



**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MAS LIMPIA.
UNIVERSIDAD DE CIEFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Título: Opciones de Producción más Limpia en la perforación de las
Investigaciones Aplicadas a la construcción.**

Autora: Ing. Bárbara del Carmen Torres Jiménez

Tutor: DrC Nelson Castro Perdomo.

MsC Danny Daniel Hernández Capote.

Curso 2016-2017

AGRADECIMIENTOS

A mis hijas por su cariño y apoyo incondicional. A mi esposo por su comprensión y estímulo en todo momento.

A Mary por contagiarme de su entusiasmo. A mi yerno por su ayuda incondicional.

A mi tutor y demás profesores por los conocimientos aportados.

A los compañeros y amigos que me han ayudado en esta investigación.

A todos. . . . ¡Muchas Gracias!

DEDICATORIA.

A mis padres por su eterno recuerdo.

A mi familia por su anhelo de verme crecer profesionalmente.

A mis hijas por ser el mejor regalo que me dio la vida.



PENSAMIENTO

“Es insostenible este mundo porque conduce a la humanidad a la dilapidación de los recursos y a la destrucción de la naturaleza. Y parto de la idea de que el mundo y la naturaleza pueden salvarse. Es una apuesta por la inteligencia frente a la brutalidad y el salvajismo; una apuesta por la educación frente a los instintos; una apuesta a favor de la inteligencia humana”.

Fidel Castro Ruz, 3 de Diciembre

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, proponer opciones de Producción más Limpia en el proceso de perforación en la ENIA-UIC Cienfuegos. De acuerdo a los resultados del estudio, se determinó que el principal problema se concentra en el alto consumo de portadores energéticos durante el proceso de perforación; se pretende que, mediante buenas prácticas, se reduzcan estos consumos y las emisiones de GEI asociadas al mismo.

Para el desarrollo de la investigación se aplicó hasta la cuarta etapa de la Guía Técnica de Producción más Limpia, utilizando para ello técnicas de recopilación de información, datos y análisis comparativos. Como resultado de la misma se proponen opciones de P+L mediante el uso de buenas prácticas y pequeñas inversiones que no afectan el bienestar económico de la empresa. La aplicación inmediata de estas opciones permite tanto mejorar la eficiencia del proceso, como a la empresa, obtener una disminución de los costos del combustible en un 30 % por debajo del real, y de las emisiones de GEI a la atmósfera.

ABSTRACT .

The present work aims to propose Cleaner Production options in the drilling process at the ENIA-UIC Cienfuegos. According to the results of the study, it was determined that the main problem is concentrated in the high consumption of energy carriers during the drilling process; It is intended that good practices reduce these consumption and the GHG emissions associated with it.

For the development of the research was applied until the fourth stage of the Technical Guide for Cleaner Production, using for this data collection techniques, data and comparative analysis. As a result, P & L options are proposed through the use of good practices and small investments that do not affect the economic well-being of the company. The immediate application of these options allows to improve the efficiency of the process, as well as to the company, to obtain a reduction of the costs of the fuel in a 30% below the real, and of the emissions of GHG to the atmosphere.

Índice	pág.
Introducción.....	1
Capítulo I: La geotecnia y el impacto ambiental de los equipos de perforación.....	9
1.1.-La perforación en las calas de las investigaciones geotécnicas	9
1.2 Desarrollo histórico de la perforación	12
Periodo Prehistórico – hasta 1800	12
1.3.-Clasificación de los sondeos y la utilización de los portadores energéticos en este proceso	14
1.4 Sistemas de perforación geotécnica	20
1.5 Las afectaciones ambientales provocadas por la perforación en la Geotecnia.....	22
1.6 Condiciones necesarias para utilizar los criterios de P+L en la geotecnia	24
1.7 Beneficios que ofrece la implantación de un programa de P+ L	25
1.8 CONCLUSIONES PARCIALES.....	26
2.1 Caracterización de la ENIA UIC Cienfuegos.....	27
2.2.- Diagnostico técnico del parque de equipos automotores (máquinas autopropulsadas) empleados directamente en el proceso de perforación.....	28
2.3 Caracterización de los portadores energéticos en el proceso de perforación	31
2.4 Litologías encontradas en obras de perforación en el periodo 2011-2015, (Geocuba, 2015).	33
2.5 La afectación ambiental provocada por la perforación	35
2.6 Utilización de agua en el proceso de perforación	35
2.7 Opciones de P+L en el proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos	35
2.8 Evaluación de la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos.....	36

