6311         | 770.67         |
| Aceites Lubricantes     | 1119.59        | 1.0000         | 1119.59        |
| Grasas                  |                | 1.0000         |                |
| Bagazo                  |                | 0.2400         |                |
| Leña                    |                | 0.3592         |                |
| Carbón Vegetal          |                | 0.7600         |                |
| Asfalto                 | 1078.28        | 0.9903         | 1067.82        |
| Paja de Caña            |                | 0.1500         |                |
| Cáscara de Arroz        |                | 0.3498         |                |
| Aserrío de Madera       |                | 0.1020         |                |
| Afrecho de Café         |                | 0.1516         |                |
| Electricidad            |                | 0.3502         |                |

**Fuente:** Dirección de Economía y Planificación de Cienfuegos.

**Anexo 7: Lista de Chequeo basado en la ISO 50001: 2011. Fuente: LRQA-Guía ISO 50001.**

| REQUISITOS   | SI | No | Cláusula ISO 50001 |
|--|----|----|--------------------|
| <b>4. sistema de gestión de la energía</b>   |    |    |                    |
| <b>4.1. Requisitos generales</b>   |    |    |                    |
| a) establecido, documentado, implementado, mantenido y mejorado su SGEN?   |    |    | 4.1                |
| b) definido y documentado el alcance y los límites de su sistema?  |    |    |                    |
| c) determinado cómo el sistema cumplirá con los requisitos de la ISO 50001 con el fin de lograr la mejora continua de su desempeño energético y su SGEN?   |    |    |                    |
| <b>4.2. Responsabilidad de la dirección</b>  |    |    |                    |
| Alta dirección ha demostrado la alta dirección de su empresa su compromiso con la cláusula 4.2.1 apoyando el SGEN y mejorando continuamente su eficacia:   |    |    | 4.2.1              |
| a) definiendo, estableciendo, implementando y manteniendo una política energética?   |    |    |                    |
| b) designando un representante de la dirección y aprobando la creación de un equipo de gestión de la energía?  |    |    |                    |
| c) proporcionando los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGEN y el desempeño energético resultante?   |    |    |                    |
| d) identificando el alcance y los límites que se abordarán en el SGEN?   |    |    |                    |
| e) comunicando la importancia de la gestión de la energía de la organización?  |    |    |                    |
| f) velando para que los objetivos energéticos y las metas se hayan establecido?  |    |    |                    |
| g) garantizando que los IDEns (indicadores del desempeño energético) son apropiados a la organización?   |    |    |                    |
| h) teniendo en cuenta el desempeño energético en una planificación a largo plazo?  |    |    |                    |
| i) garantizando que los resultados son medidos y reportados a intervalos determinados?   |    |    |                    |
| j) realizando la revisión por la dirección?  |    |    |                    |
| Ha nombrado la alta dirección un representante de la dirección con la adecuada capacidad y competencia, que, con independencia de otras tiene la responsabilidad y autoridad:                      |    |    | 4.2.2              |
| a) asegura que el SGEN se establece, se implementa, se mantiene y mejora continuamente de acuerdo con la norma ISO 50001?  |    |    |                    |
| b) identifica a la(s) persona(s), autorizadas por parte del nivel apropiado de la dirección, para trabajar con el representante de la dirección apoyando las actividades de gestión de la energía? |    |    |                    |
| c) informa a la alta dirección sobre el desempeño energético?  |    |    |                    |
| d) informa del desempeño del SGEN a la alta dirección?   |    |    |                    |
| e) asegura que la planificación de las actividades de gestión de la energía se diseña para apoyar la política energética de tu organización?   |    |    |                    |
| f) define y comunica las responsabilidades y autoridades con el fin de facilitar la gestión eficaz de la energía?  |    |    |                    |
| g) determina los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGEN son eficaces?  |    |    |                    |
| h) promueve la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.  |    |    |                    |
| <b>4.3. Política energética</b>  |    |    |                    |

|   |  |  |       |
|---|--|--|-------|
| Dispone una política energética en dónde se establece el compromiso de su organización para alcanzar la mejora en el desempeño energético.  |  |  | 4.3   |
| Ha definido la alta dirección una política energética y asegura que:  |  |  |       |
| <b>a)</b> es apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de su organización  |  |  |       |
| <b>b)</b> incluye un compromiso de mejora continua del desempeño energético?  |  |  |       |
| <b>c)</b> incluye un compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para lograr los objetivos y las metas?  |  |  |       |
| <b>d)</b> incluye un compromiso para cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe, relacionados con el uso y el consumo de la energía y la eficiencia energética?  |  |  |       |
| <b>e)</b> proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos energéticos y las metas energéticas?   |  |  |       |
| <b>f)</b> apoya la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético?  |  |  |       |
| <b>g)</b> se documenta y comunica a todos los niveles de la organización?   |  |  |       |
| <b>h)</b> se revisa   |  |  |       |
| <b>4.4. Planificación energética</b>  |  |  |       |
| Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?   |  |  | 4.4.1 |
| La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?   |  |  |       |
| Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?  |  |  |       |
| Su organización ha identificado, implementado y tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía y su eficiencia energética?  |  |  | 4.4.2 |
| Ha determinado su organización cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía y a su eficiencia energética, y se ha asegurado que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe se tienen en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEEn? |  |  |       |
| Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?   |  |  |       |
| Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?  |  |  | 4.4.3 |
| Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?  |  |  |       |
| Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización:  |  |  |       |
| <b>a)</b> analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. Por ejemplo:  |  |  |       |
| - identifica las fuentes de energía actuales?   |  |  |       |
| - evalúa el uso y consumo pasado y presente de la energía?  |  |  |       |

|   |  |  |       |
|---|--|--|-------|
| <p><b>b)</b> basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía?</li> <li>- identifica otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía?</li> <li>- determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía?</li> <li>- estima el uso y consumo futuros de energía?</li> </ul> |  |  |       |
| <p><b>c)</b> identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?</p>  |  |  |       |
| <p>Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?</p>  |  |  |       |
| <p>Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?</p>  |  |  | 4.4.4 |
| <p>Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?</p>   |  |  |       |
| <p>Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización,</li> <li>- se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o de acuerdo un método predeterminado?</li> </ul>   |  |  |       |
| <p>Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?</p>   |  |  |       |
| <p>Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?</p>  |  |  | 4.4.5 |
| <p>Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?</p>  |  |  |       |
| <p>Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?</p>   |  |  |       |
| <p>Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?</p>   |  |  | 4.4.6 |
| <p>Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?</p>   |  |  |       |
| <p>Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?</p>   |  |  |       |
| <p>Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización tiene en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética?</p>  |  |  |       |
| <p>Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?</p>  |  |  |       |
| <p>Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?</p>   |  |  |       |
| <p>Incluyen los planes de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la designación de responsabilidades;</li> </ul>  |  |  |       |

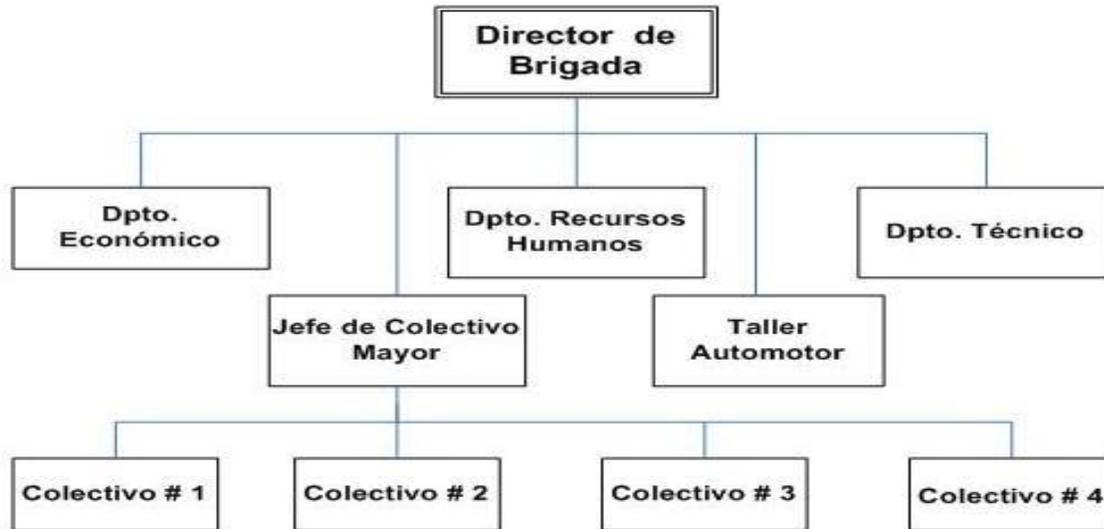
|   |  |  |         |
|---|--|--|---------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales;</li> <li>- una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético;</li> <li>- una declaración del método para verificar los resultados?</li> </ul>  |  |  |         |
| Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?  |  |  |         |
| <b>4.5 Implementación y operación</b>   |  |  |         |
| Su organización utiliza los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y la operación?  |  |  | 4.5.1   |
| Su organización se asegura de que cualquier persona que realiza tareas para ella o en su nombre, relacionadas con usos significativos de la energía, sea competente tomando como base una educación, formación, habilidades o experiencia adecuadas?  |  |  | 4.5.2   |
| Ha identificado su organización las necesidades de formación relacionadas con el control de sus usos de energía significativos y con la operación de su SGEN?   |  |  |         |
| Su organización proporciona la formación necesaria o tomar otras acciones para satisfacer estas necesidades?  |  |  |         |
| Se mantienen los registros apropiados?  |  |  |         |
| Se asegura su organización de que su personal y todas las personas que trabajan en su nombre sean conscientes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) la importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGEN;</li> <li>b) sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con los requisitos del SGEN;</li> <li>c) los beneficios de la mejora del desempeño energético; y</li> <li>d) el impacto real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía, de sus actividades y cómo sus actividades y su comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos energéticos y las metas energéticas y las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados?</li> </ul> |  |  |         |
| Su organización comunica internamente la información relacionada con su desempeño energético y a su SGEN. De manera apropiada al tamaño de la organización?   |  |  | 4.5.3   |
| Su organización establecer e implementar 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 SGEN.   |  |  |         |
| Ha decidido su organización si comunica o no externamente su política energética, el desempeño de su SGENs y el desempeño energético y documentado su decisión?   |  |  |         |
| Si la decisión es realizar una comunicación externa. ¿Ha establecido o implementado un método para realizar esta comunicación externa?  |  |  |         |
| Establece, implementa y mantiene su organización información en papel formato electrónico o cualquier otro medio, para describir los elementos principales del SGEN y su interacción?   |  |  | 4.5.4.1 |
| Incluye la documentación del SGEN: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) el alcance y los límites del SGEN;</li> <li>b) la política energética;</li> <li>c) los objetivos energéticos, las metas energéticas, y los planes de acción;</li> <li>d) los documentos, incluyendo los registros, requeridos por ISO 50001; <ul style="list-style-type: none"> <li>- otros documentos determinados por su organización como necesarios?</li> </ul> </li> </ul>  |  |  |         |
| Controla los documentos requeridos por ISO 50001 y por el SGEN?   |  |  | 4.5.4.2 |

|  |  |  |       |
|--|--|--|-------|
| Incluye la documentación técnica en los casos en los que es apropiado?   |  |  |       |
| <p>Establece, implementa y mantiene procedimientos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;</li> <li>b) revisar y actualizar periódicamente los documentos según es necesario;</li> <li>c) asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;</li> <li>d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso;</li> <li>e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;</li> <li>f) asegurarse de que se identifican y se controla la distribución de los documentos de origen externo que su organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del SGE; y</li> <li>g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso que los mantengan por cualquier motivo?</li> </ul> |  |  |       |
| Identifica y planifica aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionadas con el uso significativo de la energía y que son coherentes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo condiciones especificadas, mediante lo siguiente:   |  |  | 4.5.5 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) el establecimiento y fijación de criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía, cuando su ausencia pueda llevar a desviaciones significativas de un eficaz desempeño energético.</li> </ul>  |  |  |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>b) la operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos, de acuerdo con los criterios operacionales;</li> </ul>  |  |  |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>c) la comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de, su organización.</li> </ul>   |  |  |       |
| Considera su organización las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, de sistemas y de procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño energético?  |  |  | 4.5.6 |
| Se incorporan los resultados de la evaluación del desempeño energético, cuando es apropiado, al diseño, a la especificación y a las actividades de compras de los proyectos pertinentes?   |  |  |       |
| Se registran los resultados de la actividad de diseño?   |  |  |       |
| Informa su organización al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tienen o puedan tener, un impacto en el uso significativo de la energía, a los proveedores que las compras son en parte evaluadas sobre la base del desempeño energético?  |  |  | 4.5.7 |
| Su organización establece e implementa criterios para evaluar el uso y consumo de la energía, así como la eficiencia de la energía durante la vida útil planificada o esperada al adquirir productos equipos y servicios que usen energía que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético de la organización?   |  |  |       |
| Ha definido y documentado su organización las especificaciones de adquisición de energía cuando sea aplicable, para el uso eficaz de la energía?   |  |  |       |
| <b>4.6. Verificación</b>   |  |  |       |
| Su organización se asegura de que las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético se siguen se miden y se analizan a intervalos planificados?  |  |  | 4.6.1 |

