



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Universidad de Cienfuegos Sede "Carlos Rafael Rodríguez"

Facultad de Ciencia Económicas y empresariales

Departamento de Ingeniería industrial

Tesis Presentada al

Título de Ingeniero Industrial

Mejora de la planificación energética para el diésel en EPICIEN según la Norma ISO 50006:2014.

Autor:

Liz Lilianne León Matías.

Tutores:

Msc. Ing. Jenny Correa Soto

Ing. Yaima Vilches Rabassa.

Curso 2018-2019
Año 61 de la Revolución



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Pensamiento



No encuentres fallos, encuentra un remedio.

Henry Ford



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Dedicatoria



A mi mamá y papá:

Por hacerme quien soy, con mis virtudes y defectos.

A mi hermano:

Por inspirarme a ser un ejemplo para él.

A mi esposo Frank Abel:

Por apoyarme siempre en todo lo que hago y ayudarme a ser mejor cada día.

A mi familia: Porque de una forma u otra contribuyeron para hacerme llegar hasta aquí.



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Agradecimientos



A mis tutoras en especial a la MSc. Jenny Correa Soto.

Mi familia.

Mi esposo.

Mis amigos.

Mis compañeros de aula.





UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Resumen



El presente trabajo de investigación titulado “Mejora de la planificación energética para el diésel en EPICIEN según la Norma ISO 50006:2014” tuvo como objetivo mejorar el desempeño energético en el proceso de transporte de carga pesada de la Empresa Pesquera Industrial (EPICIEN).

El trabajo se estructuró en tres capítulos. En el primer capítulo se abordaron 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 atmósfera. En el segundo capítulo se realizó la caracterización energética de la provincia de Cienfuegos y se mostró el procedimiento propuesto por (Correa Soto J. & Alpha Bah, M, 2013) actualizado por la Norma ISO 50006:2014. En el tercer capítulo se realizó una breve descripción de EPICIEN y se aplicó el procedimiento propuesto de la planificación de la energía, haciendo uso de herramientas y técnicas como: Trabajo con expertos, Trabajo de grupos, Revisión de documentos, Diagrama de Pareto, Gráficos de control, Gráficos de tendencia, Análisis de capacidad del proceso, las 5Ws y las 1Hs, Diagrama Ishikawa, la técnica de Selección Ponderada, la aplicación Excel sobre Windows, Microsoft Office Visio 2010 y el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Abstract



This research work entitled "Improving energy planning for diesel in EPICIEN according to ISO 50006: 2014" was aimed at improving energy performance in the heavy cargo transport process of the Industrial Fisheries Company (EPICIEN).

The work was structured in three chapters. The first chapter addressed the issues related to the Energy Management System, the Transportation Management System in conjunction with energy efficiency in automotive transport, and the economy of consumption and environmental impact of exhaust gases towards the atmosphere. In the second chapter, the energy characterization of the province of Cienfuegos was carried out and the procedure proposed by Correa Soto J. & Alpha Bah, M, 2013, updated by ISO 50006: 2014 was shown. In the third chapter, a brief description of EPICIEN was carried out and the proposed energy planning procedure was applied, making use of tools and techniques such as: Work with experts, Group work, Review of documents, the Pareto diagram, Control charts, Trend charts, Process capacity analysis, the 5Ws and the 1Hs, Ishikawa diagram, the Weighted Selection technique, the Excel application on Windows, Microsoft Office Visio 2010 and the statistical software STATGRAPHICS Centurión XV.II



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Índice



Índice

Introducción	1
Capítulo I: Marco Teórico	8
1.1 Introducción	8
1.2 Gestión Energética	9
1.2.1 Barreras en la Gestión Energética.....	11
1.3 Normas Internacionales sobre Gestión Energética	13
1.3.1 Norma ISO 50001:2011	14
1.3.2 Norma ISO 50006:2014.....	16
1.4 Características y tipos de transporte	18
1.5 Transporte automotor pesado.....	20
1.6 Gestión del transporte de cargas	21
1.6.1 La gestión del transporte en Cuba.....	22
1.6.2 Balance de Carga.....	25
1.7 Relación del transporte con el medio ambiente.....	26
1.8 Eficiencia Energética en el consumo energético de transporte.....	27
1.8.1 Importancia de la Gestión Energética en el Transporte de Carga (TC)	29
1.8.2 Ventajas de un Sistema de Gestión Energético	30
1.9 Modelos de gestión Energética	32
1.9.1 Gestión total eficiente de la energía (CEEMA)	34
1.9.2 Procedimiento de planeación energética (Correa Soto et al, 2014).....	35
Conclusiones del Capítulo	36
Capítulo II: Caracterización del consumo de diésel en la provincia de Cienfuegos.	37
2.1 Introducción	38
2.2 Caracterización de la Unidad Estatal de Tráfico UET.....	38
2.2.1 Caracterización del consumo de diésel en la Provincia	41
2.2.2 Análisis del comportamiento del consumo de diésel en los diferentes sectores de la industria en la provincia de Cienfuegos	42



2.2.3 Análisis del comportamiento del consumo de diésel en el MINAL en la provincia de Cienfuegos.....	44
2.2.4 Análisis del comportamiento del consumo de diésel en EPICIEN	47
2.3 Procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la Norma ISO 50006: 2014.	48
2.5 Conclusiones del Capítulo.....	63
Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética según la ISO 50006:2014 en el proceso de transportación de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN.....	65
3.1 Introducción	66
3.2 Caracterización de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN	66
3.3 Caracterización del proceso de transportación de EPICIEN	67
3.4 Revisión de la política energética.....	67
3.5 Resultados de la aplicación del Procedimiento para la Planificación Energética en la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN	68
3.5.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación Energética	68
3.5.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos	71
3.5.3 Etapa III: Revisión energética.....	73
3.5.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética.....	83
3.5.5 Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética.....	91
3.6 Cumplimiento de requisitos de la norma ISO 50 006: 2014	92
Conclusiones del Capítulo	93
Conclusiones.....	95
Recomendaciones.....	97
Bibliografía.....	99
Anexos	104



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Introducción



Introducción

La Gestión energética es un concepto que se ha valorado con mayor interés en la agenda internacional de los últimos años. El incremento del costo de los combustibles fósiles, el cambio climático y los problemas de suministro energético, han sido los principales hechos que han motivado este proceso. (Contreras, 2010)

Dicha Gestión, es un proceso que tiene como propósito reducir el consumo innecesario de energía. Es el uso eficiente de la energía, de forma tal, que permita optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía, utilizando la planificada para producir bienes y servicios.

Si existe un sector en el cual la nueva realidad energética y ambiental implica una oportunidad, éste es el transporte. El impacto de este sector en la matriz de consumo energético de los países y su peso en las emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes lo ubican en el centro de las enormes transformaciones impulsadas por esta nueva realidad. (Contreras, 2010)

Según el reporte "Transport, Energy and CO₂ – Moving Toward Sustainability", el transporte representa cerca del 19% del consumo global de energía y el 30% de las emisiones relativas al dióxido de carbono (CO₂), estimándose que, de no mediar acciones inmediatas, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ relacionadas al transporte, se elevarían cerca de un 50% al 2030 y más del 80% al 2050. En el caso particular del transporte por carretera en los países en vías de desarrollo, se esperan crecimientos de un 2,8% al año al 2030. (IEA, 2016)

En este contexto, Contreras (2010) también refiere que el transporte está llamado a constituirse en un actor central en la dinámica transformadora, debido a su peso en la matriz de consumo energético, entre un 30% y un 35% de los consumos nacionales de energía. En el caso particular del TCC, prácticamente la totalidad de ese consumo son derivados de petróleo, es por ello, que analizar la eficiencia energética en este sector, implica mirar su realidad a todo nivel.

Debido al alza del consumo de portadores energéticos, la Organización Internacional de Normalización (ISO) se enfoca en la creación de la Familia de la norma ISO 50 001 del año 2011 y luego en el 2014 crea la 50 006 definida por ISO (2014) como complemento integrador da la antes mencionada, ambas normas relacionadas con la Gestión Energética persiguiendo cuatro objetivos fundamentales: Planificar, Hacer; Verificar y Actuar. Donde cada uno ellos abordan el establecimiento de líneas bases e indicadores de rendimiento energético, ponen en práctica el plan de acción, además de determinar operaciones y procesos claves.

Según Guzmán, Soto, Águila, and Torres (2017) Cuba no está exenta al uso e implementación de estas normas, por lo que en 2011 adopta la ISO 50 001 como una norma opcional, pero que en los próximos años puede convertirse en un Sistema de Gestión (SG) obligatorio para



cualquier empresa que busca competitividad en el mercado, como por ejemplo la implementación las ISO 9 001 y 14 001 ambas del año 2015 relacionadas con el SG de calidad y SG ambiental respectivamente.

En 2014, con la aparición de la norma ISO 50 006 y la política que sugiere la misma a lograr la eficiencia energética y el uso efectivo para los indicadores de rendimiento energéticos, Cuba se encamina a poner en práctica la Tecnología de Gestión de Eficiencia Energética (TGEE) dirigida por el CEEMA, donde en ese propio año se elabora un procedimiento de planeación energética creado por Correa (2014).(Salinas, 2017)

La Unidad Estatal de Tráfico (UET) es la encargada de controlar el desempeño de la actividad transportista en la provincia de Cienfuegos. El diesel en la actividad transportista durante el período 2015-2017 se comportó de forma estable, sin embargo sufrió un durante el último año un aumento significativo de su consumo, representando un 17% respecto al 2017. En los últimos años el sector de la industria cienfueguera que ha presentado el mejor comportamiento en cuanto a índice de consumo es el Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), sin embargo, a pesar de ser el más elevado se ha permanecido decreciendo anualmente. La Empresa Pesquera Industrial (EPICIEN) subordinada al Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria GEIA, perteneciente a dicho ministerio, se dedica a Cultivar, Captura, Industrializar y Comercializar especies de la plataforma, acuícola, así como las adquiridas de la pesca comercial privada. Durante el período 2011-2018 la empresa se ha comportado como la menos eficiente en cuanto a índice de consumo de diésel en dicho sector empresarial debido al deterioro progresivo del parque automotor.

La empresa para el desempeño exitoso de sus actividades, y el correcto cumplimiento de su objeto social utiliza diferentes portadores, siendo el diesel el de mayor uso y consumo dentro de la organización en el período analizado (2015-2018) y se evidencia que la estructura de consumo de este portador asciende a la cifra de 98580.006 litros.

El primer estudio en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011, en función de determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético del diesel y el impacto negativo que tiene el consumo de este portador en el medio ambiente, se realizó analizando el período 2011-2013 en las que se aplicó el procedimiento para la planificación energética determinándose las líneas base energéticas para cuatros de los ocho furgones, la comprobación de la efectividad del indicador de control (índice de consumo) y la disminución de las no conformidades detectadas en la aplicación de la lista de chequeo en un 13 % .



Dicho procedimiento se ha desactualizado dado que no se ha seguido monitoreando el comportamiento de los indicadores del proceso de Gestión Energética (Índice de Consumo), ni se ha modificado la metodología haciendo uso de la Norma ISO 50006:2014.

Por lo que de la anterior situación problemática se deriva el siguiente **Problema de Investigación** ¿Cómo mejorar el desempeño energético en el proceso de transporte de carga pesada de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN?

Presentando como Objetivos de la investigación.

Objetivo general:

Mejorar el desempeño energético en el proceso de transporte de carga pesada de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN.

Objetivos específicos:

1. Elaborar un marco teórico referencial sobre la Gestión de la Energía a nivel internacional y su aplicación en el sector del transporte.
2. Realizar un diagnóstico energético de los principales sectores empresariales de transporte de carga en la provincia de Cienfuegos.
3. Aplicar el procedimiento para la mejora del desempeño energético de (Correa, 2014) actualizado según la norma ISO 50 006: 2014 "Sistemas de Gestión Energética" en la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN.

Preguntas de Investigación:

- ¿Cómo se ha comportado el consumo de diésel en el proceso transportista de los principales sectores de la industria cienfueguera en los últimos años?
- ¿Cómo mejorar el desempeño energético de EPICIEN?
- ¿Cuáles de las variables identificadas requieren solución inmediata?
- ¿Cuáles son las soluciones a dichas causas y cómo implementarlas?

Justificación de la investigación:

El tema del uso eficiente del combustible en el proceso de transporte en pos de evitar desviaciones ha resurgido como centro de interés dentro de la política energética del país, en un contexto donde nuestro presidente Miguel Díaz Canel ha hecho un llamado a controlar mejor este proceso mediante las dependencias municipales de la Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía (ONURE).



Además nuestro país ha hecho una reestructuración del modelo económico a partir de los lineamientos aprobados en el VI Congreso del PCC, de ellos, lo referidos a la Gestión Eficiente de la Energía y a su aplicación de forma específica en el transporte, son:

1. Modelo de Gestión Económica (4, 10, 11, 12)
2. Política Macroeconómica (41, 42, 43)
3. Política Inversionista (116, 117)
4. Política de Ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente (122, 123, 124, 125)
5. Política Social (129, 138, 139)
6. Política Energética (203 ,229, 230, 231, 232, 233, 234)
7. Política para el transporte (249, 251, 252)

Esta investigación tiene valor metodológico, económico y medioambiental.

El valor metodológico se manifiesta al disponer de una guía metodológica actualizada según la Norma ISO 50006: 2015 para la gestión eficiente de la energía en el proceso de transporte.

El valor económico de la investigación queda expresado con la posible reducción de combustible utilizado en las transportaciones.

El valor medioambiental radica en la determinación de oportunidades para el ahorro de portadores energéticos, y la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

El trabajo se estructura en Resumen, Abstract, Introducción, tres capítulos donde:

Capítulo I: Se elabora el marco teórico referencial. Comprende aspectos relacionados con la gestión energética y las normas internacionales sobre gestión de la energía, en especial las ISO 50001: 2011 e ISO 50 006:2014. Se exponen además aspectos relacionados con la gestión del transporte y la eficiencia energética en el transporte automotor, particularizando en las ventajas medioambientales del Sistema de Gestión de la Energía.

Capítulo II: Se realiza la descripción de la Unidad Estatal de Tráfico (UET), así como la caracterización energética de los principales sectores de la industria cienfueguera. Se propone el procedimiento para la planificación energética diseñado por (Correa, 2014) actualizado por la norma ISO 50 006:2014.

Capítulo III: Se realiza una breve descripción de la Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos (EPICIEN) y se caracteriza el parque automotor de la misma, así como la descripción del proceso de transportación y la aplicación del procedimiento en correspondencia con la NC ISO



50001:2011 y su actualización por la norma ISO 50 006:2014. Para ello se hace uso de herramientas y técnicas como el Diagrama de Pareto, Gráficos de Control, Diagramas de Dispersión, Gráficos de Tendencia, las 5Ws y las 2Hs, Trabajo de Grupo, unido a la aplicación de paquetes de software como el Statgraphics Centurion, Microsoft Office Visio 2010 y la aplicación del Microsoft Office en el paquete Excel.

Además de Conclusiones Generales, Recomendaciones y Anexos.



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

Capítulo I



Capítulo I: Marco Teórico

1.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza un análisis teórico con la ayuda de diversas fuentes bibliográficas que permite incorporar aspectos imprescindibles para la realización y fundamentación de la investigación, y los elementos que conforman el marco regulatorio concerniente a la Gestión de la Energía y su uso en el transporte. Para un mejor entendimiento se brinda en la figura 1.1 el hilo conductor de este capítulo.

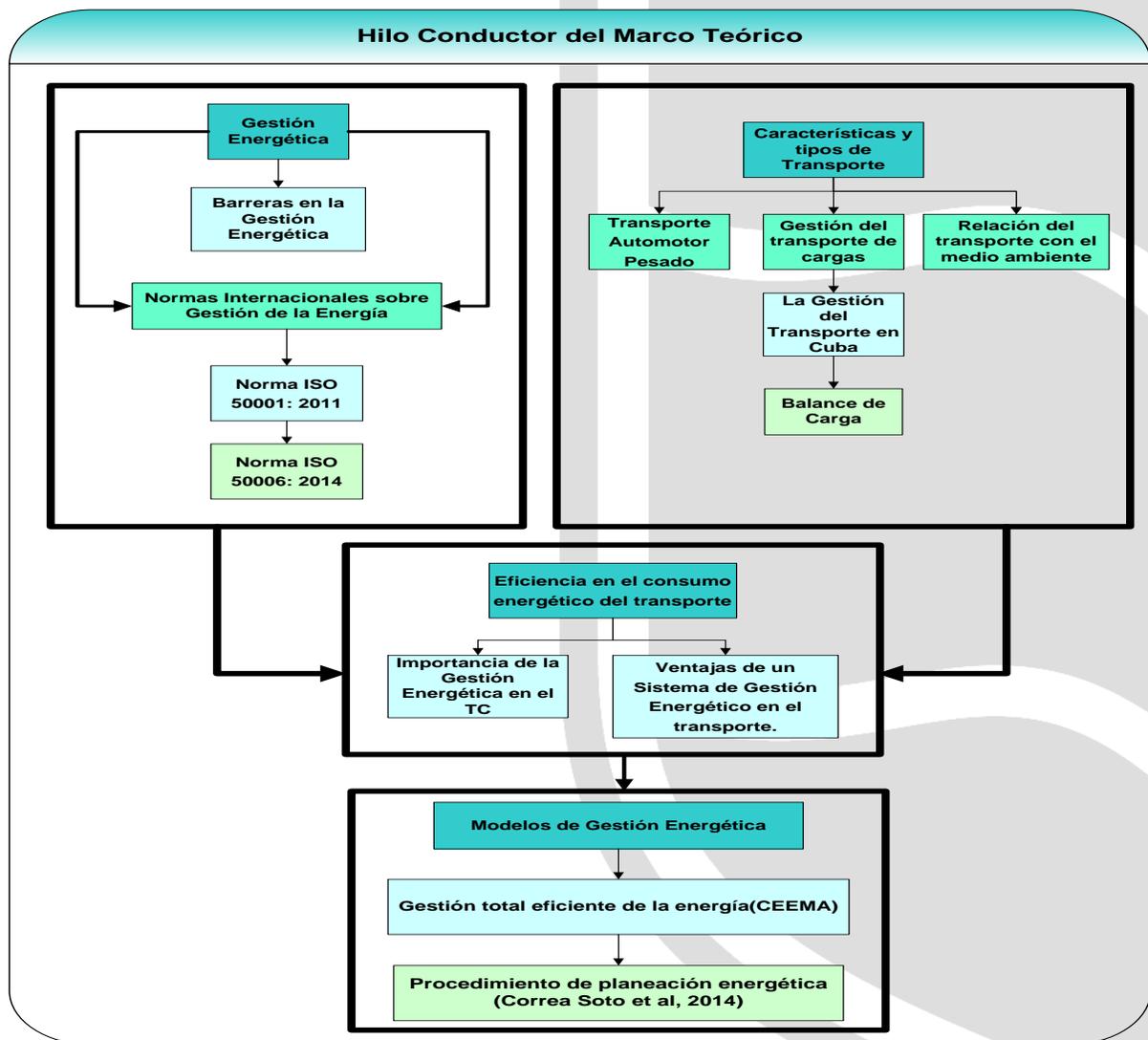


Figura 1.1: Hilo conductor del Marco Teórico Referencial.

Fuente: Elaboración Propia.



1.2 Gestión Energética

“La eficiencia energética es el medio más promisorio para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a corto plazo”, afirmó Yvo de Boer, ex secretario ejecutivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés). Thomas L. Friedman, columnista de relaciones exteriores del New York Times y tres veces ganador del Premio Pulitzer con su libro número uno en ventas “Hot, Flat and Crowded” (“caliente, plana y abarrotada”), declaró: “no podemos continuar con lo mismo. Necesitamos una revolución ecológica y enfocarnos en la TE, la Tecnología Energética, basada en la producción de energía renovable y en la eficiencia energética”. Este es el comienzo de una nueva era: la “Era Energía-Clima”. La tecnología de conservación de la energía, junto a sus instalaciones y equipos, es sólo una parte del enfoque para el mejoramiento de la eficiencia energética. (Huang, 2013)

Al referirse a la Gestión Energética, Salinas (2017) plantea que se basa en formular, administrar y ejecutar la política energética y minera, para promover el aprovechamiento sostenible e integral de los recursos energéticos y mineros en beneficio de un país, bajo criterios de eficiencia, eficacia, productividad, transparencia y sustentabilidad económica, social y ambiental.

El objetivo de la gestión energética es minimizar el consumo y el costo de energía, reduciendo las pérdidas y alcanzando los objetivos productivos previstos. La gestión energética debe producir ahorros energéticos y económicos sin afectación del confort o de los resultados productivos, la seguridad, ni los estándares ambientales.

La gestión energética o administración de energía, como subsistema de la gestión empresarial, abarca las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, a partir de entender la eficiencia energética como el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la mínima contaminación ambiental por este concepto. (Sosa, 2016)

De acuerdo a Martija (2012) 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 de 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.

El comportamiento de la eficiencia de los sectores industrial y comercial en los países de América Latina y el Caribe en los últimos años ha sido errático, no reflejando el mejoramiento que se pudiera esperar a partir de la existencia de tecnologías avanzadas mucho menos consumidoras de energía, este comportamiento de la eficiencia energética no es atribuible a fallas en el desarrollo de tecnologías eficientes, el mismo está determinado por su aplicación inefectiva, o sea, por una gestión o manejo inefectivo de la tecnología. (Sosa, 2016)

El propósito de ISO 50001:2011, el estándar para un Sistema de Gestión Energética (EnMS por sus siglas en inglés) discutido en este documento, es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su rendimiento energético. Los estándares están basados en el mejoramiento continuo y en los enfoques PDCA (Plan, Do, Check, Act, o Planear, Hacer, Revisar, Actuar) utilizados en los estándares de sistemas de gestión ISO 9001 e ISO 14001 para brindar oportunidades de compatibilidad e integración. Implementar estos estándares debería conducir a reducciones en los costos de energía con un efecto positivo sobre la línea base de una organización, mientras minimiza emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto negativo en el medioambiente en general. (Huang, 2013)

Las cifras están ahí para demostrarlo. Cummins, una empresa dedicada a la producción de generación de energía, ha ahorrado más de USD 3 millones al año utilizando la norma ISO 50001, mientras que la compañía química coreana LG Chem ha reducido su consumo de energía en un 10 % y los costos en USD 9 millones. Son solo dos ejemplos entre muchos casos de éxito similares con impresionantes resultados. Un programa dirigido por el Departamento de Energía de Estados Unidos, por ejemplo, demostró que la ISO 50001 no solo aumentó el ahorro de energía, sino que las instalaciones que utilizan la norma tuvieron un rendimiento un 65 % superior al de las plantas que no la usan. Y esto no ocurre únicamente en los países desarrollados; se espera que el Programa Nacional para el Uso Sostenible de la Energía de



México (PRONASE) dé lugar a un ahorro de un 25 % en la electricidad y un 37 % en el gas natural a lo largo de dos años.(ISO, 2016)

1.2.1 Barreras en la Gestión Energética

Con el fin de que cada vez haya una mayor conciencia de la eficiencia energética (EE) y abogando por la innovación y creatividad de los participantes en ella, quiero aprovechar este mes para exponer un análisis, nada nuevo, sobre las barreras que existen para que este mercado de la EE se desarrolle. (Barbero & Guerrero, 2016)

Muchas instituciones vinculadas a la energía y al medio ambiente, tanto nacionales como internacionales, han realizado estudios para delimitar cuales son los obstáculos para que la eficiencia energética se desarrolle en Cuba. Los tenemos claros, no hay mucho que indagar o investigar, solo basta la iniciativa y voluntad de los actores relevantes para resolverlos y abatirlos, desarrollando instrumentos y esquemas creativos.(Barbero & Guerrero, 2016)

En este sentido Barbero and Guerrero (2016) también refiere que es importante destacar que mucha de las barreras que hoy existen en nuestro país, o incluso en nuestra región latinoamericana, existieron en países desarrollados y que fueron resueltos convirtiendo a la eficiencia energética hoy como un mecanismo habitual para reducir la factura energética y las emisiones de CO₂ tanto en el sector industrial, comercial, gobierno y residencial.

Según Alonso (2012) las barreras que se oponen al éxito de la gestión energética son:

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



Por su parte Barbero and Guerrero (2016) considera que las más relevantes son:

1. Modelos bancarios rígidos que obligan a los proyectos a ser vistos como créditos ordinarios. Lo anterior en parte porque la banca no cuenta con equipos técnicos que le soporten en la validez de estructuración de proyectos y que estructurar esquemas de “project finance” podría ser oneroso. Será un logro que la banca reconozca como garantía el propio proyecto por ejemplo.
2. Poca estadística de proyectos de eficiencia energética. Esto hace que la percepción de riesgo sea mayor y en esa medida exista un incremento de tasas de financiamiento o resistencia para participar en este tipo de proyectos.
3. Poca cultura de eficiencia energética. Los industriales, empresarios y funcionarios de instituciones desconocen los mecanismos de eficiencia energética y los ven como proyectos complicados o riesgosos. Por el lado de la oferta, los fabricantes de equipos no utilizan como estrategia comercial los ahorros energéticos que los proyectos podrían generar.
4. Costos de transacción elevados. Muchos de ellos asociados a gastos administrativos de los contratos, costos de mediciones, costos de auditorías energéticas preliminares, etcétera.
5. Estandarización y dominio de sistemas de medida y verificación (MR&V). Aunque existen metodologías MR&V en el mercado, no existe una práctica estándar para su utilización. Existen discusiones en el nivel de detalle que se requiere para aplicarlas.
6. Árbitros técnicos. Hoy hay escasez de instituciones con un grado de acreditación tal que funjan como árbitros en la estimación de eficiencia energética y los ahorros que ella conlleva. Esto ayudaría a que los actores entraran tranquilos a proyectos sabiendo que hay una tercera parte que imparcialmente defina la razonabilidad del cálculo del ahorro.
7. Inexistencia de instrumentos financieros que garanticen el desempeño. No se ha desarrollado el mercado de productos de cobertura que permitan garantizar a instituciones financieras y usuarios de energía ante el incumplimiento del ahorro. La existencia de este tipo de instrumentos fomentaría el desarrollo de proyectos de eficiencia energética.
8. Pocas empresas de servicios energéticos en el mercado. Actualmente existe un número reducido de empresas de este tipo que cuenten con un historial de proyectos que les acredite ante sus clientes potenciales.
9. Incentivos prácticamente inexistentes hacia las empresas e instituciones que desean emprender proyectos de eficiencia energética. No existen mecanismos que fomenten el



desarrollo de la eficiencia energética premiando a las empresas que contribuyan a la mejora ambiental y que deseen modernizar sus instalaciones para optimizar el consumo energético. Es muy importante enfatizar que estas barreras conviven entre sí; es decir, para eliminar una de ellas se tendrá que resolver al mismo tiempo muchas otras. Es el caso que para querer disminuir el riesgo percibido (barrera financiera) deben existir protocolos de medida y verificación razonables (barrera estructural) y los industriales deberán saber la existencia de los mismos (barrera de información). (Barbero & Guerrero, 2016)

1.3 Normas Internacionales sobre Gestión Energética

En muchas ocasiones no basta con tener implementado un Sistema de Gestión Energética, sino que además, va a resultar recomendable o necesario, tener dicho sistema certificado bajo una norma concreta. (Rabassa, 2015)

En muchos países del mundo ha habido iniciativas de creación de normas para estandarizar los sistemas de gestión energética, destacan los siguientes precedentes (Soto et al., 2014) :

- 1 Australia 1990: Energy Management Programs – Guideline for financial evaluation of a project. Esta norma sentó precedente para que países como Estados Unidos, China, Canadá, Dinamarca, Suecia, Japón, Reino Unido, Holanda, Irlanda y Alemania se materializaran como líderes en la gestión de la energía.
- 2 España, fue publicada por AENOR la norma pionera UNE 216301:2007. Sistemas de Gestión Energética. Requisitos UNE 16001:2010.
- 3 Irlanda: Ireland IS 393:2005 Energy Management Systems-Specification with Guidance for Use and IS 393:2005 Technical Guideline (December 2006)
- 4 Dinamarca: Denmark DS 2403:2001 Energy Management-Specification and DS/INF 136:2001 Energy Management-Guidance on Energy Management.
- 5 Suecia: Sweden SS 627750:2003 Energy Management Systems-Specification
- 6 Estados Unidos: United States ANSI/MSE 2000:2005 A Management System for Energy
Todo ello contribuyó a que en el año 2008 la International Standard Organization (ISO) identificara la necesidad de desarrollar una norma internacional.

De ahí que en el año 2011, la ISO aprobara la norma ISO 50001:2011, Sistemas de Gestión de la Energía, Requisitos con orientación para su uso (Energy management systems – requirement with guidance for use)



1.3.1 Norma ISO 50001:2011

La Norma ISO 50001 asienta las bases para que la empresa pueda establecer medidas eficaces para reducir el consumo de la energía y mejorar la rentabilidad y la productividad.

Posee una estructura similar a otros sistemas de gestión como la Norma ISO 9001, la Norma ISO 14001 o la Norma ISO 22000 por lo que está pensada para adaptarse de forma eficaz a estas y permitir una integración completa que facilite la labor de implantación y mantenimiento de estas por la empresa. De igual forma, y casi para el mismo propósito, está creada siguiendo la estructura PDCA (Plan – Do – Check – Act) que le permite establecer un sistema de mejora continua y se va adaptando a las necesidades específicas de cada organización. (ISO, 2011)

Los objetivos de la Norma ISO 50001 se indican de forma breve en los siguientes puntos(ISO, 2011):

- 1 Permitir que la empresa pueda establecer una eficaz política que le permita gestionar eficientemente el uso energético realizado en cada una de las actividades o procesos. Identificar las oportunidades de mejora en el uso y el rendimiento de la energía. Establecer metas y objetivos de acuerdo a las necesidades de la empresa y a los puntos que se ha marcado como necesidades de mejora.
- 2 Aportar una imagen veraz del uso y gestión de la energía en la empresa.
- 3 Identificar, medir, supervisar y analizar las claves y aspectos que afectan, tanto de forma directa como indirecta, al rendimiento energético.
- 4 Revisar la idoneidad del sistema de gestión energético empleado en la empresa y aportar los puntos de mejora necesarios.
- 5 Mejorar continuamente para adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado, a las necesidades de los clientes, especificaciones de estos y cambio en la mentalidad social, entre otros muchos aspectos.

Sobre este aspecto la propia norma en su documento oficial indica lo siguiente: “Esta Norma Internacional especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.” (ISO, 2011)

Según ISO (2011) esta Norma Internacional especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas



para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético.

Este enfoque puede describirse brevemente como sigue, (ISO, 2011):

- 1 Planificar: realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético (EnPIs), objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.
- 1 Hacer: poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.
- 2 Verificar: monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.
- 3 Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el Sistema de Gestión de la Energía.