CONCLUSIONES PARCIALES	38
3.1 Análisis de los portadores energéticos en el proceso de perforación.....	39
3.1.1 Combustible.....	40
3.1.1.2 Emisiones de Gases de Efectos Invernaderos asociados al consumo de combustible en el proceso de perforación.	43
3.2 Causas de ineficiencias en el proceso de perforación	48
3.3 Opciones de P+L para mejora en el proceso de perforación	50
3.4 Evaluación de las opciones de P+L en términos técnicos y económicos de portadores energéticos.....	51
3.5 Disminución de consumo de combustibles en un 30 % mediante propuestas de acciones de P+L basada el uso de buenas prácticas.....	55
3.6 Disminución de consumo de agua en un 30 % mediante propuestas de acciones de P+L basada el uso de buenas prácticas	57
3.7 Impacto ambiental que puede ocasionar las emisiones de GEI a la atmósfera.....	60
3.8 Evaluación de la propuesta de acciones basada en criterios de P+L en el proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos	62
CONCLUSIONES PARCIALES	78
Conclusiones	79
Recomendaciones.....	81
Anexos.	88

INTRODUCCIÓN



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCION

Antecedentes

En los años 90, en los Estados Unidos nuevas ideas y métodos fueron formalizados acerca de la prevención de la contaminación del medio ambiente. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos decidió llamarla “Prevención de la polución” (*Pollution Prevention*). En Europa, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), desde la División de Tecnología, Industria y Medioambiente (*Division of Technology, Industry and Economics*) de París hizo observaciones similares a las de Estados Unidos y se focalizó específicamente en la necesidad de la prevención de la contaminación, (Junco et al., 2002).

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo estableció como uno de los objetivos del plan de acción la necesidad de modificar las prácticas no sustentables de producción y consumo, incrementando entre otras cosas, las inversiones en programas de Producción más Limpia (P+L) y ecoeficiencia, a través de centros de Producción más Limpia, (Junco et al., 2002).

Por su parte, los países de la región manifestaron en la Iniciativa Latinoamericana para el Desarrollo Sustentable (2002), presentada en la Cumbre de Johannesburgo, la necesidad de incorporar conceptos de P+L en las industrias, crear centros nacionales de producción limpia y trabajar en pos de un consumo sustentable. Esto establece el marco a nivel internacional para definir políticas nacionales y desarrollar planes de acción en producción limpia, (C. P. T.S., 2005).

A finales de 1993, a un año de la Cumbre de Río, el Programa Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, aprobado por nuestro gobierno, que constituye la adecuación cubana de la Agenda 21, dedica el Capítulo 18, a la P+L en la



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

INTRODUCCIÓN

Industria y el Comercio. El Programa Nacional define como sus objetivos los siguientes:

Primero, elevar la eficiencia en el uso de los recursos, considerando entre ellos el aumento de la reutilización y el reciclado de los desechos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de los mismos.

Segundo, fortalecer el concepto de la administración responsable en la gestión ambiental y uso de los recursos por la empresa.