|  |  |  |       |
|--|--|--|-------|
| Incluyen las características clave como mínimo lo siguiente:<br><b>a)</b> los usos significativos de la energía y otros elementos resultantes de la revisión energética~<br><b>b)</b> las variables pertinentes relacionadas con los usos significativos de la energía;<br><b>c)</b> los IOEns;<br><b>d)</b> la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y las metas;<br><b>e)</b> la evaluación del consumo energética real contra el esperado.   |  |  |       |
| Se registran los resultados del seguimiento y medición de las características principales?   |  |  |       |
| Tiene definido e implementado un plan de medición energética apropiado al tamaño y complejidad de la organización y a su equipamiento de seguimiento y medición?   |  |  |       |
| Define y revisa su organización periódicamente sus necesidades de medición?  |  |  |       |
| Asegura su organización que el equipo usado en el seguimiento y medición de las características clave proporcionan información exacta y repetible?   |  |  |       |
| Se mantienen los registros de las calibraciones y de las otras formas de establecer la exactitud y repetibilidad?  |  |  |       |
| Su organización investiga y responde a desviaciones significativas del desempeño energético?   |  |  |       |
| Se mantienen los resultados de estas actividades?  |  |  |       |
| Evalúa su organización, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos que suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía?  |  |  | 4.6.2 |
| Mantiene registros de las evaluaciones de cumplimiento?  |  |  |       |
| Lleva a cabo su organización auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGEN:<br>- cumple con las disposiciones planificadas para la gestión de la energía incluyendo los requisitos de ISO 50001.<br>- cumple con los objetivos y metas energéticas establecidos<br>- se implementa y se mantiene eficazmente, y mejora el desempeño energético?  |  |  | 4.6.3 |
| Se desarrolla un plan y un cronograma de auditorías considerando el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar así como los resultados de auditorías previas?   |  |  |       |
| La selección de los auditores y la realización de las auditorias aseguran la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?   |  |  |       |
| Se mantienen registros de los resultados de las auditorias y se informa a la alta dirección?   |  |  |       |
| Su organización trata las no conformidades reales y potenciales haciendo correcciones y tomando acciones correctivas y preventivas. incluyendo las siguientes:<br><b>f)</b> revisión de no conformidades reales o potenciales;<br><b>g)</b> determinación de las causas de las no conformidades reales o potenciales;<br><b>h)</b> evaluación de la necesidad de acciones para asegurar que las no conformidades no ocurran o no vuelvan a ocurrir;<br><b>i)</b> determinación e implementación de la acción apropiada necesaria<br><b>j)</b> mantenimiento de registros de acciones correctivas y acciones preventivas:<br><b>k)</b> revisión de la eficacia de las acciones correctivas o de las acciones preventivas tomadas. |  |  | 4.6.4 |

|   |  |  |       |
|---|--|--|-------|
| Son apropiadas las acciones correctivas y las acciones preventivas para la magnitud de los problemas reales o potenciales encontrados y a las consecuencias en el desempeño energético?   |  |  |       |
| Asegura la organización que cualquier cambio necesario se incorpora al SGE n?   |  |  |       |
| Su organización establece y mantiene los registros que son necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGE n y de la norma ISO 50001 y para demostrar los resultados logrados en el desempeño energético? |  |  | 4.6.5 |
| Define e implementa su organización controles para la identificación recuperación y retención de los registros?   |  |  |       |
| Los registros son y permanecen legibles identificables y trazables a las actividades pertinentes?   |  |  |       |
| <b>4.7. Revisión por la dirección</b>   |  |  |       |
| La alta dirección revisa, a intervalos planificados, el SGE n de la organización para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas?   |  |  | 4.7.1 |
| Se mantienen registros de las revisiones por la dirección?  |  |  |       |
| Incluye la información de entrada para la revisión por la dirección:  |  |  |       |
| a) las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas;  |  |  |       |
| b) la revisión de la política energética;   |  |  |       |
| c) la revisión del desempeño energético y de los IDE ns relacionados;   |  |  |       |
| d) los resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos que su organización suscribe;  |  |  |       |
| e) el grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas;   |  |  |       |
| f) los resultados de auditorías del SGE n;  |  |  |       |
| g) el estado de las acciones correctivas y preventivas;   |  |  |       |
| h) el desempeño energético proyectado para el próximo periodo;  |  |  |       |
| i) i) las recomendaciones para la mejora?   |  |  |       |
| Incluyen los resultados de la revisión por la dirección todas las decisiones y acciones relacionadas con:   |  |  |       |
| a) cambios en el desempeño energético de su organización;   |  |  |       |
| b) cambios en la política energética;   |  |  |       |
| c) cambios en los IDE ns;   |  |  |       |
| d) cambios en los objetivos metas u otros elementos del sistema de gestión de la energía coherentes con el compromiso;  |  |  |       |
| e) de la organización con la mejora continua;   |  |  |       |
| f) cambios en la asignación de recursos?  |  |  |       |

**Anexo 8: Organigrama de la Brigada Movimiento de tierra.**

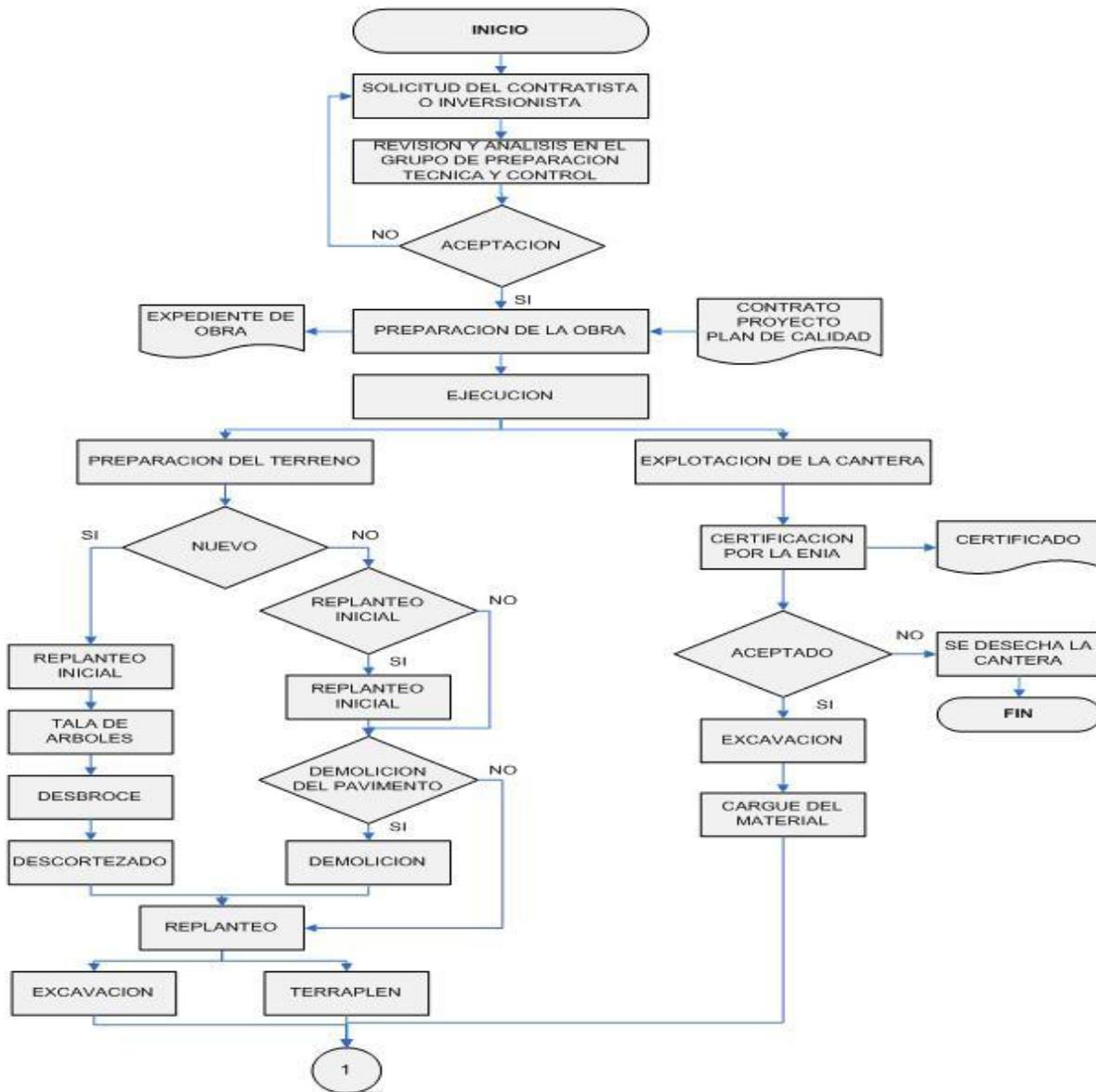


**Fuente:** Elaboración Propia

Anexo 9: Diagrama de Flujo del proceso.

Diagrama A1

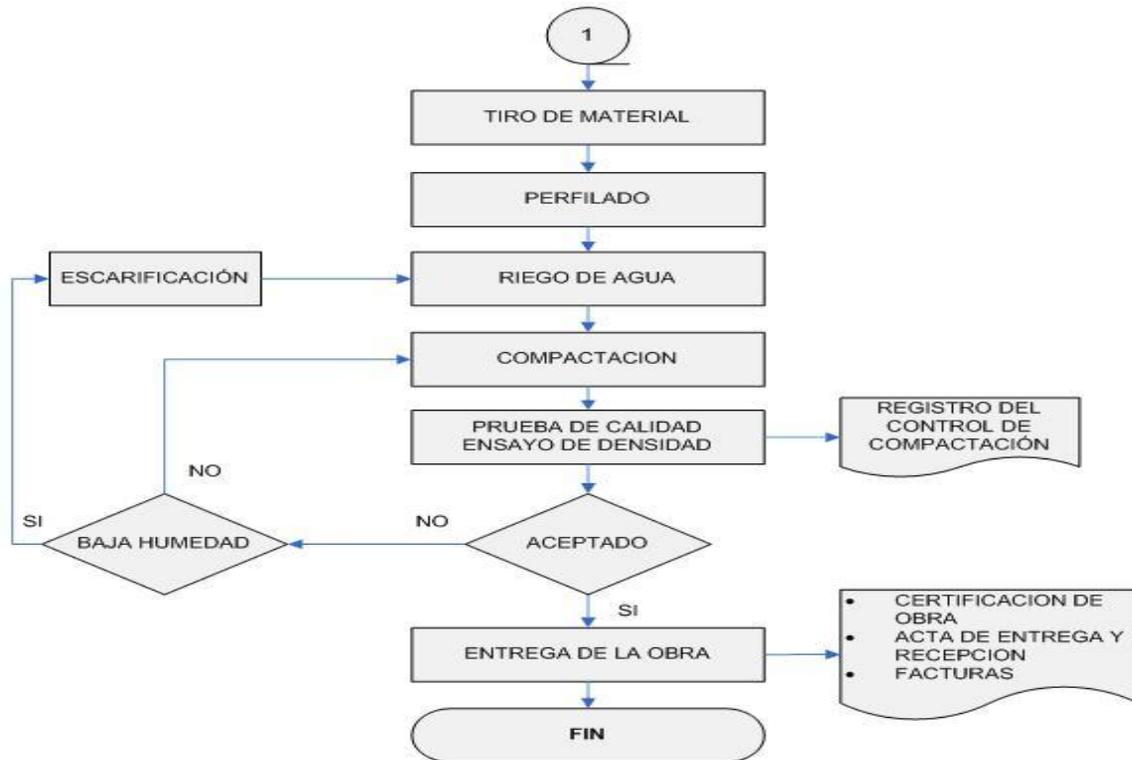
IT-01.A1: DIAGRAMA DE FLUJO DE MOVIMIENTO DE TIERRA



Fuente : La empresa ECOA # 37.

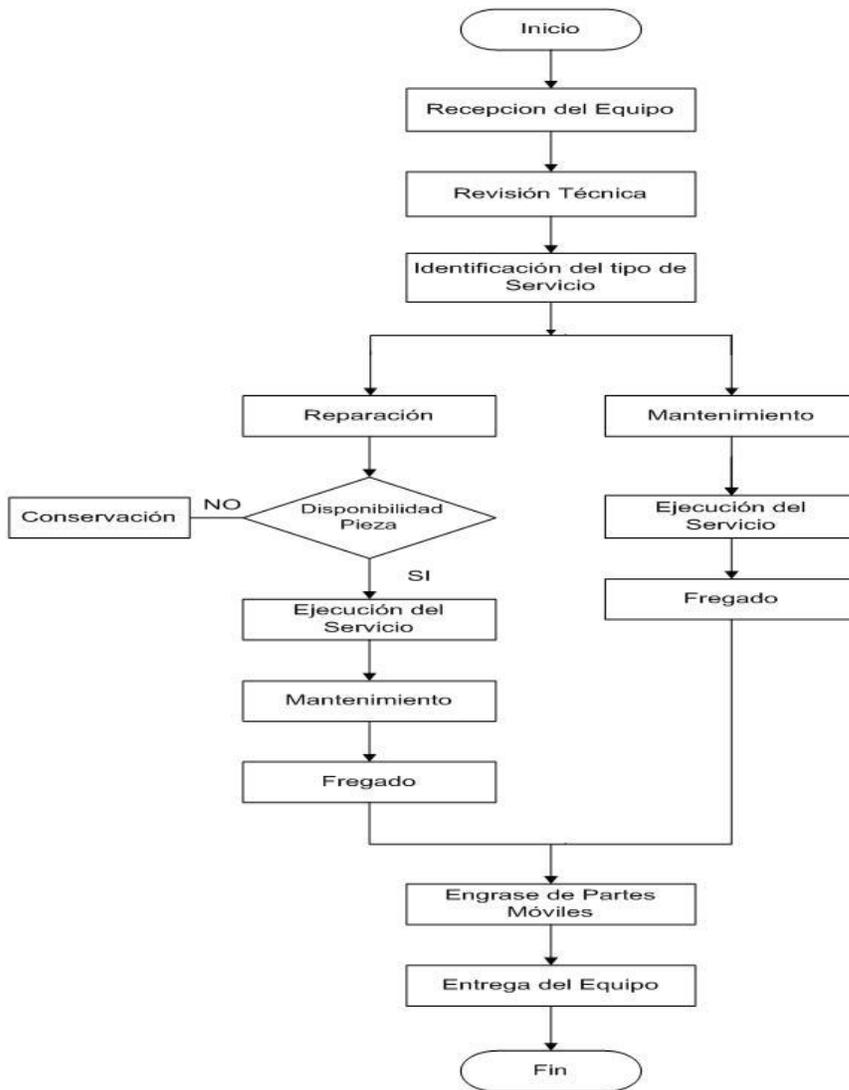
**Anexo 9: Diagrama de Flujo del proceso. Continuacion**