La base de este enfoque se muestra en la Figura. 1.2

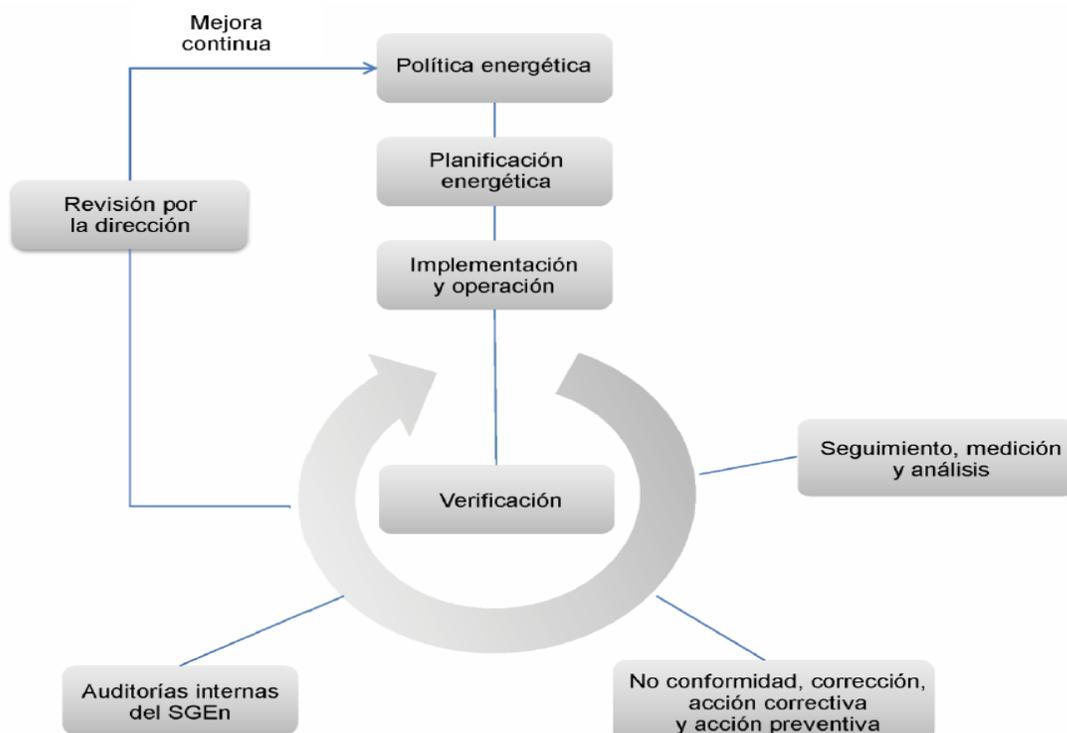


Figura 1.2: Modelo del Sistema de Gestión de la Energía.

Fuente: ISO (2011)



1.3.2 Norma ISO 50006:2014

Esta Norma Internacional proporciona a las organizaciones orientación práctica sobre los requisitos de la ISO 50001 relacionados con el establecimiento, uso y mantenimiento del rendimiento energético (EnPI) y las líneas de base energéticas (EnB) en la medición del rendimiento energético y los cambios en el mismo. EnPIs y EnBs son dos elementos clave interrelacionados de la ISO 50001 que permiten la medición y por lo tanto la gestión del rendimiento energético en una organización. El rendimiento energético está relacionado con el consumo de energía, el uso de la energía y la eficiencia energética. (ISO, 2014)

Con el fin de gestionar eficazmente el rendimiento energético de sus instalaciones, sistemas, procesos y equipo, las organizaciones necesitan saber cómo se utiliza la energía y cuánto se consume con el tiempo. Un EnPI es un valor o medida que cuantifica los resultados relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo en instalaciones, sistemas, procesos y equipos. Las organizaciones utilizan los EnPI como una medida de su actuación de la energía. (ISO, 2014)

El EnB es una referencia que caracteriza y cuantifica el rendimiento energético de una organización durante un período de tiempo específico. El EnB permite a una organización evaluar los cambios en el rendimiento energético entre períodos seleccionados. El EnB también se utiliza para calcular los ahorros de energía, como referencia antes y después de la implementación de acciones de mejora del rendimiento energético. (ISO, 2014)

Las organizaciones definen objetivos para el rendimiento energético como parte del proceso de sus sistemas de gestión energética (EnMS). La organización debe considerar la energía específica mientras identifica y diseña los EnPIs y EnBs. La relación entre el rendimiento de la energía, EnPIs, EnBs y los objetivos de energía se ilustran en Figura.1.4 (ISO, 2014)

Los conceptos y métodos de esta norma internacional también pueden ser utilizados por organizaciones que no tienen un EnMS existente. Por ejemplo, los EnPIs y EnBs también se pueden usar en la instalación, sistema, proceso o equipo, o para la evaluación de las acciones individuales de mejora del rendimiento energético.

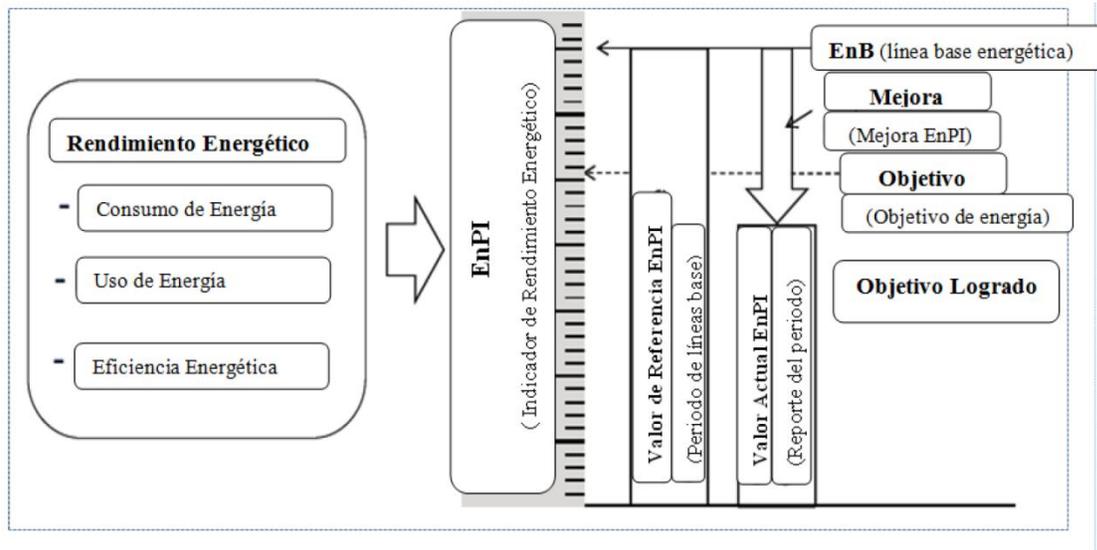


Figura 1.3: Relación entre rendimiento energético, EnPIs, EnBs y objetivos energéticos.

Fuente: ISO (2014)

El compromiso continuo de la alta dirección es esencial para la implementación efectiva, mantenimiento y mejora del Sistema de Gestión de la Energía para lograr los beneficios en el rendimiento energético. La alta dirección demuestra su compromiso a través de acciones de liderazgo y participación en el sistema de gestión de residuos, garantizando la asignación continua de recursos, incluyendo mantener el EnMS con el tiempo. (ISO, 2014)

Por otra parte el rendimiento energético puede verse afectado por una serie de variables relevantes y factores estáticos. Estos pueden ser vinculados a las condiciones cambiantes del negocio, tales como la demanda del mercado, las ventas y la rentabilidad. Una visión general del proceso de elaboración, uso y actualización, este proceso ayuda a la organización a mejorar continuamente la medición de su rendimiento energético basándose en los siguientes factores(ISO, 2014):

- 1 Consumo de energía: La cuantificación del consumo de energía es esencial para medir el rendimiento energético y mejoras del mismo. Cuando se utilizan múltiples formas de energía, es útil convertir todas las formas en una unidad de medida común de energía. Se debe tener cuidado de realizar la conversión de manera que represente adecuadamente la energía consumida incluyendo las pérdidas en el proceso de conversión de energía.
- 2 Uso de la energía: Identificar los usos energéticos como los sistemas energéticos (por ejemplo: aire comprimido, vapor, agua enfriada, etc.), el proceso y el equipo ayuda a



categorizar el consumo de energía y a enfocar el rendimiento energético en usos que son importantes para una organización.

- 3 Eficiencia energética: La eficiencia energética es una medida utilizada frecuentemente para medir el rendimiento energético y puede utilizarse como EnPI. La eficiencia energética puede expresarse de varias maneras, como la producción de energía / entrada de energía (conversión eficiencia); Energía requerida / energía consumida (donde la energía necesaria puede derivarse de un modelo o alguna otra relación); Producción / consumo de energía (por ejemplo, las toneladas de producción por unidad de energía consumida).
- 4 Indicadores de rendimiento energético (EnPI): Los EnPI deben proporcionar información relevante sobre el rendimiento energético para permitir que varias organizaciones entiendan su desempeño energético y tomen acciones para mejorarlo. Los EnPIs pueden aplicarse en los niveles de instalaciones, sistemas, procesos o equipos para proporcionar varios niveles de atención.
- 5 Líneas de base energéticas (EnBs): Una organización debe comparar los cambios en el rendimiento energético entre el período de referencia y el período de información. El EnB se utiliza simplemente para determinar los valores de EnPI para el período de referencia. El tipo de la información necesaria para establecer una línea base de energía está determinada por el propósito específico del EnPI.
- 6 Cuantificación del rendimiento energético: Los cambios en el rendimiento energético se pueden calcular utilizando EnPIs y EnBs para instalaciones, sistemas, procesos o equipo. La comparación del rendimiento energético entre el período de referencia y el período calculado, calculando la diferencia en el valor de la EnPI entre los dos períodos.

En los casos en que la organización ha determinado que variables relevantes como el clima, la producción, las horas de funcionamiento del edificio, etc., afectan el funcionamiento de energía, la organización debe normalizar el EnPI y su correspondiente EnB para comparar el rendimiento energético en condiciones equivalentes. (ISO, 2014)

1.4 Características y tipos de transporte

Ponce (2017) define el transporte como una de las principales funciones logísticas, que representa la mayor parte de los costos asociados en la mayoría de las organizaciones y que juega un papel fundamental en el desempeño de diversas dimensiones del servicio al cliente; por lo que se hace necesario mejorar la eficiencia del mismo. Esta se garantiza mediante la utilización máxima del equipo y del personal empleado en dicha actividad, y buscando la



reducción de sus costos, para lo que es conveniente la selección de rutas y la planificación que minimice el tiempo y la distancia de transporte.

Las diversas fuentes coinciden en que existen muchos tipos de transporte, algunos muy comunes y otros más inusuales.

Según la página oficial TRANSGESA (2018) los medios más convencionales son:

1. Carretera:

El transporte de mercancías terrestre es, por lo general, el más familiar para el gran público. Esto se debe a que es el más extendido para las distancias cortas y medias en los países desarrollados y a que, al ser por carretera, es el que más común en la vida diaria. Otros factores como la flexibilidad a la hora de contratarlo y la sencillez operativa son los que más destacan.

2. Ferrocarril:

El ferrocarril es el otro tipo de transporte terrestre entre los cuatro grandes. Frente a la independencia de la carretera, el ferrocarril se ve más obligado a contar con el resto de medios de transporte para completar sus trayectos. Sin embargo, a partir de ciertas distancias empieza a ser más económico.

3. Marítimo:

El mar es el rey indiscutible del transporte internacional como demuestran las cifras: el 90% del comercio internacional viaja en barco. Decenas de millones de contenedores cruzan los océanos cada año debido a que los barcos ofrecen la mejor relación de costes por kilómetro. Debido a su mayor lentitud en comparación con el resto de tipos de transporte está indicado para mercancías no perdurables. También es una buena elección para las cargas muy voluminosas y los gráneles.

4. Aéreo:

Si el transporte marítimo era el más barato, el aéreo va al otro extremo. Los aviones ofrecen las tarifas más elevadas, pero lo hacen a cambio de ofrecer tiempos de entrega que de otra forma no serían posibles para algunas rutas. Entre los artículos más habituales de este transporte están aquellos ligeros (para evitar costes altos), los urgentes (medicamentos) y los que tienen un gran margen comercial que pueda absorber ese impacto del transporte (productos de lujo).

5. Otros tipos de transporte menos convencionales, que tienen menos protagonismo e incluso resultan prácticamente perfectos desconocidos en algunos casos son el Intermodal, el Fluvial, el Transporte por tuberías, el Transporte Ro-Ro, el Transporte espacial, el Transporte con tracción animal y el Transporte de tracción humana.



Como se puede apreciar, los tipos de transporte son bastante más variados y diversos de lo que podemos pensar cuando nos limitamos a los cuatro más tradicionales.

1.5 Transporte automotor pesado

Rabassa (2015) citando a Amarales (2005) refiere que 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 a 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 expulsan a la atmósfera grandes cantidades de gases, presentan limitada capacidad de transporte y sus costos de reparación y mantenimiento son altos.

En comparación con otros modos de transporte, el medio automotor tiene las siguientes ventajas referidas por Carpio and Coviello (2017):

1. Bajas inversiones iniciales para la organización.
2. Rapidez en la entrega, que permiten mantener bajos inventarios.
3. Alta maniobrabilidad, pudiendo introducirse en lugares intrincados de zonas urbanas y rurales.
4. Posibilidades de transportaciones directas de origen a destino, sin necesidad de efectuar trasbordos, por lo que constituye el modo insustituible para la recogida y la distribución puerta a puerta.
5. No se requiere de gran acumulación de cargas para realizar la transportación.

Gran diversidad de vehículos de diferentes capacidades y características para el transporte de distintos tipos de cargas y condiciones de trabajo. (Camiones, cuñas, remolques y semirremolques, vagón cerrado (furgón), plataformas o planchas, cisternas, refrigerados, isotérmicos, volteos y otros especializados.)

Sus principales desventajas son las siguientes (Carpio & Coviello, 2017):

1. Elevados costos de operación por unidad de carga.
2. Baja capacidad de carga.
3. Altos requerimientos de mantenimiento y reparación.
4. Relativamente corta vida útil de los medios, debido a los cambios tecnológicos y a las exigencias de seguridad en la vía.



5. Dificultades para el parqueo de vehículos en zonas urbanas.
6. Alto nivel de contaminación ambiental, ruidos y peligrosidad en el tránsito.

Existen algunas regulaciones que debe cumplir el transporte de carga para circular, en Argentina son (Minería, 2017):

1. Con la habilitación técnica especial y no excederse los 15 años de antigüedad.
2. Durante el día y prudentemente.
3. Sin niebla y a 30 km/h como máximo.
4. A una distancia no menor a los 100 m del vehículo que la preceda y sin adelantarse a otro en movimiento.
5. Si su carga excede las dimensiones máximas permitidas en no más de un 15 % se otorgará una autorización general para circular, con las restricciones que correspondan.
6. Si el exceso en las dimensiones es mayor del 15 % o lo es en el peso, debe contar con una autorización especial, pero no puede transmitir a la calzada una presión por superficie de contacto de cada rueda superior a la que autoriza el reglamento.
7. A la maquinaria especial agrícola podrá agregársele además de una casa rodante hasta dos acoplados con sus accesorios y elementos desmontables, siempre que no supere la longitud máxima permitida en cada caso.

1.6 Gestión del transporte de cargas

Hacer que el transporte de carga sea más eficiente en términos energéticos, es decir, reduciendo el consumo de combustible que se requiere al realizar un viaje, medido en Litros/100km, se ha convertido en una necesidad para la sociedad.

La gestión del transporte de carga se define como un proyecto que estudia demandas presentes y futuras de movilidad de material. Estos proyectos están precedidos por estudios de movimientos y necesariamente involucran a los diferentes medios de transporte. Está estrechamente relacionado con el campo de la ingeniería de transporte. La gestión permite conocer los problemas, diseñar o crear soluciones y, en definitiva, optimizar y organizar los recursos para enfocarlos a atender la demanda de movilidad. En ella hay que destacar la importancia de asignar en los presupuestos los recursos necesarios para su ejecución. (Monge, 2011)

Minería (2017) aborda nueve elementos para gestionar de forma eficiente el transporte de cargas y reducir el consumo de combustible como se muestra en la figura 1.4.

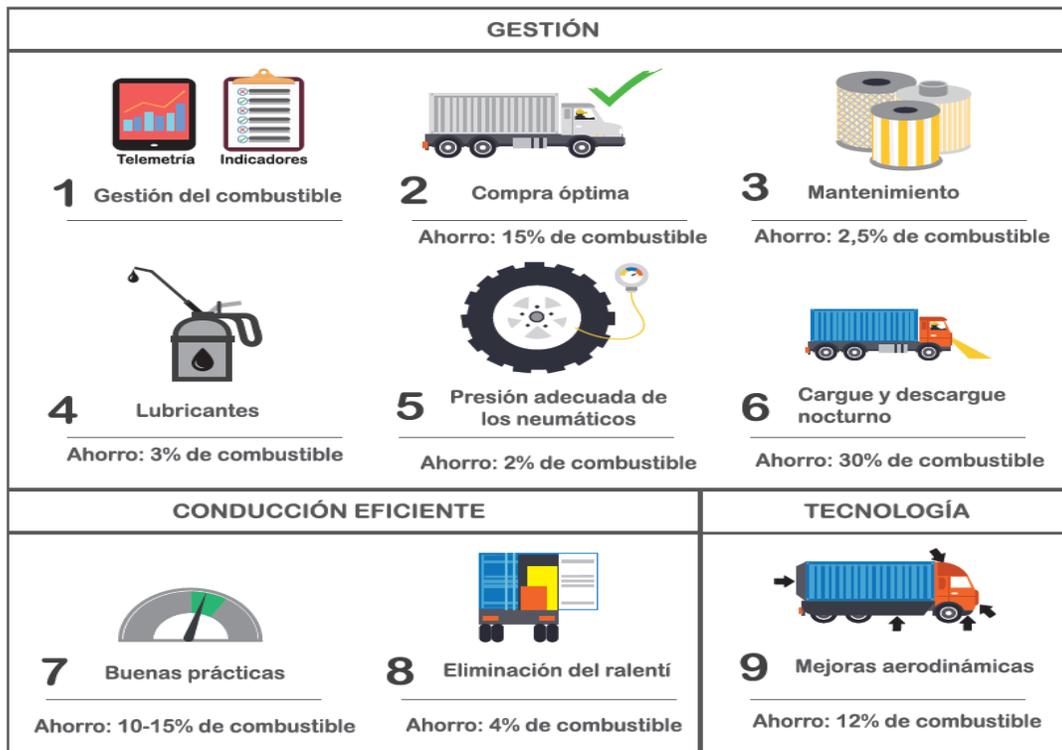


Figura 1.4: Nueve elementos para una Gestión Eficiente del transporte

Fuente: Minería (2017)

Minería (2017) también refiere que la eficiencia del transporte de cargas recae en la gestión proactiva de todos los elementos involucrados. Esta abarca una serie de factores, incluida la adquisición, mantenimiento de vehículos, monitoreo de combustible, telemática de vehículos (seguimiento y diagnóstico), conducción eficiente y personal de gestión.

La correcta gestión del transporte es una tarea que permite a una organización profesionalizarse, reducir riesgos, mejorar la eficiencia y la eficacia, reducir los costos de combustible y disminuir las emisiones de sustancias nocivas al medio ambiente. (Minería, 2017)

La gestión de información sobre el estado inicial y el comportamiento de un vehículo a través del tiempo es esencial para identificar si las medidas o las prácticas que se adoptan están teniendo un efecto positivo en la reducción del consumo de combustible. Esta información además puede ayudar a detectar a tiempo fallas técnicas o malas prácticas. (Minería, 2017)

1.6.1 La gestión del transporte en Cuba

La situación sector del transporte durante los años 90 del siglo XX, se caracterizó por el decrecimiento de los niveles de actividad del transporte de carga, la descapitalización de los



fondos básicos, la paralización de inversiones en proceso y el deterioro de la red vial, las instalaciones portuarias y la infraestructura en general. (Ponce, 2017)

Ponce (2017) también plantea que las transportaciones de carga a nivel municipal han pasado por varias fases en los últimos años, incrementándose durante el Período Especial la tendencia a que cada entidad realizara sus propias gestiones con el objetivo de garantizarse sus abastecimientos y poder concretar, de cualquier forma, sus producciones o servicios.

Lo anterior ha provocado un movimiento continuo y desordenado de vehículos en el marco municipal y nacional, realizando gestiones de abastecimiento por cuenta propia, sin tener en consideración la baja utilización de la capacidad de carga de los vehículos y el consumo de combustible y moto-recursos. (Ponce, 2017)

Según MITRANS (2015) citado por Ponce (2017) todo lo planteado anteriormente ha sido validado a través de evaluaciones realizadas en varios municipios del país, en las que se han obtenido los resultados siguientes:

1. La mayoría de las transportaciones internas de abastecimiento de las entidades se realizan con un bajo aprovechamiento de la capacidad de carga y de los recorridos, los cuales no sobrepasan, en muchos casos, el 50%.
2. Viajes de retorno vacíos, sin carga e inclusive sin pasar por las Terminales de Ómnibus o Puntos de Pasaje para facilitar la transportación de la población.
3. Vehículos de entidades vecinas, del mismo municipio o rama de la economía, acuden al mismo tiempo y lugar, para realizar gestiones similares.
4. No se emplean las cadenas de distribución y prácticamente todos los clientes acuden a los centros generadores o distribuidores a buscar sus abastecimientos.
5. En cerca del 40% de los viajes no se logran los objetivos de la gestión, consumiéndose combustible y moto-recursos en vano.
6. Bajo aseguramiento de los costos de explotación en las empresas especializadas de transporte, lo que conlleva al deterioro y buen funcionamiento de las cadenas de distribución.
7. Acopio de diferentes productos desde los municipios hacia la cabecera provincial, para después reenviarlos de vuelta a su lugar de origen.

Knudsen Gonzalez (2016) señala que existen otras deficiencias como por ejemplo:

1. La capacitación y formación del personal que en la mayoría de los casos es muy pobre.
2. Débil investigación y desarrollo en el tema.



3. Excesiva confianza en los mecanismos económico-financieros, no reconociendo que los cambios se concretan en los factores técnico-organizativos.

Como se puede apreciar la mayoría de las dificultades enumeradas pueden ser solucionadas con la aplicación de sistemas organizativos diseñados a partir de las características de cada territorio, sin afectar el funcionamiento de las entidades. Es precisamente el Reordenamiento del Transporte, el proceso que permite organizar de la manera más eficiente, la explotación centralizada del transporte con un mayor aprovechamiento de la capacidad de carga de ida y retorno, minimizando el consumo de combustible y de moto-recursos. (MITRANS, 2015)

Ante esa realidad, desde el 2005 se comenzó el reordenamiento de todo el mecanismo de transportación desde el puerto hasta su destino final, a fin de aprovechar al máximo los recursos disponibles y recuperar este servicio, que en tales condiciones paralizaba o ralentizaba muchas de las actividades económicas. (Céspedes Hernández, 2017)

A partir de este momento se dieron varios pasos en el sector con la constitución de empresas especializadas del Ministerio de Transporte y la estructuración de los planes de carga incluso desde el nivel municipal, lo que permitió ir pasando al MITRANS diferentes transportaciones que cada organismo hacía independiente y organizar el tráfico de mercancías para un mayor ahorro del combustible y aprovechamiento de la técnica. Asimismo se realizaron inversiones en función de comenzar a revitalizar el ferrocarril, los puertos y las vías, y se adquirieron nuevos equipos, ferroviarios y automotor. (Céspedes Hernández, 2017)

Si bien tales acciones, junto a muchas otras desarrolladas a lo largo de la última década, han dado un impulso al servicio, no quiere decir que esta parte del sector transportista se encuentre funcionando de forma adecuada. (Céspedes Hernández, 2017)

Esta elevada eficiencia en cuanto al cumplimiento de los planes y el incremento gradual del transporte de carga en los últimos años solo significa un aumento en el consumo de combustible, lo que trae consigo la necesidad de controlar de manera férrea la actividad transportista en pos de disminuir el gasto de combustible, ya que actualmente el consumo de combustible en el sector del transporte en Cuba representa el 20% del consumo de combustible del país. (MITRANS, 2015)

El plan constituye el eslabón central de la dirección de la actividad de la empresa, en función de sus objetivos según Miranda (1987) citada por Rodríguez (2017). A continuación los diferentes métodos de planificación:



Estos se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Métodos Económicos Matemáticos (MEM)
2. Métodos Estadísticos
3. Método Normativo
4. Métodos de Balance

Dentro de los métodos, el del balance constituye el método fundamental o rector dentro de la planificación, ya que el mismo es el que garantiza la debida proporcionalidad entre los distintos eslabones productivos, recursos y en el tiempo, lo cual está ligado indisolublemente a la propia esencia de la planificación de la economía socialista. (Rodríguez, 2017)

1.6.2 Balance de Carga

Es un método de dirección para planificar, organizar, ejecutar y controlar las transportaciones de cargas, a partir de la compatibilización de los planes de transportación de las entidades que poseen medios del transporte de carga. (Ponce, 2017)

Consiste en el análisis continuo de los flujos de cargas y de la relación demanda-capacidad y en la adopción de medidas para lograr el máximo aprovechamiento de las capacidades y recursos existentes, y en particular, combustible. (Rodríguez, 2017)

A continuación se hace referencia a los modelos de balance de cargas empleados por el Ministerio del Transporte (MITRANS, 2015) vigente hasta la actualidad:

Existen seis modelos para elaborar el balance de cargas los cuales se muestran a continuación:

1. Un primer modelo es el BC-1 “Inventario de medios del transporte” lo elaboran y presentan las entidades que posean medios del transporte de cargas, en la oportunidad en que se solicite por la Unidad Estatal de Tráfico.
2. Un segundo modelo es el BC-2 las entidades que requieran servicios de transportación de cargas le presentan directamente al transportista su solicitud mensual, en el Modelo BC-2, “Demanda de transportación de cargas”, por origen y destino, productos y embalaje, hasta los días 20 de cada mes.
3. El tercer modelo es el BC-3 “Plan de operaciones por vehículo” los transportistas, incluyendo las entidades que poseen medios propios, elaboran el Plan Mensual de Transportación en los modelos BC-3 y BC-4 y se lo presentan a la UET, hasta los días 25 de cada mes, firmados por el Director o persona facultada por éste.
4. El BC-5: “Cargas a transportar por clientes”.
5. Por último está el BC-6 “Relación de entidades incorporadas al balance de cargas”.



6. Aclarar que los modelos BC-5 y BC-6 son modelos resúmenes para la provincia o el país por eso no se empleara en la presente investigación.

Los modelos expuestos anteriormente carecen de aspectos relevantes para minimizar costos por conceptos de demoras, disminuir el tiempo de rotación de los contenedores y de esa forma elevar el nivel de satisfacción de los clientes. Carece además de elementos como la rotación y el número de viajes a realizar por cada medio de transporte en caso de ser cargas ligeras, así como de una columna que sea capaz de aclarar si se puede cubrir la demanda o no. (Rodríguez, 2017)

1.7 Relación del transporte con el medio ambiente

El problema ambiental del planeta está estrechamente relacionado con un problema social surgido por la utilización creciente del petróleo y sus derivados que trae consigo la reducción de los niveles de emisión de sustancias tóxicas y de los llamados "gases de invernadero", y la reducción de los niveles de ruido. (Bohler-Baedeker & Hugging, 2012)

La principal fuente de energía del transporte moderno proviene de la combustión de la gasolina y el petróleo.

Es por ello que las actividades relacionadas con el transporte son consideradas, generalmente, como contaminantes. Los índices de producción (es decir, los factores de emisión) de algunas de estas sustancias se han investigado detalladamente y son, por tanto, bien conocidos, mientras que acerca de otras sustancias existen datos escasos que, con frecuencia, resultan insuficientes para ser representativos de las distintas actividades desarrolladas. En consecuencia, en la actualidad es posible encontrar factores de emisión para algunas sustancias contaminantes y para ciertos tipos de vehículo fijados partiendo de una base de datos sólida, mientras que, para otra clase de vehículos, sólo es posible encontrar estimaciones acerca de la magnitud de sus factores de emisión, y sobre el resto de las sustancias existe muy poca información. (Mitrovich, 2003)

De acuerdo a Mitrovich (2003) la lista general de sustancias contaminantes incluye:

1. Dióxido de carbono - CO₂ (la legislación aún no lo considera propiamente como una sustancia contaminante, sin embargo aquí sí se hará debido a su contribución a la producción del efecto invernadero);
2. Monóxido de carbono – CO;
3. Compuestos volátiles de carácter orgánico (también llamados hidrocarburos) - COV (HC);
4. Óxidos de nitrógeno – NO_x;



5. Partículas en suspensión – PS;
6. Dióxido de azufre - SO₂;
7. Compuestos de plomo – Pb;
8. Dióxido de nitrógeno - NO₂;
9. Amoníaco - NH₃;
10. Óxido nitroso - N₂O;
11. Otros metales pesados – MP (cadmio - Cd, zinc - Zn, cobre - Cu, cromo - Cr, níquel - Ni, selenio - Se);
12. Ácido sulfhídrico - H₂S.

Dentro de los Compuestos Volátiles de carácter Orgánico (COV) se incluye una larga lista de diferentes compuestos orgánicos que ocasionan diversos efectos sobre el medio ambiente y sobre la salud de los seres humanos; por lo tanto, es conveniente dividir estas sustancias en dos categorías distintas (Mitrovich, 2003):

1. Metano - CH₄
2. Hidrocarburos libres de metano (HCLMCOV).

Algunos de los hidrocarburos que están libres de metano son compuestos mutágenos bien conocidos.

Una conocida subcategoría de COV es la de los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA), y otros compuestos simples como son el benceno (C₆H₆) y el butadieno - 1,3 (C₄H₆). Las partículas ligeras provocan también diferentes efectos dependiendo del tamaño de las partículas. (Bohler-Baedeker & Hugging, 2012)

El impacto ambiental con el que aporta el sector transporte es de gran importancia global y local. El transporte está asociado al 30% de las emisiones de efecto invernadero a nivel mundial debido a la combustión de combustibles fósiles. (Bohler-Baedeker & Hugging, 2012)

1.8 Eficiencia Energética en el consumo energético de transporte

De acuerdo a Fuentes (2008) citado por Rabassa (2015) en el sector del transporte la eficiencia energética adquiere gran relevancia. El vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica en la actualidad tiene una repercusión importante en el transporte, así como en todas las ramas de la economía. En específico, en el transporte automotor, se producen incrementos importantes en la cantidad de vehículos, en su diversidad, en su capacidad de carga y velocidades de movimiento de sus unidades y en el aumento de los niveles de transportación de pasajeros, lo que trae como consecuencia el necesario desarrollo de la infraestructura y de los métodos



científicos que utiliza la explotación técnica, como ciencia de la ingeniería, que en la esfera del transporte, se enfoca hacia el logro de la máxima reducción de los recursos destinados al desarrollo de los procesos de transportación, junto al más completo aprovechamiento de su capacidad de trabajo.

En las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, al transporte le corresponde 14% de incidencia, superado por la generación de energía eléctrica que tiene una participación del 24%. (CONAMA, 2010)

Las tendencias actuales de la energía y el dióxido de carbono van directamente en contra de las repetidas advertencias emitidas por el IPCC, que concluyen que para el año 2050 se deberán alcanzar reducciones de al menos un 50% en emisiones globales de dióxido de carbono, comparadas con 2.000 niveles, para limitar el aumento a largo plazo de la temperatura global entre 2.0 y 2.4 grados Celsius. Recientes estudios sugieren que el cambio climático está ocurriendo aún más rápido de lo esperado, y que incluso la meta del “50% de reducción para el 2050” puede ser insuficiente para impedir un cambio climático peligroso. (Huang, 2013)

En los combustibles fósiles es inevitable la emisión de dióxido de carbono (CO₂). 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 800 millones de vehículos y se calcula que para el año 2030 se duplicará su número. (Hernández, 2012)

En Cuba el transporte automotor es el de mayor incidencia en las emisiones totales por tipo de fuente móvil (Figura 1.5), e igual comportamiento se registra al analizar los valores de los gases directamente relacionados con el calentamiento global.



Figura 1.5: Composición de las emisiones procedentes de las fuentes móviles de Cuba.

Fuente: Milian (2014)



En Cuba el control de las emisiones de gases de los vehículos automotores se realiza en los Centros de Revisión Técnica Automotor (CRTA), pertenecientes al Ministerio del Transporte (MITRANS). Estas instalaciones son creadas para la verificación del estado técnico de los vehículos en parámetros relacionados con la suspensión, freno, alineación de las ruedas, luces y emisiones de gases, con el objetivo de lograr una mayor seguridad en la circulación vehicular, propiciar el ahorro de combustible y regular la contaminación atmosférica que produce este modo de transporte. (Rabassa, 2015)

Según Fuentes (2008) citado por Rabassa (2015) el consumo energético en el parque vehicular se incrementa como consecuencia de:

1. La inadecuada selección del parque vehicular, o sea, no existe una adecuada correspondencia entre las características constructivas del vehículo con las condiciones de explotación a que puede ser sometido.
2. La falta de una cultura técnica que posibilite, tanto la renovación en tiempo del parque, como la ejecución con criterios técnicamente fundamentados de remotorizaciones o adaptaciones de elementos del sistema de transmisión, que permitan devolverle en una cuantía adecuada los parámetros iniciales.
3. Deficiencias en los procedimientos de gestión del parque vehicular.
4. El inadecuado estado técnico y de regulación del parque.
5. Calificación no adecuada de los conductores y ausencia de una política de elevación de la misma.
6. Mal estado de las vías.