El Programa de Naciones Unidas para medio ambiente (PNUMA) define como:

Producción más Limpia: La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, en aras del bien social, sanitario, ambiental y la seguridad. Plantea un enfoque diferente de la gestión ambiental, aplicable a todos los sectores de la producción y los servicios, contribuye a mejorar el desempeño ambiental de las empresas y a encaminar su gestión hacia la sostenibilidad, a partir de un incremento de la eficiencia y competitividad, la optimización del uso de los recursos naturales, tecnológicos, financieros, humanos y la disminución de los costos de producción y de manejo de residuales. La protección eficaz del ambiente requiere de la prevención de la contaminación, a través de la conjugación de materiales, procesos o prácticas que minimicen los desechos, (C.P.T.S., 2005).

En cuanto a los procesos, la P+L incluye la conservación de materias primas y energía, más la reducción de la cantidad y toxicidad de las emanaciones y desperdicios antes de ser eliminados. La estrategia tiene por objeto reducir los impactos durante el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, (C.P.T.S., 2005).

Para Cuba constituye una prioridad alcanzar un estadio superior en la protección del medioambiente basada en una concepción integral del desarrollo sostenible, entendido como un proceso donde las políticas del desarrollo económico, científico, tecnológicas, fiscales, comercio, energéticas,



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

INTRODUCCIÓN

agrícolas, industriales, de preparación del país para la defensa, entre otras, se entrelacen en un marco de justicia y equidad social, logrando la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias, para lo cual se aplica un enfoque de gestión ecosistémico y multisectorial con la participación oportuna y efectiva de los Órganos de la Administración Central del Estado.

Lo anterior se refleja en el lineamiento 135 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución que plantea: "Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas."

La P+L se consigue mediante la aplicación de habilidades en la mejora de la tecnología y/o el cambio de las actitudes. La meta es, evitar la producción de desperdicios, y disminuir el uso de materias primas y energía.

A largo plazo, la P+L es la forma más rentable de explotar los procesos, desarrollar y fabricar productos, el costo de los desperdicios, las emanaciones, los impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente, impactos estos que pueden evitarse desde el comienzo mediante la aplicación de este concepto.

En el libro "Los desechos sólidos, como materia residual de las transformaciones productivas realizadas por el ingenio humano, se nos presentan hoy como un reto en cuanto a su disminución y disposición final", (Bustos, 2009).

A pesar de que los desechos sólidos siempre se han generado en el mundo, el problema tiende a empeorarse debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. La gestión de éstos mediante su reducción, reciclaje, reuso, reprocesamiento, transformación y vertido debe convertirse en una prioridad para nuestra sociedad. La generación de residuos es una

INTRODUCCIÓN

consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre; hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc., se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente, (Bustos, 2009).

El concepto de residuo está definido de distintas maneras:

- La Comunidad Europea (CE), en su directiva 75/442, expone se entenderá por residuo “cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga obligación de desprenderse, en virtud de las disposiciones nacionales vigentes”, (“DIRECTIVA DEL CONSEJO (75/440/CEE),” n.d.)).
- La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) los define como “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que fueron producidas, debido tanto a la inexistencia de tecnología adecuada para su aprovechamiento, como a la inexistencia de mercado para los productos recuperados”, (“Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030,” 2008).

Los constructores han sido conscientes desde hace muchos siglos que las condiciones del terreno debían ser consideradas para que sus edificaciones no se asienten, inclinen o colapsen. La construcción antigua se realizaba en base a la experiencia del constructor.

El trabajo realizado por *Terzaghi*, la Mecánica de Suelos fue reconocido como una disciplina principal de la Ingeniería Civil. Este término y el de Geología Aplicada a la Ingeniería, fueron introducidos en su libro pionero “*Erdbau mechanickauf Bodenphys ikalischer Grundlage*” publicado en 1925. El reconocimiento internacional de esta disciplina se logró con la Primera Conferencia Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, llevada a cabo en la Universidad de Harvard en junio de 1936.



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

INTRODUCCIÓN

Esta conferencia, presidida por *Terzaghi*, fue organizada por el Profesor Casagrande. Un hito principal en la Mecánica de Suelos fue la publicación en 1943 del libro “*Theoretical Soil Mechanics*” de *Terzaghi*, el que hasta ahora permanece como una importante referencia. Este libro fue seguido por “*Soil Mechanics in Engineering Practice*” de *K. Terzaghi* y R.B. Peck en 1948 y por trabajos posteriores de otros investigadores, (Rocca, 2009).