**DIAGRAMA DE FLUJO MOVIMIENTO DE TIERRA (CONTINUACIÓN)**



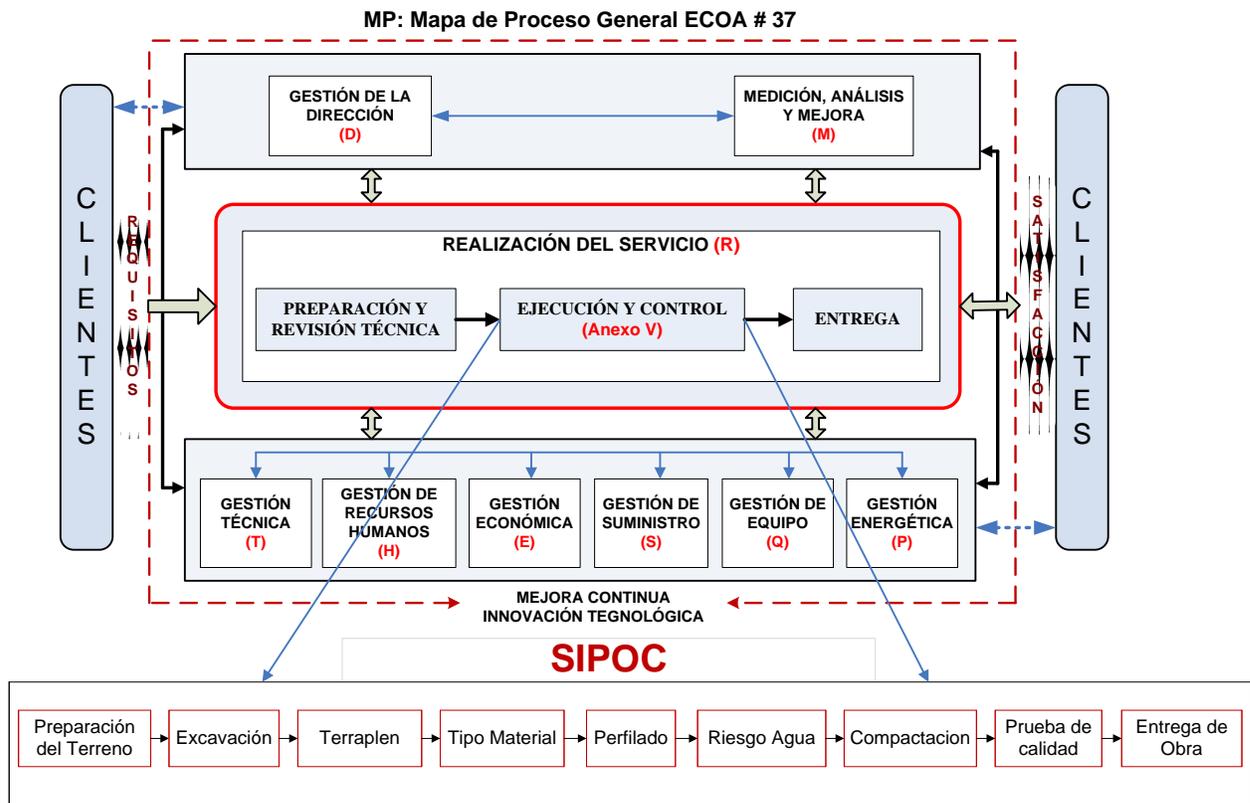
**Fuente :** La empresa ECOA # 37.

**Anexo 9: Diagrama de Flujo del proceso de mantenimiento y reparación. Continuación.  
Diagrama A2**



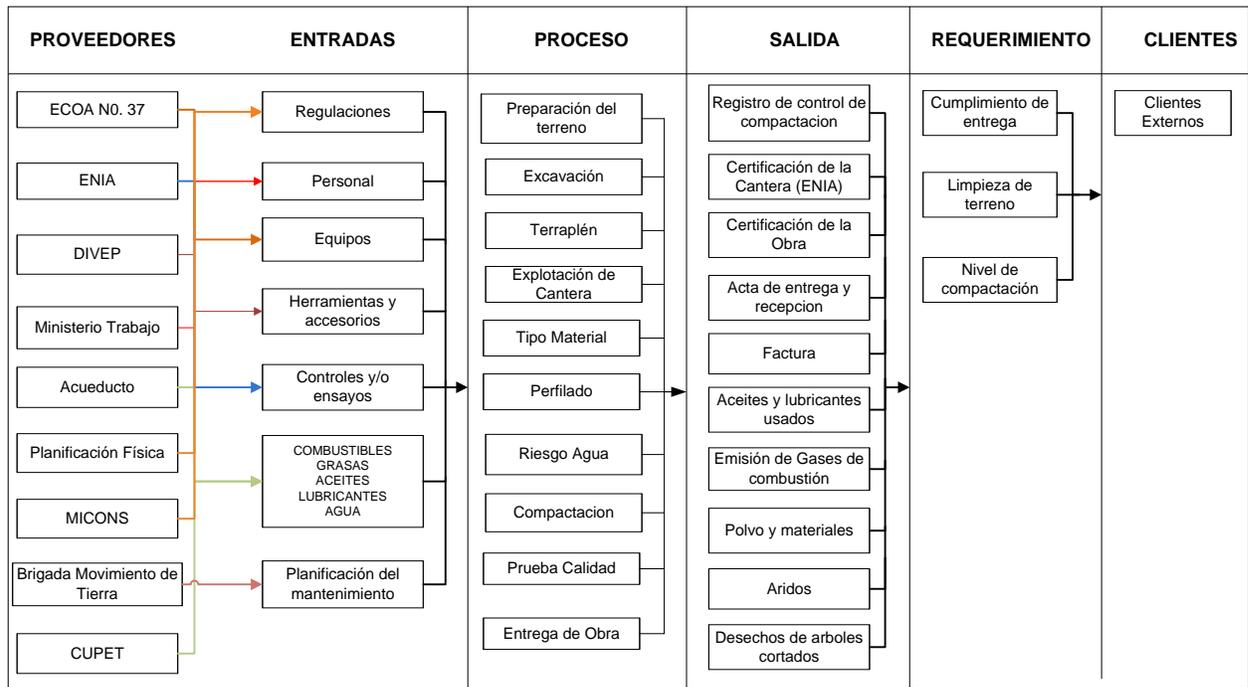
**Fuente:** Elaboracion Propia.

**Anexo 10: Diagrama SIPOC del Proceso de Ejecución del Terreno.**



**Fuente:** Elaboración Propia.

Anexo 10: Diagrama SIPOC del Proceso de Ejecución del Terreno. Continuación.



Fuente: Elaboracion Propia.

**Anexo11: Suministro de Energía Eléctrica a las oficinas del edificio administrativo, talleres, almacenes y demás locales.**



Banco de tres transformadores de 37 KVA. Metrocontador



PGD. Interruptores generales

**Fuente:** Empresa ECOA #37.

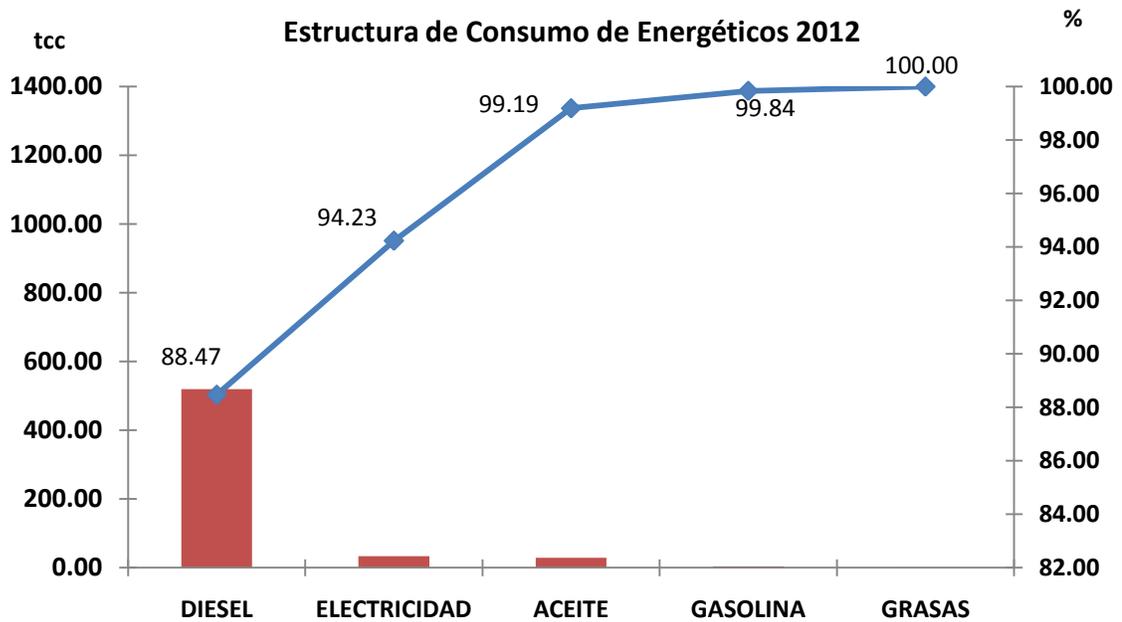
**Anexo 12: Balance de cargas de la Brigada Movimiento de tierra.**

| No. | Equip. Eléctrico             | Cantid.<br>(u) | Potenc.<br>(kw) | Horas de<br>Trab.<br>(h) | Cons. Diario<br>(Kw-h) | Cons.<br>Mensual<br>(Kw-h) |
|-----|------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1   | Lámpara Fluorescente         | 2              | 0.08            | 9                        | 1.44                   | 34.56                      |
| 2   | Plana                        | 1              | 0.66            | 4                        | 2.64                   | 63.36                      |
| 3   | Sinfin                       | 1              | 0.88            | 3                        | 2.64                   | 63.36                      |
| 4   | Sierra                       | 1              | 1.3             | 4                        | 5.20                   | 124.80                     |
| 5   | Ventilador                   | 1              | 0.88            | 8                        | 7.04                   | 168.96                     |
|     | <b>Sub-Total carpintería</b> | <b>6</b>       |                 |                          | <b>18.96</b>           | <b>455.04</b>              |
| 1   | Torno No.1                   | 1              | 5.5             | 6                        | 33.00                  | 792.00                     |
| 2   | Torno No.2                   | 1              | 5.5             | 6                        | 33.00                  | 792.00                     |
| 3   | Segueta                      | 1              | 1.7             | 1                        | 1.70                   | 40.80                      |
| 4   | Taladro Vertical             | 1              | 0.88            | 2                        | 1.76                   | 42.24                      |
| 5   | Taladro de Mesa              | 1              | 0.66            | 1                        | 0.66                   | 15.84                      |
| 6   | Piedra de Esmeril            | 1              | 0.77            | 2                        | 1.54                   | 36.96                      |
| 7   | Recortador                   | 1              | 3.6             | 2                        | 7.20                   | 172.80                     |
| 8   | Ventilador                   | 2              | 0.88            | 8                        | 14.08                  | 337.92                     |
|     | <b>Sub-Total Tornería</b>    | <b>9</b>       |                 |                          | <b>92.94</b>           | <b>2230.56</b>             |
| 1   | Compresor                    | 2              | 5.5             | 8                        | 88.00                  | 2112.00                    |
| 2   | Plancha                      | 1              | 0.77            | 8                        | 6.16                   | 147.84                     |
| 3   | Piedra de Esmeril            | 1              | 0.88            | 4                        | 3.52                   | 84.48                      |
|     | <b>Sub-Total Ponchera</b>    | <b>4</b>       |                 |                          | <b>97.68</b>           | <b>2344.32</b>             |
| 1   | Lámpara Fluorescente         | 3              | 0.08            | 12                       | 2.88                   | 86.40                      |
| 2   | Máquina de Soldar            | 1              | 10              | 7                        | 45.50                  | 1092.00                    |
|     | <b>Sub-Total Taller</b>      | <b>4</b>       |                 |                          | <b>48.38</b>           | <b>1178.4</b>              |
| 1   | Mesa Caliente                | 1              | 2.6             | 3                        | 7.80                   | 187.20                     |
| 2   | Lámpara Fluorescente         | 3              | 0.08            | 1                        | 0.24                   | 5.76                       |
| 3   | Nevera                       | 1              | 0.77            | 8                        | 6.16                   | 147.84                     |
|     | <b>Sub-Total Comedor</b>     | <b>5</b>       |                 |                          | <b>14.20</b>           | <b>340.80</b>              |
| 1   | Lámpara Fluorescente         | 7              | 0.04            | 6                        | 1.68                   | 40.32                      |
| 2   | Aire Acondic. BK -<br>1500   | 1              | 1.1             | 8                        | 8.80                   | 211.20                     |
| 3   | Refrigerador                 | 1              | 0.18            | 14                       | 2.52                   | 76.00                      |
|     | <b>Sub-Total Oficina</b>     | <b>9</b>       |                 |                          | <b>13.00</b>           | <b>327.52</b>              |
|     | <b>Total de Brigada</b>      | <b>37</b>      |                 |                          | <b>285.16</b>          | <b>6876.64</b>             |

Fuente: Empresa ECOA #37.