1.8.1 Importancia de la Gestión Energética en el Transporte de Carga (TC)

La eficiencia energética (EE) en el transporte de carga (TC) se refiere a optimizar la cantidad de energía que se requiere para transportar los productos, materias primas, mercados y que las personas necesitan.

Según Contreras (2010), de forma general, una mejora en la EE de las operaciones de transporte de carga dice relación con:

1. Cambios en la distribución modal:

Incentivando el uso de modos de transporte de mayor eficiencia y menos contaminantes, a través de una adecuada complementación del ferrocarril, transporte fluvial o del cabotaje marítimo con el TC.

2. La utilización de vehículos eficientes:



Se estima que los avances en motores de última generación, desarrollo de equipos livianos, mejoras aerodinámicas, mejores neumáticos, etc. significará la posibilidad de disponer de equipos hasta un 30% o 40% más eficientes al 2030. La adopción de estas tecnologías está fuertemente determinada por el nivel de ingreso de los países y sus resultados por la capacidad de gestión de dichas tecnologías por parte de los operadores.

3. Mejoras en la gestión de flotas:

Mediante la utilización de sistemas tecnológicos de gestión de transporte y técnicas de programación logística, que aseguren un mejor uso de los camiones, evitando viajes innecesarios, mejorando los factores de ocupación y mejorando la eficiencia en la manipulación y ruteo de la carga. Se espera disminuir los tiempos muertos, eliminar viajes innecesarios y por ende reducir el consumo de combustible y la contaminación asociada.

La dinámica para un transporte sustentable guarda relación con un ciclo caracterizado por procesos logísticos integrados, basados en servicios de transporte eficientes e integrados. Entre otras cosas, lo anterior significa internalizar los impactos ambientales, urbanos, sociales y económicos de esta realidad, lo que plantea nuevas exigencias a los servicios de transporte. El gran reto es que esta dinámica o ciclo, puede transformarse en un círculo vicioso que encarezca, dificulte y/o incremente los impactos negativos y que en definitiva termine siendo una traba para el desarrollo sustentable, o por el contrario se transforme en un círculo virtuoso en que cada ciclo mejore los estándares económicos, ambientales y sociales al respecto, llegando incluso a transformarse en una ventaja competitiva nacional, mejorando y ampliando el acceso a los mercados. (Bohler-Baedeker & Huing, 2012)

1.8.2 Ventajas de un Sistema de Gestión Energético

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 norma se basa en el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias. (Sánchez, 2013)

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea urgente, según muchos de los estudiosos del ambiente, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y porque, a mediano plazo, no podemos seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando. Además esto lo debemos hacer compatible, por un deber



elemental de justicia, con lograr el acceso a una vida más digna para todos los habitantes del mundo. (Borroto & Monteagudo, 2006)

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. (Borroto & Monteagudo, 2006)

En cualquier organización un Sistema de Gestión Energética (SGE) supone un avance a nivel de gestión medioambiental, puesto que define un sistema optimizado para el correcto uso de la energía. (Rabassa, 2015)

De acuerdo a Rabassa (2015) se debe tener en cuenta que un SGE es perfectamente compatible e integrable, además del sistema de Gestión de la Calidad, con:

1. Sistema de Gestión Ambiental.
2. Sistema de Verificación del Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero.
3. Sistema de Reducciones Voluntarias de Gases de Efecto Invernadero

El correcto uso de la energía definido en un SGE va a ir dirigido a disminuir nuestros costes energéticos y va a poner en marcha una serie de proyectos de mejora continua en el ámbito medio ambiental.

Esto conlleva una mayor optimización de esfuerzos tanto en cumplimiento de normativa medioambiental, como en las inversiones que se van realizando.

UNE (2007) resume las ventajas de su implementación de la siguiente forma:

Permite:

1. Mejorar la eficiencia energética de sus procesos de forma sistemática.
2. Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión energética.
3. Incrementar el aprovechamiento de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros.
4. Asegurar su conformidad con su política energética.
5. Demostrar esta conformidad a otros.
6. Buscar la certificación de su sistema de gestión energética por una organización externa.
7. Reducción de los impactos ambientales.
8. Cumplimiento de los requisitos legales.
9. Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precios de los recursos energéticos.



Los principales beneficios de la implementación de un SGE según la norma muestran en la tabla 1.1

Tabla 1.1: Principales beneficios de la ISO 50001:2011.

Fuente: ISO (2011)

Categorías	Principales beneficios
Energéticos y Ambientales	<ul style="list-style-type: none">• Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).• Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones.• Disminución de emisiones de gases de CO₂ a la atmósfera.• Reducción de los impactos ambientales.• Adecuada utilización de los recursos naturales.• Impulso de energías alternativas y renovables.
De liderazgo e imagen empresarial	<ul style="list-style-type: none">• Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.• Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.• Cumplimiento de los requisitos legales.
Socio-Económicos	<ul style="list-style-type: none">• Disminución del impacto sobre el cambio climático.• Ahorro en la factura energética.• Reducción de la dependencia energética exterior.• Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precios de los recursos energéticos.

1.9 Modelos de gestión Energética

Producto de los altos precios del petróleo y de los problemas derivados del consumo de los combustibles fósiles, como son las altas emisiones de CO₂ y el calentamiento global, varios países del mundo han comenzado a implementar políticas con los objetivos de mejorar su eficiencia energética y de desarrollarse o mantener el desarrollo alcanzado en una dirección sustentable desde el punto de vista ambiental. La preocupación de la sociedad y de los gobiernos es cada vez mayor en este sentido. (Martínez, 2016)

Se han creado centros de investigación, y varias instituciones internacionales llevan a cabo programas vinculados al ahorro y uso racional de la energía, de los cuales se describen algunos a continuación.



Tabla 1.2: Modelos de gestión energética a nivel mundial.

Fuente: Herrera Hostos (2014)

Centro de investigación	Modelo desarrollado	País
Centro de Gestión Energética y Medio Ambiente. Georgia	Sistema de Gestión Energético. Norma ANSI MSE 2000	Estados Unidos
Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA). Cienfuegos	Gestión Total y Eficiente de la Energía	Cuba
UNEP	Producción más Limpia y Eficiencia Energética	UN
UPB	Metodología para el control del consumo energético	Colombia
Energy Star	Gerencia de la energía	Estados Unidos
Wayne C Turner	Programa de dirección de la energía	Estados Unidos
G. G. Rajan	Optimizing energy efficiencies in industries	Estados Unidos
CIPEC	Canadian Industry program for energy conservation	Canadá
NPC	National Productivity Council (Dirección de energía y auditoría)	Estados Unidos
W. Smith	Proceso Industrial y Eficiencia Energética	Canadá
EVE. Entre Vasco de Energía	Gestión Energética Integral	España
VICTORIA	Developing an Energy management System. State Government of Victoria	Australia
Universidad Federal de Goias	Eficiencia Energética y Uso Racional de la Energía	Brasil
PNL	An energy efficiency guide for industrial plan managers	Ucrania



1.9.1 Gestión total eficiente de la energía (CEEMA)

La Tecnología de Gestión Total de la Energía (TGTEE) consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa. (Martínez, 2016)

En este sentido Martínez (2016) refiere que el sistema de gestión energética propuesto por CEEMA, se compone en la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación según se explica a continuación y se muestra en la figura 1.6:

1. Análisis preliminar de los consumos energéticos: El análisis preliminar abarca la información de las fuentes y consumos de portadores energéticos del proceso productivo, distribución general de costos, indicadores globales de eficiencia y productividad, etc., y posibilita la conformación de la estrategia general para la implantación del sistema de gestión energética en la empresa.
2. Compromiso de la Dirección: Aunque en las actividades de la Gestión Energética todo el personal debe tomar parte de una forma u otra, resulta imprescindible para el éxito de estas actividades el compromiso de la dirección.
3. Diagnósticos o auditorías energéticas: El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.



Figura 1.6: Gestión Total Eficiente de la Energía (CEEMA)

Fuente: Borroto and Monteagudo (2006)

1.9.2 Procedimiento de planeación energética (Correa Soto et al, 2014)

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía propuesto en el 2001 por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos, el Procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles, propuesto por Perez (2009) y aplicado en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) y el Procedimiento para la Planificación Energética propuesto por Correa (2014) , aplicado en diversas organizaciones productivas y el transporte en la provincia de Cienfuegos.(Salinas, 2017)

El procedimiento seleccionado para la Planificación Energética diseñado por Correa (2014) consta de cinco etapas. El mismo 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(Salinas, 2017):

- 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. Requisitos

Este procedimiento ha sido aplicado a empresas productoras, obteniéndose resultados satisfactorios. Además ha sido aplicado en diversos procesos como son producción de servicio y el transporte, obteniéndose resultados satisfactorios. (Rabassa, 2015)

Conclusiones del Capítulo

Al terminar este capítulo se llega a las siguientes conclusiones:

1. La eficiencia energética es una meta perseguida por todos los sectores de la economía ya que su logro supone una mayor competitividad, para lo cual utilizan como guía metodológica la familia de las normas ISO 50000 cobrando vital importancia la ISO 50001 y la ISO 50006 .
2. El sector del transporte constituye uno de los mayores consumidores de combustible, el cual genera emisiones gaseosas que afectan tanto la salud humana como al medio ambiente; por lo que es imprescindible el aumento de la eficiencia de consumo de los vehículos mediante, principalmente, una adecuada planificación energética.
3. A nivel internacional existen diversos modelos para la gestión energética, en Cuba el CEEMA propuso la TGTEE que tiene en cuenta no solo las normas internacionales, sino las características económicas y regulaciones del sector energético en Cuba, dentro de la cual surge en el 2014, tras la elaboración de la Norma ISO 50001, el procedimiento para la planificación energética creado por Correa (2014), el cual ha sido validado en varios sectores de la economía en Cuba, ente ellos el sector del transporte.



Capítulo II



Capítulo II: Caracterización del consumo de diésel en la provincia de Cienfuegos.

2.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza una breve caracterización de la Unidad Estatal de Tráfico (UET) a partir de diferentes aspectos como su fuerza laboral, clientes y otros elementos claves que nos permiten conocer a la entidad donde se realiza la investigación. Se efectúa además la caracterización del consumo de diésel en la provincia. Por último se describe el procedimiento para la planificación energética diseñado por Correa (2014) según la Norma ISO 50001:2011, así como su actualización a partir de los requisitos de la Norma ISO 50 006:2014.

2.2 Caracterización de la Unidad Estatal de Tráfico UET

La Unidad Estatal de Tráfico UET perteneciente al Ministerio del Transporte. La Empresa posee diversas subdirecciones que se encuentran subordinadas a la Dirección Provincial y dependencias en cada una de las provincias como se puede apreciar en el Organigrama de la Institución de la Figura 2.1.

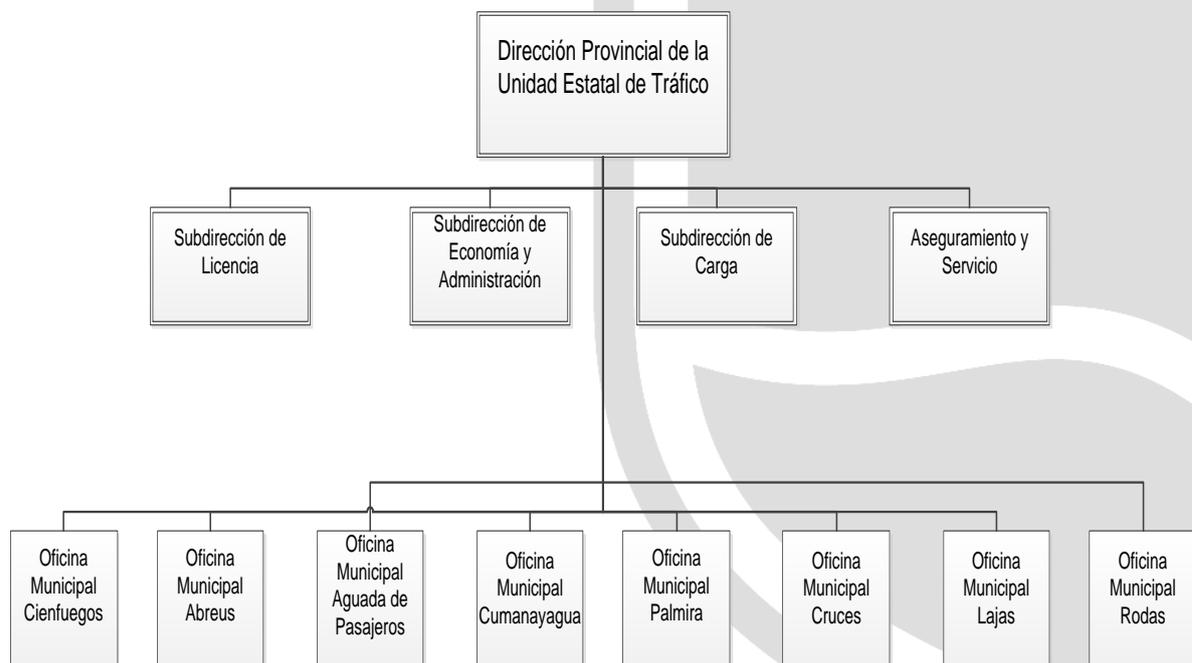


Figura 2.1: Organigrama de la Unidad Estatal de Tráfico UET.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de UET.

Misión

Garantizar el Control Estatal de las Transportaciones de Cargas y Pasajeros a través del establecimiento del sistema de gestión de la calidad, el incremento del nivel técnico



y profesional de los Dirigentes, Funcionarios, técnicos y trabajadores, el fortalecimiento del trabajo de prevención y la elevación constante de la eficacia, haciendo especial énfasis en el Balance de Carga y el Proceso de tramitación de la Licencia Operativa del Transporte y la operación de las Agencias de Carga.

Visión

Garantía de la organización de las transportaciones y el cumplimiento de las normas y regulaciones en el tráfico de las cargas de origen a destino, mediante el otorgamiento de las Licencias de Operaciones del transporte y el funcionamiento de las agencias de cargas.

La Unidad Estatal de Tráfico (UET) cuenta con una plantilla de 88 trabajadores, de la cual se encuentran cubiertos 86 puestos, de ellos 5 Ejecutivos, 66 Técnicos, 14 Servicio y un operario, a continuación se muestra la Figura 2.2 donde se puede observar la cantidad de trabajadores por categoría ocupacional.

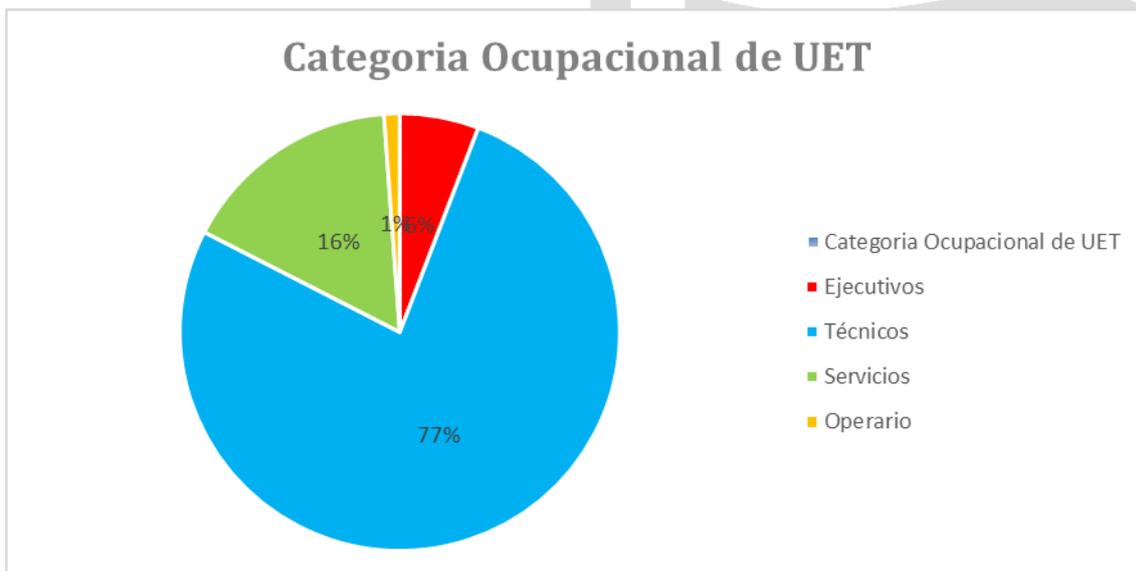


Figura 2.2: Categoría Ocupacional de la Unidad Estatal de Tráfico UET.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de UET.

En la Figura 2.2 se puede observar que la mayor cantidad de la fuerza de trabajo se encuentra en los técnicos, siendo estos el 77% del total de trabajadores.

En la Figura 2.3 se expone el nivel educacional en la empresa. Se observa que la misma cuenta con 31 graduados de nivel Superior, 16 Medios Superior, 5 Básico y 34 Técnico Medio.

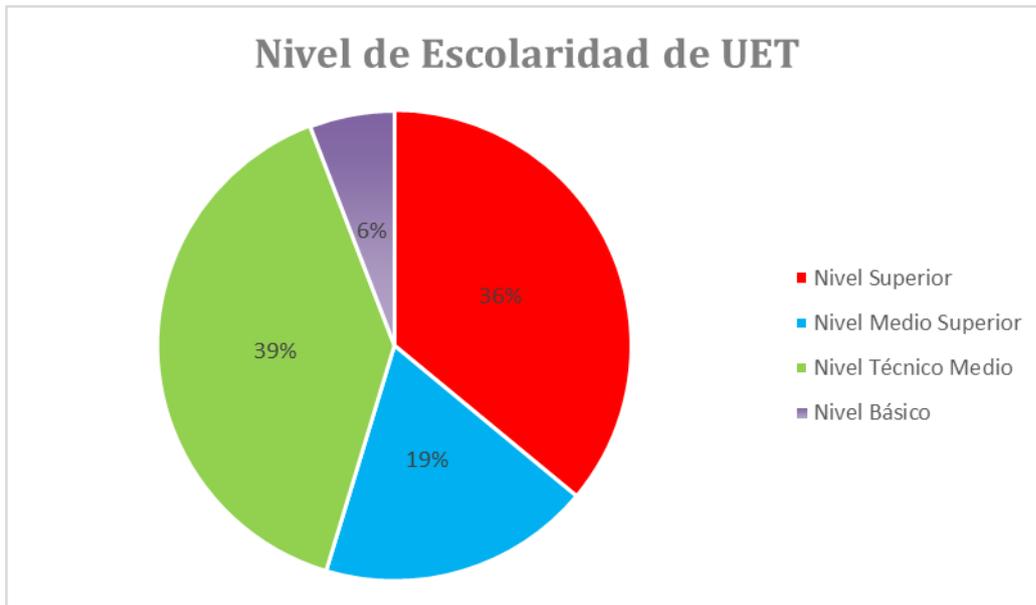


Figura 2.3: Nivel de escolaridad de la Unidad Estatal de Tráfico UET.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de UET.

En la Figura 2.3 se puede observar que la mayor cantidad de la fuerza de trabajo posee Nivel Técnico Medio y Nivel Superior, representando estos el 39 % y el 36 % respectivamente del total de trabajadores.

En cuanto a la distribución de edades de la plantilla se aprecia de forma detallada en la Figura 2.4.

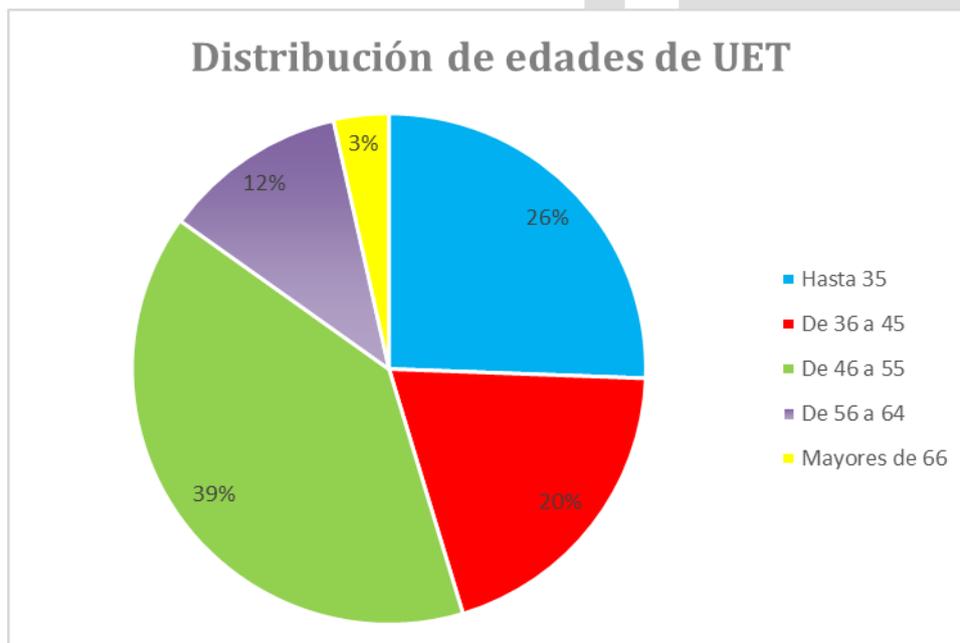


Figura 2.4: Distribución de edades de la Unidad Estatal de Tráfico UET.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de UET.



De la plantilla de trabajadores de la UET se conoce además que 42 son mujeres, lo que representa un 48.83 % del total de trabajadores.

2.2.1 Caracterización del consumo de diésel en la Provincia

El diésel es actualmente uno de los combustibles más utilizado en la actividad transportista. Durante el período 2012-2015, en la provincia de Cienfuegos, el diésel sufrió un comportamiento variable para luego alcanzar cierta estabilidad. Sin embargo durante el último año el consumo se disparó, de modo tal que al concluir el año 2018 se registró que aumentó su consumo en un 17% respecto al año 2017 como se puede apreciar en la Figura 2.5.

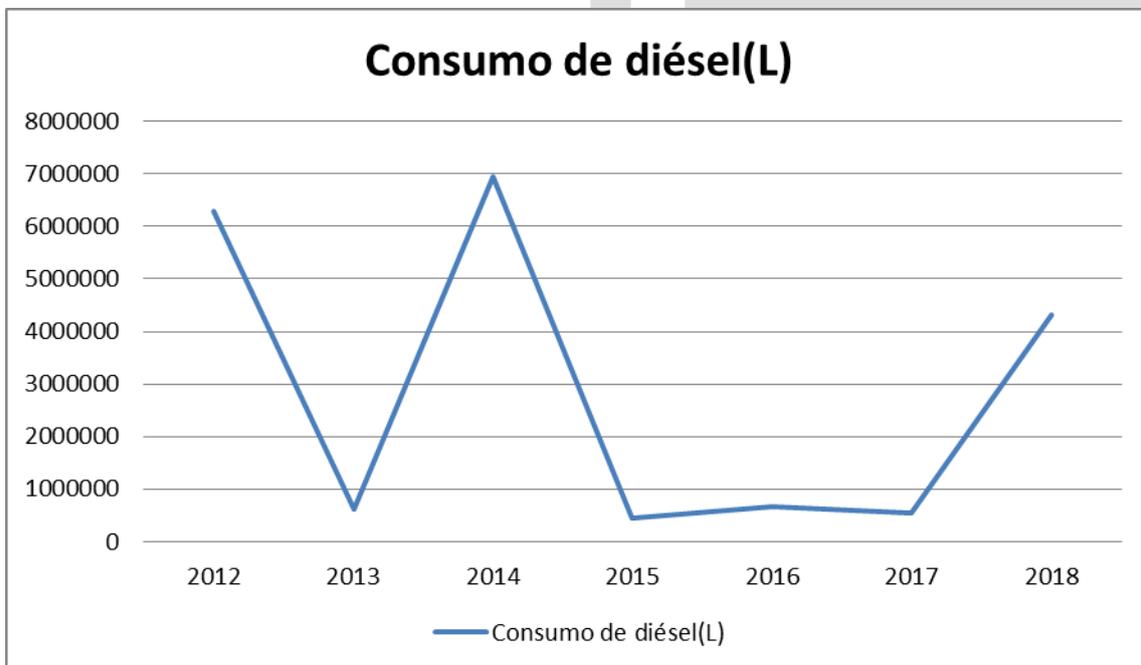


Figura 2.5: Consumo de diésel en el período 2015-2018 en la actividad transportista de Cienfuegos.

Fuente: Elaboración Propia.

La UET mantiene un registro actualizado del consumo de dicho combustible en dicha actividad, así como los kilómetros que recorren los vehículos que lo consumen en pos de registrar los IC para los diferentes vehículos.



2.2.2 Análisis del comportamiento del consumo de diésel en los diferentes sectores de la industria en la provincia de Cienfuegos

Como previamente se comentó, el consumo de diésel en la actividad transportista en Cienfuegos registró un comportamiento irregular previo al año 2015, sin embargo se apreció una estabilidad en cuanto a bajo consumo de dicho portador energético tras este año, hasta que en el 2018 se apreció un pico en cuanto a su uso, en la figura 2.6 se muestra dicho comportamiento desglosado por los sectores de la economía cienfueguera que utilizan dicho portador en su actividad transportista.

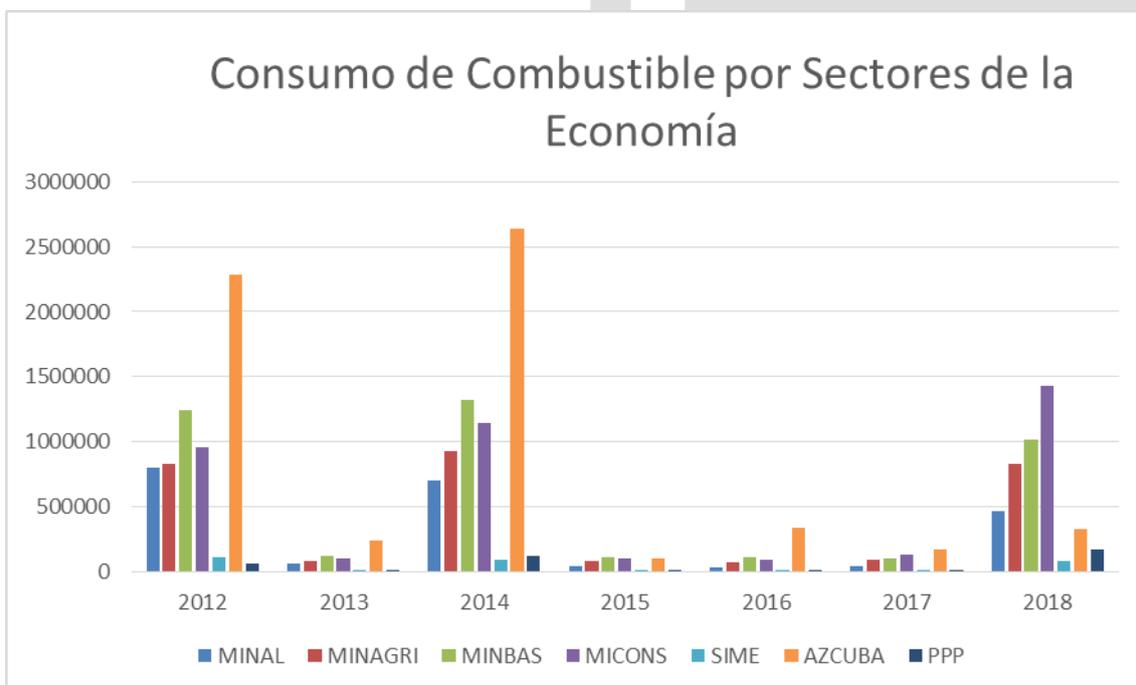


Figura 2.6: Consumo de Diésel por Sectores de la Industria en el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 2.6 muestra el grupo AZCUBA como uno de los sectores más consumidores de la provincia, sin embargo esta situación está dada en muchos casos por el tamaño de la flota de vehículos, lo cual no significa que exista deficiencia en cuanto a la gestión energética.

Un indicador representativo que brinda una medida más adecuada de la eficiencia energética es el Índice de Consumo (IC) que puede ser calculado como los kilómetros recorridos por un vehículo entre el combustible consumido en el recorrido o de forma



inversa. En el presente estudio se utilizará la primera forma de cálculo, por lo que mientras más alto sea el valor del IC más eficiente es el vehículo.

Al realizar el análisis del IC para los sectores previamente investigados se obtuvo que la mayor eficiencia en la gestión del transporte la ha tenido el Ministerio de Alimenticia (MINAL), como se muestra en la figura 2.7.

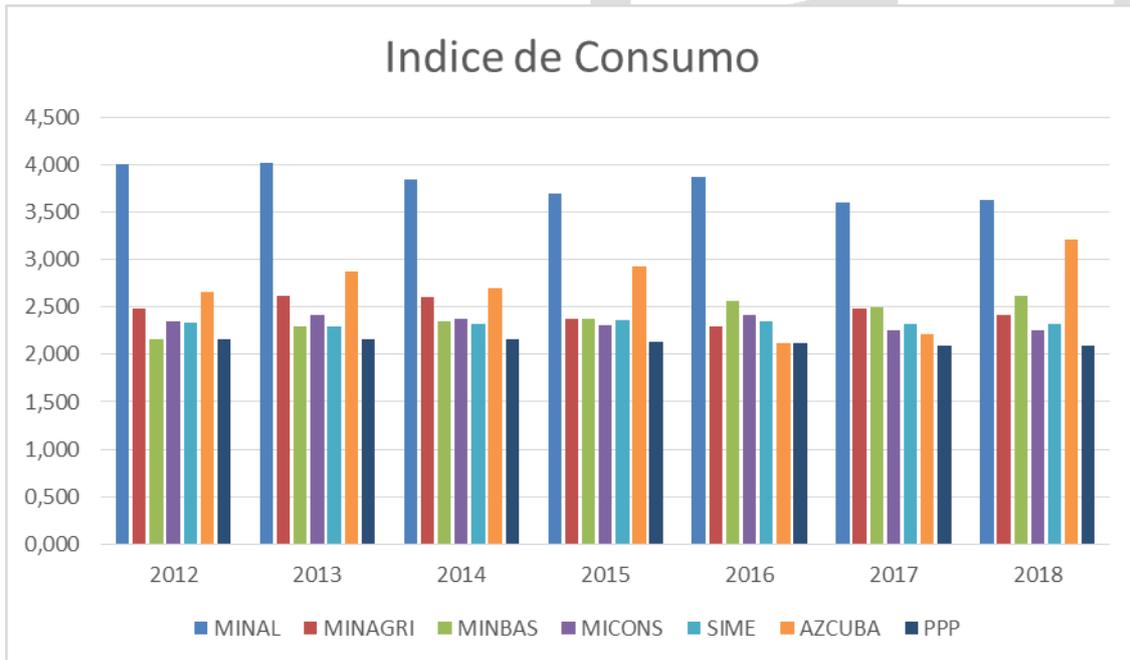


Figura 2.7: Índice de Consumo por Sectores de la Industria de Cienfuegos durante el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 2.8 se muestra mejor la tendencia dominante del IC en el MINAL para el período 2012-2018.