Para el caso cubano, las investigaciones aplicadas a la construcción surgieron en la primera década del Siglo XX, con el objetivo de dar respuesta al desarrollo creciente de la actividad constructiva. De esa forma los primeros pasos estuvieron dirigidos a la creación de laboratorios de mecánica de suelos y materiales en la capital del país, (Elaboración propia).

A partir del triunfo de la Revolución Cubana se creó el Ministerio de Obras Públicas, luego el Ministerio de la Construcción (MICONS), se comenzaron a crear en todas las provincias los laboratorios de suelos quedando La Habana rectora de la actividad. En el 1960 se creaba el Departamento de Laboratorios del Distrito 5 Oeste en Las Villas (Cienfuegos), el que en 1965 adopta el nombre de INSPROY (Instituto de Proyectos 1965-1967), el que luego se denominaría GRINACO (Grupo de Investigaciones Aplicadas a la Construcción 1967-1970) y más tarde DIGIAC (Dirección Geológica de Investigaciones Aplicadas a La Construcción 1970-1975), después EIA (Empresa de Investigaciones Aplicadas 1975-1981) y por último en 1981 ENIA. Su estructura se muestra en la figura 1.

INTRODUCCIÓN

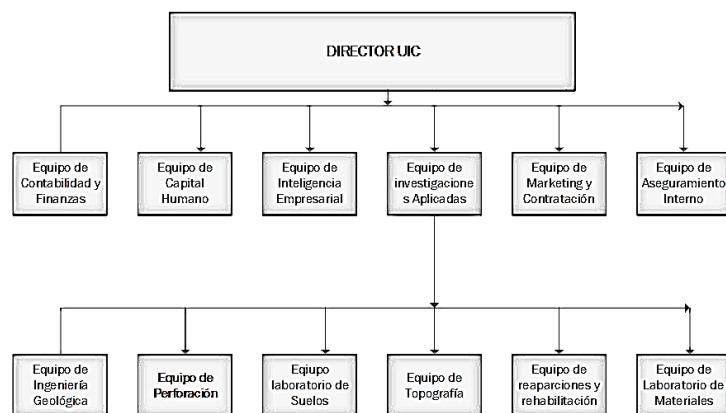


Figura 1. Organigrama de la ENIA-UIC Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

Los primeros pasos para la evaluación de Sistemas integrados en materia ambiental en la ENIA-UIC Cienfuegos, comenzaron en el año 2001 con la elaboración del Diagnóstico Ambiental de la empresa, discutido en asamblea con todos los trabajadores, en el cual se identificaron los IMPACTOS tanto negativos como positivos que se generan. En el año 2005 se desarrollan los primeros cursos para auditores ambientales, en el 2009 se certifica el servicio de ProAmbiente que rige toda la actividad ambiental en la empresa y presta servicio a todas las entidades del MICONS. En 2013 ya se certifica este servicio por la norma ISO 14001,(Lasoncel [et al.](#) Pacareu, 2002).

En el presente trabajo de tesis se hará una propuesta de opciones para mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de las investigaciones Geotécnicas desde la P+L como principio, por lo que se asume como **Problema de Investigación:**

La no existencia de una adecuada estrategia para mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de las investigaciones aplicadas desde la P+L como principio.



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

INTRODUCCIÓN

Objetivo General

Proponer una estrategia para mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de las investigaciones aplicadas de la ENIA-UIC Cienfuegos.

Objetivos específicos

1. Realizar un estudio documental respecto a la perforación de las investigaciones aplicadas.
2. Diagnosticar técnica y energéticamente el parque de equipos automotores (máquinas autopropulsadas) empleados directamente en el proceso de perforación.
3. Definir las buenas prácticas para mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de las investigaciones aplicadas
4. Evaluar las opciones propuesta estratégica para mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de la ENIA-UIC Cienfuegos.