**Anexo 13: Análisis de los portadores energéticos consumidos por la empresa mediante un Diagrama Pareto.**

| PORTADORES          | 2012 |           |           |
|---------------------|------|-----------|-----------|
|                     | UM   | REAL      | REAL      |
| <b>Diesel</b>       | L    | 612428.65 | T 519.646 |
| <b>Electricidad</b> | MWH  | 96.74     | T 33.878  |
| <b>Aceite</b>       | L    | 32582     | T 29.102  |
| <b>Gasolina</b>     | L    | 5232.68   | T 3.827   |
| <b>Grasas</b>       | KG   | 946.5     | T 0.947   |



**Fuente:** Elaboración Propia.

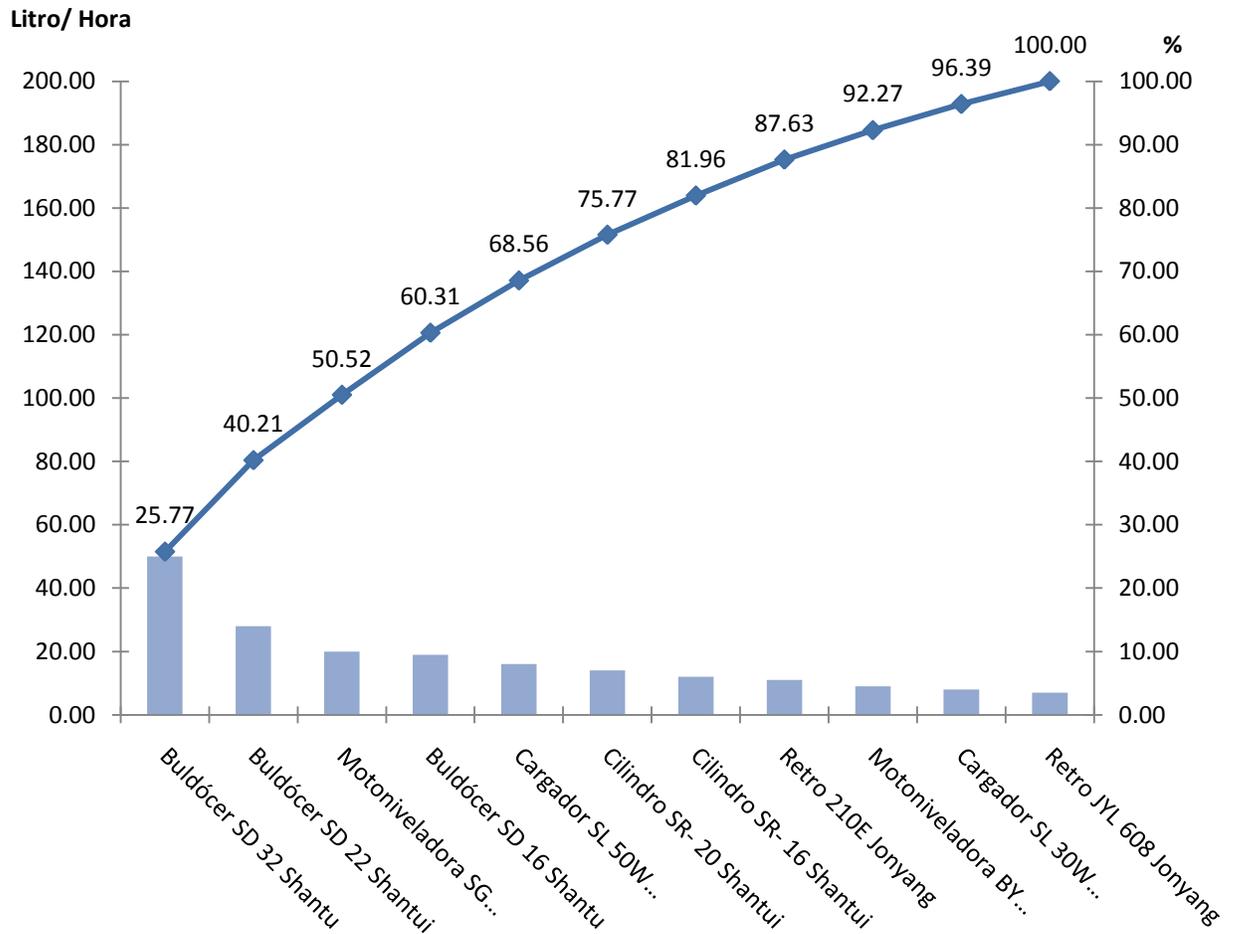
**Anexo 14: Parque automotor y equipos especiales de la instalación que usan estos combustibles.**

| No. | U  | Equipo                  | Marca            | Cap.               | Estado Técnico | Combustible. | Índice de Consumo 2011 (Km./L) (L/H) |          | Índice de Consumo 2012 (Km./L) (L/H) |          | CDT (%) 2011 | CDT (%) 2012 |
|-----|----|-------------------------|------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|--------------|--------------|
|     |    |                         |                  |                    |                |              | Plan                                 | Real     | Plan                                 | Real     |              |              |
| 1   | 8  | Buldócer                | SD 22 Shantui    | -                  | Bueno          | Diesel       | 28 L/h                               | 28 L/h   | 28 L/h                               | 28 L/h   | 82           | 88           |
| 2   | 2  | Buldócer                | SD 16 Shantu     | -                  | Bueno          | Diesel       | 19 L/h                               | 19 L/h   | 19 L/h                               | 19 L/h   | 82           | 88           |
| 3   | 2  | Buldócer                | SD 32 Shantu     | -                  | Bueno          | Diesel       | 50 L/h                               | 50 L/h   | 50 L/h                               | 50 L/h   | 82           | 88           |
| 4   | 10 | Cargador                | SL 50W Shantui   | 3 m <sup>3</sup>   | Bueno          | Diesel       | 16 L/h                               | 16 L/h   | 16 L/h                               | 16 L/h   | 82           | 88           |
| 5   | 2  | Cargador                | SL 30W Shantui   | 1.5 m <sup>3</sup> | Bueno          | Diesel       | 8 L/h                                | 8 L/h    | 8 L/h                                | 8 L/h    | 82           | 88           |
| 6   | 1  | Motoniveladora          | SG 18E Shantui   | -                  | Bueno          | Diesel       | 20 L/h                               | 20 L/h   | 20 L/h                               | 20 L/h   | 82           | 88           |
| 7   | 7  | Motoniveladora          | BY 160G Tiangong | -                  | Bueno          | Diesel       | 9 L/h                                | 9 L/h    | 9 L/h                                | 9 L/h    | 82           | 88           |
| 8   | 6  | Cilindro                | SR- 16 Shantui   | -                  | Bueno          | Diesel       | 12 L/h                               | 12 L/h   | 12 L/h                               | 12 L/h   | 82           | 88           |
| 9   | 2  | Cilindro                | SR- 20 Shantui   | -                  | Bueno          | Diesel       | 14 L/h                               | 14 L/h   | 14 L/h                               | 14 L/h   | 82           | 88           |
| 10  | 1  | Retro                   | JYL 608 Jonyang  | 0.4 m <sup>3</sup> | Bueno          | Diesel       | 7 L/h                                | 7 L/h    | 7 L/h                                | 7 L/h    | 82           | 88           |
| 11  | 6  | Retro                   | 210E Jonyang     | 1.2 m <sup>3</sup> | Bueno          | Diesel       | 11 L/h                               | 11 L/h   | 11 L/h                               | 11 L/h   | 82           | 88           |
| 12  | 72 | Camión de Volteo        | Howo SinoTruck   | 12 m <sup>3</sup>  | Bueno          | Diesel       | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 82           | 88           |
| 13  | 6  | Camión Pipa H2O         | Howo SinoTruck   | 10000 L            | Bueno          | Diesel       | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 82           | 88           |
| 14  | 1  | Camión Pipa Combustible | MAZ 500          | 8000 L             | Bueno          | Diesel       | 0.35Km/L                             | 0.35Km/L | 0.35Km/L                             | 0.35Km/L | 82           | 88           |
| 15  | 1  | Camión Pipa Combustible | HowoSino Truck   | 10000 L            | Bueno          | Diesel       | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 82           | 88           |
| 16  | 6  | Camión Plancha          | HowoSino Truck   | 10 T               | Bueno          | Diesel       | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 82           | 88           |
| 17  | 2  | Taller Móvil            | HowoSino Truck   | -                  | Bueno          | Diesel       | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 82           | 88           |
| 18  | 4  | CPE                     | -                | -                  | Bueno          | Diesel       | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 82           | 88           |
| 19  | 1  | Camión Fosa             | HowoSino Truck   | -                  | Bueno          | Diesel       | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 0.38Km/L                             | 0.38Km/L | 82           | 88           |
| 20  | 1  | Camión Plancha          | HowoSino Truck   | 20 T               | Bueno          | Diesel       | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 82           | 88           |
| 21  | 1  | Camión Grúa             | HowoSino Truck   | 6 T                | Bueno          | Diesel       | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 0.43Km/L                             | 0.43Km/L | 82           | 88           |
| 22  | 1  | Jeep                    | Wag              | -                  | Bueno          | Diesel       | 10 Km/L                              | 10 Km/L  | 10 Km/L                              | 10 Km/L  | 82           | 88           |
| 23  | 1  | Jeep                    | Hyunday          | -                  | Bueno          | Diesel       | 10 Km/L                              | 10 Km/L  | 10 Km/L                              | 10 Km/L  | 82           | 88           |
| 24  | 1  | Camioneta               | Peugeot          | 3 T                | Bueno          | Diesel       | 10 Km/L                              | 10 Km/L  | 10 Km/L                              | 10 Km/L  | 82           | 88           |
| 25  | 1  | Auto                    | Tico Daewoo      | -                  | Bueno          | Gasolina     | 20 Km/L                              | 20 Km/L  | 20 Km/L                              | 20 Km/L  | 82           | 88           |

**Fuente:** Empresa ECOA #37.

Anexo 15: Diagrama Pareto de equipos más consumidores del diesel.

Parque Motor mas consumidor de Diesel



Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 16: Sustancias peligrosas que se utilizan en los procesos de la entidad.**

| No. | Nombre/<br>Denominación                 | No. NU | Clasificación de Peligro/Riesgo<br>Subsidiario NU   | Naturaleza<br>de los<br>Riesgos/<br>Consejos de<br>Seguridad | GRE |
|-----|---|--------|---|--|-----|
| 1   | Oxígeno comprimido                      | 1072   | 2.2 (Gases No-inflamables, no tóxicos; Pueden ser asfixiantes simples u oxidantes. Ej. Nitrógeno, Oxígeno) / 5.1 (Sustancias comburentes: generalmente contienen o liberan oxígeno y causan la combustión de otros materiales o contribuyen a ella) | -  | 122 |
| 2   | Acetileno disuelto                      | 1001   | 2.1(Gases Inflamables, pueden incendiarse fácilmente en el aire cuando se mezclan en proporciones inferiores o iguales al 13% en volumen)   | R: 5-6-12/<br>S: 2-9-16-33                                   | 116 |
| 3   | Aceites y grasas                        | 1270   | 3 (Líquido Inflamable, liberan vapores inflamables por debajo de 60°C )   | -  | 128 |
| 5   | Líquido de freno Castrol Response Dot 4 | 1270   | 3 (Líquido Inflamable, liberan vapores inflamables por debajo de 60°C )   | R36-22   | 128 |
| 6   | Cemento Vermar                          | 1270   | 3 (Líquido Inflamable, liberan vapores inflamables por debajo de 60°C )   | -  | 128 |
| 7   | Nafta                                   | 3295   | 3 (Líquido Inflamable, liberan vapores inflamables por debajo de 60°C )   | R:45-65/<br>S:53-45  | 128 |

**Fuente:** Empresa ECOA #37.

**Anexo 17: Comportamiento de las emisiones de gases de combustión y de electricidad en la brigada movimiento de tierra.**

| <b>Año 2011 (T/a)</b> |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Combustible</b>    | <b>CO<sub>2</sub></b> | <b>SO<sub>x</sub></b> | <b>NO<sub>x</sub></b> |
| <b>Electricidad</b>   | 102.80                | 1.66                  | 0.1326                |
| <b>Diesel</b>         | 3210.35               | 51.78                 | 4.1424                |
| <b>Gasolina</b>       | 10.46                 | 0.17                  | 0.0135                |
| <b>Grasas</b>         | 4.93                  | 0.08                  | -                     |
| <b>Lubricantes</b>    | 78.12                 | 1.26                  | -                     |
| <b>TOTAL</b>          | 3406.66               | 54.95                 | 4.2885                |

| <b>Año 2012 (T/a)</b> |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Combustible</b>    | <b>CO<sub>2</sub></b> | <b>SO<sub>x</sub></b> | <b>NO<sub>x</sub></b> |
| <b>Electricidad</b>   | 78.79                 | 1.27                  | 0.1017                |
| <b>Diesel</b>         | 10325.43              | 166.54                | 13.3231               |
| <b>Gasolina</b>       | 6.75                  | 0.11                  | 0.0087                |
| <b>Grasas</b>         | 8.42                  | 0.14                  | -                     |
| <b>Lubricantes</b>    | 105.24                | 1.70                  | -                     |
| <b>TOTAL</b>          | 10524.63              | 169.76                | 13.4335               |

**Fuente:** Informe del RAI. Empresa ECOA #37.

**Anexo 18: Cálculo de la cantidad de expertos para la selección de los Momentos Críticos de la Verdad.**

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculara el número de expertos necesarios, resultando el mismo por la siguiente expresión:

Datos fijados

NS = 95 %,

i = 6 %

p = 1 %.

| Nivel de confianza (NS) % | Valor que corresponde K |
|---------------------------|-------------------------|
| 99                        | 6.6564                  |
| 95                        | 3.8416                  |
| 90                        | 2.6806                  |

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación (1-α)

P: Proporción de error.

I: - Precisión (i≤12).

$$N = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

$$N = \frac{0.01(1-0.01)3.8416}{0.06^2} = 10.4644$$

El número de experto es **10**.