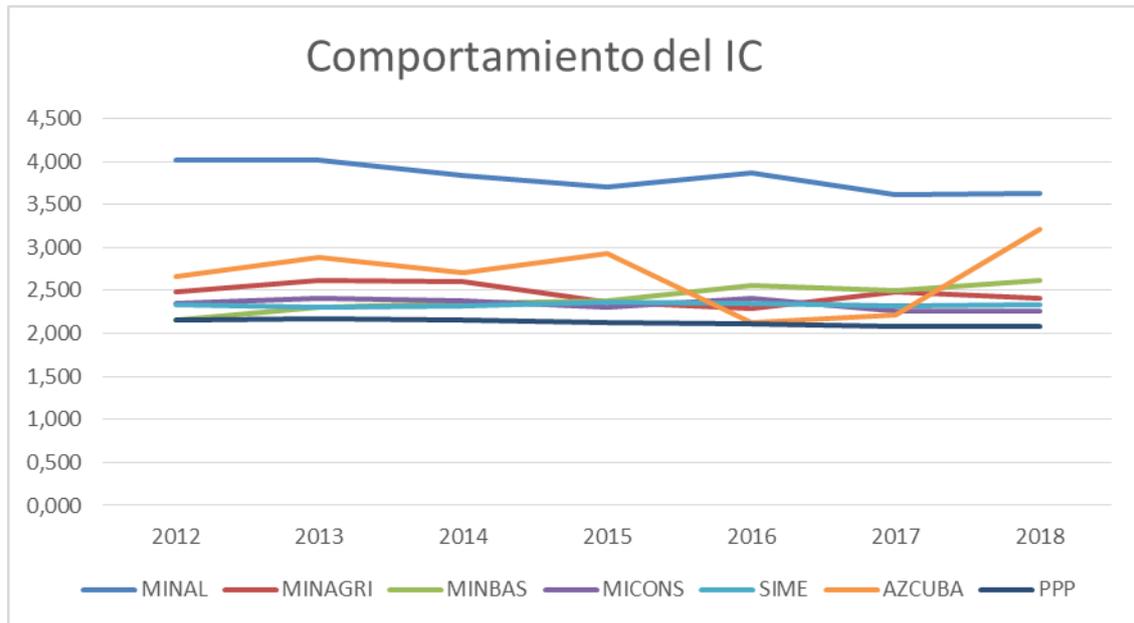


Figura 2.8: Tendencia del IC de los diferentes Sectores de la Industria Cienfuegos durante el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 2.8 se muestra el comportamiento del IC medio de los sectores de la industria cienfueguera, se aprecia una tendencia a la mejora de dicho indicador en el grupo AZCUBA y tendencia a la decadencia en el MINAL, para el resto de los sectores se muestra estabilidad.

2.2.3 Análisis del comportamiento del consumo de diésel en el MINAL en la provincia de Cienfuegos

El MINAL pretende mantener o mejorar su buen desempeño por lo que se hace necesario un análisis más profundo en dicho sector.

Al realizar el análisis anterior solo para el MINAL (Figura 2.9) se muestra más detalladamente una tendencia muy marcada, a disminuir, a pesar de que en el 2016 hubo un aumento de este indicador.

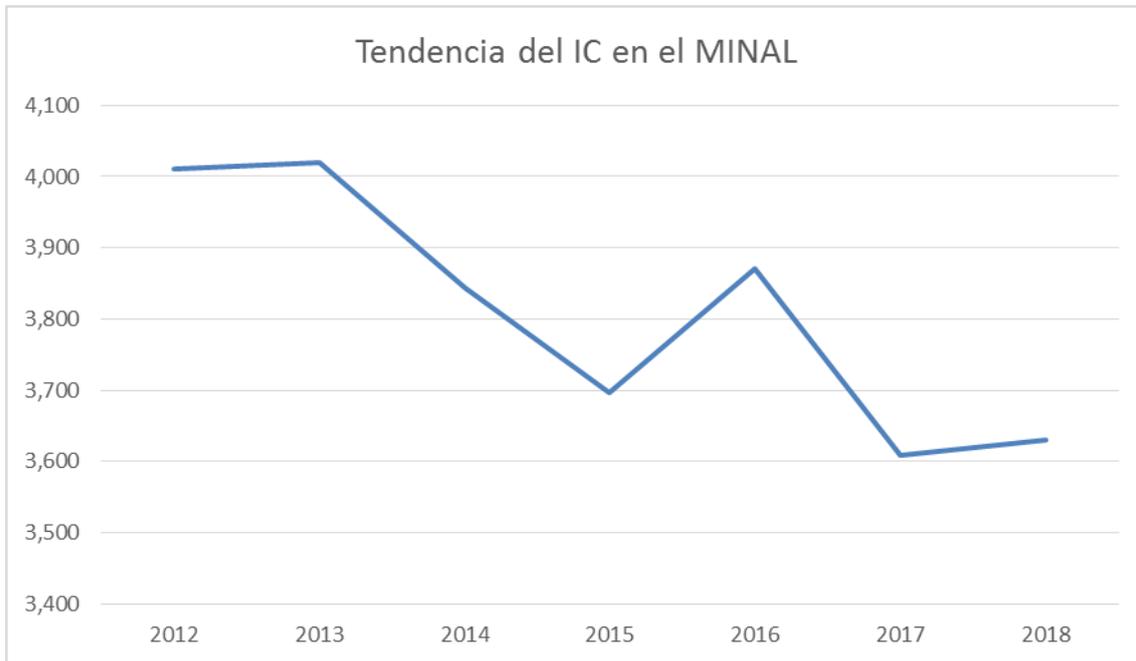


Figura 2.9: Tendencia del Índice de Consumo en el MINAL en el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de mejorar e incluso estabilizar el comportamiento del índice de consumo del MINAL es preciso examinar a mayor profundidad las empresas de dicho sector que se encuentran en la provincia.

Mediante la indagación en el consumo de diésel del MINAL que muestra la Figura 2.10 se puede ver un papel preponderante del Combinado Lácteo pero como se menciona en el epígrafe anterior la variable consumo depende de varios factores por lo que se hace necesario analizar el índice de consumo para dichas empresas en el período 2012-2018.

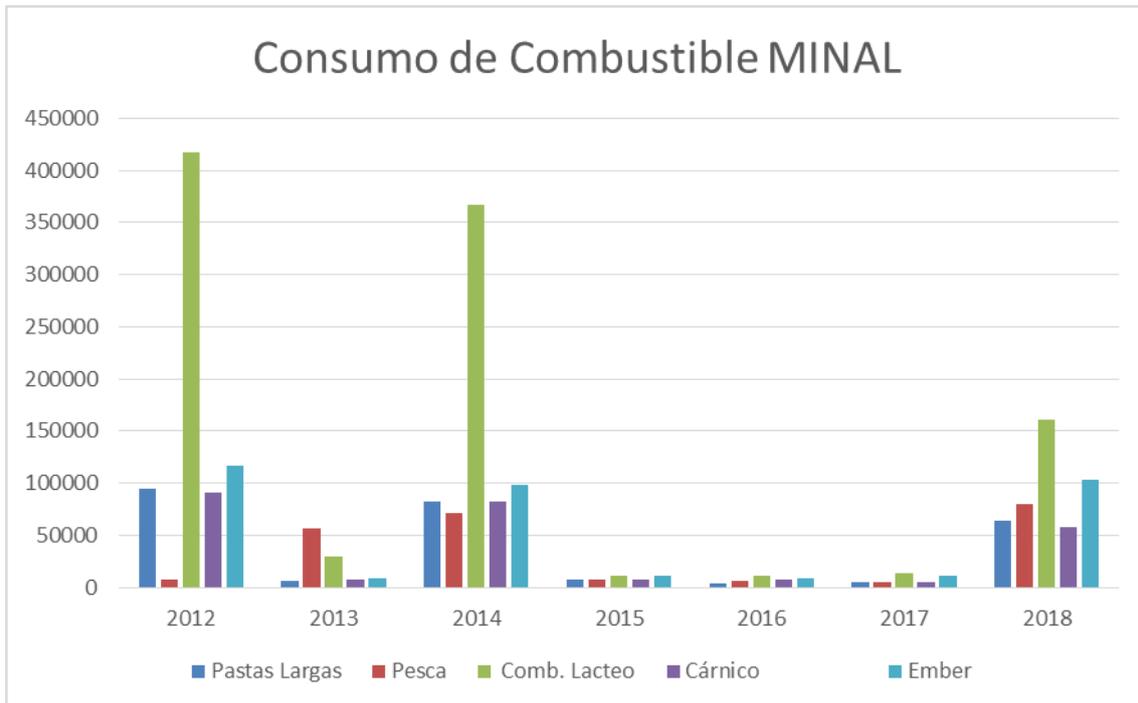


Figura 2.10: Consumo de Diésel de las empresas de la provincia pertenecientes al MINAL.

Fuente: Elaboración Propia.

Tras llevar a cabo el análisis del índice de consumo medio para estas empresas, como se puede apreciar en la Figura 2.11, el peor comportamiento, en cuanto a este indicador, lo presenta la Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos (EPICIEN).

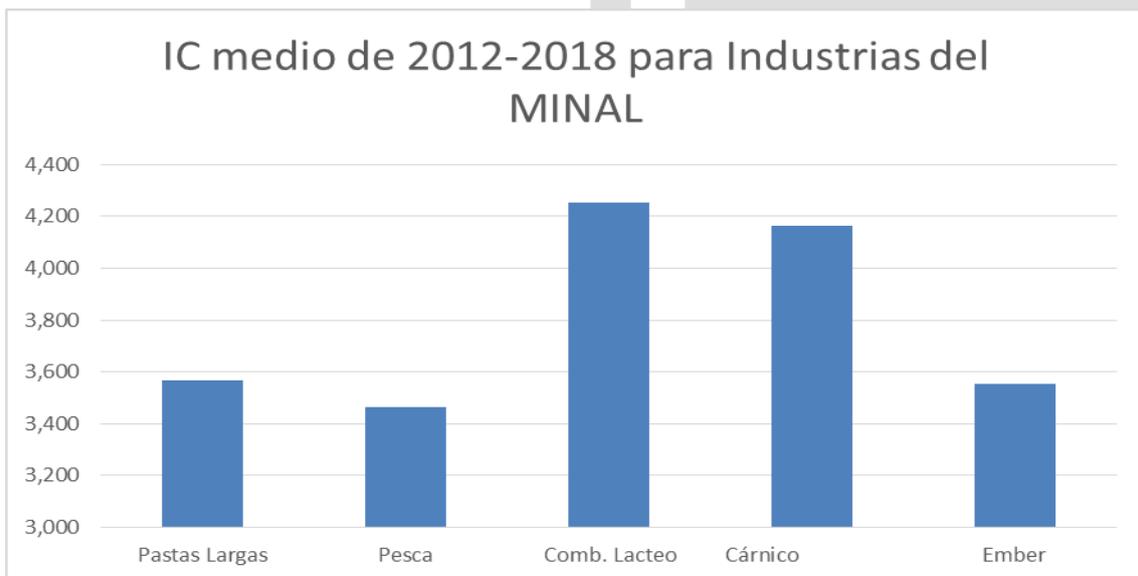


Figura 2.11: Índice de consumo medio para industrias del MINAL durante el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración Propia.

En pos de cumplir con las metas energéticas del sector se hace necesario mejorar el comportamiento del índice de consumo de diésel para la industria con peores resultados en los últimos años, esto unido a que se conoce que la empresa ha realizado este tipo de estudio anteriormente y que desea que este sea actualizado, determina que el presente estudio se enfocará en EPICIEN.

2.2.4 Análisis del comportamiento del consumo de diésel en EPICIEN

El estudio energético realizado previamente en EPICIEN fue realizado durante el período 2012-2014. Al analizar el consumo de diésel (Figura 2.12) en los años durante los que se realizó el estudio anterior se puede apreciar que existía una tendencia al aumento, sin embargo en los tres años posteriores al estudio se apreció un descenso considerable del consumo de diésel en la entidad, solo para volver a verse un aumento en el último año.

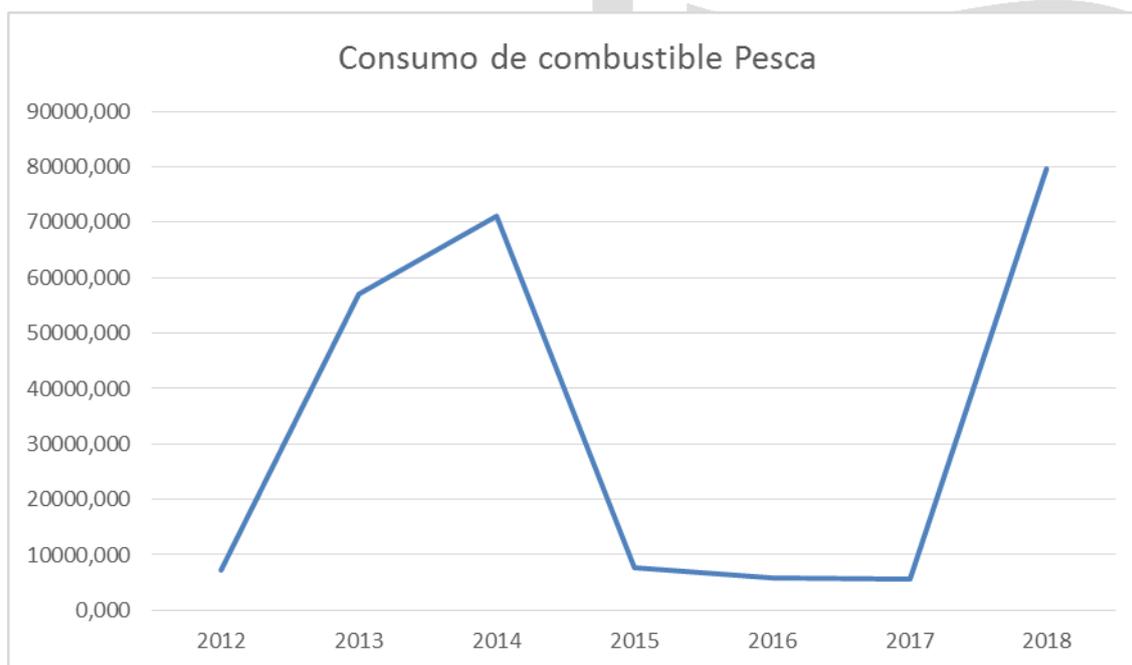


Figura 2.12: Consumo de Diésel en EPICIEN durante el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración Propia.

Tras efectuar una observación más profunda de este período en la entidad mediante la utilización del IC, se puede apreciar en la Figura 2.13 que previo a la realización del primer estudio existió una decadencia en cuanto al comportamiento de este indicador, sin embargo en los dos años posteriores a la investigación hubo un aumento

considerable del valor medio del IC, sin embargo se aprecia nuevamente un descenso de la variable en los dos últimos años.

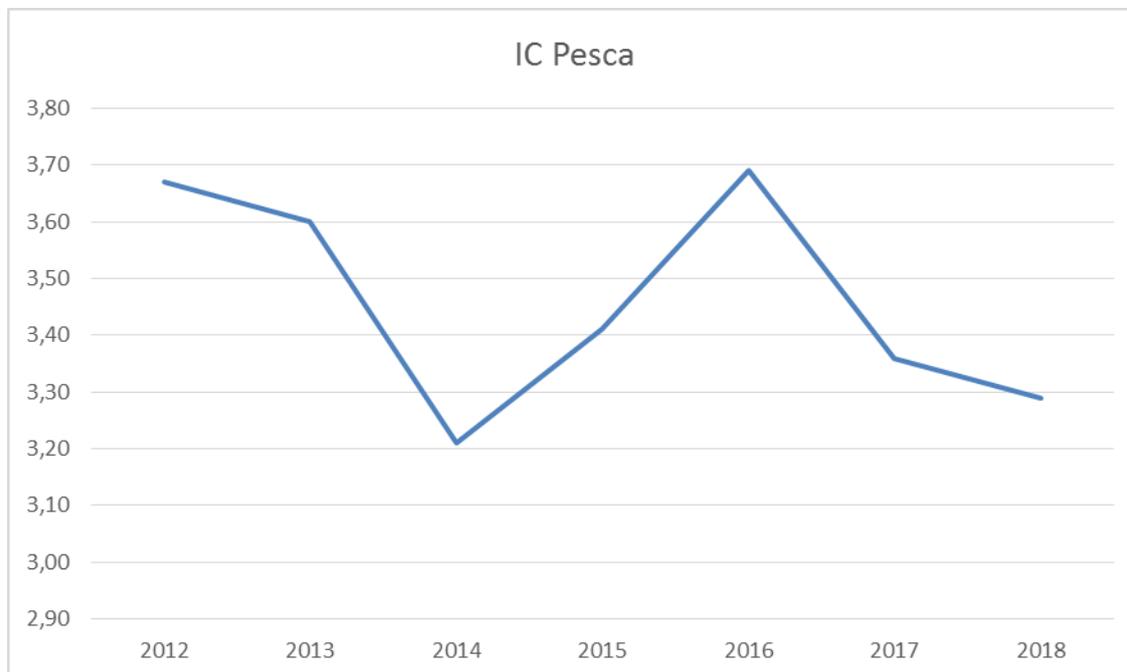


Figura 2.13: Comportamiento de IC en EPICIEN durante el período 2012-2018.

Fuente: Elaboración Propia.

2.3 Procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la Norma ISO 50006: 2014.

El procedimiento propuesto para la planificación energética diseñado por Correa, 2014; consta de cinco etapas como previamente se ha mencionado.

En la figura 2.14 y en el anexo 1 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 una de estas.

También se muestra la actualización que recibe el procedimiento antes mencionado, ahora con la incorporación de la ISO 50006: 2014 de Sistemas de Gestión Energética, la que es de vital importancia porque complementa la ISO 50001:2011, además de brindar cajas de ayuda prácticas diseñadas para proporcionar al usuario ideas, ejemplos y estrategias para medir el rendimiento energético usando líneas bases e índices de rendimiento. Estas modificaciones se pueden observar principalmente en la Etapa IV del procedimiento.



Figura 2.14: Procedimiento para la planificación energética

Fuente: Salinas (2017) adaptado de Correa (2014)

A continuación se describen las cinco etapas que componen el procedimiento de planificación energética y sus respectivos pasos, declarándose en cada una de estas objetivos, técnicas y herramientas a utilizar y los resultados esperados.

2.4.1 Etapa I: Revisión del proceso de planeación energética

Responsable: Jefe del Equipo de Trabajo.

Participan: Miembros del Equipo de Trabajo, Clientes Internos.

Objetivo: Revisión del proceso de planificación energético actual en correspondencia con la norma ISO 50006:2014.

La etapa I consta de tres pasos para su desarrollo, los cuales se detallan a continuación:

1. Formar el equipo de trabajo.

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. Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios, según la siguiente expresión:

$$n = \frac{p(1 - p)K}{i^2}$$



Dónde: K: constante que depende del nivel de significación ($1 - \alpha$). p: proporción de error I: precisión ($i \leq 12$)

Tabla 2.1: Valor de K con diferentes niveles de confianza.

Fuente: Correa (2014)

Nivel de Confianza en (%)	Valor de K
99	6,6564
95	3.8416
90	2.6806

Los datos para los cálculos los fija el investigador.

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:

- Conocimiento del tema a tratar.
- Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.
- Años de experiencia en el cargo.
- Vinculación a la actividad lo más directamente posible.

Herramientas a utilizar:

- Entrevistas
- Aplicación de lista de chequeo
- Encuestas
- Revisión de documentos

Resultado:

La conformación del equipo de trabajo.

2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.

Se presentará ante la alta dirección el grupo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección, para su aprobación.



Resultado:

La aprobación por la alta dirección de la organización.

3. Revisión del proceso de planeación energética.

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 norma ISO 50 006:2014.

Herramientas a utilizar:

En este paso se propone una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética diseñada a partir de la Norma ISO 50006:2014. (Anexo 2)

Resultado:

La revisión del proceso de planeación energética y su correspondencia con la norma ISO 50006:2014.

2.4.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos.

Responsable: Jefe del Equipo de Trabajo.

Participan: Miembros del Equipo de Trabajo.

Objetivo: Recopilar los requisitos internacionales, nacionales, regionales o locales, relacionados con la energía.

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. En este caso, se tendrán en consideración normas, regulaciones, leyes e indicaciones estipuladas por:

1. Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba
2. Organización Básica Eléctrica (OBE)
3. Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC)
4. Ministerio al cual pertenece la entidad
5. Grupo empresarial al cual pertenece la entidad
6. Resoluciones de la entidad
7. Todas desde el punto de vista energético



Herramientas a utilizar:

- Revisión y búsqueda de la documentación relacionada con la gestión energética y el uso de los portadores energéticos.
- Trabajo en equipo.

Resultado:

Creación de una base documental sobre la gestión de la energía y uso de portadores energéticos. 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.

2.4.3 Etapa III: Revisión energética.

Responsable: Jefe del Equipo de Trabajo.

Participan: Miembros del Equipo de Trabajo.

Objetivo:

1. Analizar el uso y consumo de energía en la organización.
2. Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.
3. Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

La etapa III consta de tres pasos para su desarrollo, los cuales se detallan a continuación:

1. Analizar el uso y consumo de energía en la organización.

Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.

Herramientas a utilizar:

- Diagrama energético productivo:

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. En el diagrama pueden mostrarse además los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprosesados 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.



Este diagrama es de gran utilidad pues:

1. Muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético.
2. Muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados.
3. Muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo.
4. Muestra posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos.
5. Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores.
6. Permite determinar la producción equivalente de la empresa.
 - El gráfico de consumo y producción vs tiempo (E-P vs. T):

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 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). (Salinas, 2017)

Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa. Es por ello que se consideran comportamientos anómalos los siguientes:

1. Incrementa la producción y decrece el consumo de energía.
2. Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.

La razón de variación de la producción y el consumo, ambos creciendo o decreciendo, son significativos en el período analizado.

De acuerdo con UPME (2006) citado en Correa (2014), 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 2.2.

Tabla 2.2: Confiabilidad de los datos.

Fuente: Correa (2014)

Porcentaje de Confiabilidad (%)	Clasificación
100-95	Bueno
95-80	Regular
Menor 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) y CEEMA (2002) citado por Salinas (2017).

Se identifican dos tipos de variaciones:

1. Variación por causas comunes: Es aquella que permanece día a día, lote a lote y la aportan en forma natural las condiciones actuales de las 6M's (Materiales, maquinaria, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente)
2. Variación por causas especiales o atribuibles: Es causada por situaciones o circunstancias especiales que no son permanentes en el proceso.

Un proceso que trabaja solo con causas comunes de variación se dice que está en control estadístico o su variación a través del tiempo es estable. Un proceso en el que están presentes causas especiales de variación se dice que está fuera de control estadístico o simplemente que es inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso. Una descripción más detallada de cada uno de estos gráficos o cartas de control la muestran Gutiérrez (2007).

El objetivo del uso de este gráfico en este contexto es determinar si los consumos y costos energéticos tienen un comportamiento estable o un comportamiento anómalo.



Utilidad de los gráficos de control:

1. Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
2. Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
3. Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
4. Establecer acciones o estrategias para eliminar las anomalías que provocan incremento de los consumos o mantener las condiciones que provocan reducción de los mismos.
5. Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

Una vez que se hayan adoptado acciones para evitar la recurrencia de los problemas, se descartan los datos de las anomalías y se calculan los nuevos límites de control para el seguimiento del comportamiento de los consumos. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

- Análisis de capacidad del proceso:

Es analizar cómo 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 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.

- Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM):

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.

Resultado:

Evaluar el uso y consumo de la energía.

2. Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.

Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.

Herramientas a utilizar:

- Diagrama de Pareto:

Son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la ley de Pareto o ley 80 – 20, el cual indica que el 80 por ciento de los problemas son originados por un 20 por ciento de las causas.

Este principio ayuda a separar los errores críticos, que normalmente suelen ser pocos, de los no críticos o triviales.

- Estratificación:

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. 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.

Resultado:

- Identificar las fuentes de energía más significativas.
 - Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamientos, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
3. La identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético.



Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.

Herramientas a utilizar:

- Análisis del modo de falla y efecto (FMEA):

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. Este es un índice utilizado para medir la importancia de los aspectos listados.

Tabla 2.3: Índice para realizar el análisis de modo de falla y efecto.

Fuente: Salinas (2017)

No	Entradas	Modo de Fallo	Efecto de Fallo	Sev	Causas Potenciales	Occ	Acciones Correctivas	Det	RPN
----	----------	---------------	-----------------	-----	--------------------	-----	----------------------	-----	-----

La frecuencia con que ocurren las fallas junto con su severidad es una medida de la confiabilidad de un sistema.

Mientras mayor sean éstas, menor será la confiabilidad. El FMEA juega un papel fundamental en la identificación de los fallos antes de que ocurran, es decir, posibilita las acciones preventivas. (Gutiérrez, 2007)

- Diseño de experimentos (DOE):

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.

Entre los objetivos del experimento pueden incluirse:

1. Determinar cuáles variables tiene mayor influencia en la respuesta, "Y".
2. Determinar el mejor valor de las "X" que influyen en "Y", de modo que "Y" tenga casi siempre un valor cercano al valor nominal deseado.



3. Determinar el mejor valor de las "X" que influyen en "Y", de modo que la variabilidad de "Y" sea pequeña.
4. Determinar el mejor valor de las "X" que influyen en "Y", de modo que se minimicen los efectos de las variables incontrolables.

Los métodos de diseño experimental tienen un cometido importante en el desarrollo de procesos y en la depuración de procesos para mejorar el rendimiento.

- Diagrama de causa y efecto o Ishikawa:

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.

El diagrama se debe utilizar cuando pueda contestarse "sí" a una o las dos preguntas siguientes:

1. ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
2. ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en el gráfico. Estos son:

1. Método de las 6M's: Consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final.
2. Método de flujo del proceso: Consiste en construir la línea principal del diagrama de Ishikawa siguiendo el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas.
3. Método de estratificación o enumeración de causas: Implica construir el diagrama de Ishikawa yendo directamente a las causas potenciales del problema sin agrupar de acuerdo con las 6M's.

- Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto).

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.



- Urgencia:

Se relaciona con el tiempo disponible frente al tiempo necesario para realizar una actividad. Para cuantificar en la variable cuenta con una escala 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.

- Tendencia:

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 hallan 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.

- Impacto:

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.

Resultado:

1. Evaluar el uso y consumo pasado y presente de la energía.
2. Identificar las fuentes de energía más significativas.
3. Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
4. Estimar el uso y consumos futuros de energía.

2.4.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética.

Responsable: Jefe del Equipo de Trabajo.

Participan: Miembros del Equipo de Trabajo.

Objetivo:

1. Revisión de la Energía siguiendo los pasos siguientes:
 - Definición de los límites de indicadores de rendimiento energético.
 - Definir y cuantificar los flujos de energía.



- Definir y cuantificar las variables relevantes.
 - Definir y cuantificar los factores estáticos.
2. Determinación de indicadores de rendimiento energético mediante:
- La identificación de los usuarios de los indicadores de eficiencia energética.
 - Determinación de las características específicas de rendimiento energético cuantificado.
3. Determinación de la Línea de base energética teniendo en cuenta:
- El periodo de muestreo adecuado.
 - Comprobación de las mismas.
4. Mejora, diseño o incorporación de Indicadores de desempeño energético, a través de:
- Detectar deficiencias en los indicadores actuales.
 - Mejorar (modificar) los indicadores existentes
 - Incorporar indicadores energéticos de empresas líderes a través del Benchmarking.
 - Diseñar indicadores propios a los procesos productivos o de servicio para la organización en general o sector.

Requisitos obligatorios para determinación de indicadores de rendimiento, línea base energética y desempeño energético. La línea base e indicadores de rendimiento 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 un año. Con ello se muestra a la entidad como ha sido su comportamiento.

Herramientas a utilizar:

- Diagramas de dispersión:

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 período 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%. Ello indica que coeficientes menores al mencionado 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 de correlación igual al 80%. La ecuación que se ajusta a los puntos de la gráfica está dada por:

$$E = mP + E_0$$

Donde:

E: Consumo de energía en el período seleccionado.

P: Producción asociada en el período seleccionado.

M: Pendiente de la línea.

E₀: Intercepto de la línea.

m*P: Energía utilizada en el proceso productivo.

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 (E₀) es el consumo de energía no asociado a la producción, lo que quiere decir que a pesar de dejar de producir hay un consumo fijo dado por E₀. Muchas de las oportunidades de ahorros de energía están en ese consumo y pueden lograrse con poca inversión.

- CUSUM y CUSUM tabular:

La selección del período base puede apoyarse en un análisis CUSUM, herramientas que fueron explicadas en la Etapa III del procedimiento.

- Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P)

Una vez que se tenga la ecuación regresión, puede obtenerse el índice de consumo dividiendo dicha ecuación por la producción, tal como se presenta a continuación:

$$E = m * P + E_0$$

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = m + E_0/P$$

La ecuación 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). [UPME (2006) citado en Correa (2014)]

De este modo, el índice de consumo es una herramienta que contribuye a la programación de la producción. Este gráfico es muy útil para establecer sistemas de gestión energética y estandarizar procesos a niveles de eficiencia energética superiores.

Utilidad de los diagrama IC vs. P:

1. Establecer metas de índices de consumo en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
2. Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.
3. Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
4. Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

Resultados:

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.

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

Responsable: Jefe del Equipo de Trabajo.

Participan: Miembros del Equipo de Trabajo.

Objetivo:

1. Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética.
2. Establecer planes de control para el proceso.

Se aplican las técnicas que se muestran a continuación para darle cumplimiento al objetivo propuesto en esta etapa.

Herramientas a utilizar:

- 5Ws y 2Hs:

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 2.4.

Tabla 2.4: Oportunidad de Mejora.

Fuente: Correa (2014)

Oportunidad de Mejora:						
Meta:						
Responsable General:						
Qué	Quién	Cómo	Por Qué	Dónde	Cuándo	Cuánto

Planes de control del proceso: 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 2.5.

Tabla 2.5: Planes de control.

Fuente: Correa (2014)

Entrada	Oportunidad de Mejora	Indicador	Rango de Control	Frecuencia de Control	Responsable

Resultado:

Elaboración y propuesta de planes de acción y de control para el proceso de planeación energética.

2.5 Conclusiones del Capítulo

Al terminar este capítulo se llega a las siguientes conclusiones:

1. Durante el último año ha habido un pico de consumo de diésel en la provincia de Cienfuegos, de modo tal que al concluir el año 2018 se registró que aumentó su consumo en un 17% respecto al año anterior.
2. Durante el período 2012-2018, el MINAL posee el mayor Índice de consumo medio en su actividad transportista, con una tendencia en los últimos tres años a la decadencia de dicha variable, por lo que en pos de mantener dichos resultados se debe mejorar el comportamiento de EPICIEN, la cual posee el peor comportamiento del IC dentro de dicho sector.



3. Durante el período 2012-2014 se aplicó en EPICIEN el procedimiento para la Planificación Energética diseñado por Correa (2014) para cuatro de los ocho furgones existentes en el parque de vehículos donde se apreció un aumento del IC medio de la institución y una disminución del consumo de diésel en los dos años posteriores, dicho procedimiento será aplicado nuevamente en la entidad y modificado mediante la ISO 50 006:2014.



Capítulo III



Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética según la ISO 50 006:2014 en el proceso de transportación de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza una breve caracterización de la empresa EPICIEN y del proceso de transporte en la misma, así como la aplicación del procedimiento propuesto para la planificación energética de los vehículos de transportación pesada de carga de EPICIEN en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011 y modificado según los requisitos de la ISO 50 006:2014, propuesto en el capítulo anterior al proceso de transporte.

3.2 Caracterización de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN

La Empresa Pesquera Industrial EPICIEN subordinada al Grupo Empresarial de la Industria Alimenticia GEIA, perteneciente al Ministerio de la Industria Alimenticia, se crea por la Resolución No. 295/01 del Ministerio de la Industria Pesquera el 30 de noviembre del 2001.

La empresa cuenta con tres grandes ramas de producción: la actividad extractiva de plataforma dirigida a las capturas de camarón y especies de escamas, la actividad acuícola intensiva y extensiva y de producción de alevines que garantizan la semilla para el cultivo de estas especies y el procesamiento industrial y de conformados.