Hipótesis de la Investigación

El empleo de una estrategia desde los principios de P+L contribuirá a mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de las investigaciones aplicadas de la ENIA-UIC Cienfuegos, acercándola a los requerimientos de un desarrollo sostenible.

Justificación del estudio

Aplicando criterios de P+L se reubicarán los residuos sólidos, líquidos, se ahorrarán portadores energéticos y agua, disminuirán las emisiones de gases de efecto invernadero, se solucionará el problema que supone los residuos generados en el proceso de perforación, haciéndose necesario crear una herramienta que haga más competitiva la actividad en los mercados



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

INTRODUCCIÓN

internacionales, posibilitando ahorrar materias primas a la vez que se cuida el medio ambiente.

Beneficios esperados

1. El estimado y cuantificación preliminar de los residuos que se generaran en la perforación de las investigaciones aplicadas.
2. Acciones de P+L propuestas que permiten reducir el volumen de residuos generados, su impacto ambiental y los costos asociados.

Límites del alcance de la investigación

La presente investigación se limita a la propuesta de opciones de P+L a emplear por la ENIA-UIC Cienfuegos para mejorar los indicadores ambientales en el proceso de perforación de las investigaciones aplicadas de la ENIA-UIC Cienfuegos.

Estructura del informe de Tesis

Introducción.

Capítulo I: La geotecnia y el impacto ambiental de los equipos de perforación.

Capítulo II: Evaluación de portadores energéticos en el proceso de perforación en la ENIA-UIC Cienfuegos.

Capítulo III: Propuesta de acciones de PML en la perforación de las investigaciones aplicadas a la construcción.

Conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO1

CAPÍTULO I: LA GEOTECNIA Y EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN

En el presente capítulo se realiza un estudio documental sobre la geotecnia haciendo especial énfasis en los equipos de perforación y su impacto en el medio ambiente, así como la repercusión de esta en el consumo de portadores energéticos, agua y materiales diversos.

1.1.-La perforación en las calas de las investigaciones geotécnicas

GEOTECNIA.

La geotecnia es la rama de la ingeniería civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la tierra. Investiga los suelos y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar: Taludes, cimentaciones, túneles, (Belandria, 2010).

La Ingeniería Geotécnica (IG) constituye una de las principales ramas de la Ingeniería Civil y como tal, presenta facetas que ha sufrido el mismo derrotero que esta última a través del tiempo, a lo largo de la evolución de la civilización. Hasta principios de la década de 1960, los especialistas en IG estaban agrupados en la ISSMFE (*"International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering"*). Luego aparecieron nuevas sociedades como la ISRM (*"International Society of Rock Mechanics"*) en 1962 y la IAEG (*"International Association of Engineering Geology"*) en 1970, (Rocca, 2009).

La evolución de la IG puede ser analizada desde el punto de vista epistemológico (Vick, 2002) y como en otras ciencias experimentales, se puede observar la existencia de paradigmas que son importantes para enmarcarla; un paradigma de una profesión se construye alrededor de sus teorías reveladas en libros, conferencias, ejercicios de laboratorio, etc., y son aceptadas por el conjunto de los profesionales. Los paradigmas de la teoría y la práctica coexisten, tienen explicaciones subyacentes. Una, es la

CAPÍTULO I

dualidad entre la teoría y el criterio o juicio ingenieril. El paradigma de la teoría mantiene preceptos deductivos, el criterio es subjetivo, (Rocca, 2009).