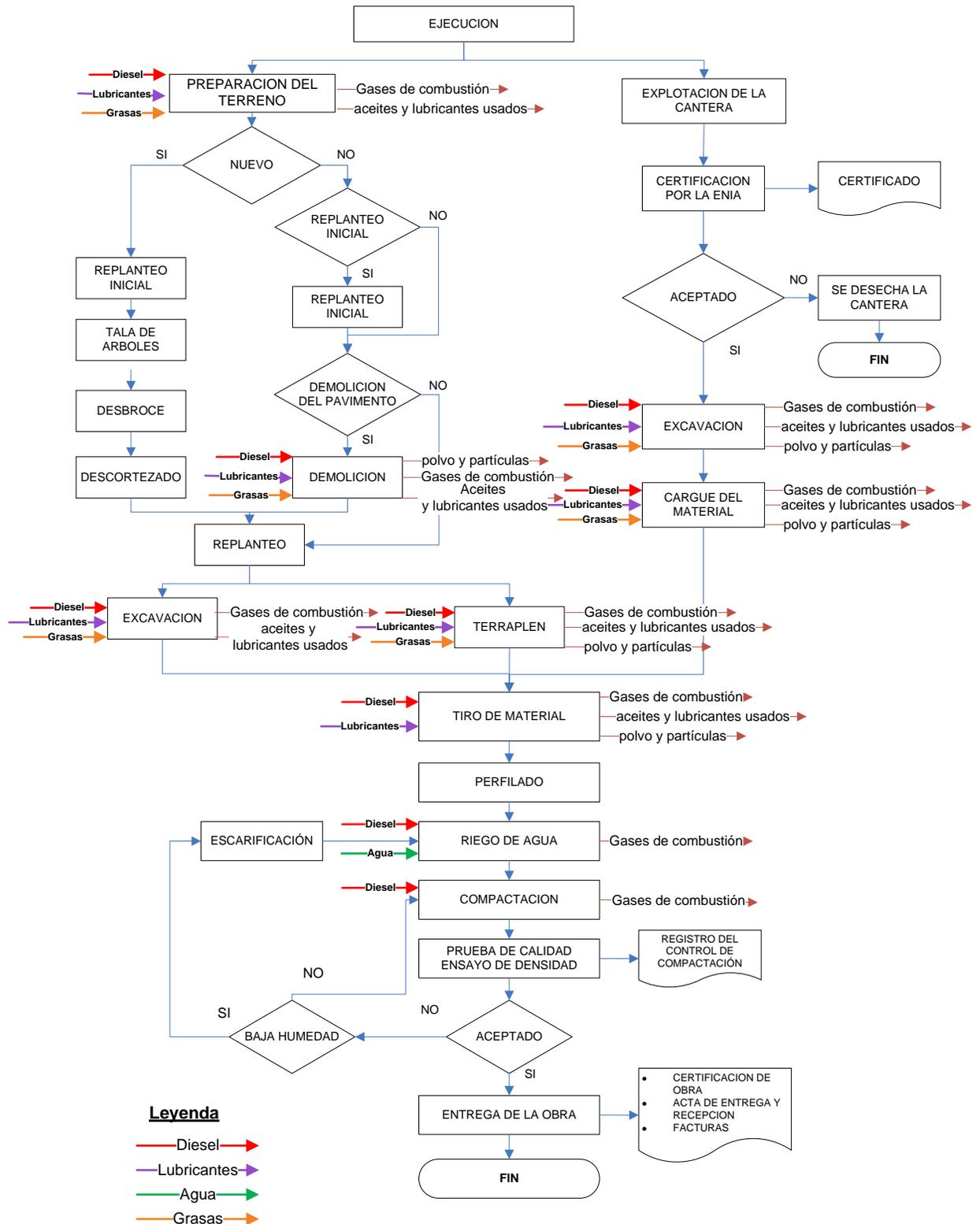
**Anexo 19: Aplicación de la lista de Chequeo para la política y planificación energética basada en la NC ISO 50001: 2011.**

| REQUISITOS   | Si | NO | Clausula ISO 50001 |
|--|----|----|--------------------|
| <b>4.3. Política energética</b>  |    |    |                    |
| Dispone una política energética en dónde se establece el compromiso de su organización para alcanzar la mejora en el desempeño energético?   | X  |    | 4.3                |
| Ha definido la alta dirección una política energética y asegura que:   |    | X  |                    |
| <b>a)</b> es apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de su organización   |    | X  |                    |
| <b>b)</b> incluye un compromiso de mejora continua del desempeño energético?   | X  |    |                    |
| <b>c)</b> incluye un compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para lograr los objetivos y las metas?   | X  |    |                    |
| <b>d)</b> incluye un compromiso para cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe, relacionados con el uso y el consumo de la energía y la eficiencia energética?   | X  |    |                    |
| <b>e)</b> proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos energéticos y las metas energéticas?  | X  |    |                    |
| <b>f)</b> apoya la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético?   | X  |    |                    |
| <b>g)</b> se documenta y comunica a todos los niveles de la organización?  | X  |    |                    |
| <b>h)</b> se revisa  | X  |    |                    |
| <b>4.4. Planificación energética</b>   |    |    |                    |
| Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?  | X  |    | 4.4.1              |
| La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?  |    | X  | 4.4.1              |
| Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?   | X  |    | 4.4.1              |
| Su organización ha identificado, implementado y tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía y su eficiencia energética?   | X  |    | 4.4.2              |
| Ha determinado su organización cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía y a su eficiencia energética, y se ha asegurado que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe se tienen en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEN?   | X  |    | 4.4.2              |
| Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?  | X  |    | 4.4.2              |
| Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?   | X  |    | 4.4.3              |
| Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?   |    | X  | 4.4.3              |
| Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización:   |    |    | 4.4.3              |
| <b>d)</b> analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las fuentes de energía actuales?</li> <li>- evalúa el uso y consumo pasado y presente de la energía?</li> </ul>   | X  |    |                    |
| <b>e)</b> basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía?</li> <li>- identifica otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía?</li> <li>- determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso</li> </ul> | X  |    |                    |

|   |   |   |       |
|---|---|---|-------|
| significativo de la energía?<br>- estima el uso y consumo futuros de energía?   |   |   |       |
| f) identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?  | X |   | 4.4.3 |
| Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?   | X |   | 4.4.3 |
| Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?   |   | X | 4.4.4 |
| Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?  |   | X | 4.4.4 |
| Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones:<br>- los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización,<br>- se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o de acuerdo un método predeterminado? | X | X | 4.4.4 |
| Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?  |   | X | 4.4.4 |
| Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?   | X |   | 4.4.5 |
| Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?   | X |   | 4.4.5 |
| Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?  |   | X | 4.4.5 |
| Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?  | X |   | 4.4.6 |
| Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?  | X |   | 4.4.6 |
| Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?  | X |   | 4.4.6 |
| Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización tiene en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y coma se identifican en la revisión energética?                                   | X |   | 4.4.6 |
| Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?   | X |   | 4.4.6 |
| Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?  | X |   | 4.4.6 |
| Incluyen los planes de acción:<br>- la designación de responsabilidades;<br>- los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales;<br>- una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético;<br>- una declaración del método para verificar los resultados?          | X |   | 4.4.6 |
| Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?  | X |   | 4.4.6 |

**Fuente:** LRQA-Guía ISO 50001.

**Anexo 20: Diagrama Energético Productivo al nivel de ejecución del proceso movimiento de tierra.**



Fuente: Elaboración Propia.

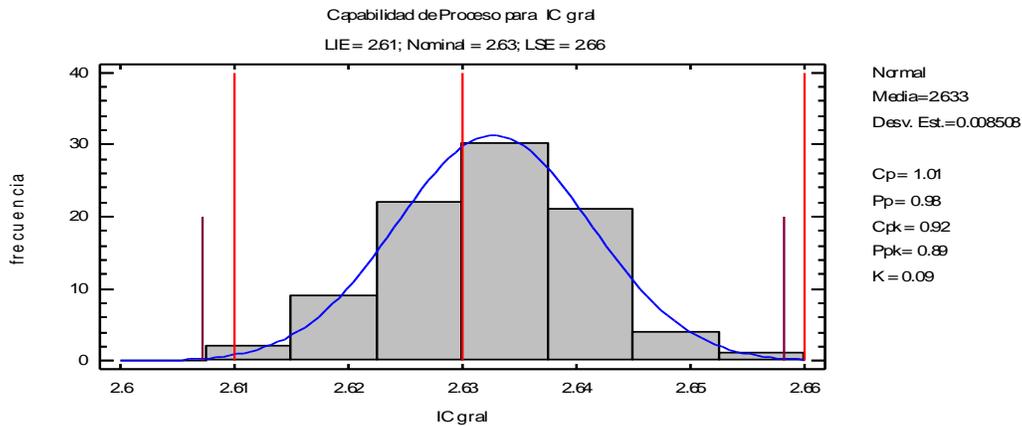
## Anexo 21: Estudio de Capacidad del Proceso Índice de consumo del combustible para los carros planchas.

### ANÁLISIS DE CAPABILIDAD DE PROCESO (INDIVIDUALES) - IC GRAL

Datos/Variable: IC gral desv. est. = 0.008508  
 Transformación: ninguna 6.0 Límites Sigma  
 Distribución: Normal +3.0 sigma = 2.658  
 tamaño de muestra = 89 media = 2.633  
 media = 2.633 -3.0 sigma = 2.607

|                  | Observados    |         | Estimados     | Defectos   |
|------------------|---------------|---------|---------------|------------|
| Especificaciones | Fuera Especs. | Valor-Z | Fuera Especs. | Por Millón |
| LSE = 2.66       | 0.000000%     | 3.21    | 0.067488%     | 674.88     |
| Nominal = 2.63   |               | -0.32   |               |            |
| LIE = 2.61       | 2.247191%     | -2.67   | 0.377485%     | 3774.85    |
| Total            | 2.247191%     |         | 0.444973%     | 4449.73    |

El proceso se encuentra descentrado desplazado hacia la izquierda por lo que fuera del límite de especificación superior esta el 2.247191% de las observaciones.



### ÍNDICES DE CAPABILIDAD PARA IC GRAL

Especificaciones

LSE = 2.66

Nom = 2.63

LIE = 2.61

|                    | Capabilidad | Desempeño   |
|--------------------|-------------|-------------|
|                    | Corto Plazo | Largo Plazo |
| Sigma              | 0.008246    | 0.008508    |
| Cp/Pp              | 1.011       | 0.9795      |
| Cpk/Ppk            | 0.9189      | 0.8905      |
| Cpk/Ppk (superior) | 1.102       | 1.068       |
| Cpk/Ppk (inferior) | 0.9189      | 0.8905      |
| K                  |             | 0.091       |
| DPM                | 3392.       | 4450.       |

### Intervalos de confianza del 95.0%

| Indice | Límite Inferior | Límite Superior |
|--------|-----------------|-----------------|
| Cp     | 0.8615          | 1.16            |
| Pp     | 0.8349          | 1.124           |
| Cpk    | 0.7665          | 1.071           |
| Ppk    | 0.7418          | 1.039           |

Con base en límites 6.0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

**Gráfico de Individuos - IC gral**

Número de observaciones = 89

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

**Estimados**

| Período         | #1-89 |
|-----------------|-------|
| LSC: +3.0 sigma | 2.657 |
| Línea Central   | 2.633 |
| LIC: -3.0 sigma | 2.608 |

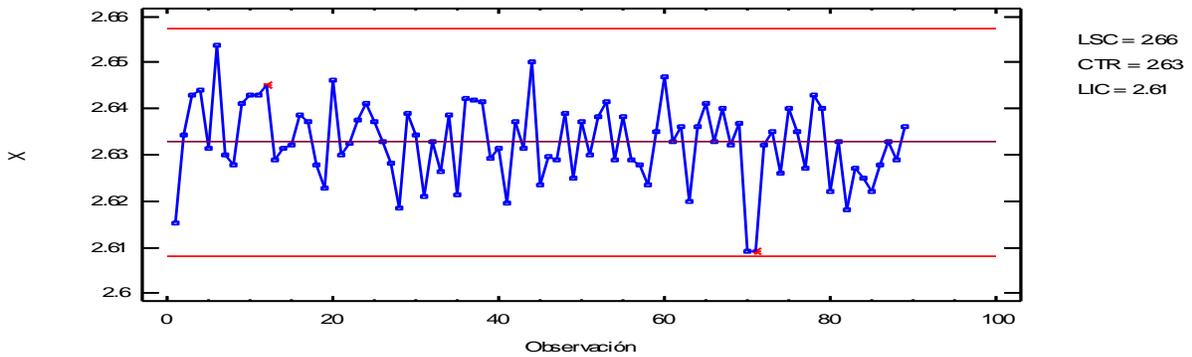
0 fuera de límites

**Estimados**

| Período          | #1-89    |
|------------------|----------|
| Media de proceso | 2.633    |
| Sigma de proceso | 0.008246 |
| MR(2) promedio   | 0.009301 |

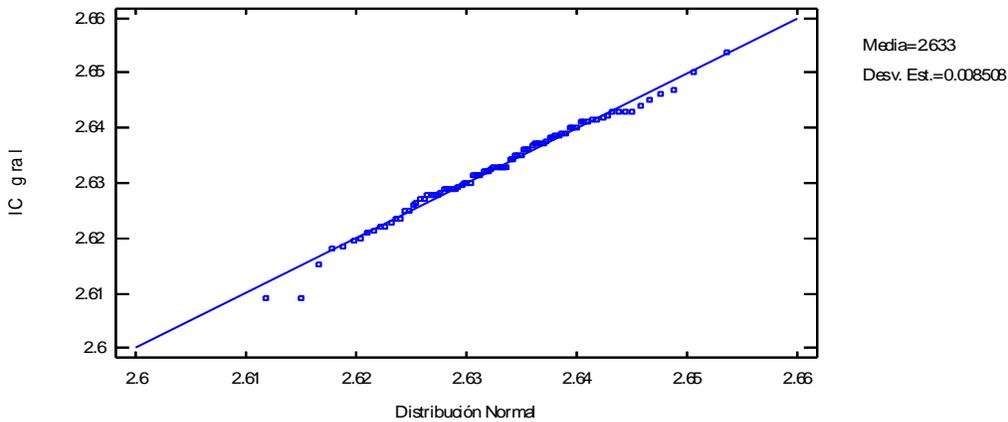
Sigma estimada a partir del rango móvil promedio

Gráfico X para IC gral



| Prueba                        | Estadístico | Valor-P |
|-------------------------------|-------------|---------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.9831      | 0.7179  |