Misión

Satisfacer las exigencias del mercado interno y externo, a través del cultivo, captura, procesamiento y comercialización de productos pesqueros de calidad y alto nivel nutricional; de manera eficiente y eficaz con la participación de sus directivos y trabajadores competentes y comprometidos.

Visión

1. Somos una empresa líder en el mercado nacional e internacional distinguida por la calidad y diversidad de los productos pesqueros, sin afectar el ecosistema.
2. Los trabajadores y cuadros de dirección han alcanzado un alto grado de compromiso y motivación que les permite obtener mejores resultados.
3. Existe un mayor grado de satisfacción de la población con los productos que recibe.
4. Se dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado por las normas ISO que garantiza la inocuidad de los alimentos.



5. Tecnología moderna en los procesos industriales y una elevada disciplina de mantenimiento y utilización de las mismas que permite la diversificación de las producciones y por ende la sustitución de importaciones.
6. Sostenemos una administración responsable del medio ambiente.

3.3 Caracterización del proceso de transportación de EPICIEN

El proceso de transportación de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN es uno de los procesos claves que se evidencia en el mapa general de la organización (Anexo 3), pues permite dar cumplimiento a la misión que se establece e incide en satisfacer las exigencias del mercado interno y externo, a través del cultivo, captura, procesamiento y comercialización de productos pesqueros de calidad y alto nivel nutricional; de manera eficiente y eficaz con la participación de sus directivos y trabajadores competentes y comprometidos, este tiene como objetivo fundamental garantizar una mejor eficiencia en el sistema de transporte automotor, objetivo que está referido al lineamiento número 270.

No. 270 “Garantizar la utilización de los esquemas y medios más eficientes para cada tipo de transportación, a través del perfeccionamiento del Balance de Cargas del país, aprovechando las ventajas comparativas del ferrocarril, del cabotaje, de las empresas especializadas y de la contenerización para desarrollar el transporte multimodal.”

3.4 Revisión de la política energética

La Empresa tiene definido una política de calidad e inocuidad que abarca los requisitos de las normas NC ISO 9001/2008 y NC 136/2007.

La alta dirección de EPICIEN asume el compromiso de cumplir los requisitos legales, reglamentarios y corporativos vigentes, así como certificar y mantener un Sistema de Gestión de la Calidad e Inocuidad según los requisitos de la NC– ISO 9001:2008 y la NC 136:2007.

Esta política posee elementos relacionados con otro sistema de gestión como son: NC 3 000:2007 “Gestión del capital Humano”, NC ISO 18 000/2005 “Gestión de la Seguridad y Salud del Trabajo” y la NC ISO 14 001/2004 “Gestión Medio Ambiental” Gracias a la realización previa de un estudio de este tipo por Rabassa (2015), la empresa cuenta con conocimientos relacionados con la NC ISO 50 001/2011 “Gestión de la Energía”, sin embargo no han sido comprendidos dentro de la política de la empresa, tampoco se han introducidos los nuevos elementos que aporta la NC ISO 50 006:2014 sobre este tema.



3.5 Resultados de la aplicación del Procedimiento para la Planificación Energética en la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN

3.5.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación Energética

Paso 1: Formación del equipo de trabajo

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

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

Dónde:

K : constante que depende del nivel de significación $(1 - \alpha)$.

p : proporción de error

i : precisión ($i \leq 12$)

$$n = \frac{0.03(1 - 0.03) * 3.8416}{0.12^2}$$

$$n = 7.76319 \approx 8 \text{ expertos}$$

El número de expertos necesarios resultó ser ocho.

La selección de los expertos se realiza a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño del procedimiento expuesto en el Capítulo II de la investigación y del análisis que se realiza de forma conjunta entre el autor del trabajo y la dirección de la empresa, quedando conformado de la siguiente forma:

1. Director General de la Empresa
2. Especialista C en uso y Ahorro Racional de la Energía.
3. Especialista en gestión comercial.
4. Técnico en Control de Flota (Especialista principal)
5. Técnico A del transporte automotor
6. Investigadores Gestión Energética
7. Especialista Principal de Calidad
8. Distribuidor mayorista

Paso 2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección

El equipo de trabajo es presentado y aprobado por el consejo de dirección de la organización objeto de estudio.



Paso 3. Revisión del Proceso de Planeación Energética

La Empresa Pesquera Industrial EPICIEN, adquiere el portador diesel por dos vías, por lo que se realiza dos procesos de planificación energética para dicho portador:

El diesel directo se utiliza en la flota camarón, la flota escama y en las calderas, ya que la técnica de los barcos es muy antigua y los hace ser muy consumidores, el combustible es suministrado por el Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria GEIA y extraído en patana y pipas desde la refinería.

El diesel tarjetas se utiliza en los camiones de distribución (isotérmicos), de cargas (plataforma y tractoras).

La Planeación Energética se realiza mediante el Balance de Carga, este se lleva a cabo por el técnico en ahorro y uso racional de la energía, que en coordinación con la dirección de transporte elaboran la propuesta del plan de los portadores energéticos en el primer trimestre del año, basado en el índice de consumo de los vehículos disponibles y en el nivel de actividad a realizar. La planificación y demanda a utilizar en el próximo año se realiza teniendo en cuenta la actividad a la que está dirigida el combustible, a partir de datos históricos y la demanda de los vehículos, ya sean: distribución, actividades administrativas, otras actividades y pesca privada.

Organización de la Planificación.

Para la elaboración del plan se tiene en cuenta las premisas y lineamientos siguientes:

1. Capacidades reales actuales de todos sus medios.
2. Comportamiento de los reales estadísticos históricos.
3. Resoluciones Económicas del V Congreso del Partido Comunista de Cuba.
4. Bases Generales para la confección del plan, tanto del Ministerio de Economía y Planificación, como del Ministerio de la Industria Pesquera.

El combustible del plan correspondiente de EPICIEN se desagrega por meses y es del conocimiento de las áreas: técnico, economía, transporte y el consejo de dirección. Además se chequea diariamente por el energético y los trabajadores de GPS. En aquellos casos que por necesidad de la empresa es necesario realizar tareas no planificadas, se evalúa en el consejo de dirección y se presenta al grupo energético de EPICIEN, para su posterior aprobación.

Se cuenta con un Programa de ahorro de Portadores Energéticos donde se registran las medidas relacionadas con el ahorro de combustibles y lubricantes, procesándose



mensualmente los ahorros físico y de valores, y se rinde cuenta al consejo de dirección y reunión de afiliados.

Según lo comentado en el Capítulo II de la presente investigación en este paso también se debe aplicar una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética, la cual. Los resultados de su aplicación se muestran en el anexo 4, del total de 26 ítems con que cuenta la lista de chequeo, la empresa no cumple con 8, lo que representa el 30.76 % del total como se muestra en la figura.

Los aspectos evaluados que constituyen las no conformidades se muestran a continuación:

1. No se han realizado cambios importantes en los proceso de patrones de operación o sistema de energía, o de acuerdo en método predeterminado.
2. No se revisa y compara los índices de consumo con la línea de base energética de forma apropiada.
3. No se establece plazos para el logro de los objetivos y metas.
4. No son los objetivos coherentes con la política energética.
5. No son las metas coherentes con las políticas energéticas.
6. No se establecen, implementa y mantienen planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas en la organización.
7. No se documentan y actualizan los planes de acción a intervalos definidos.
8. No se incluyen en los planes de acción:
 - La designación de responsabilidades,
 - Los medios y plazos previstos para lograr las metas individuales,
 - Una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético,
 - Una declaración del método para verificar los resultados.



Figura 3.1: Resultado de la aplicación de la lista de chequeo para la planificación energética según la norma ISO 50006: 2014.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos

En esta etapa se pretende recopilar todos los requisitos relacionados con el uso y control de los portadores energéticos. Para ello se realiza una revisión y búsqueda de toda la documentación relacionada con la gestión energética. Las normas, resoluciones e instrucciones que regulan la gestión energética y el consumo de portadores energéticos de la empresa son:

Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba:

- Nuevas medidas de ahorro de electricidad para el sector estatal en el año 2007. RS1604. 21 de febrero 2007.

Ministerio de Economía y Planificación (MEP):

- Instrucción 1/2007 Indicaciones para el ahorro del combustible que se emplea por el sector estatal en la transportación de carga.
- Instrucción 2/2007 Procedimiento para la adquisición, carga y uso de las tarjetas de consumo de combustible.
- Instrucción 3/2007 sobre los informes de liquidación de combustible para las actividades asociadas a planes especiales o a actividades no repetitivas.
- Instrucción 5/2007 Indicaciones para la apertura del combustible y la energía eléctrica para el plan 2008.
- Acuerdo No. 5959/2007 para el control administrativo.
- Instrucción No. 1 del 2010. "Procedimiento para la adquisición, carga y uso de las Tarjetas pre-pagadas para combustible".



Ministerio de Finanzas y Precios:

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

Ministerio de Energía y Minas:

- Resolución No. 328. 9 de noviembre 2007 sobre el establecimiento del plan anual de consumo de portadores energéticos.
- Carta Circular No.25 "Indicaciones sobre el ahorro de combustible y electricidad".
- Resolución No. 546/2007 sobre la aplicación de los Índices de Pérdidas cuyas operaciones estén comprendidas en el proceso de producción, refinación, manipulación (recibo, almacenamiento y entrega) y transportación de combustibles, lubricantes y Gas manufacturado, en las actividades de Producción, Refinación y Comercialización.
- Guía de supervisión Origen-Destino. 2013. Dirección de Supervisión de Consumo y Control de Portadores Energéticos de CUPET.

Oficina nacional de Estadística (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.

Ministerio del Transporte:

- Norma ramal 94/2004. Transporte automotor mantenimiento técnico requisitos generales
- Resolución No. 184/2000 sobre las Hojas de Rutas.

El grupo de trabajo le facilita a la organización la norma ISO 50006: 2014. "Sistema de Gestión de la Energía a partir de la medición de líneas bases e indicadores de rendimiento energético".



3.5.3 Etapa III: Revisión energética

Paso 1. Análisis del uso y consumo de energía

Uno de los procesos claves de la organización es el de Transporte de carga, el cual presenta mayor consumo del portador energético diesel, convirtiéndolo en uno de los principales portadores de la organización y donde intervienen vehículos destinados a la transportación de carga.

La organización cuenta con un parque de 20 vehículos dedicados al tráfico de carga, de los cuáles se encuentran en circulación 16. Donde los equipos involucrados en cada clasificación se muestran a continuación en la Tabla 3.1, siendo señalados en rojo los que se encuentran fuera de servicio.

Tabla 3.1: Datos generales de los vehículos de transportación de carga.

Fuente: Elaboración Propia

Clase de vehículo	Tipo de Vehículo	Capacidad	Marca	Modelo	Año	Estado Técnico	Tipo de Combustible	Norma de Consumo (km/litro)
Camioneta	Furgón	1,5	MOSKVICH	2140	1984	NO APTO	Gasolina	10,00
Camioneta	Furgón	1,2	HYUNDAI	H 100	1998	BUENO	Diesel	9,00
Camión	Plataforma	6,0	IFA	W 50	1990	NO APTO	Diesel	3,40
Camión	Plataforma	4,0	GAZ	53	1987	NO APTO	Diesel	4,50
Camión	Furgón	8,0	KAMAZ	5320	1981	REGULAR	Diesel	3,60
Camión	Plataforma	6,0	ZIL	130 T	1989	BUENO	Diesel	3,80
Camión	Plataforma	3,13	AVIA	A 31	1985	NO APTO	Diesel	6,50
Camión	Furgón	6,0	ZIL	130 T	1990	BUENO	Diesel	3,00
Camión	Volteo	5,0	IFA	W 50	1984	BUENO	Diesel	3,80
Camión	Furgón	6,0	ZIL	130 T	1995	BUENO	Diesel	5,00
Camión	Plataforma	6,0	ZIL	130 T	1978	BUENO	Diesel	5,00
Camión	Plataforma	5,0	ZIL	130 T	1988	BUENO	Diesel	5,00
Camión	Furgón	6,0	ZIL	130 T	1989	BUENO	Diesel	4,50
Camión	Plataforma	8,0	KAMAZ	5328	1981	BUENO	Diesel	2,70
Camión	Plataforma	5,0	ZIL	130 T	1985	BUENO	Diesel	3,80
Camión	Plataforma	4,5	GAZ	53	1989	BUENO	Diesel	4,40
Camión	Furgón	8,0	KAMAZ	5320	1990	BUENO	Diesel	2,70
Camión	Furgón	6,0	ZIL	131	1987	BUENO	Diesel	5,00
Cuña	Tractora	23,0	FIAT	619	1977	BUENO	Diesel	2,60
Cuña	Tractora	23,0	FIAT	619	1972	BUENO	Diesel	2,40



Según una evaluación técnica del parque automotor que se realiza por el departamento técnico y el de transporte, los vehículos en circulación del parque automotor son evaluados de bueno y regular. Los criterios fundamentales en los que se basa el departamento para realizar dicha evaluación son:

1. Envejecimiento del parque automotor.
2. Consumo de combustible y aceite.
3. Frecuencia de entrada por roturas eventuales al taller.

Lo que demuestra que se realiza un estricto cumplimiento de los planes y procedimientos de mantenimiento de cada uno de los vehículos, con el fin de poder reunir las condiciones técnicas requeridas en el servicio prestado y la puntualidad exigida por cada uno de los clientes.

Como se muestra en la tabla 3.1, en la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN, existen 16 vehículos circulando, destinados al transporte de carga y otras actividades. En la tabla 3.2 se muestran agrupados según su tipo.

Tabla 3.2: Vehículos destinados al transporte de carga según su tipo.

Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Vehículo	Cantidad	Cantidad en Uso
Furgón	8	7
Plataforma	9	6
Tractores	2	2
Volteo	1	1
Total	20	16

Al analizar dichas agrupaciones se muestra que en el 2018 los furgones representan el 56,79% del consumo de diésel destinado al transporte de carga en la entidad, como se muestra en el gráfico de Pareto de la figura 3.2 y en la tabla 3.3.

Esta tabla muestra los 4 recuentos declarados para el consumo de diésel de los vehículos. Las clases se ordenan de acuerdo con los recuentos, poniendo primero la clase con mayor frecuencia de ocurrencia. La clase más alta es Furgón con un recuento de 45265,9, el cual representa 56,7943% del total.

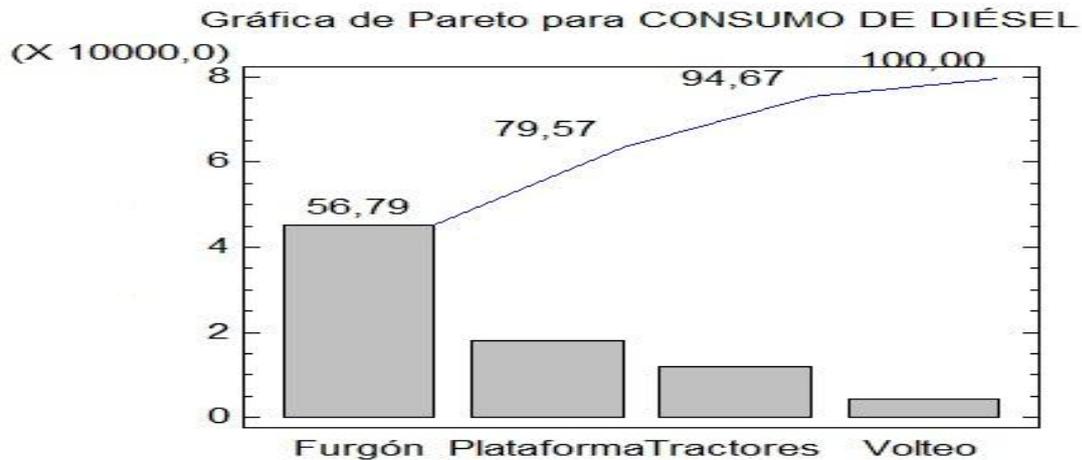


Figura 3.2: Gráfico de Pareto para el Consumo de Diésel por vehículos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3: Tabla de Pareto con Frecuencias Acumuladas

Fuente: Elaboración propia.

Etiqueta	Ran go	Recuento	Pondera ción	Puntaje Ponderado	Puntaje Acum	Porcentaje	Porcentaje Acum
Furgón	1	45265,9	1	45265,9	45265,9	56,79	56,79
Plataforma	2	18152,9	1	18152,9	63418,8	22,78	79,57
Tractores	3	12037,3	1	12037,3	75456,2	15,10	94,67
Volteo	4	4245,33	1	4245,33	79701,5	5,33	100,00
Total		79701,5		79701,5			

La investigación previa realizada en el período 2012-2014 arrojó como resultado para dicho análisis que los furgones representaban un 35% del consumo de diésel dentro de la actividad transportista de la entidad lo que evidencia un aumento del consumo de dicho combustible.

En EPICIEN existen 8 furgones de ellos 1 es de gasolina que se encuentra fuera de circulación, por lo tanto no es objeto de estudio, quedando para analizar 7, 6 camiones y 1 camioneta. Los furgones tipo camión poseen el mayor nivel de actividad dentro del parque de vehículos y constituyen un eje fundamental en la actividad logística de la empresa, pues se utilizan en:

1. Abastecimiento de las pescaderías de la provincia.
2. Canasta Básica.
3. En las actividades del frigorífico FRICOM.

Por tanto la investigación se centró en los 6 furgones que se muestran en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Vehículos seleccionados para el estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Número de Chapa	Código del Vehículo	Clase de vehículo	Tipo de Vehículo	Capacidad	Marca	Modelo	Año	Estado Técnico	Tipo de Combustible	Norma de Consumo (km/litros)	Días disponibles
FSG105	691	Camión	Furgón	8,0	KAMAZ	5320	1981	REGULAR	Diesel	3,60	26
B012974	708	Camión	Furgón	6,0	ZIL	130 T	1990	BUENO	Diesel	3,00	26
B099137	688	Camión	Furgón	6,0	ZIL	130 T	1995	BUENO	Diesel	5,00	26
B099863	689	Camión	Furgón	6,0	ZIL	130 T	1989	BUENO	Diesel	4,50	26
B099188	699	Camión	Furgón	8,0	KAMAZ	5320	1990	BUENO	Diesel	2,70	26
B099530	700	Camión	Furgón	6,0	ZIL	131	1987	BUENO	Diesel	5,00	26

Estos furgones se encuentran en buen estado técnico, su capacidad de carga está en un rango de 6.0 y 8.0 Toneladas, su fabricación oscila entre los 24 y 38 años, eso indica que la tecnología es muy antigua por lo que los índices de consumo están en un rango de 3.0 a 5.0 Kilómetros por litros, los cuales los hace ser consumidores, aunque tengan 26 días disponibles.

Con el objetivo de identificar todos los elementos relevantes de dicho proceso se decide utilizar la técnica de mapeo SIPOC, la cual identifica proveedores, entradas, las actividades fundamentales del proceso, las salidas y los clientes finales. En el anexo 5 se muestra el mapa del Proceso de Transporte debido a que la empresa no tiene documentado correctamente dicho proceso. La descripción de las actividades del proceso se efectúa a través de un diagrama de flujo, el cual se muestra en el anexo 6, donde se representan de manera gráfica la secuencia de actividades y sus interrelaciones, así como las principales entradas de portadores energéticos en dicho proceso y las emisiones de gases de escape a la atmósfera producto de la combustión, entradas y salidas del proceso de transporte que no se encontraban definidas en el diagrama de flujo presentado por la empresa a la investigación.

Teniendo en cuenta el criterio de (Correa Soto, J, Alpha Bah 2013) que para realizar la planificación energética es necesario tener datos de más de 3 años cuando los análisis se realizan mensual y 4 meses cuando se realizan diario, EPICIEN cuenta con datos mensuales y diarios del período (2016-2018).

Para mayor confiabilidad se decidió tomar los datos de forma diaria del período 2016-2018 para los 6 furgones analizados.



- Comportamiento del consumo de diesel en el tiempo vs. Kilómetros recorridos.

La Figura 3.3 se muestra la relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B012974 marca ZIL correspondiente al año 2018 de la actividad de tráfico de carga.

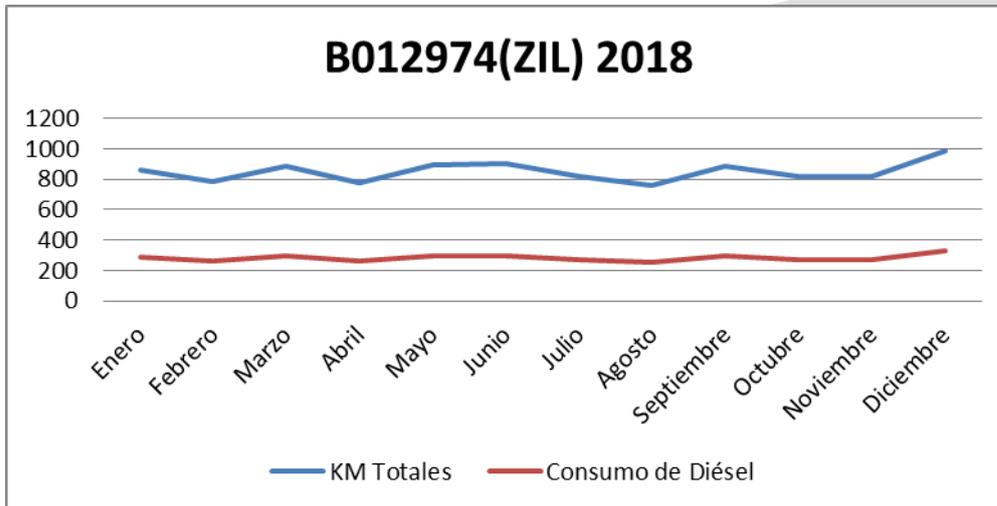


Figura 3.3: Relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B012974 marca ZIL.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3.4 se muestra la relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099137 marca ZIL correspondiente al año 2018 de la actividad de tráfico de carga.

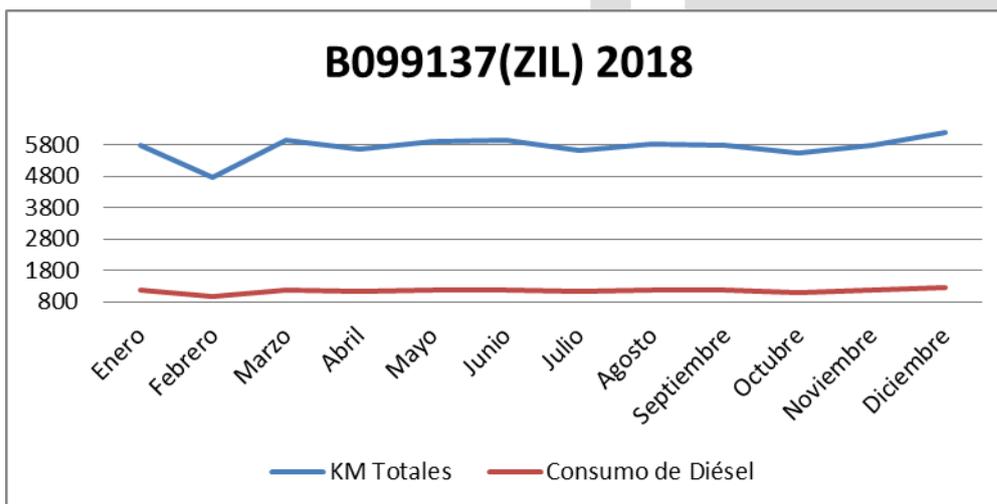


Figura 3.4: Relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099137 marca ZIL.

Fuente: Elaboración propia.



La Figura 3.5 se muestra la relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099863 marca ZIL correspondiente al año 2018 de la actividad de tráfico de carga.

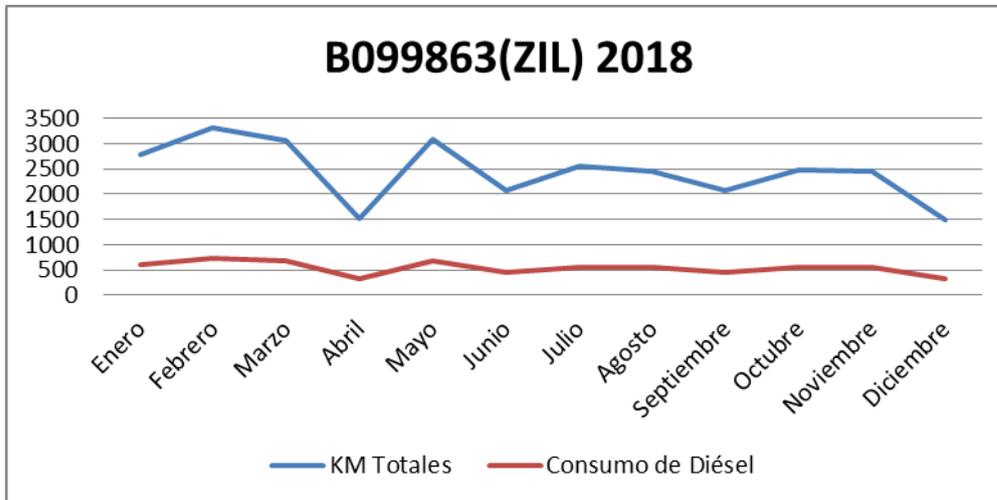


Figura 3.5: Relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099863 marca ZIL.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3.6 se muestra la relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099530 marca ZIL correspondiente al año 2018 de la actividad de tráfico de carga.

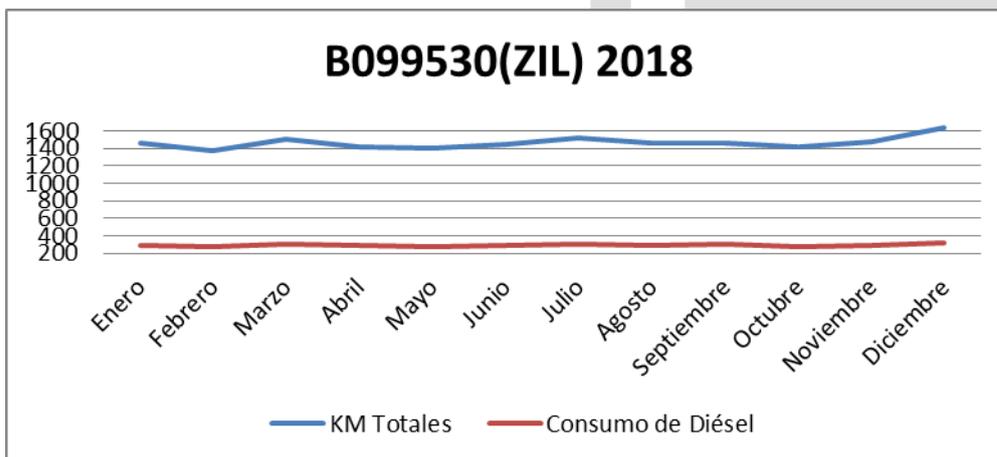


Figura 3.6: Relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099530 marca ZIL.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3.7 se muestra la relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099188 marca KAMAZ correspondiente al año 2018 de la actividad de tráfico de carga.

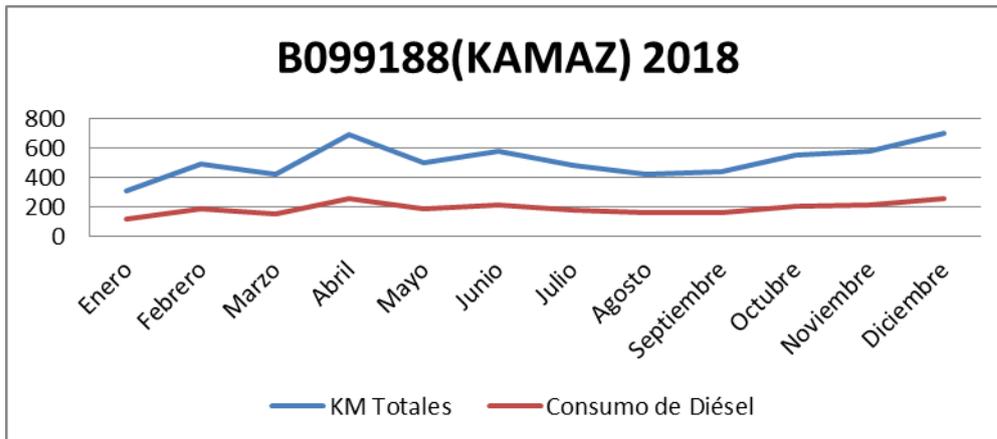


Figura 3.7: Relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa B099188 marca KAMAZ.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3.8 se muestra la relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa FAG105 marca KAMAZ correspondiente al año 2018 de la actividad de tráfico de carga.

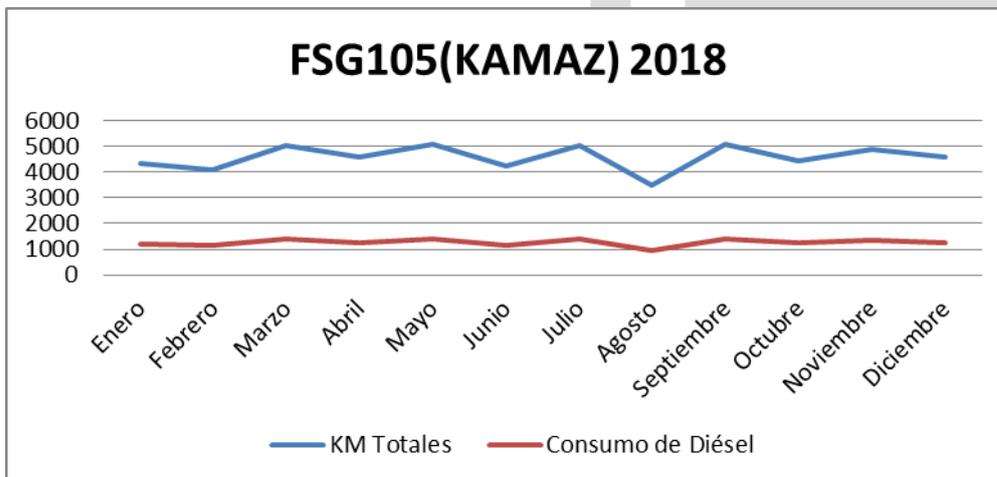


Figura 3.8: Relación de los kilómetros totales por el consumo del combustible del vehículo con chapa FSG105 marca KAMAZ.

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras se muestran una relación simultánea Km-consumo a lo largo del año 2018.

- Evaluación de la estabilidad del proceso. Característica de calidad: Índice de consumo

Se decide evaluar la estabilidad del proceso tomando como característica de calidad el Índice de Consumo (Km/Litros) de cada uno de los vehículos analizados. Para ello se utilizan los gráficos de control, donde este tipo de análisis permite identificar si



el proceso está trabajando con causas comunes o especiales de variación, para lograr estabilizarlo, requisito este indispensable para evaluar su capacidad. Para el análisis se toman datos del índice de consumo diario correspondiente al período de Enero 2016 – Diciembre 2018 para todos los vehículos.

Primeramente se hace necesario comprobar si los datos provienen de una distribución Normal, realizándose análisis de normalidad y bondad de ajuste para la característica de calidad Índice de Consumo real (ICreal), esos análisis se muestran en el anexo 7. Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, no se puede rechazar la idea de que IC real para los seis vehículos provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

Por lo que se puede analizar a través de los gráficos de control para valores individuales la variabilidad del ICreal. En el anexo 8 se muestran las cartas individuales, utilizando para ello el Statgraphics Centurion.

En los gráficos de valores individuales para IC real. Se aprecia que los vehículos trabajan para un índice de inestabilidad (St) menor a 2%. De acuerdo a Gutiérrez (2007) con St entre 0-2 % se considera una buena estabilidad entre 2-5 % regular y más de 5% mala estabilidad.

Por lo que los vehículos están trabajando bajo control y buena estabilidad.