Gráfico de Probabilidad



**Anexo 22: Tendencias de Consumo del Diesel para los Camiones Planchas.**
**Febrero con respecto a Enero 2013.**

| Periodo | $E_a$   | $P_a$        | $E_t = mx P_a + E_o$ | $E_a - E_t$ | $[(E_a - E_t)_i + (E_a - E_t)_{i-1}]$ |
|---------|---------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------------------|
| Días    | Consumo | N. actividad | Consumo calculado    | Diferencia  | CUSUM                                 |
| 1       | 124.0   | 325          | 123                  | 0.6         | 0.6                                   |
| 2       | 79.0    | 208          | 79                   | 0.0         | 0.5                                   |
| 3       | 99.0    | 260          | 99                   | 0.2         | 0.8                                   |
| 4       | 119.0   | 314          | 119                  | -0.3        | 0.5                                   |
| 5       | 103.0   | 270          | 103                  | 0.4         | 0.9                                   |
| 6       | 109.0   | 288          | 109                  | -0.4        | 0.6                                   |
| 7       | 81.0    | 214          | 81                   | -0.3        | 0.2                                   |
| 8       | 106.0   | 280          | 106                  | -0.4        | -0.1                                  |
| 9       | 89.0    | 234          | 89                   | 0.1         | 0.0                                   |
| 10      | 95.0    | 250          | 95                   | 0.0         | 0.0                                   |
| 11      | 92.0    | 241          | 92                   | 0.4         | 0.4                                   |
| 12      | 91.0    | 240          | 91                   | -0.2        | 0.2                                   |
| 13      | 76.0    | 200          | 76                   | 0.0         | 0.2                                   |
| 14      | 60.0    | 159          | 60                   | -0.5        | -0.2                                  |
| 15      | 77.0    | 202          | 77                   | 0.2         | 0.0                                   |
| 16      | 108.0   | 284          | 108                  | 0.1         | 0.1                                   |
| 17      | 124.0   | 326          | 124                  | 0.2         | 0.3                                   |
| 18      | 133.0   | 351          | 133                  | -0.3        | 0.0                                   |
| 19      | 136.0   | 357          | 136                  | 0.4         | 0.5                                   |
| 20      | 113.0   | 298          | 113                  | -0.2        | 0.3                                   |
| 21      | 146.0   | 384          | 146                  | 0.2         | 0.5                                   |
| 22      | 152.0   | 401          | 152                  | -0.3        | 0.2                                   |
| 23      | 106.0   | 280          | 106                  | -0.4        | -0.1                                  |
| 24      | 97.0    | 255          | 97                   | 0.1         | 0.0                                   |
| 25      | 152.0   | 401          | 152                  | -0.3        | -0.2                                  |
| 26      | 97.0    | 255          | 97                   | 0.1         | -0.1                                  |
| 27      | 86.0    | 226          | 86                   | 0.1         | 0.0                                   |
| 28      | 77.0    | 202          | 77                   | 0.2         | 0.2                                   |

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Anexo 22: Tendencias de Consumo del Diesel para los Camiones Planchas. Continuación.**
**Marzo con respecto a Febrero 2013**

| Periodo | $E_a$   | $P_a$        | $E_t = mx P_a + E_o$ | $E_a - E_t$ | $[(E_a - E_t)_i + (E_a - E_t)_{i-1}]$ |
|---------|---------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------------------|
| Días    | Consumo | N. actividad | Consumo calculado    | Diferencia  | CUSUM                                 |
| 1       | 74      | 195          | 74.2                 | -0.16       | 0                                     |
| 2       | 51      | 135          | 51.4                 | -0.43       | -0.6                                  |
| 3       | 30      | 79           | 30.2                 | -0.23       | -0.8                                  |
| 4       | 99      | 261          | 99.2                 | -0.15       | -1.0                                  |
| 5       | 92      | 241          | 91.6                 | 0.42        | -0.5                                  |
| 6       | 121     | 319          | 121.1                | -0.12       | -0.7                                  |
| 7       | 92      | 243          | 92.3                 | -0.33       | -1.0                                  |
| 8       | 90      | 237          | 90.1                 | -0.06       | -1.1                                  |
| 9       | 111     | 293          | 111.3                | -0.27       | -1.3                                  |
| 10      | 114     | 300          | 113.9                | 0.08        | -1.2                                  |
| 11      | 91      | 240          | 91.2                 | -0.20       | -1.4                                  |
| 12      | 46      | 120          | 45.8                 | 0.25        | -1.2                                  |
| 13      | 46      | 120          | 45.8                 | 0.25        | -1.0                                  |
| 14      | 117     | 308          | 116.9                | 0.05        | -0.9                                  |
| 15      | 104     | 274          | 104.1                | -0.07       | -1.0                                  |
| 16      | 107     | 281          | 106.7                | 0.28        | -0.7                                  |
| 17      | 139     | 367          | 139.3                | -0.29       | -1.0                                  |
| 18      | 115     | 303          | 115.1                | -0.06       | -1.1                                  |
| 19      | 59      | 155          | 59.0                 | -0.01       | -1.1                                  |
| 20      | 84      | 222          | 84.4                 | -0.38       | -1.4                                  |
| 21      | 86      | 227          | 86.3                 | -0.28       | -1.7                                  |
| 22      | 98      | 257          | 97.6                 | 0.36        | -1.4                                  |
| 23      | 98      | 258          | 98.0                 | -0.01       | -1.4                                  |
| 24      | 55      | 144          | 54.8                 | 0.16        | -1.2                                  |
| 25      | 67      | 176          | 67.0                 | 0.04        | -1.2                                  |
| 26      | 112     | 294          | 111.6                | 0.35        | -0.8                                  |
| 27      | 74      | 194          | 73.8                 | 0.22        | -0.6                                  |
| 28      | 94      | 247          | 93.8                 | 0.15        | -0.4                                  |
| 29      | 120     | 316          | 120.0                | 0.02        | -0.4                                  |
| 30      | 116     | 305          | 115.8                | 0.19        | -0.2                                  |
| 31      | 154     | 406          | 154.1                | -0.06       | -0.3                                  |

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Anexo 23: Ponderación realizada por los expertos (Carros Planchas).**

Cada miembro escoge los cinco primeros problemas que considera primarios atribuyéndoles una importancia creciente de 5 a 1.

| Nombre    | Puntos |   |   |   |   |
|-----------|--------|---|---|---|---|
|           | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Experto 1 | C      | B | A | F | D |
| Experto 2 | B      | C | A | D | F |
| Experto 3 | C      | B | F | A | D |
| Experto 4 | E      | A | B | F | D |
| Experto 5 | C      | A | B | D | F |
| Experto 6 | B      | A | F | G | D |
| Experto 7 | E      | B | F | A | D |
| Experto 8 | C      | B | A | D | F |
| Experto 9 | C      | A | B | F | D |
| Experto10 | B      | A | C | F | D |

Las puntuaciones se suman por problemas y se adjuntan a un número que indican cuantos miembros del grupo han clasificado un determinado problema entre los cinco prioritarios. Así lo muestra la tabla siguiente:

|          | EXP 1 | EXP 2 | EXP 3 | EXP 4 | EXP 5 | EXP 6 | EXP 7 | EXP 8 | EXP 9 | EXP 10 | TOTAL | FRECUENCIA |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| <b>A</b> | 3     | 3     | 4     | 2     | 2     | 2     | 4     | 3     | 2     | 2      | 27    | 10         |
| <b>B</b> | 2     | 1     | 2     | 3     | 3     | 1     | 2     | 2     | 3     | 1      | 20    | 10         |
| <b>C</b> | 1     | 2     | 1     |       | 1     |       |       | 1     | 1     | 3      | 10    | 7          |
| <b>D</b> | 5     | 4     | 5     | 5     | 4     | 5     | 5     | 4     | 5     | 5      | 47    | 10         |
| <b>E</b> |       |       |       | 1     |       |       | 1     |       |       |        | 2     | 2          |
| <b>F</b> | 4     | 5     | 3     | 4     | 5     | 3     | 3     | 5     | 4     | 4      | 40    | 10         |
| <b>G</b> |       |       |       |       |       | 4     |       |       |       |        | 4     | 1          |

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Anexo 23: Ponderación realizada por los expertos (Bulldozer). Continuación.**

Cada miembro escoge los cinco primeros problemas que considera primarios atribuyéndoles una importancia creciente de 5 a 1.

| Nombre    | Puntos |   |   |   |   |
|-----------|--------|---|---|---|---|
|           | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Experto 1 | A      | B | C | F | D |
| Experto 2 | B      | A | C | D | F |
| Experto 3 | A      | B | F | C | D |
| Experto 4 | E      | C | B | D | F |
| Experto 5 | A      | C | B | D | F |
| Experto 6 | B      | C | G | F | D |
| Experto 7 | E      | B | D | C | F |
| Experto 8 | E      | C | B | D | F |
| Experto 9 | E      | B | C | F | D |
| Experto10 | B      | A | C | F | D |

Las puntuaciones se suman por problemas y se adjuntan a un número que indican cuantos miembros del grupo han clasificado un determinado problema entre los cinco prioritarios. Así lo muestra la tabla siguiente:

|          | EXP 1 | EXP 2 | EXP 3 | EXP 4 | EXP 5 | EXP 6 | EXP 7 | EXP 8 | EXP 9 | EXP 10 | TOTAL | FRECUENCIA |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| <b>A</b> | 1     | 2     | 1     |       | 1     |       |       |       |       | 2      | 7     | 4          |
| <b>B</b> | 2     | 1     | 2     | 3     | 3     | 1     | 2     | 3     | 2     | 1      | 20    | 10         |
| <b>C</b> | 3     | 3     | 4     | 2     | 2     | 2     | 4     | 2     | 3     | 3      | 28    | 10         |
| <b>D</b> | 5     | 4     | 5     | 4     | 4     | 5     | 3     | 4     | 5     | 5      | 44    | 10         |
| <b>E</b> |       |       |       | 1     |       |       | 1     | 1     | 1     |        | 4     | 4          |
| <b>F</b> | 4     | 5     | 3     | 5     | 5     | 4     | 5     | 5     | 4     | 4      | 44    | 10         |
| <b>G</b> |       |       |       |       |       | 3     |       |       |       |        | 3     | 1          |

**Fuente:** Elaboración Propia.

## Anexo 24: Análisis de Regresión Simple con las Variables Consumo vs. Km recorridos de los camiones planchas.

### Regresión Simple - CONSUMO vs. Km recorridos (Mes Enero)

Variable dependiente: CONSUMO

Variable independiente: Km recorridos

Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

#### Análisis de Varianza

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F   | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|-----------|---------|
| Modelo        | 7.67E4            | 1  | 7.67E4         | 129780.66 | 0.0000  |
| Residuo       | 16.55             | 28 | 0.591          |           |         |
| Total (Corr.) | 7.672E4           | 29 |                |           |         |

Coefficiente de Correlación = 0.9999

Error absoluto medio = 0.5984

R-cuadrada = 99.98 por ciento

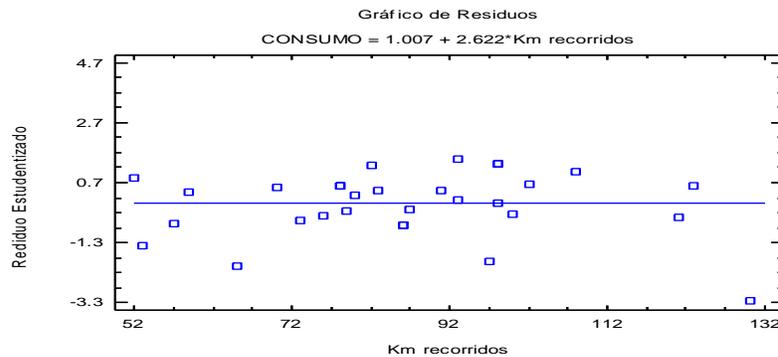
Estadístico Durbin-Watson = 1.913 (P=0.3723)

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.98 por ciento

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.02679

Error estándar del est. = 0.7688

La ecuación del modelo ajustado es  $CONSUMO = 1.0066 + 2.6224 \cdot Km \text{ recorridos}$



### Regresión Simple - CONSUMO vs. Km recorridos febrero

Variable dependiente: CONSUMO

Variable independiente: Km recorridos

Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

#### Análisis de Varianza

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F   | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|-----------|---------|
| Modelo        | 1.578E4           | 1  | 1.578E4        | 180394.01 | 0.0000  |
| Residuo       | 2.274             | 26 | 0.08748        |           |         |
| Total (Corr.) | 1.578E4           | 27 |                |           |         |

Coefficiente de Correlación = 0.9999

R-cuadrada = 99.99 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.99 por ciento

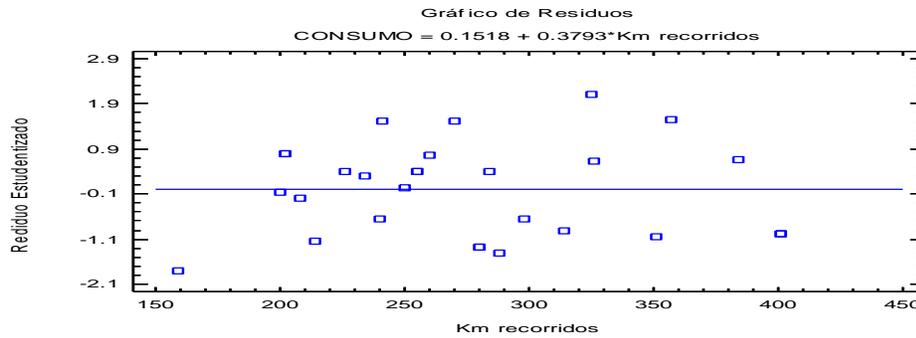
Error estándar del est. = 0.2958

Error absoluto medio = 0.2474

Estadístico Durbin-Watson = 2.364 (P=0.8126)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.2631

La ecuación del modelo ajustado es  $CONSUMO = 0.1518 + 0.3793 * Km\ recorridos$



### Regresión Simple - CONSUMO vs. Km recorridos Marzo

Variable dependiente: CONSUMO

Variable independiente: Km recorridos

Lineal:  $Y = a + b * X$

#### Análisis de Varianza

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F   | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|-----------|---------|
| Modelo        | 2.474E4           | 1  | 2.474E4        | 442933.38 | 0.0000  |
| Residuo       | 1.62              | 29 | 0.05585        |           |         |
| Total (Corr.) | 2.474E4           | 30 |                |           |         |

Coefficiente de Correlación = 1.0

R-cuadrada = 99.99 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.99 por ciento

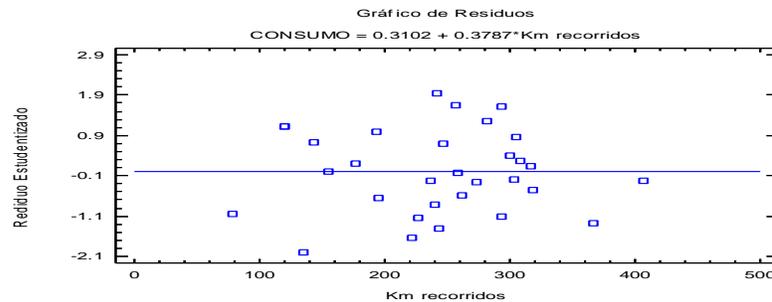
Error estándar del est. = 0.2363

Error absoluto medio = 0.19

Estadístico Durbin-Watson = 1.742 (P=0.2096)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.1216

La ecuación del modelo ajustado es  $CONSUMO = 0.3102 + 0.3787 * Km\ recorridos$



**Anexo 25:** Estudio de Capacidad del Proceso Índice de consumo del combustible para los Bullzocer SD-32, de la brigada.

**Análisis de Capabilidad de Proceso (Individuales) - IC gral**

Datos/Variable: IC gral

Transformación: ninguna

Distribución: Normal

tamaño de muestra = 64

media = 0.0200631

desv. est. = 0.000300422

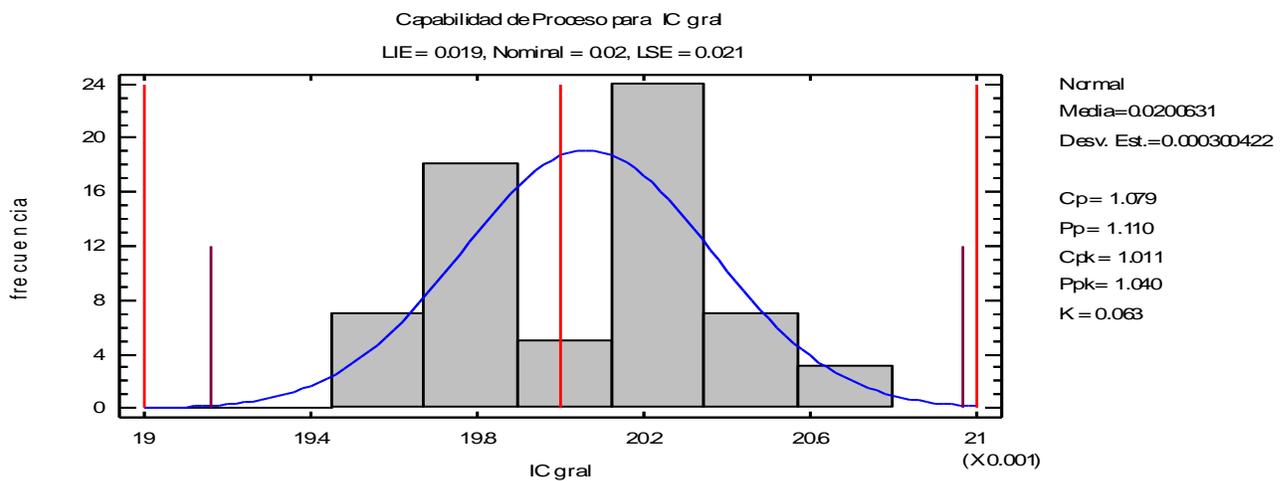
**6.0 Límites Sigma**

+3.0 sigma = 0.0209644

media = 0.0200631

-3.0 sigma = 0.0191619

|                  | Observados    |         | Estimados     | Defectos   |
|------------------|---------------|---------|---------------|------------|
| Especificaciones | Fuera Especs. | Valor-Z | Fuera Especs. | Por Millón |
| LSE = 0.021      | 0.000000%     | 3.12    | 0.090885%     | 908.85     |
| Nominal = 0.02   |               | -0.21   |               |            |
| LIE = 0.019      | 0.000000%     | -3.54   | 0.020104%     | 201.04     |
| Total            | 0.000000%     |         | 0.110989%     | 1109.89    |



**Índices de Capabilidad para IC gral**

Especificaciones

LSE = 0.021

Nom = 0.02

LIE = 0.019

**Intervalos de confianza del 95.0%**

| Índice | Límite Inferior | Límite Superior |
|--------|-----------------|-----------------|
|--------|-----------------|-----------------|

|         | <i>Capabilidad</i> | <i>Desempeño</i>   |
|---------|--------------------|--------------------|
|         | <i>Corto Plazo</i> | <i>Largo Plazo</i> |
| Sigma   | 0.000309017        | 0.000300422        |
| Cp/Pp   | 1.07869            | 1.10955            |
| Cpk/Ppk | 1.0106             | 1.03951            |
| K       |                    | 0.063125           |
| DPM     | 1506.15            | 1109.89            |

Con base en límites 6.0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

**Pruebas de Normalidad para IC gral**

| <i>Prueba</i>                 | <i>Estadístico</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.943484           | 0.0100503      |

**Pruebas Bondad-de-Ajuste para IC gral**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

|         | <i>Distribución Normal</i> |
|---------|----------------------------|
| DPLUS   | 0.10112                    |
| DMINUS  | 0.138988                   |
| DN      | 0.138988                   |
| Valor-P | 0.168773                   |

**El StatAdvisor**

Esta ventana muestra los resultados de pruebas realizadas para determinar si IC gral puede modelarse adecuadamente con una distribución Normal. La prueba de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de IC gral y la FDA de la distribución Normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0.138988.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0.05, no se puede rechazar la idea de IC gral proviene de una Normal con 95% de confianza.

**Gráfico de Individuos - IC gral**

Número de observaciones = 64

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

**Estimados**

| <i>Período</i>   | <i>#1-64</i> |
|------------------|--------------|
| Media de proceso | 0.0200631    |
| Sigma de proceso | 0.000309017  |
| MR(2) promedio   | 0.000348571  |

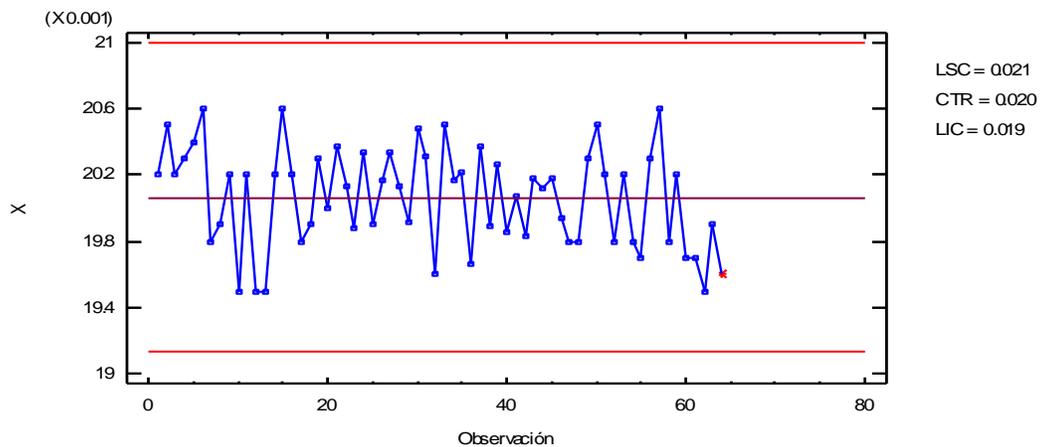
Sigma estimada a partir del rango móvil promedio

**Gráfico X**

| <i>Período</i>  | <i>#1-64</i> |
|-----------------|--------------|
| LSC: +3.0 sigma | 0.0209902    |
| Línea Central   | 0.0200631    |
| LIC: -3.0 sigma | 0.0191361    |

0 fuera de límites

Gráfico X para IC gral



**Anexo 26: Tendencias de Consumo del Diesel para los Bulldozer SD-32. Febrero con respecto a Enero 2013.**

| Periodo | $E_a$   | $P_a$        | $E_t = mx P_a + E_o$ | $E_a - E_t$ | $[(E_a - E_t)_i + (E_a - E_t)_{i-1}]$ |
|---------|---------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------------------|
| Días    | Consumo | N. actividad | Consumo calculado    | Diferencia  | CUSUM                                 |
| 1       | 540.00  | 11           | 553                  | -13         | -13                                   |
| 2       | 596.00  | 12           | 603                  | -7          | -21                                   |
| 3       | 503.00  | 10           | 503                  | 0           | -21                                   |
| 4       | 590.00  | 12           | 603                  | -13         | -34                                   |
| 5       | 603.00  | 12           | 603                  | 0           | -35                                   |
| 6       | 595.00  | 12           | 603                  | -8          | -43                                   |
| 7       | 590.00  | 12           | 603                  | -13         | -56                                   |
| 8       | 596.00  | 12           | 603                  | -7          | -64                                   |
| 9       | 452.00  | 9            | 453                  | -1          | -65                                   |
| 10      | 586.00  | 12           | 603                  | -17         | -82                                   |
| 11      | 640.00  | 13           | 653                  | -13         | -96                                   |
| 12      | 510.00  | 10           | 503                  | 7           | -89                                   |
| 13      | 585.00  | 12           | 603                  | -18         | -107                                  |
| 14      | 347.00  | 7            | 353                  | -6          | -113                                  |
| 15      | 544.00  | 11           | 553                  | -9          | -123                                  |
| 16      | 610.00  | 12           | 603                  | 7           | -116                                  |
| 17      | 540.00  | 11           | 553                  | -13         | -129                                  |
| 18      | 553.00  | 11           | 553                  | 0           | -130                                  |
| 19      | 543.00  | 11           | 553                  | -10         | -140                                  |
| 20      | 554.00  | 11           | 553                  | 1           | -139                                  |
| 21      | 548.00  | 11           | 553                  | -5          | -145                                  |
| 22      | 605.00  | 12           | 603                  | 2           | -143                                  |
| 23      | 446.00  | 9            | 453                  | -7          | -150                                  |
| 24      | 497.00  | 10           | 503                  | -6          | -156                                  |
| 25      | 545.00  | 11           | 553                  | -8          | -165                                  |
| 26      | 351.00  | 7            | 353                  | -2          | -167                                  |

**Marzo con respecto a Febrero 2013**

| Periodo | $E_a$   | $P_a$        | $E_t = mx P_a + E_o$ | $E_a - E_t$ | $[(E_a - E_t)_i + (E_a - E_t)_{i-1}]$ |
|---------|---------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------------------|
| Días    | Consumo | N. actividad | Consumo calculado    | Diferencia  | CUSUM                                 |
| 1       | 455.00  | 9            | 449                  | 6           | 6                                     |
| 2       | 353.00  | 7            | 352                  | 1           | 7                                     |
| 3       | 345.00  | 7            | 352                  | -7          | 0                                     |
| 4       | 585.00  | 12           | 595                  | -10         | -10                                   |
| 5       | 248.00  | 5            | 254                  | -6          | -17                                   |
| 6       | 353.00  | 7            | 352                  | 1           | -15                                   |
| 7       | 545.00  | 11           | 547                  | -2          | -17                                   |
| 8       | 505.00  | 10           | 498                  | 7           | -10                                   |
| 9       | 557.00  | 11           | 547                  | 10          | 0                                     |
| 10      | 295.00  | 6            | 303                  | -8          | -8                                    |
| 11      | 486.00  | 10           | 498                  | -12         | -20                                   |
| 12      | 555.00  | 11           | 547                  | 8           | -12                                   |
| 13      | 645.00  | 13           | 644                  | 1           | -11                                   |
| 14      | 305.00  | 6            | 303                  | 2           | -9                                    |
| 15      | 355.00  | 7            | 352                  | 3           | -6                                    |
| 16      | 308.00  | 6            | 303                  | 5           | -1                                    |
| 17      | 352.00  | 7            | 352                  | 0           | -1                                    |
| 18      | 509.00  | 10           | 498                  | 11          | 10                                    |

Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 27: Análisis de Regresión Simple con las Variables Consumo vs. Horas trabajadas de los Bulldozer SD-32. Fuente: Elaboración Propia.**

**Regresión Simple - CONSUMO vs. Horas trabajadas Enero/2013**

Variable dependiente: CONSUMO

Variable independiente: Horas trabajadas

Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

**Análisis de Varianza**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo        | 2.732E5           | 1  | 2.732E5        | 4370.72 | 0.0000  |
| Residuo       | 1125.             | 18 | 62.51          |         |         |
| Total (Corr.) | 2.743E5           | 19 |                |         |         |

Coefficiente de Correlación = 0.9979

R-cuadrada = 99.59 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.57 por ciento

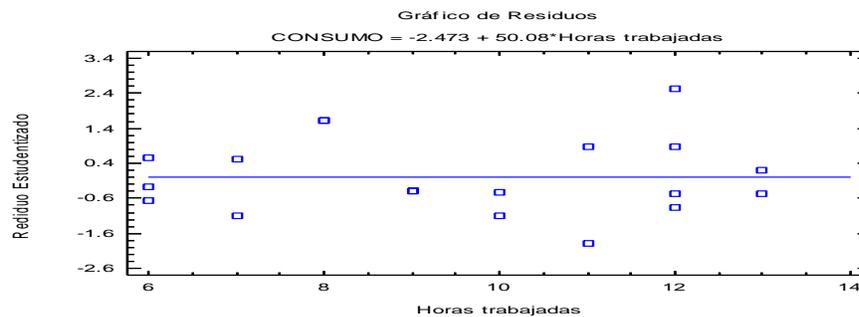
Error estándar del est. = 7.906

Error absoluto medio = 6.295

Estadístico Durbin-Watson = 1.689 (P=0.2336)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.1499

La ecuación del modelo ajustado es  $CONSUMO = -2.4732 + 50.076 \cdot \text{Horas trabajadas}$