- Evaluación de la capacidad del proceso. Característica de calidad: Índice de consumo

Para la evaluación de la capacidad del proceso se está en presencia de una variable del tipo entre más grande mejor donde lo que interesa es que sean mayores los valores a cierto valor mínimo o especificación inferior (ICplan), que en este caso se conoce para cada uno de los vehículos analizados (B012974=3.0 Km/Litros; B099137=5.0 Km/Litros; B099863=4.5 Km/Litros; B099530=5.0 Km/Litros; B099188=2.7 Km/Litros; FSG105=3.6 Km/Litros), que es lo que está contenido en el plan. Lo que se busca es ver si el proceso es capaz de cumplir con dicha especificación.

El anexo 9 se muestra el análisis de capacidad de proceso para los vehículos B012974, B099137, B099863, B099530, B099188 y FSG105, donde no son capaces de cumplir con la especificación inferior lo cual se corrobora con el valor del índice de capacidad real del proceso, el cual es inferior a 1.25 que es el que se considera adecuado según Gutiérrez (2007) para procesos con una sola especificación.

Paso 2. Identificación de las áreas de uso significativo de la energía y consumo

En el Capítulo II de la presente investigación se realiza la caracterización energética de la provincia en cuanto al consumo del portador energético diésel en el proceso transportista, la cual permite identificar los sectores de la industria cienfueguera de uso y consumo significativo del diésel en el transporte, así como las empresas menos eficientes.

Además en el presente capítulo se seleccionan los equipos mayores consumidores dentro de la empresa escogida. Como resultado de ese análisis se identifica que el proceso de transporte en la empresa EPICIEN constituye el menos eficiente y se seleccionan los vehículos tipo furgón para su estudio debido a su elevada actividad y su nivel de consumo.

Paso 3. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético

A partir de la revisión energética realizada se identifica que el proceso de transporte de los vehículos B012974, B099137, B099863, B099530, B099188 y FSG105 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 inciden dentro del proceso de gestión de la energía en los carros de transporte de carga pesada, que pudieran estar incurriendo en la baja capacidad del proceso.

Para verificar las causas más probables que afectan el índice de consumo, se ilustran cada una de ellas en Diagrama Ishikawa del anexo 10, para establecer prioridades se realiza a través de la Selección Ponderada (Anexo 11), sus resultados se muestran en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Priorización de causas raíces mediante técnica de Selección Ponderada.

Fuente: Elaboración Propia.

Número	Causas	Frecuencia	Suma
1	Roturas y averías frecuentes	9	42
4	Deficiente control del proceso	9	41
2	Deficiente características del terreno	9	40
6	Desaprovechamiento de la capacidad del vehículo	9	38
3	Vehículos no aerodinámicos	8	36
7	Poco dominio de las operaciones	9	33
8	Uso de lubricantes de alta viscosidad	8	33
5	Encendido innecesario	8	29



Tanto en la figura como en la Selección Ponderada se puede apreciar la existencia de una serie de variables o causas que influyen en el comportamiento del índice de consumo que son imposibles de controlar para el grupo de investigación como:

1. Envejecimiento técnico
2. Deficientes características del terreno
3. Vehículos no aerodinámicos
4. Uso de lubricantes de alta viscosidad
5. Calor
6. Viento

Siendo, a consideración de los expertos, el envejecimiento técnico de los vehículos, la variable con mayor influencia sobre el parámetro de calidad índice de consumo.

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

Se verifican las mismas, de manera independiente y se le establecen las oportunidades de mejora, como se muestra en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Verificación de las causas probables (raíces)

Fuente: Elaboración Propia.

Causas Probable (hipótesis)	Verificación de las causas
Roturas y averías frecuentes	<ol style="list-style-type: none">1. Deficiente mantenimiento preventivo.2. Mantenimiento correctivo mayormente diferido, no inmediato.
Deficiente control del proceso	<ol style="list-style-type: none">1. Desactualización de los procedimientos para la planificación energética.2. Escasos controles planificados de la actividad y las normas de consumo.
Desaprovechamiento de la capacidad del vehículo	<ol style="list-style-type: none">1. Falta de preparación del personal.2. Desconocimiento de las normas de explotación del vehículo.



3.5.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética

Indicadores de desempeño energético

A continuación se estudia la relación que existe entre las variables: Diesel consumido y kilómetros recorridos para los vehículos en los periodos de Enero 2016 – Diciembre 2018 para los vehículos B012974, B099137, B099863, B099530, B099188 y FSG105.

Se realiza una regresión lineal simple donde:

- Variable dependiente: Diesel
- Variable independiente: Km recorridos

Los resultados para el del vehículo B012974 se muestran en la Figura 3.9 y la Tabla 3.7.

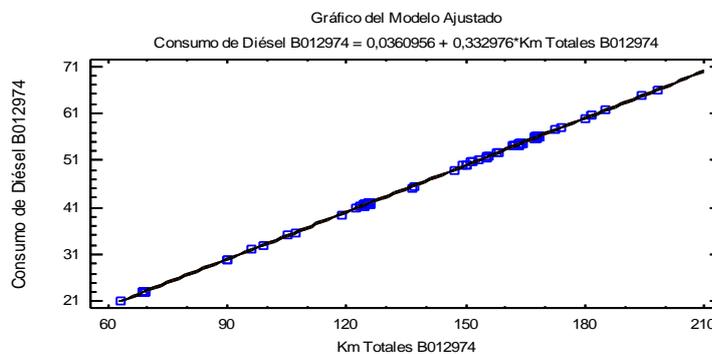


Figura 3.9: Grafico de regresión y consumo de diesel vs Km recorridos B012974.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7: Análisis de varianza para B012974.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	29356,0	1	29356,0	4351300,27	0,0000
Residuo	1,44375	214	0,00674649		
Total (Corr.)	29357,4	215			

Coeficiente de Correlación = 0,999975
 R-cuadrada = 99,9951 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,9951 por ciento
 Error estándar del est. = 0,082137
 Error absoluto medio = 0,0640478
 Estadístico Durbin-Watson = 2,35691 (P=0,9958)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,180141



La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo de Diésel B012974 y Km Totales B012974. La ecuación del modelo ajustado es

- Consumo de Diésel B012974 = 0,0360956 + 0,332976*Km Totales B012974

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Diésel B012974 y Km Totales B012974 con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99,9951% de la variabilidad en Consumo de Diésel B012974. El coeficiente de correlación es igual a 0,999975, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,082137. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,0640478 es el valor promedio de los residuos. 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%.

Los resultados para el del vehículo B099137 se muestran en la Figura 3.10 y la Tabla 3.8.

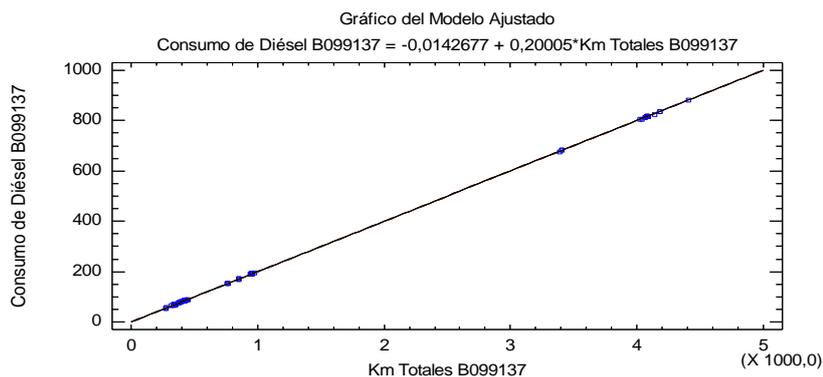


Figura 3.10: Grafico de regresión y consumo de diesel vs Km recorridos B099137.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8: Análisis de varianza para B099137.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,30238E7	1	1,30238E7	129445600,87	0,0000
Residuo	13,8844	138	0,100612		
Total (Corr.)	1,30238E7	139			

Coeficiente de Correlación = 0,999999
R-cuadrada = 99,9999 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,9999 por ciento
Error estándar del est. = 0,317194
Error absoluto medio = 0,184407
Estadístico Durbin-Watson = 2,02647 (P=0,5619)
Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0137618

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo de Diésel B099137 y Km Totales B099137. La ecuación del modelo ajustado es

- Consumo de Diésel B099137 = $-0,0142677 + 0,20005 \cdot \text{Km Totales B099137}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Diésel B099137 y Km Totales B099137 con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99,9999% de la variabilidad en Consumo de Diésel B099137. El coeficiente de correlación es igual a 0,999999, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,317194. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,184407 es el valor promedio de los residuos. 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%.

Los resultados para el del vehículo B099863 se muestran en la Figura 3.11 y la Tabla 3.9.

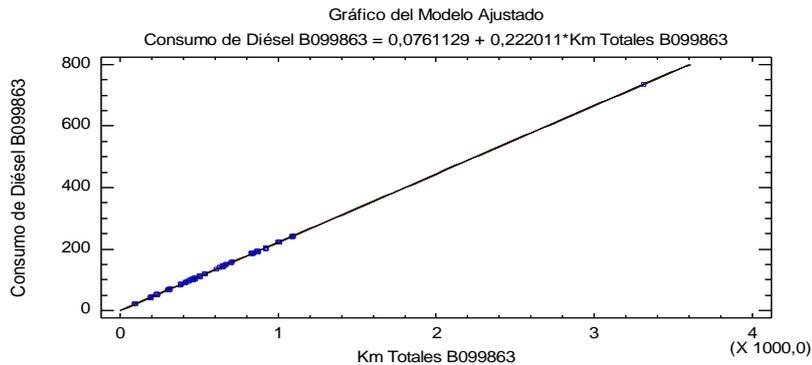


Figura 3.11: Gráfico de regresión y consumo de diesel vs Km recorridos B099863.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9: Análisis de varianza para B099863.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,05287E6	1	1,05287E6	4178463,31	0,0000
Residuo	43,8437	174	0,251976		
Total (Corr.)	1,05291E6	175			

Coefficiente de Correlación = 0,999979
 R-cuadrada = 99,9958 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,9958 por ciento
 Error estándar del est. = 0,501972
 Error absoluto medio = 0,351599
 Estadístico Durbin-Watson = 1,86606 (P=0,1879)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0630882

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo de Diésel B099863 y Km Totales B099863. La ecuación del modelo ajustado es

- Consumo de Diésel B099863 = 0,0761129 + 0,222011*Km Totales B099863

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Diésel B099863 y Km Totales B099863 con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99,9958% de la variabilidad en Consumo de Diésel B099863. El coeficiente de correlación es igual a 0,999979, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,501972.



Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,351599 es el valor promedio de los residuos. 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%.

Los resultados para el del vehículo B099530 se muestran en la Figura 3.12 y la Tabla 3.10.

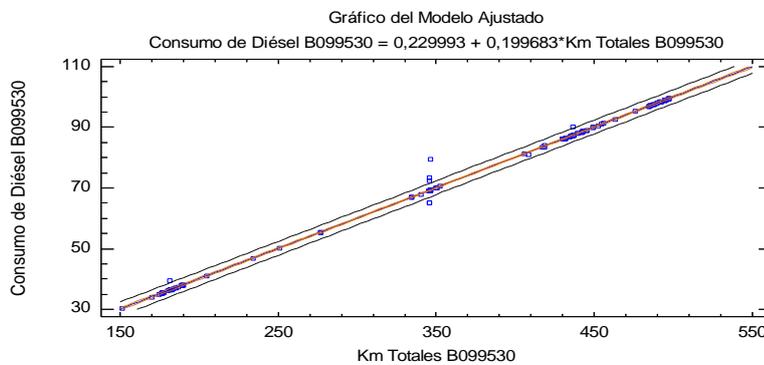


Figura 3.12: Grafico de regresión y consumo de diesel vs Km recorridos B099530.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.10: Análisis de varianza para B099530.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	71861,0	1	71861,0	55205,95	0,0000
Residuo	179,633	138	1,30169		
Total (Corr.)	72040,6	139			

Coeficiente de Correlación = 0,998752
 R-cuadrada = 99,7507 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,7488 por ciento
 Error estándar del est. = 1,14092
 Error absoluto medio = 0,338923
 Estadístico Durbin-Watson = 1,80944 (P=0,1305)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0952276



La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo de Diésel B099530 y Km Totales B099530. La ecuación del modelo ajustado es

- Consumo de Diésel B099530 = $0,229993 + 0,199683 \cdot \text{Km Totales B099530}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Diésel B099530 y Km Totales B099530 con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99,7507% de la variabilidad en Consumo de Diésel B099530. El coeficiente de correlación es igual a 0,998752, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 1,14092. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,338923 es el valor promedio de los residuos. 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%.

Los resultados para el del vehículo B099188 se muestran en la Figura 3.13 y la Tabla 3.11.

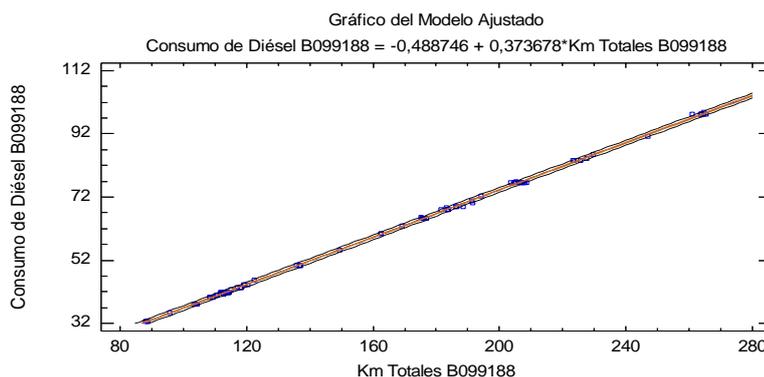


Figura 3.13: Gráfico de regresión y consumo de diesel vs Km recorridos B099188.

Fuente: Elaboración propia



Tabla 3.11: Análisis de varianza para B099188.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	40553,1	1	40553,1	270402,64	0,0000
Residuo	15,4472	103	0,149973		
Total (Corr.)	40568,5	104			

Coeficiente de Correlación = 0,99981
 R-cuadrada = 99,9619 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,9616 por ciento
 Error estándar del est. = 0,387263
 Error absoluto medio = 0,299369
 Estadístico Durbin-Watson = 2,073 (P=0,6448)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0415123

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo de Diésel B099188 y Km Totales B099188. La ecuación del modelo ajustado es

- Consumo de Diésel B099188 = -0,488746 + 0,373678*Km Totales B099188

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Diésel B099188 y Km Totales B099188 con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 99,9619% de la variabilidad en Consumo de Diésel B099188. El coeficiente de correlación es igual a 0,99981, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,387263.

Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,299369 es el valor promedio de los residuos. 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%.

Los resultados para el del vehículo FSG105 se muestran en la Figura 3.14 y la Tabla 3.12.

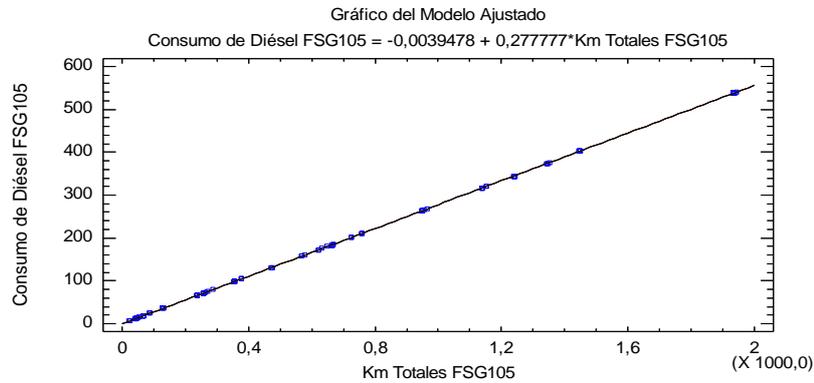


Figura 3.14: Gráfico de regresión y consumo de diésel vs Km recorridos FSG105.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.12: Análisis de varianza para FSG105.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	8,17302E6	1	8,17302E6	7946008387,50	0,0000
Residuo	0,249942	243	0,00102857		
Total (Corr.)	8,17302E6	244			

Coeficiente de Correlación = 1,0
 R-cuadrada = 100,0 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 100,0 por ciento
 Error estándar del est. = 0,0320713
 Error absoluto medio = 0,0178082
 Estadístico Durbin-Watson = 2,20656 (P=0,9470)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,105002

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo de Diésel FSG105 y Km Totales FSG105. La ecuación del modelo ajustado es

- Consumo de Diésel FSG105 = -0,0039478 + 0,277777*Km Totales FSG105

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo de Diésel FSG105 y Km Totales FSG105 con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 100,0% de la variabilidad en Consumo de Diésel FSG105. El coeficiente de correlación es igual a 1,0, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,0320713. Este



valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,0178082 es el valor promedio de los residuos. 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%.

De manera general para los cuatro vehículos se observa que hay una correlación muy fuerte entre el consumo de diesel y los kilómetros recorridos, lo que significa que el indicador Km / Diesel es válido para evaluar el desempeño energético. La energía no asociada directamente al nivel de consumo del diesel en el transporte de carga según el diagnóstico realizado puede corresponder a las siguientes causas:

1. Inadecuada velocidad de los vehículos.
2. Inadecuada utilización de la carga del vehículo.
3. Inadecuada preparación del operario.
4. Inadecuada utilización de la explotación de los vehículos.
5. Energía consumida durante el precalentamiento de los vehículos.

3.5.5 Etapa V: Planes de acción y de 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, para los vehículos de transporte de carga.

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. En el Anexo 12 muestra dicho plan.

- Control de la planificación energética

Para la realización del monitoreo y control de la planificación energética se plantea la utilización del IC pues se comprobó su fiabilidad (válido para evaluar el desempeño energético) para cada uno de los vehículos analizados, se propone la ficha del indicador que se muestra en los anexos del 13 al 18.

Además se sugiere un nuevo balance de carga (Anexo 19) para los vehículos analizados que son los encargados del transporte de productos refrigerados, teniendo



en cuenta el valor del IC y los kilómetros recorridos en promedio en los últimos tres años en cada ruta.

3.6 Cumplimiento de requisitos de la norma ISO 50 006: 2014

Con la investigación se logran eliminar 4 puntos evaluados de no, en la lista de chequeo, por lo que la empresa cumple con el 84,62 % de los puntos luego de aplicar los requisitos de la norma ISO 50 006: 2014



Figura 3.15: Cumplimiento de requisitos de la planificación energética norma ISO 50006: 2014 después del estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Los requisitos cumplidos de la planificación energética según la norma ISO 50006:2014 después del estudio se muestran a continuación:

1. Se revisa y compara los índices de consumo con la línea de base energética de forma apropiada.
2. Se establecen planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas en la organización.
3. Se incluyen en los planes de acción:
 - La designación de responsabilidades,
 - Los medios y plazos previstos para lograr las metas individuales,
 - Una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético,
 - Una declaración del método para verificar los resultados.
4. Se documentan y actualizan los planes de acción a intervalos definidos.



Conclusiones del Capítulo

Al terminar este capítulo se llega a las siguientes conclusiones:

1. La Empresa Pesquera Industrial EPICIEN, cuenta con un parque automotor con solo 20 vehículos para transportación de carga (Furgones, Plataformas, Tractoras y Volteos), de estos se encuentran en uso 16, siendo los furgones los más consumidores de diesel con el 56.79%.
2. Se evaluó la capacidad del proceso para la variable índice de consumo, para los vehículos analizados (B012974, B099137, B099863, B099530, B099188 y FSG105) siendo incapaces de cumplir con las especificaciones, así como acciones de mejora para la eficiencia energética de los vehículos y la planificación energética del proceso de transporte de carga.
3. Se realiza la planificación energética al establecerse las líneas de base energética, en función de los Km recorridos /Consumo de diesel para cada uno de los vehículos de transporte de carga
 - Consumo de Diésel B012974 = $0,0360956 + 0,332976 * \text{Km Totales B012974}$,
 - Consumo de Diésel B099137 = $-0,0142677 + 0,20005 * \text{Km Totales B099137}$,
 - Consumo de Diésel B099863 = $0,0761129 + 0,222011 * \text{Km Totales B099863}$
 - Consumo de Diésel B099530 = $0,229993 + 0,199683 * \text{Km Totales B099530}$
 - Consumo de Diésel B099188 = $-0,488746 + 0,373678 * \text{Km Totales B099188}$
 - Consumo de Diésel FSG105 = $-0,0039478 + 0,277777 * \text{Km Totales FSG105}$

Donde la energía no asociada es casi nula, evidenciando eficiencia energética en el uso de estos vehículos.



Conclusiones Generales



Conclusiones

Al término de la investigación se arriban a las siguientes conclusiones:

1. El procedimiento para la planificación energética creado por Correa Soto, 2014 y complementado por la Norma Internacional ISO 50 006:2014, es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión y para alcanzar la eficiencia energética, mediante el uso de los indicadores y las líneas bases; el cual ha sido validado en varios sectores de la economía en Cuba, ente ellos el sector del transporte.
2. El diagnóstico energético de la provincia de Cienfuegos en cuanto al consumo de diésel en la actividad transportista arrojó como resultado un aumento de su consumo durante el último año en un 17%, donde el MINAL ha presentado un deterioro del indicador de eficiencia (IC) durante el período 2012-2018, siendo EPICIEN la empresa con peores resultados en cuanto al mismo indicador dentro de dicho sector.
3. La Empresa Pesquera Industrial EPICIEN, cuenta con un parque automotor donde los furgones representan el 56.79% del consumo de diesel para los cuales se actualizan los valores para el indicador de eficiencia (IC) y se establecen las líneas de base energéticas donde la energía asociada es casi nula, evidenciándose la eficiencia energética en el uso de los vehículos y se proponen acciones de mejora y un balance de carga.



Recomendaciones



Recomendaciones

Con el fin de cumplir los requisitos de las Normas Internacionales de Energía de forma íntegra se recomienda:

1. Incluir dentro de la política de la empresa la política energética acorde a las normas internacionales.
2. Establecer objetivos y metas de acuerdo a la política energética
3. Implementar plazos para el logro de los objetivos y metas.
4. Verificar la efectividad de las acciones de mejora de desempeño energético propuestas una vez implantadas a partir de la toma de datos diarios, mediante un análisis de estabilidad y capacidad a nivel de proceso en cada uno de los vehículos de la organización.
5. Socializar este procedimiento para todas las empresas pertenecientes al MINAL y de la provincia.



Bibliografía



Bibliografía

- Alonso, Y. (2012). *Diagnóstico de la Eficiencia Energética en la Empresa Gráfica Cienfuegos*. (Tesis de Grado), Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos. Cuba.
- Amarales, M. (2005). *Control de las emisiones para el transporte automotor*. (Tesis de Maestría), Centro Universitario Julio Antonio Echeverría. La Habana. Cuba.
- Barbero, J. A., & Guerrero, P. (2016). Resolviendo las barreras de la eficiencia energética. *Energía Hoy*. 22(1), 24-27. Recuperado de <http://www.EnergíaHoy.com>
- Bohler-Baedeker, S., & Huing, H. (2012). *Transporte Urbano y Eficiencia Energética*. Eschborn, Alemania: Giz. Recuperado de <http://www.setup.org>
- Borroto, A., & Monteagudo, J. P. (2006). *Gestión y Economía Energética CEEMA*. Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos. Cuba.
- Campos, J., & Betancor, O. (2010). Problemas en la práctica de la evaluación económica de proyectos de transporte. *Cuadernos económicos de I.C.E.*, 80, (p.158-186).
- Carpio, C., & Coviello, M. F. (2017). *Adaptación de Handbook for Delegates. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*. 125(2), 19-25. Recuperado de <http://www.EnergíaHoy.org>
- Centro de Estudios y experimento de Obras Públicas. (2010). *Evaluación económica de proyectos de transporte*: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Fomento.
- Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. (2002). *Gestión energética empresarial. Universidad y sociedad*, Cienfuegos (Universidad de Cienfuegos).
- Céspedes Hernández, L. (2017). Transportación de carga, una pieza importante en el proceso económico del país. *Granma*. p.4
- CONAMA. (2010). *Transporte: movilidad sostenible y eficiencia energética*. Paper presented at the 9no Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). España.
- Contreras, J. V. (2010). Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera. *Facilitación del Transporte y el Comercio en América Latina y el Caribe*, 281(1), 56-63. Recuperado de www.cepal.org/transporte.
- Correa, J., & Alpha, M. (2014). *Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011 para*



- Empresas Metalmecánicas de Cuba*. Paper presented at the Primer Taller Nacional de Ingeniería Industrial.
- Fuentes, J. R., Cogollos, J. B., & Pérez, R. (2008). *Eficiencia Energética en el Transporte Automotor*. Universidad de Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos.
- Gutiérrez, H., De la Vara, R. (2007). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (Vol. 1). La Habana: Félix Varela.
- Guzmán, M., Soto, C. R., Águila, I., & Torres, J. M. (2017). Procedimiento para instalación de un sistema fotovoltaico sobre techos en la corporación Cuba Ron S.A. *Revista Centro Azúcar*, 44(2017), 70-81. Descargado desde <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n71/caz08117.pdf>.
- Hernández. (2012). *¿Cuántos coches circulan en el mundo?* Madrid, España: Editorial Amaros.
- Herrera Hostos, M. (2014). *La auditoría energética: una herramienta de gestión en atención primaria*. Felix Varela, La Habana, Cuba.
- Huang, E. G. T. (2013). Generando ahorros a través de una gestión energética eficiente. una discusión acerca de los desafíos y oportunidades asociadas a un mayor ahorro energético. *Global Product Manager, Energy/Sustainability*, SGS.
- International Energy Association. (2016). *Transport, Energy and CO₂-Moving Toward Sustainability*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- Sistemas de gestión de la energía (2014).—*Requisitos con orientación para su uso* (2011). *Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) —General principles and guidance*
- International Standardization Organization. (2016). El auge de la eficiencia energética. *ISO Focus*. 12(1), 2-5. Recuperado de <http://www.ISOfocus.org>
- Knudsen Gonzalez, J. (2016). *Curso de Logística*. Paper presented at the Edición 13 (Tesis de Diplomado de Cuadros). Universidad Central de las Villas, Villa Clara. Cuba
- Martija, J. A. (2012). *Diagnóstico energético-ambiental en hospitales. Estudio de caso Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández-Baquero*. (Tesis de Maestría), Universitaria Moa, Holguín. Cuba.
- Martínez, A. G. (2016). *Mejoras a la gestión energética de la UEBM 421 Cumanayagua de la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios (EMPA)*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos. Cuba



- Milian, Y. (2014). *La planificación energética en el proceso de transporte de carga pesada de la Unidad Empresarial de Base Mayorista de Medicamentos*. (Tesis de Grado), Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.
- Ministerio de Energía y Minería (2017). *Guía de para el Gestión Eficiente del Transporte Automotor de Cargas de la República Argentina*. Recuperado de <http://www.minem.gob.ar/ee>
- Miranda, A. F. (1987). *Organización y Planificación de la Producción II*. La Habana, Cuba: Felix Varela.
- Ministerio del Transporte (2015). *Indicaciones metodológicas para elaborar el balance de cargas*. La Habana, Cuba.
- Mitrovich, S. (2003). Medio Ambiente, Energía y Transporte. *Medio Ambiente, Energía y Transporte*. 20(2), 4-8. Recuperado de <http://www.eu-porta.net>
- Monge, J. (2011). *Planificación del transporte*. PITRA, 2. La Habana, Cuba: Felix Varela.
- Perez, L. M. (2009). *Procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles*. (Tesis de Grado), Universidad Central de las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Ponce, L. L. S. (2017). *Mejoras a la planificación del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara*. (Trabajo de Diploma), Universidad Central de las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Rabassa, Y. V. (2015). *Mejora de la Planificación Energética en el Proceso de Transporte de Carga de la Empresa Pesquera Industrial EPICIEN*. (Título de Diploma), Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Rodríguez, O. S. (2017). *Mejoras a la planificación del transporte en la UEB Transcontenedores Villa Clara*. (Trabajo de Diploma), Universidad Central de las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Salinas, O. A. (2017). *Mejora a la Gestión de la Energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Sánchez, A. I. (2013). *Mejora del desempeño energético de la Empresa Transmetro Cienfuegos*. (Tesis de Grado), Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.



- Sosa, A. A. J. (2016). *Implementación de la etapa de planificación energética con base a la Norma NC ISO 50001. Hotel Jagua Gran Caribe*. (Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.Cuba
- Soto, J. C., Álvarez, R. G., Nordelo, A. E. B., Martínez, M. C., Bah, M. A., & Rodríguez, A. M. D. (2014). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011. *Aplicaciones Industriales, XXXV(2)*.
- Transporte y Gestión.SA. (2018). Tipos y Características de Transporte. from www.TRANSGESA.com
- Sistema de Gestión Energética (2007). UNE 216301.



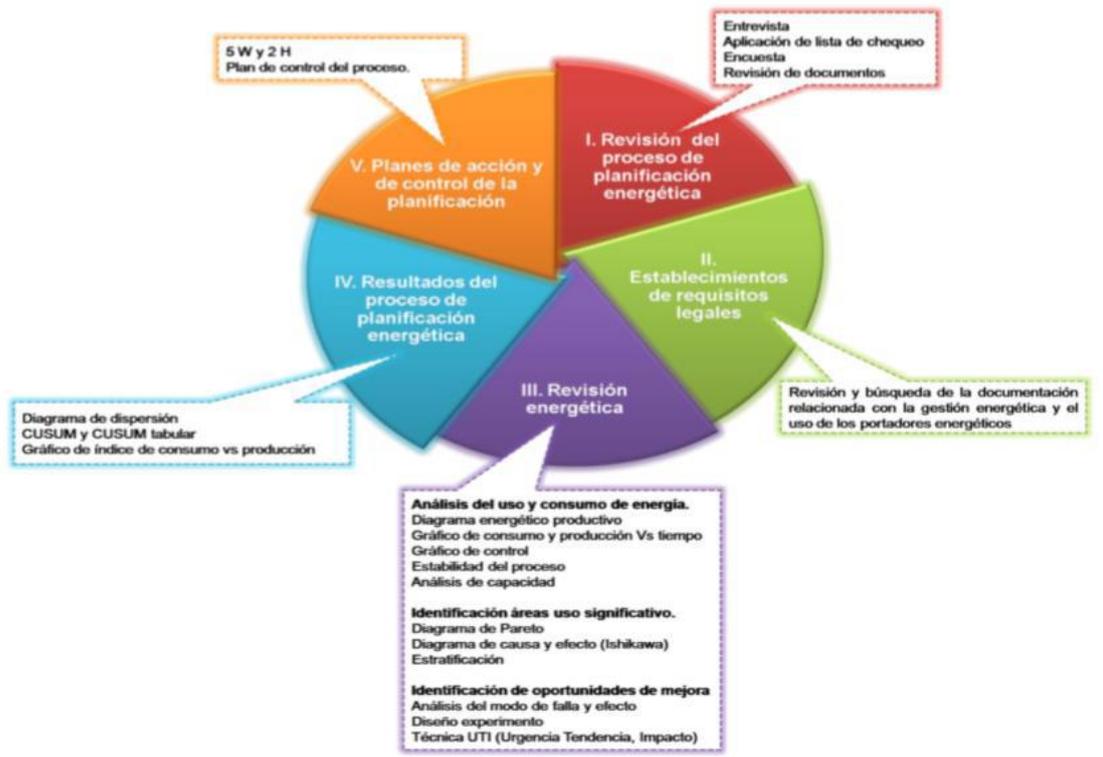
Anexos



Anexos

Anexo 1: Procedimiento para la planificación energética.

Fuente: Correa (2014) tomado de Salinas (2017).





Anexo 2: Lista de chequeo para la Planificación energética según la norma ISO 50006: 2014.