**Regresión Simple - CONSUMO vs. Horas trabajadas Febrero/2013**

Variable dependiente: CONSUMO

Variable independiente: Horas trabajadas

Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

**Análisis de Varianza**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo        | 1.346E5           | 1  | 1.346E5        | 3056.53 | 0.0000  |
| Residuo       | 1057.             | 24 | 44.03          |         |         |
| Total (Corr.) | 1.356E5           | 25 |                |         |         |

Coefficiente de Correlación = 0.9961

R-cuadrada = 99.22 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.19 por ciento

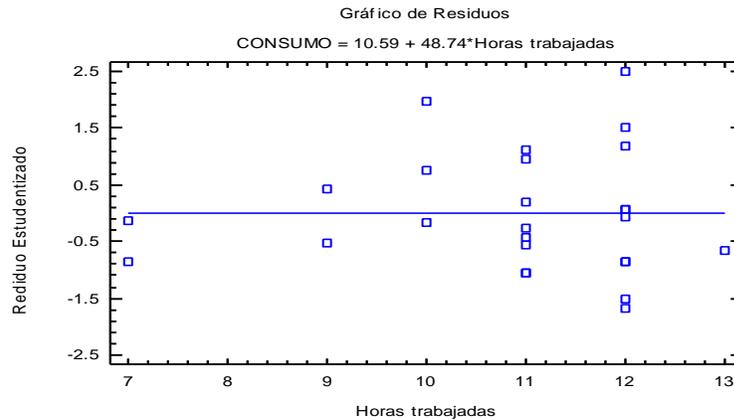
Error estándar del est. = 6.636

Error absoluto medio = 5.164

Estadístico Durbin-Watson = 2.723 (P=0.9738)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.3833

La ecuación del modelo ajustado es  $CONSUMO = 10.592 + 48.741 * \text{Horas trabajadas}$



### Regresión Simple - CONSUMO vs. Horas trabajadas Marzo/2013

Variable dependiente: CONSUMO

Variable independiente: Horas trabajadas

Lineal:  $Y = a + b * X$

#### Análisis de Varianza

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo        | 2.427E5           | 1  | 2.427E5        | 4859.26 | 0.0000  |
| Residuo       | 799.1             | 16 | 49.94          |         |         |
| Total (Corr.) | 2.435E5           | 17 |                |         |         |

Coefficiente de Correlación = 0.9984

R-cuadrada = 99.67 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.65 por ciento

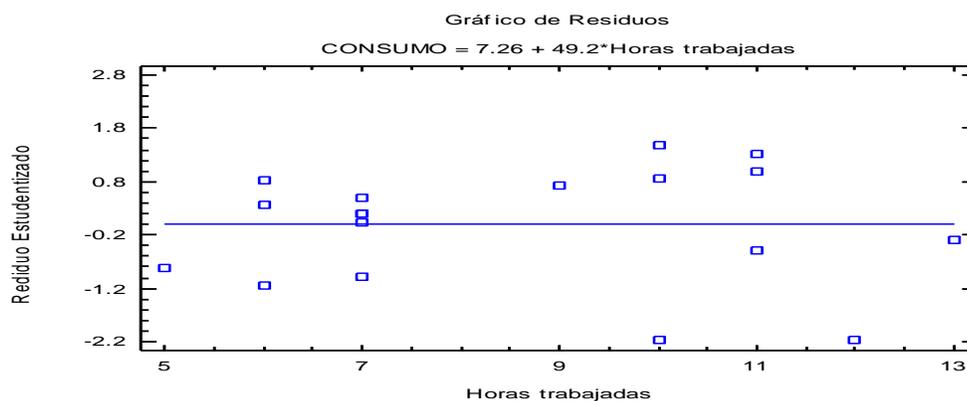
Error estándar del est. = 7.067

Error absoluto medio = 5.593

Estadístico Durbin-Watson = 1.525 (P=0.1526)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.1619

La ecuación del modelo ajustado es  $CONSUMO = 7.2604 + 49.196 * \text{Horas trabajadas}$



**Anexo 28: Plan de Acción para la mejora del desempeño energético en los equipos de la UEB movimiento de Tierra, ECOA No. 37.**

| <b>Oportunidad de mejora:</b> Cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación, y certificación de las competencias laborales de los operarios. (Esta oportunidad de mejora abarca los equipos de transporte y los de construcción.) |                                   |  |  |               |   |
|--|-----------------------------------|--|--|---------------|---|
| <b>Meta:</b> Lograr que los operarios incidan en la mejora del desempeño energético de sus equipos.  |                                   |  |  |               |   |
| <b>Responsable del Plan de mejora:</b> Director de la Brigada de Movimiento de tierra.   |                                   |  |  |               |   |
| <b>Qué</b>   | <b>Quién</b>                      | <b>Cómo</b>  | <b>Por qué</b>   | <b>Donde</b>  | <b>Cuando</b>   |
| Evaluar las competencias laborales de cada operario.   | Jefe de Equipo y técnico de RR.HH | Analizando el nivel de conocimiento de cada operario.<br>La facilidad de las operaciones.<br>Analizando el conocimiento de las normas de explotación de los equipos.                                       | Existen brechas en la ejecución de los trabajos.<br>Existe bajo conocimiento sobre el nivel de explotación de los equipos.   | En el terreno | Julio 2013 (realización semestral.)                                       |
| Curso de capacitación general para la formación de competencias laborales.   | Jefe de Equipo y técnico de RR.HH | A través de cursos generales relacionados con el exceso de velocidad, sobre carga de equipos, realización del trabajo y operación de equipo.   | Para formar competencias laborales en función de los aspectos de capacitación a nivel grupal.  | En el terreno | Septiembre (realización semestral)  |
| Curso de capacitación para la formación de competencias laborales a nivel individual.  | Jefe de Equipo y técnico de RR.HH | A través de cursos relacionados con el exceso de velocidad, sobre carga de equipos, realización del trabajo y operación de equipo pero que tengan en cuenta las características individuales del operario. | Para formar competencias laborales en función de los aspectos de capacitación a nivel individual.  | En el terreno | Finalizando la etapa anterior (realización semestral)                     |
| Evaluación de los conocimientos adquiridos   | Jefe de Equipo y técnico de RR.HH | A través de la realización del trabajo y valorando el cumplimiento de las normas establecidas para cada aspecto.   | Para evaluar la formación de las competencias laborales en función de los aspectos de capacitación a nivel individual y su impacto en el desempeño energético de los equipos que operan. | En el terreno | Al finalizar la etapa anterior y a través de un cronograma de evaluación. |

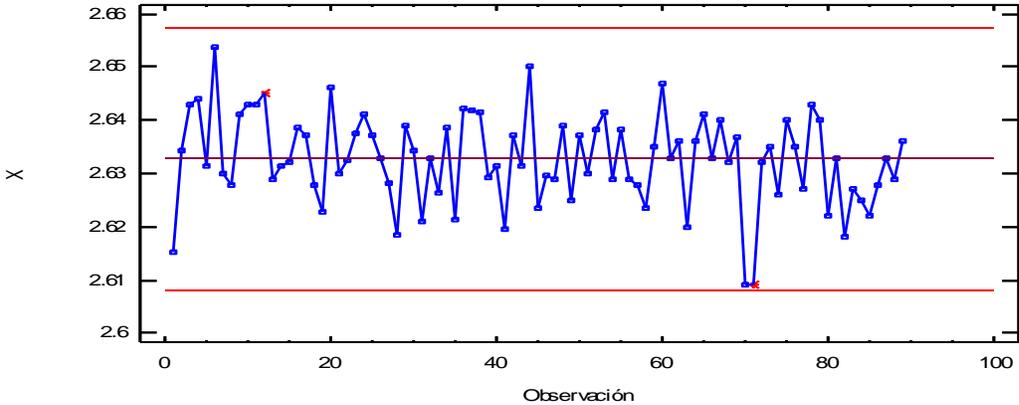
**Fuente:** Elaboración Propia.

**Anexo 28: Plan de Acción utilizando la técnica 5W y 2H. Continuación.**

| <b>Oportunidad de mejora:</b> Cursos de capacitación para instruir y evaluar al operario sobre las características del trabajo a realizar. (Equipos de construcción) |                                   |  |   |               |   |
|--|-----------------------------------|--|---|---------------|---|
| <b>Meta:</b> Lograr que los operarios incidan en la mejora del desempeño energético de sus equipos.  |                                   |  |   |               |   |
| <b>Responsable del Plan de mejora:</b> Director de la Brigada de Movimiento de tierra.   |                                   |  |   |               |   |
| <b>Qué</b>   | <b>Quién</b>                      | <b>Cómo</b>  | <b>Por qué</b>  | <b>Donde</b>  | <b>Cuando</b>   |
| Evaluar los conocimientos de los operarios sobre las diferentes características.   | Jefe de Equipo.                   | Analizando el nivel de conocimiento de cada operario sobre (Tipo de suelo, distancia media de trabajo, dimensiones principales de la labor, Las pendientes, Exceso de vegetación). | Existe bajo conocimiento sobre las características de los terrenos donde se pueden ejecutar los trabajos.   | En el terreno | Julio 2013 (realización semestral.)                                       |
| Curso de formación general sobre las diferentes características del terreno y su operación.  | Jefe de Equipo y técnico de RR.HH | A través de cursos de formación general relacionados con: Tipo de suelo, distancia media de trabajo, dimensiones principales de la labor, Las pendientes, Exceso de vegetación.    | Para formar competencias laborales en función de los aspectos de capacitación.  | En el terreno | Fijar fecha la organización (realización semestral)                       |
| Evaluación de los conocimientos adquiridos   | Jefe de Equipo y técnico de RR.HH | A través de la realización del trabajo y valorando el cumplimiento de las normas establecidas para cada aspecto.   | Para evaluar la formación de las competencias laborales en función de los aspectos de capacitación y su impacto en el desempeño energético de los equipos que operan. | En el terreno | Al finalizar la etapa anterior y a través de un cronograma de evaluación. |

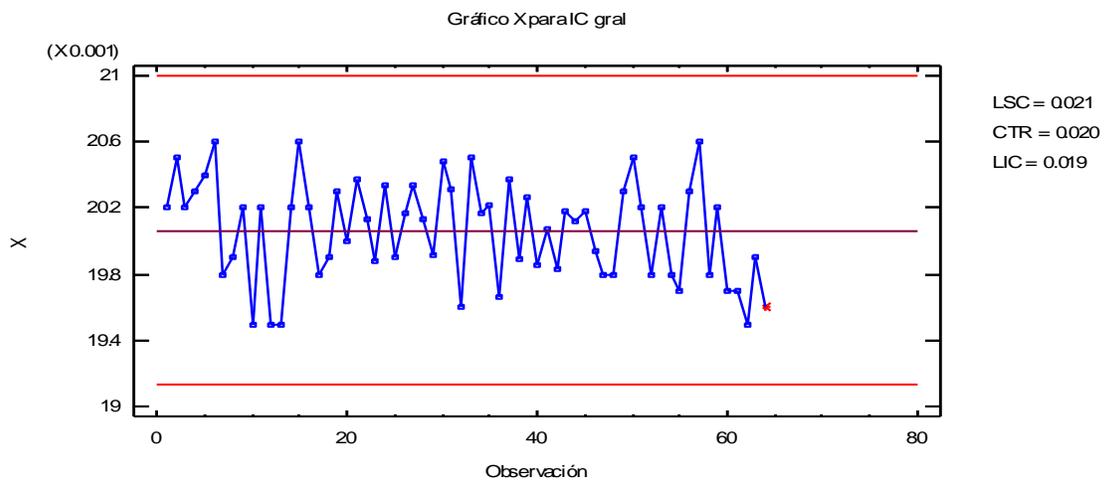
**Fuente:** Elaboración Propia.

Anexo 29: Ficha del Indicador.

|  |                                   |                                    |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|
|   | <p><b>FICHA DEL INDICADOR</b></p> | <p>Referencia:<br/>Cod. Ficha:</p> |
| <p><b>Indicador:</b><br/>Índice de consumo para el transporte (<math>IC_{transporte}</math>)</p>   |                                   |                                    |
| <p><b>Nivel de referencia:</b><br/>&gt;2.66 mal<br/>2.61-2.66 óptimo</p>   |                                   |                                    |
| <p><b>Forma de cálculo:</b><br/>Km/L<br/>km: kilómetros recorridos<br/>L: litro de diesel consumido.</p>   |                                   |                                    |
| <p><b>Fuentes de información:</b><br/>Modelo C-32-A: Reporte de Producción y Tiempo de Equipo de Construcción Seleccionado</p>   |                                   |                                    |
| <p><b>Objetivo:</b><br/>Mantener un índice de consumo dentro del rango 2.61-2.66 Km/L.</p>   |                                   |                                    |
| <p><b>Seguimiento y presentación:</b><br/>Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.</p>  |                                   |                                    |
| <p style="text-align: center;">Gráfico X para IC gal</p>  <div style="float: right; margin-top: 10px;"> <p>LSC = 2.66<br/>CTR = 2.63<br/>LIC = 2.61</p> </div> |                                   |                                    |

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 29: Ficha del Indicador. Continuación.

|   |                            |                            |
|---|----------------------------|----------------------------|
|    | <b>FICHA DEL INDICADOR</b> | Referencia:<br>Cod. Ficha: |
| <b>Indicador:</b><br>Índice de consumo para la Construcción ( $IC_{construcción}$ )   |                            |                            |
| <b>Nivel de referencia:</b><br>>0.021 mal<br>0.019-0.021 óptimo   |                            |                            |
| <b>Forma de cálculo:</b><br>L/H<br>L: Litros consumidos.<br>H: horas de trabajo.  |                            |                            |
| <b>Fuentes de información:</b><br>Modelo C-32-A: Reporte de Producción y Tiempo de Equipo de Construcción Seleccionado  |                            |                            |
| <b>Objetivo:</b><br>Mantener un índice de consumo dentro del rango 0.019-0.021 L/H.   |                            |                            |
| <b>Seguimiento y presentación:</b><br>Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado. <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Gráfico X para IC gral</p>  </div> |                            |                            |

Fuente: Elaboración Propia.