Fuente: Salinas (2017)

	Planificación (aspectos)	Implementación Si/NO
1	¿Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?	
2	¿La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?	
3	¿Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?	
4	¿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?	
5	¿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?	
6	¿Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?	
7	¿Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?	
8	¿Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?	
9	Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización: a) 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? Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, b) identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo: – ¿identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afectan significativamente al uso y al consumo de la energía? – ¿identifica otras variables, incluyendo las relevantes y los factores estáticos que afectan a los usos significativos de la energía? – ¿determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía? – ¿estima el uso y consumo futuros de energía? c) ¿identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?	
10	¿Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así	

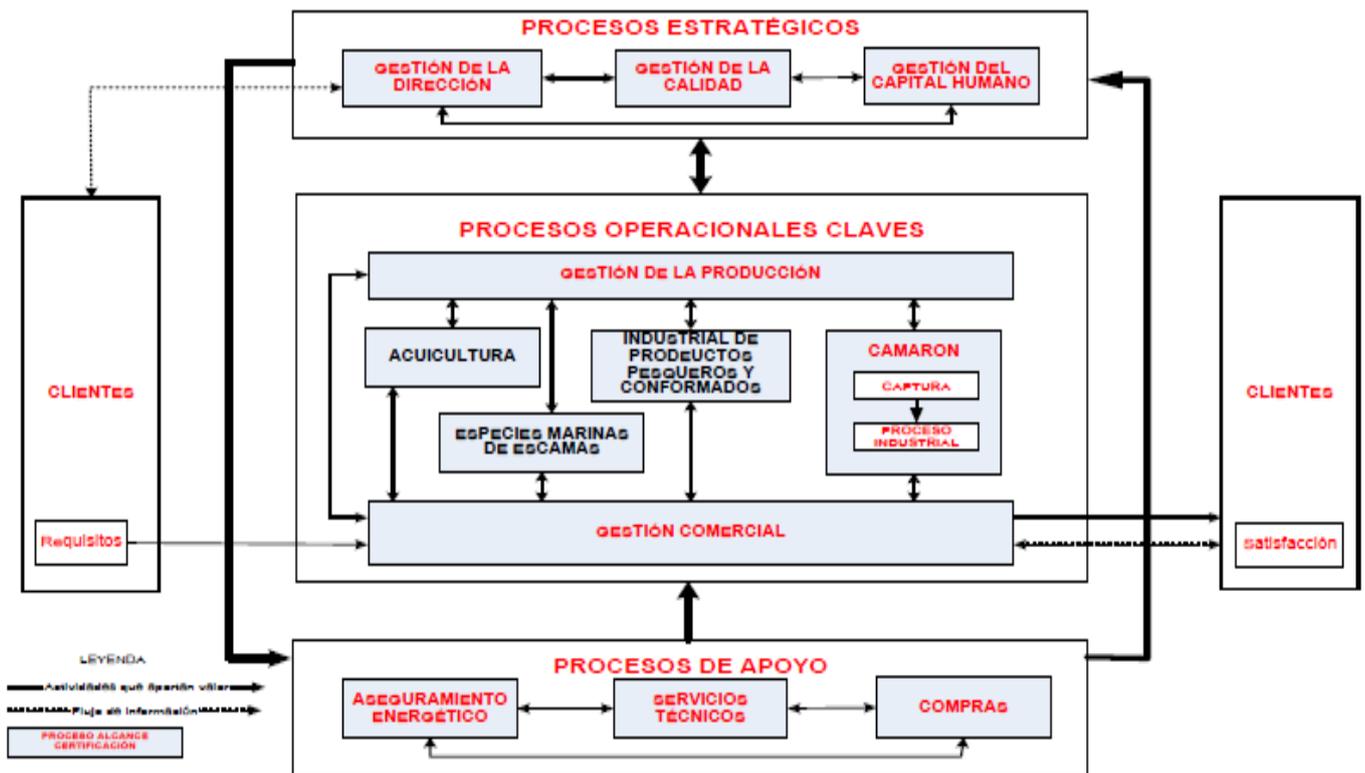


	como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?	
11	¿Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?	
12	¿Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?	
13	Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones: - Los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización. - ¿Se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o – de acuerdo un método predeterminado?	
14	¿Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?	
15	¿Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?	
16	¿Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?	
17	¿Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?	
18	¿Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?	
19	¿Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?	
20	¿Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?	
21	¿Son las metas coherentes con los objetivos?	
22	¿Cuándo 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?	
23	¿Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?	
24	¿Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?	
25	Incluyen los planes de acción: - la designación de responsabilidades; - los medios y los plazos previstos para lograr las metas Individuales. - una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético. - ¿una declaración del método para verificar los resultados?	
26	¿Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?	



Anexo 3: Mapa General de Proceso de la Empresa Pesquera Industrial Cienfuegos.

Fuente: Rabassa (2015)





Anexo 4: Resultados de la aplicación de la lista de chequeo para la Planificación Energética según los requisitos de la ISO 50006:2014.

Fuente: Elaboración Propia.

	Planificación (aspectos)	Implementación Si/NO
1	¿Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?	Si
2	¿La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?	No
3	¿Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?	Si
4	¿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?	Si
5	¿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?	Si
6	¿Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?	No
7	¿Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?	Si
8	¿Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?	Si
9	Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización: a) 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? Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, b) identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo: – ¿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? – ¿identifica otras variables, incluyendo las relevantes y los factores estáticos que afectan a los usos significativos de la energía? – ¿determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía? – ¿estima el uso y consumo futuros de energía? c) ¿identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?	Si Si Si
10	¿Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así	

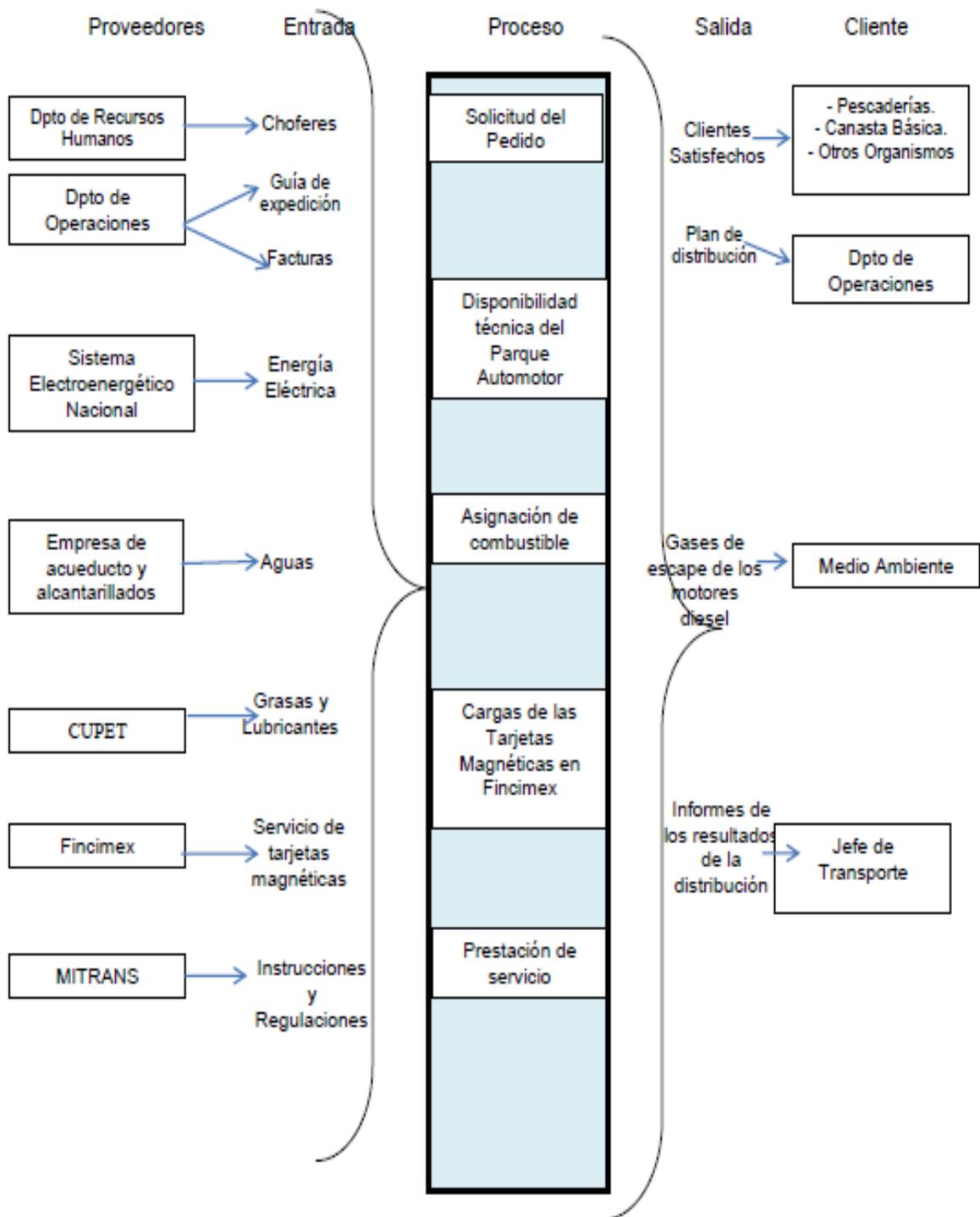


	como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?	Si
11	¿Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?	Si
12	¿Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?	Si
13	Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones: - Los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización. - ¿Se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o – de acuerdo un método predeterminado?	Si No
14	¿Mantiene y registran la(s) línea(s) de base energética?	Si
15	¿Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?	Si
16	¿Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?	Si
17	¿Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?	No
18	¿Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?	Si
19	¿Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?	No
20	¿Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?	No
21	¿Son las metas coherentes con los objetivos?	No
22	¿Cuándo 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?	Si
23	¿Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?	Si
24	¿Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?	Si
25	Incluyen los planes de acción: - la designación de responsabilidades; - los medios y los plazos previstos para lograr las metas Individuales. - una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético. - ¿una declaración del método para verificar los resultados?	Si
26	¿Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?	No



Anexo 5: Diagrama propuesto SIPOC del proceso de transporte de EPICIEN.

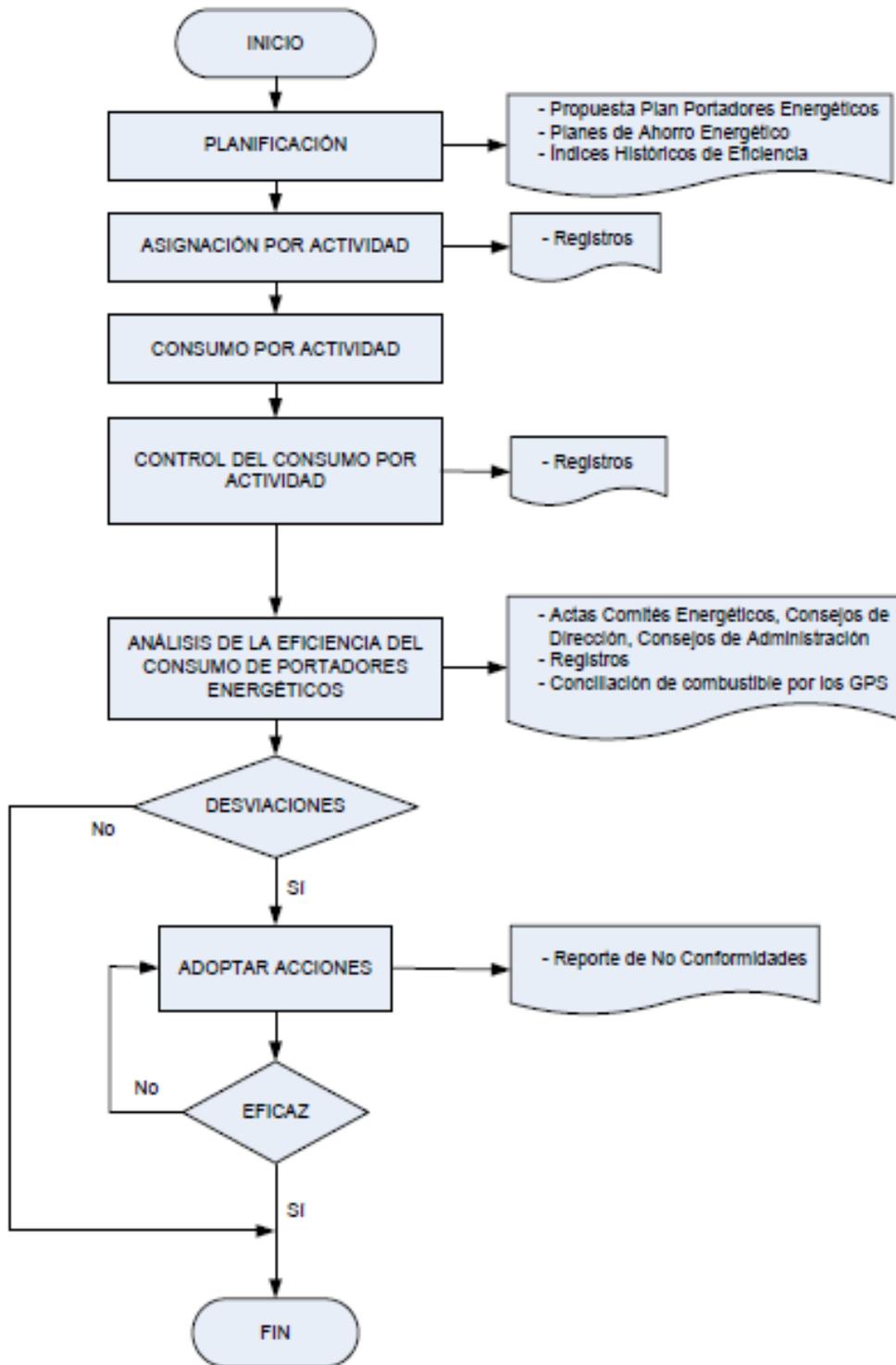
Fuente: Rabassa (2015)





Anexo 6: Diagrama de flujo para el proceso de transportación de carga.

Fuente: Departamento de calidad de EPICIEN.

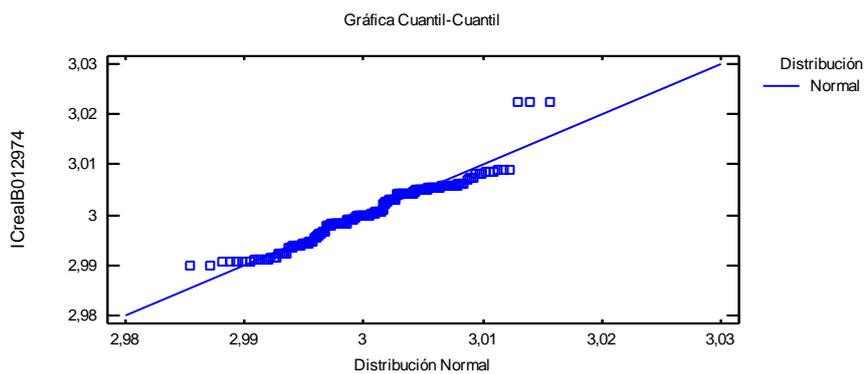
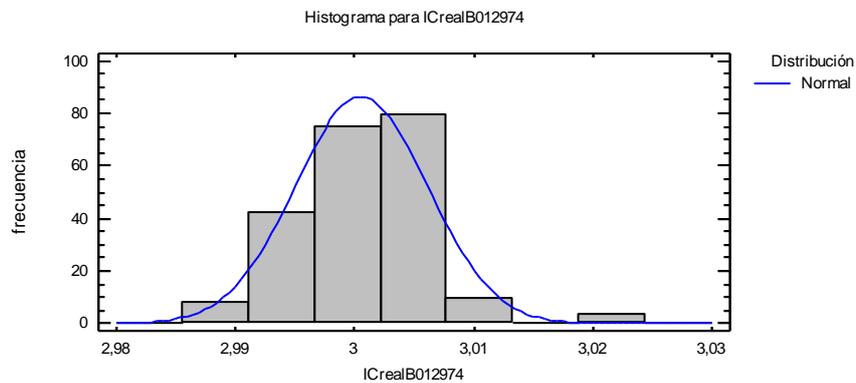




Anexo 7: Análisis de normalidad para IC real de los vehículos analizados.

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de normalidad para IC real del vehículo chapa B012974



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para ICrealB012974

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

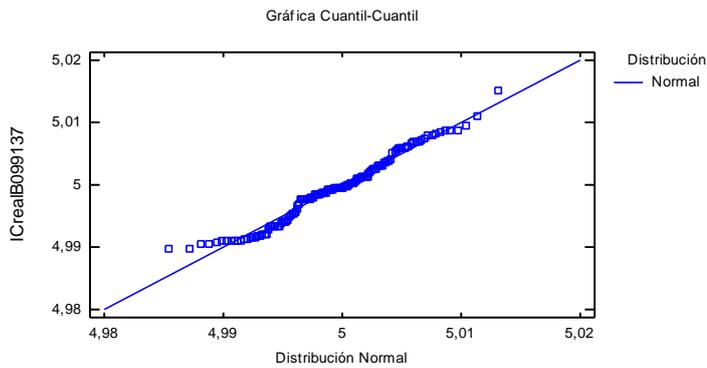
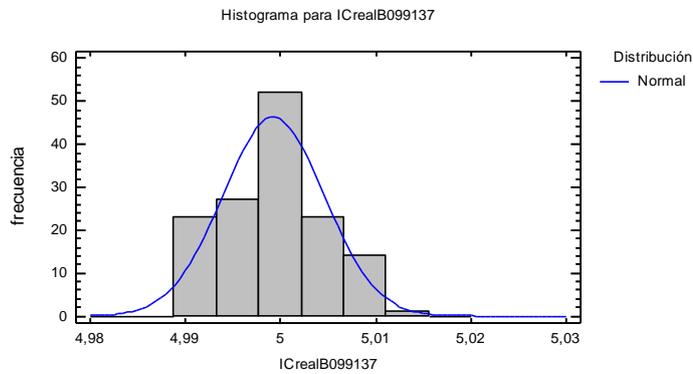
	Normal
DMAS	0,0790656
DMENOS	0,0817443
DN	0,0817443
Valor-P	0,111532

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ICrealB012974 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que ICrealB012974 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Análisis de normalidad para IC real del vehículo chapa B099137



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para ICrealB099137

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

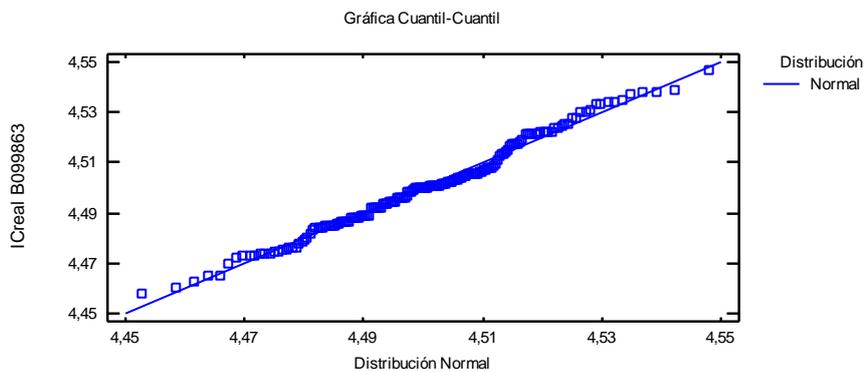
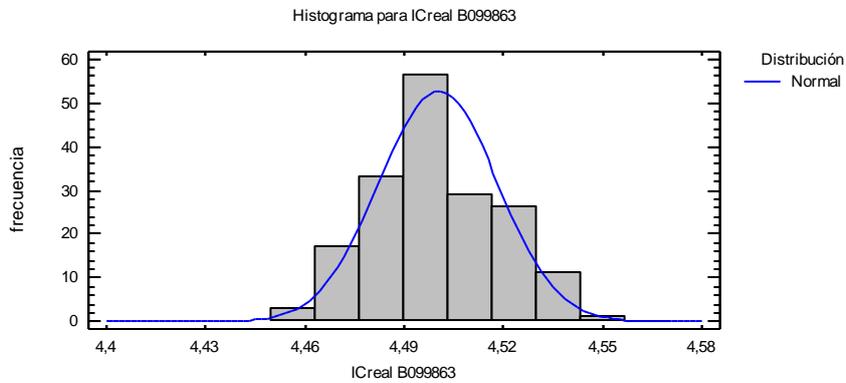
	Normal
DMAS	0,0709265
DMENOS	0,0803557
DN	0,0803557
Valor-P	0,328696

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ICrealB099137 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que ICrealB099137 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Análisis de normalidad para IC real del vehículo chapa B099863



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para ICreal B099863

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

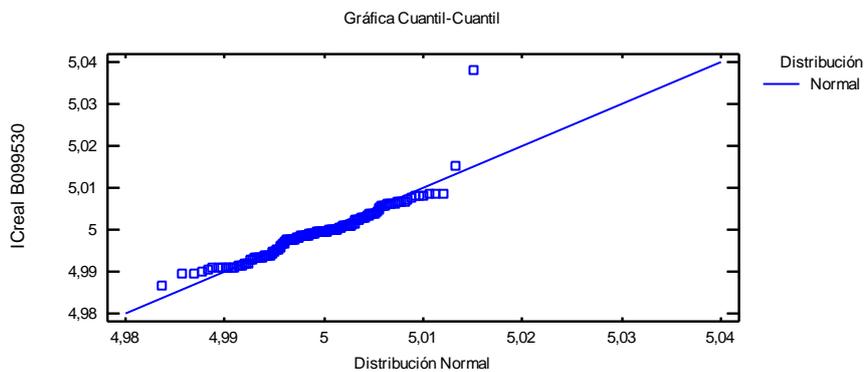
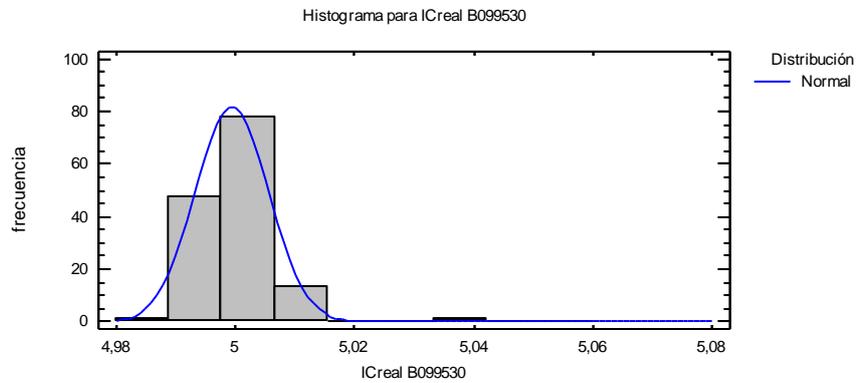
	Normal
DMAS	0,0708379
DMENOS	0,0524503
DN	0,0708379
Valor-P	0,342769

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ICreal B099863 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que ICreal B099863 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Análisis de normalidad para IC real del vehículo chapa B099530



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para ICreal B099530

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

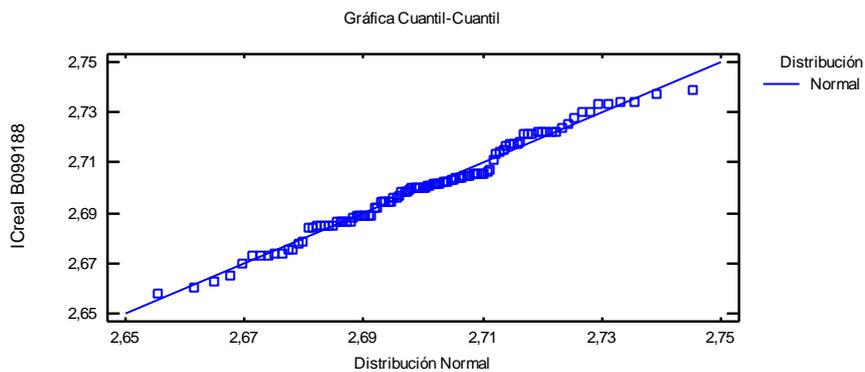
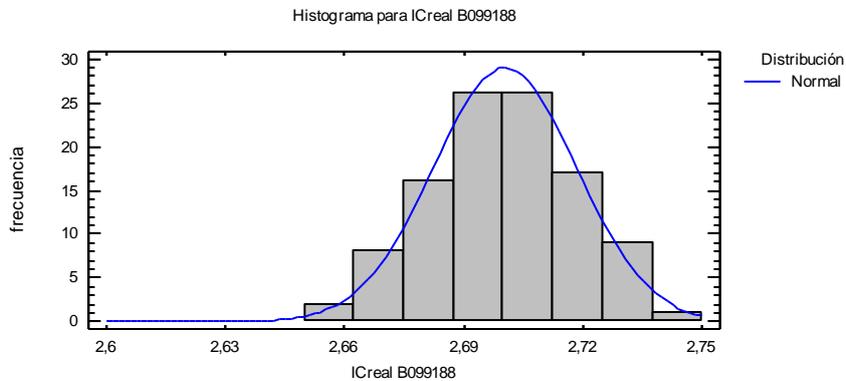
	Normal
DMAS	0,100841
DMENOS	0,088325
DN	0,100841
Valor-P	0,116012

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ICreal B099530 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que ICreal B099530 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Análisis de normalidad para IC real del vehículo chapa B099188



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para ICreal B099188

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

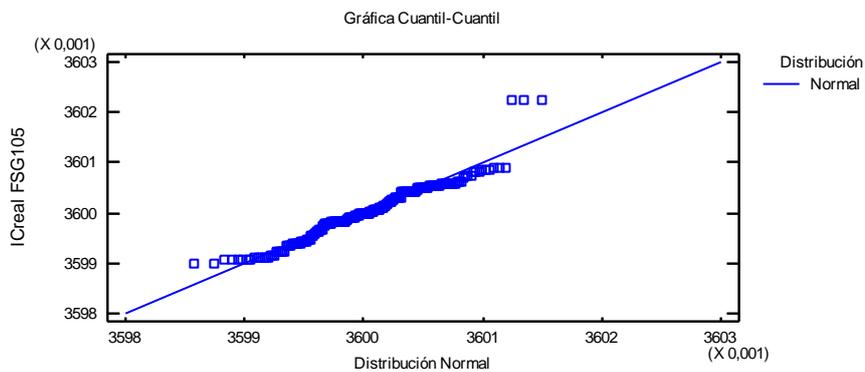
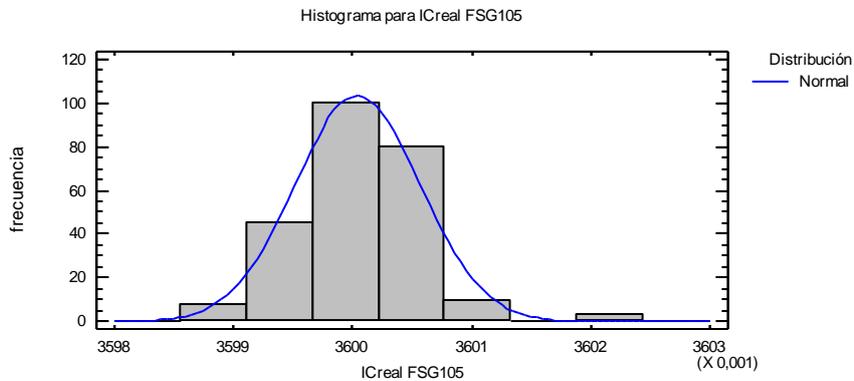
	Normal
DMAS	0,094059
DMENOS	0,058359
DN	0,094059
Valor-P	0,312595

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ICreal B099188 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que ICreal B099188 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Análisis de normalidad para IC real del vehículo chapa FSG105



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para ICreal FSG105

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,070896
DMENOS	0,0676927
DN	0,070896
Valor-P	0,170435

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ICreal FSG105 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

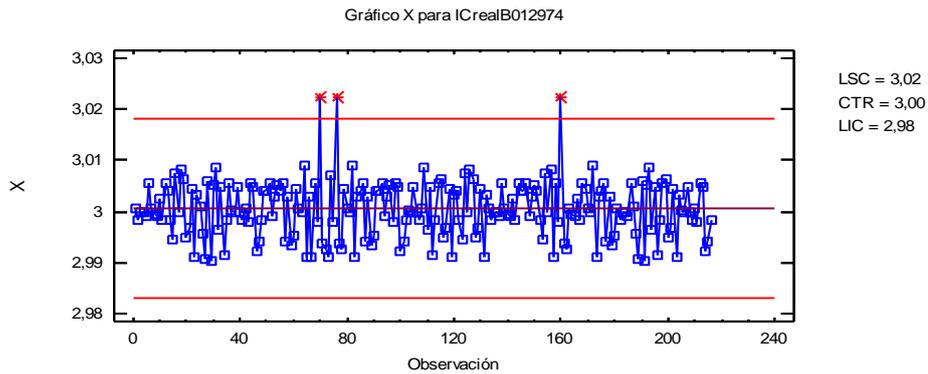
Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que ICreal FSG105 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Anexo 8: Análisis de estabilidad para IC real de los vehículos analizados.

Fuente: Elaboración Propia.

Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo de B012974.



En el gráfico de valores individuales para IC real B012974. Se aprecia que este trabaja bajo causas especiales de variación. De los 216 datos procesados, se encuentran fuera de especificaciones 3, para un índice de inestabilidad (St) de 1.38%.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} * 100$$

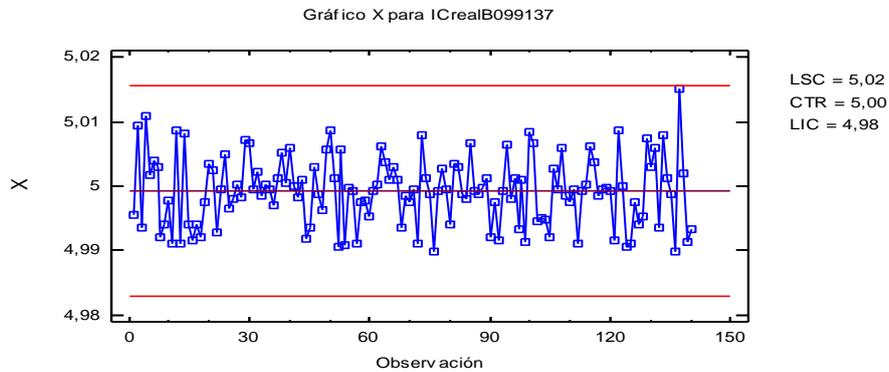
$$St = \frac{3}{216} * 100$$

$$St = 0.01389 * 100 \approx 1.389\% \text{ Estabilidad Buena}$$

Por lo que el vehículo B012974, está trabajando bajo control y buena estabilidad.



Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo de B099137.



En el gráfico de valores individuales para IC real B099137. Se aprecia que este no trabaja bajo causas especiales de variación. De los 140 datos procesados, se encuentran fuera de especificaciones 0 que representan el mejor desempeño energético del vehículo, para un índice de inestabilidad (St) de 0%.

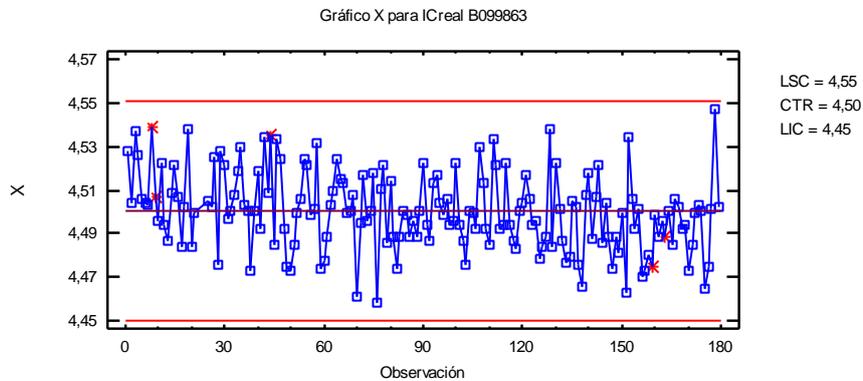
$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} * 100$$

$$St = 0\% \text{ Estabilidad Buena}$$

Por lo que el vehículo B099137, está trabajando bajo control y buena estabilidad.



Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo de B099863.



En el gráfico de valores individuales para IC real B099863. Se aprecia que este no trabaja bajo causas especiales de variación. De los 176 datos procesados, se encuentran fuera de especificaciones 0 que representan el mejor desempeño energético del vehículo, para un índice de inestabilidad (St) de 0%.

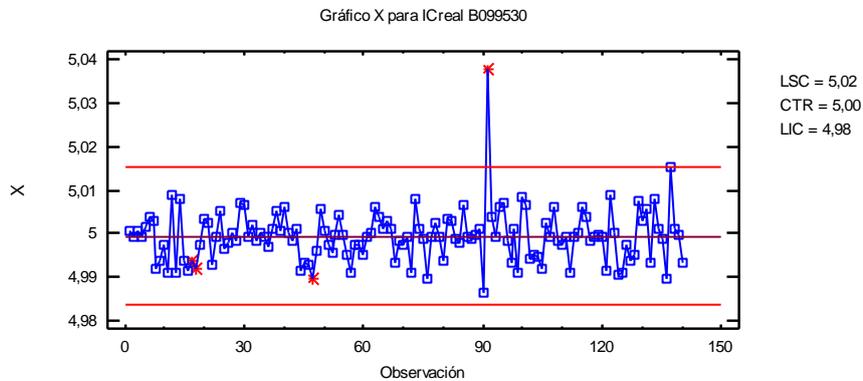
$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} * 100$$

$St = 0\%$ Estabilidad Buena

Por lo que el vehículo B099863, está trabajando bajo control y buena estabilidad.



Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo de B099530.



En el gráfico de valores individuales para IC real B099530. Se aprecia que este trabaja bajo causas especiales de variación. De los 140 datos procesados, se encuentran fuera de especificaciones 1 que representan el mejor desempeño energético del vehículo, para un índice de inestabilidad (St) de 0.714%.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} * 100$$

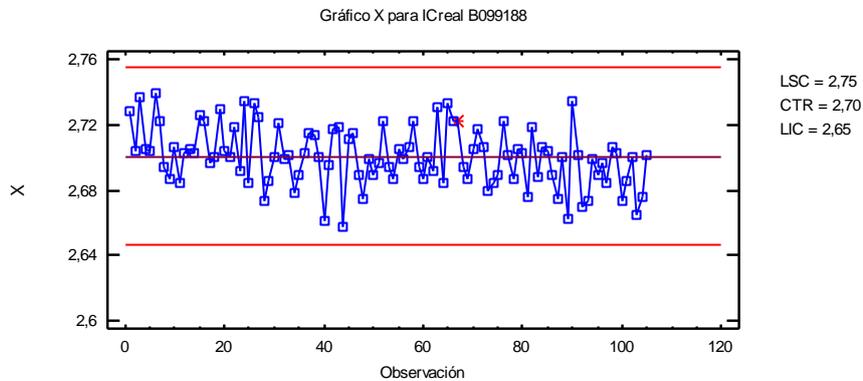
$$St = \frac{1}{140} * 100$$

$$St = 0.00714 * 100 \approx 0.714\% \text{ Estabilidad Buena}$$

Por lo que el vehículo B099530, está trabajando bajo control y buena estabilidad.



Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo de B099188.



En el gráfico de valores individuales para IC real B099188. Se aprecia que este no trabaja bajo causas especiales de variación. De los 105 datos procesados, se encuentran fuera de especificaciones 0 que representan el mejor desempeño energético del vehículo, para un índice de inestabilidad (St) de 0%.

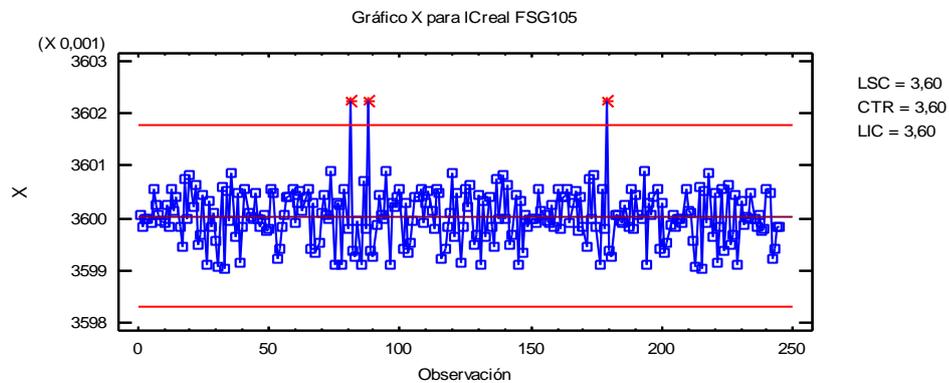
$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} * 100$$

$St = 0\%$ Estabilidad Buena

Por lo que el vehículo B099188, está trabajando bajo control y buena estabilidad.



Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo de FSG105.



En el gráfico de valores individuales para IC real FSG105. Se aprecia que este trabaja bajo causas especiales de variación. De los 245 datos procesados, se encuentran fuera de especificaciones 3 que representan el mejor desempeño energético del vehículo, para un índice de inestabilidad (St) de 1.22%.

$$St = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número de puntos totales}} * 100$$

$$St = \frac{3}{245} * 100$$

$$St = 0.0122 * 100 \approx 1.22\% \text{ Estabilidad Buena}$$

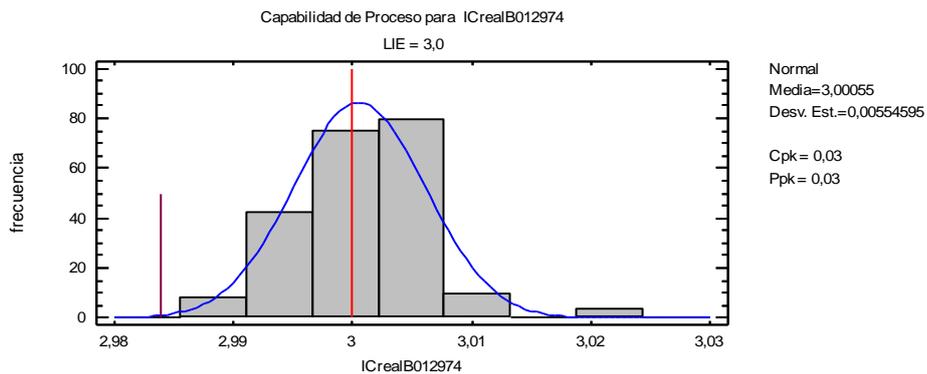
Por lo que el vehículo FSG105, está trabajando bajo control y buena estabilidad.



Anexo 9: Resultado de Capacidad de proceso para los cuatros vehículos de transportación de carga.

Fuente: Elaboración Propia.

Resultado de Capacidad de proceso para el vehículo de transportación de carga - IC real B012974



	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LIE = 3,0	48,611111%	-0,10	46,077642%	460776,42
Total	48,611111%		46,077642%	460776,42

Índices de Capacidad para ICrealB012974

Especificaciones

LIE = 3,0

	Capacidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	0,00585209	0,00554595
Cpk/Ppk	0,0311066	0,0328237
Cpk/Ppk (inferior)	0,0311066	0,0328237
DPM	462822,	460776,

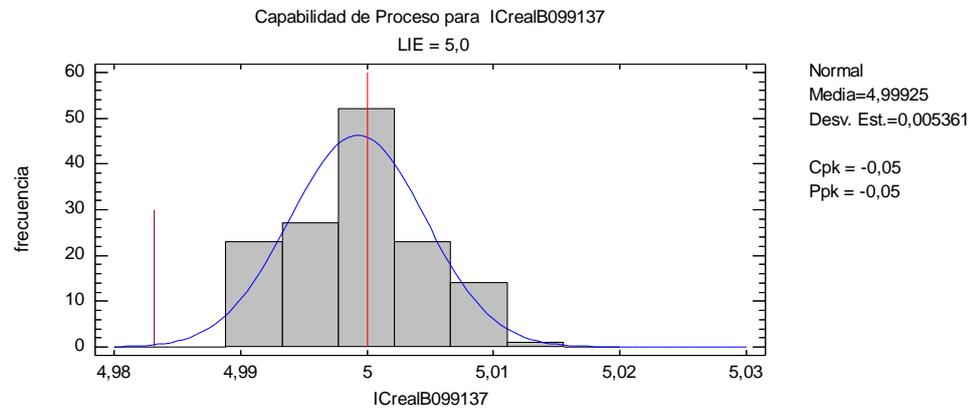
Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

Índice	Límite Inferior	Límite Superior
Cpk	-0,0134435	0,0756567
Ppk	-0,0117374	0,0773848



Resultado de Capacidad de proceso para el vehículo de transportación de carga - IC real B99137



	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LIE = 5,0	59,285714%	0,14	55,580998%	555809,98
Total	59,285714%		55,580998%	555809,98

Índices de Capacidad para ICrealB099137

Especificaciones

LIE = 5,0

	Capacidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	0,00543698	0,005361
Cpk/Ppk	-0,0461289	-0,0467827
Cpk/Ppk (inferior)	-0,0461289	-0,0467827
DPM	555035,	555810,

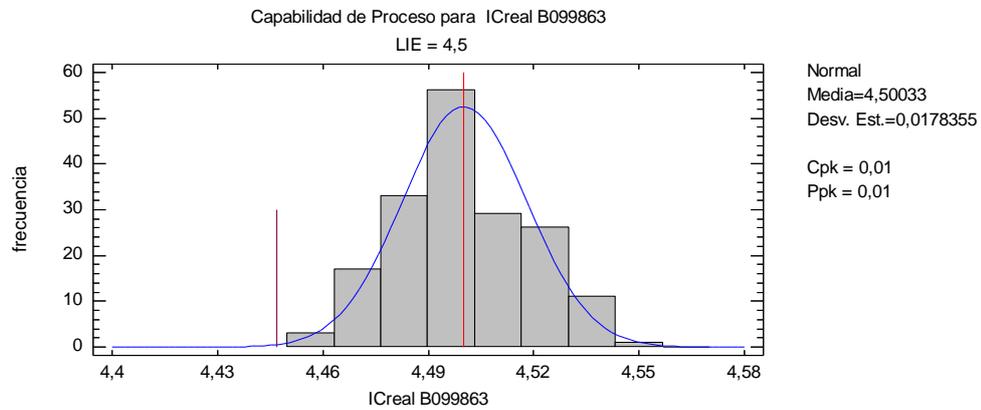
Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

Índice	Límite Inferior	Límite Superior
Cpk	-0,10161	0,00935255
Ppk	-0,102272	0,00870636



Resultado de Capacidad de proceso para el vehículo de transportación de carga - IC real B99863



	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LIE = 4,5	48,863636%	-0,02	49,255462%	492554,62
Total	48,863636%		49,255462%	492554,62

Índices de Capacidad para ICreal B099863

Especificaciones

LIE = 4,5

	Capacidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	0,0165983	0,0178355
Cpk/Ppk	0,00668242	0,00621888
Cpk/Ppk (inferior)	0,00668242	0,00621888
DPM	492000,	492555,

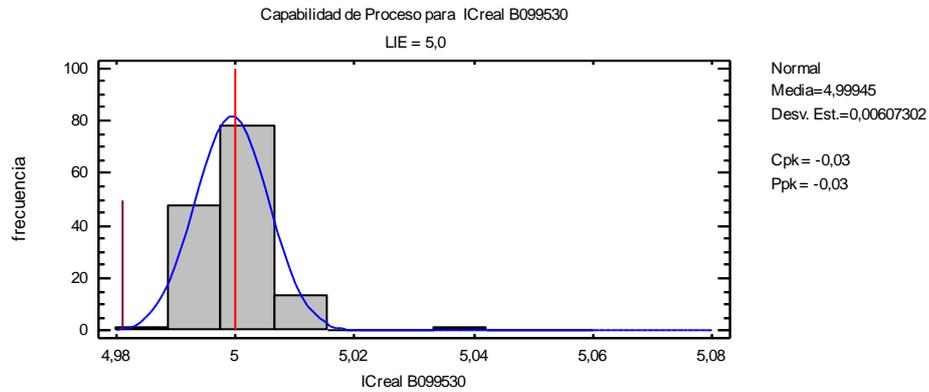
Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

Índice	Límite Inferior	Límite Superior
Cpk	-0,0425686	0,0559334
Ppk	-0,0430315	0,0554692



Resultado de Capacidad de proceso para el vehículo de transportación de carga - IC real B99530



	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LIE = 5,0	59,285714%	0,09	53,600090%	536000,90
Total	59,285714%		53,600090%	536000,90

Índices de Capacidad para ICreal B099530

Especificaciones

LIE = 5,0

	Capacidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	0,00525375	0,00607302
Cpk/Ppk	-0,0348157	-0,030119
Cpk/Ppk (inferior)	-0,0348157	-0,030119
DPM	541595,	536001,

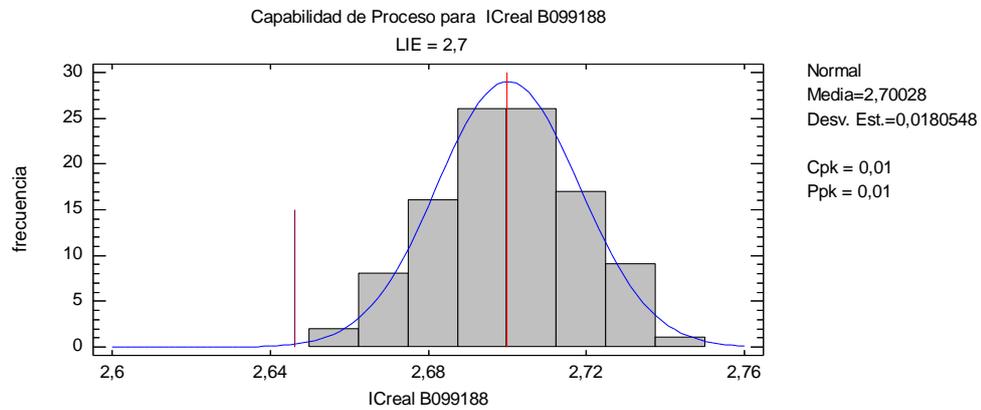
Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

Índice	Límite Inferior	Límite Superior
Cpk	-0,090183	0,0205516
Ppk	-0,0854482	0,0252103



Resultado de Capacidad de proceso para el vehículo de transportación de carga - IC real B99188



	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LIE = 2,7	49,523810%	-0,02	49,384187%	493841,87
Total	49,523810%		49,384187%	493841,87

Índices de Capacidad para ICreal B099188

Especificaciones

LIE = 2,7

	Capacidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	0,0180235	0,0180548
Cpk/Ppk	0,0051521	0,00514317
Cpk/Ppk (inferior)	0,0051521	0,00514317
DPM	493831,	493842,

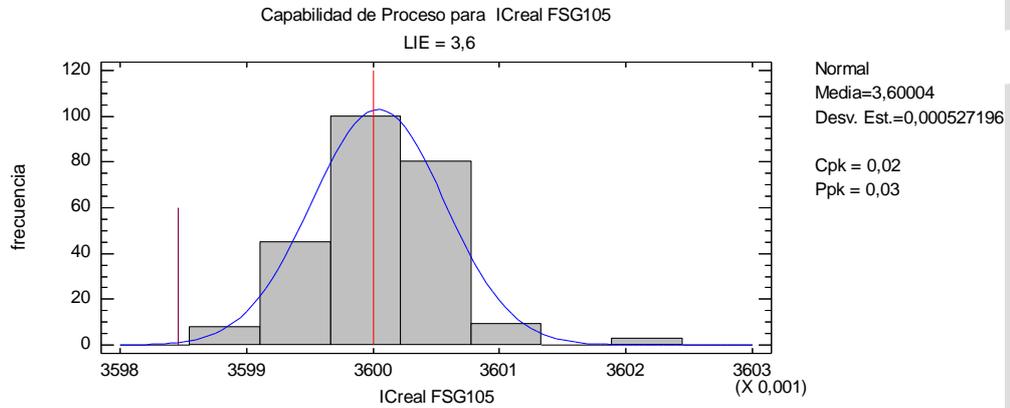
Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

Índice	Límite Inferior	Límite Superior
Cpk	-0,0586095	0,0689137
Ppk	-0,0586184	0,0689048



Resultado de Capacidad de proceso para el vehículo de transportación de carga - IC real FSG105



	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LIE = 3,6	48,979592%	-0,08	46,987649%	469876,49
Total	48,979592%		46,987649%	469876,49

Índices de Capacidad para ICreal FSG105

Especificaciones

LIE = 3,6

	Capacidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	0,000577058	0,000527196
Cpk/Ppk	0,0230144	0,0251912
Cpk/Ppk (inferior)	0,0230144	0,0251912
DPM	472475,	469876,

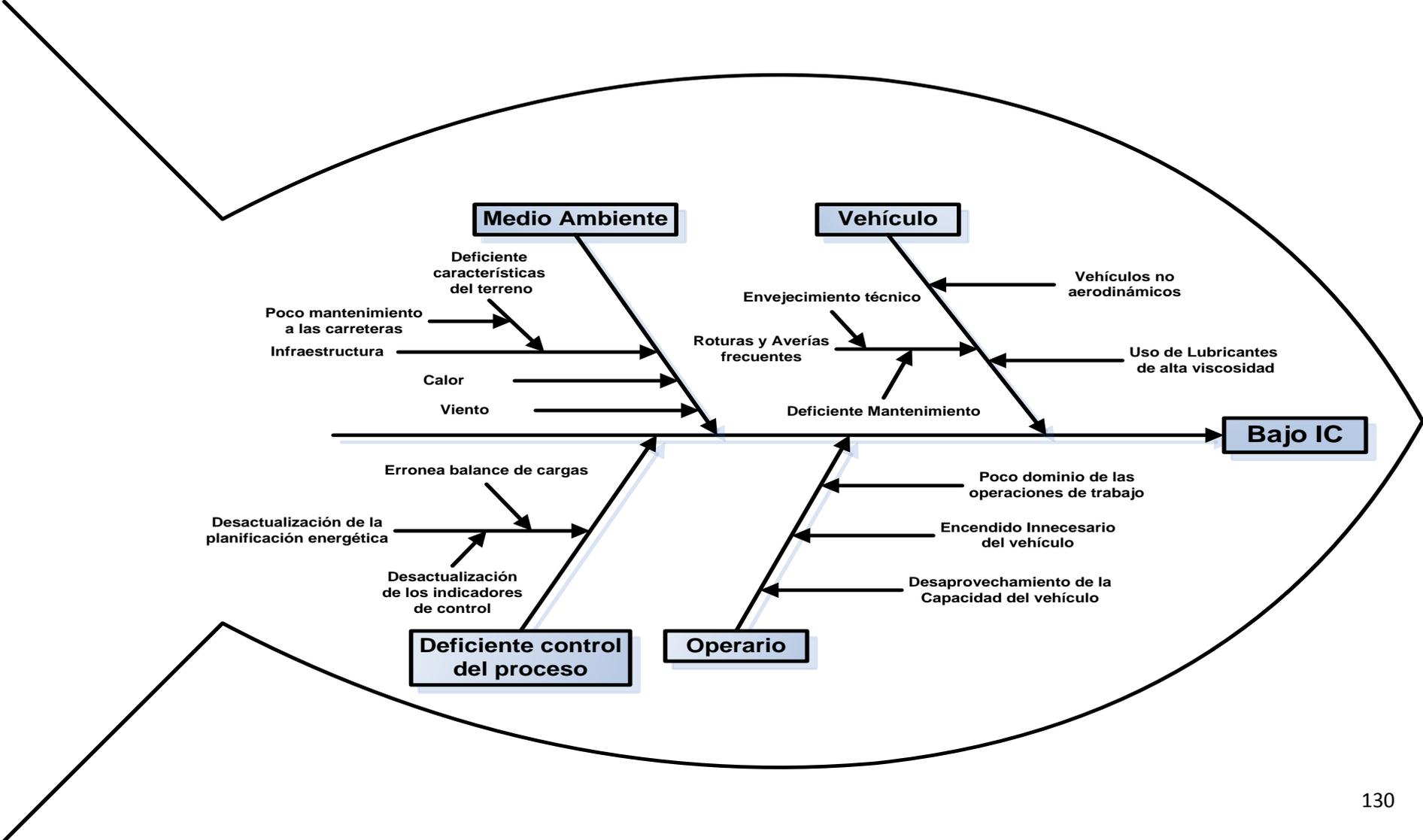
Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

Índice	Límite Inferior	Límite Superior
Cpk	-0,0187747	0,0648036
Ppk	-0,0166079	0,0669902

Anexo 10: Diagrama Ishikawa para las causas de la disminución del Índice de Consumo (IC).

Fuente: Elaboración Propia.





Anexo 11: Priorización de las causas a resolver mediante la Técnica de Selección Ponderada.

Fuente: Elaboración Propia.

Causas/Expertos	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6	Exp 7	Exp 8	Exp 9	Frecuencia	Suma
1	5	5	4	5	5	5	4	4	5	9	42
2	5	4	4	5	4	4	4	5	5	9	40
3	4	5	5	5		5	3	4	5	8	36
4	4	4	5	3	5	5	5	5	5	9	41
5	3	4		4	4	4	3	3	4	8	29
6	4	5	4	5	5	5	3	3	4	9	38
7	4	3	4	4	4	4	3	4	3	9	33
8	4	5	3	4	5	5		3	4	8	33

Número	Causas	Frecuencia	Suma
1	Envejecimiento técnico	9	42
4	Deficiente control del proceso	9	41
2	Deficiente características del terreno	9	40
6	Desaprovechamiento de la capacidad del vehículo	9	38
3	Vehículos no aerodinámicos	8	36
7	Poco dominio de las operaciones	9	33
8	Uso de lubricantes de alta viscosidad	8	33
5	Encendido innecesario	8	29

Anexo 12: Plan de Acción para la mejora del desempeño energético en los vehículos de transporte pesado de carga.

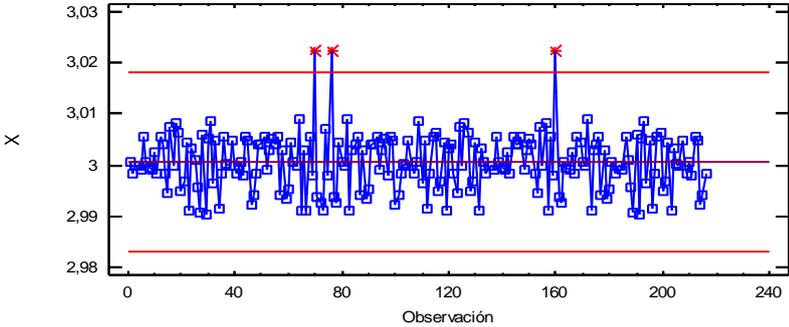
Fuente: Elaboración propia.

Oportunidad de Mejora					
Meta: Lograr la mejora del desempeño energético de los vehículos.					
Responsable del Plan de mejora: Director de Transporte.					
¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CÓMO?	¿POR QUÉ?	¿DONDE?	¿CUÁNDO?
Aumento de los mantenimientos preventivos.	Director de Transporte	Mediante la planificación de los mantenimientos y de ser posible aprovechar además los tiempos de descanso del vehículo.	Para mejorar el rendimiento de los vehículos y evitar roturas y averías de gran escala o con gran frecuencia,	En la empresa.	Según la planificación del mantenimiento.
Aumento de las actividades de control del combustible.	Especialista C en uso y Ahorro Racional de la Energía.	Realizar pruebas del litro para actualizar el valor del IC.	Evitar consumo ineficiente de diésel y de ser posible ahorrar	En la empresa.	Trimestral
		Realizar la revisión energética.			Mensual
Curso de Capacitación general para la formación de competencias laborales	Jefe de Transporte y Técnico de RR.HH	A través de cursos generales relacionados con el exceso de velocidad, sobre carga de equipos y Operación de equipo.	Para formar competencias laborales en función de los aspectos de capacitación a nivel grupal.	En la empresa.	Septiembre (realización semestral)



Anexo 13: Ficha de Indicador.

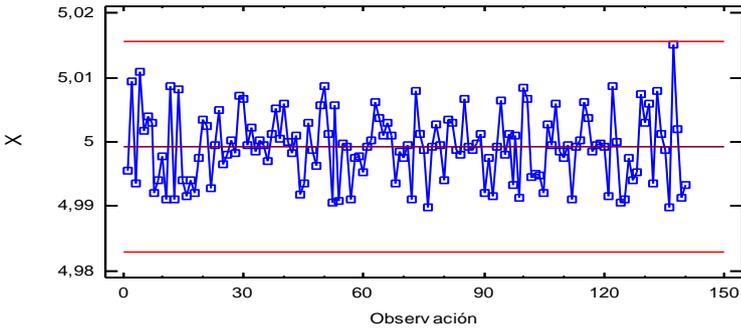
Fuente: Elaboración Propia

	Ficha de indicador B012974	Referencia: Cod. Ficha:
Indicador: Índice de consumo para el transporte de carga (IC)		
Nivel de referencia: >2.96 eficiente <2.96 no eficiente		
Forma de cálculo: Km/Litros Km: Kilómetros Recorridos. L: Litros de Diésel Consumidos		
Fuente de información: Ficha de proceso enviada por el Grupo Nacional		
Objetivo: Mantener un índice de consumo mayor de 2.96 Km/Litros		
Seguimiento y presentación: Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.		
<p data-bbox="683 1384 906 1406">Gráfico X para ICrealB012974</p>  <p data-bbox="1177 1451 1267 1518">LSC = 3,02 CTR = 3,00 LIC = 2,98</p>		



Anexo 14: Ficha de Indicador.

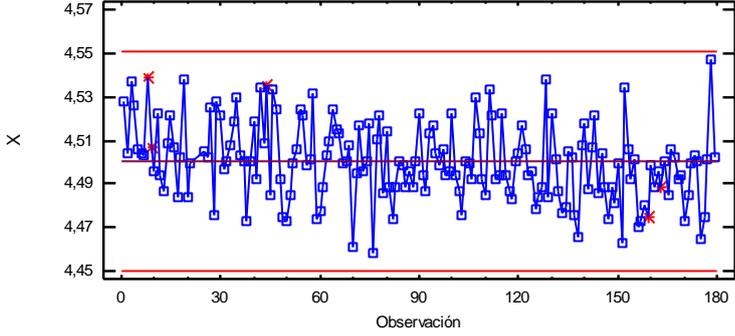
Fuente: Elaboración Propia

	Ficha de indicador B099137	Referencia: Cod. Ficha:
Indicador: Índice de consumo para el transporte de carga (IC)		
Nivel de referencia: >4.96 eficiente <4.96 no eficiente		
Forma de cálculo: Km/Litros Km: Kilómetros Recorridos. L: Litros de Diesel Consumidos		
Fuente de información: Ficha de proceso enviada por el Grupo Nacional		
Objetivo: Mantener un índice de consumo mayor de 4.96 Km/Litros		
Seguimiento y presentación: Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.		
<p style="text-align: center;">Gráfico X para ICreálB099137</p>  <p style="text-align: right;">LSC = 5,02 CTR = 5,00 LIC = 4,98</p>		



Anexo 15: Ficha de Indicador.

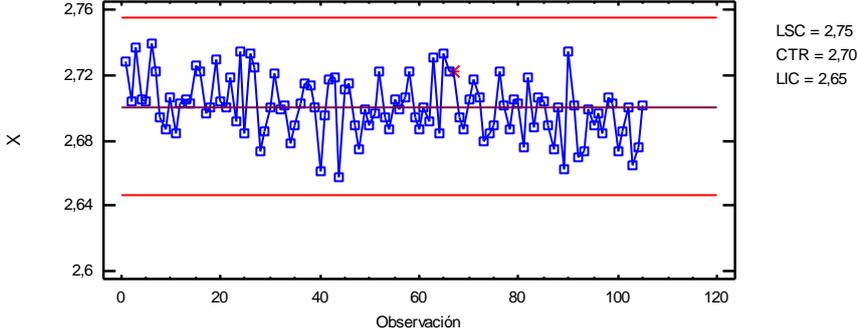
Fuente: Elaboración Propia

	Ficha de indicador B099863	Referencia: Cod. Ficha:
Indicador: Índice de consumo para el transporte de carga (IC)		
Nivel de referencia: >4.45 eficiente <4.45 no eficiente		
Forma de cálculo: Km/Litros Km: Kilómetros Recorridos. L: Litros de Diesel Consumidos		
Fuente de información: Ficha de proceso enviada por el Grupo Nacional		
Objetivo: Mantener un índice de consumo mayor de 4.45 Km/Litros		
Seguimiento y presentación: Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.		
<p data-bbox="660 1346 871 1368">Gráfico X para ICreal B099863</p>  <p data-bbox="1118 1413 1206 1480">LSC = 4,55 CTR = 4,50 LIC = 4,45</p>		



Anexo 17: Ficha de Indicador.

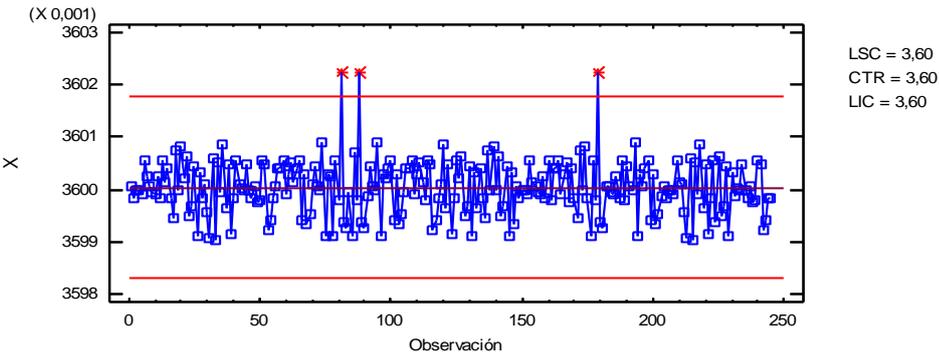
Fuente: Elaboración Propia

	Ficha de indicador B099188	Referencia: Cod. Ficha:
Indicador: Índice de consumo para el transporte de carga (IC)		
Nivel de referencia: >2.65 eficiente <2.65 no eficiente		
Forma de cálculo: Km/Litros Km: Kilómetros Recorridos. L: Litros de Diesel Consumidos		
Fuente de información: Ficha de proceso enviada por el Grupo Nacional		
Objetivo: Mantener un índice de consumo mayor de 2.65 Km/Litros		
Seguimiento y presentación: Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.		
<p data-bbox="660 1346 869 1368">Gráfico X para ICreal B099188</p>  <p data-bbox="1118 1413 1204 1480">LSC = 2,75 CTR = 2,70 LIC = 2,65</p>		



Anexo 18: Ficha de Indicador.

Fuente: Elaboración Propia

	Ficha de indicador FSG105	Referencia: Cod. Ficha:
Indicador: Índice de consumo para el transporte de carga (IC)		
Nivel de referencia: >3.60 eficiente <3.60 no eficiente		
Forma de cálculo: Km/Litros Km: Kilómetros Recorridos. L: Litros de Diesel Consumidos		
Fuente de información: Ficha de proceso enviada por el Grupo Nacional		
Objetivo: Mantener un índice de consumo mayor de 3.60 Km/Litros		
Seguimiento y presentación: Análisis de los datos diarios a través de una hoja de Excel programado.		
<p data-bbox="703 1346 932 1368">Gráfico X para ICreal FSG105</p> 		

Anexo 19: Balance de Carga para los vehículos de transporte de carga de EPICIEN.

Fuente: Elaboración Propia

Rutas	Distancia media	Clasificación
Prodal CH	4034,619829	Larga
Aguadas	930,2596289	Larga
Lajas	477,6177686	Larga
cygua	440,595621	Larga
rodas	410,150915	Larga
abreus	344,7809612	media
cruces	336,9940326	media
Palmira	201,1005167	media
Junco Sur	168,6376276	Corta
Reina	167,5799723	Corta
La sierrita	163,856407	Corta
Caonao	129,0673878	Corta
Tulipán	126,5088759	Corta
Rancho Luna	72,64320775	Corta

Vehículos	IC	Rutas sugeridas
B099530(ZIL)	4.98	Prodal Ciudad Habana, Aguada,
B099137(ZIL)	4.96	Lajas, Cumanayagua, Rodas
B099863(ZIL)	4.45	Abreus, Cruces, Palmira
FSG105(KAMAZ)	3.60	Junco sur, Reina, Sierrita
B012974(ZIL)	2.96	Caonao, Tulipán
B099188(KAMAZ)	2.65	Rancho Luna