La Federación Internacional de Sociedades Geo-ingenieriles (FIGS) señala la interacción entre las sociedades hermanadas que tienen incidencia en la IG: ISSMGE (suelos), ISRM (rocas), AEG (geología). Han formulado un esquema (Figura 1.1) que describe actividades que finalizan en la estructura ingenieril, como paso previo, en el triángulo geo-ingenieril (sensu stricto), ambos marcados con un círculo en la Figura 1.1; en este círculo se representa la confluencia de las distintas disciplinas (Bock, 2006). Es expresión del Triángulo Geotécnico postulado por Burland (2007) como una ayuda educacional, a su vez con raíces en publicaciones que datan de décadas remotas, como es el caso de Karl Terzaghi, KT (1925), la primera de ellas donde se hace alusión al tema en cuestión, (Rocca, 2009).

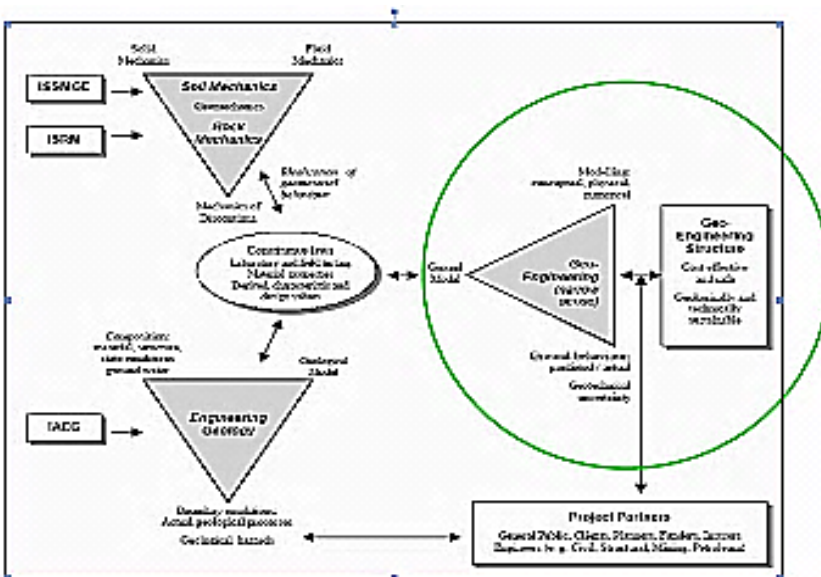


Figura 1.1: Esquema de las interrelaciones de la IG en las sociedades geo-ingenieriles.
Fuente: (Burland, 2007).

CAPÍTULO I

En este esquema del triángulo, coexisten cuatro aspectos distintos pero relacionados entre sí, (Burland, 2007):

1. El perfil del terreno, con las condiciones de agua subterránea.
2. El comportamiento observado o medido del terreno.
3. Las predicciones usando métodos apropiados.
4. Procedimientos empíricos, criterio o juicio basado en precedentes y la bien ganada experiencia, (Bock H, 2006).

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general; en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos, (Vick S G, 2002).

En el diseño de las cimentaciones de estructuras tales como edificios, puentes y presas se requiere el conocimiento de factores como: la carga que será transmitida por la superestructura a la cimentación; los requisitos del reglamento local de construcción, comportamiento esfuerzo-deformación de los suelos que soportaran el sistema, y las condiciones geológicas del suelo. Para un ingeniero geotécnico los dos últimos factores son sumamente importantes ya que tienen que ver con la mecánica de suelos (geotecnia), (Braja, 1999).

La clasificación de las rocas con fines ingenieriles es compleja, deben cuantificarse las propiedades para emplearlas en el cálculo del diseño.

- a) La resistencia a la compresión simple.
- b) El módulo relativo.
- c) El grado de meteorización.

Entre las disciplinas que confluyen en las investigaciones geotécnicas están:

CAPÍTULO I

- Topografía.
- Perforación. Proceso del cual se hará un estudio minucioso de esta actividad en la ENIA-UIC Cienfuegos.
- Ensayos de suelos y rocas.
- Ensayos de materiales de construcción, etc. Fuente: Elaboración propia.

1.2 Desarrollo histórico de la perforación

Periodo Prehistórico – hasta 1800

Los primeros en perforar pozos profundos, 2.000 años atrás fueron los chinos, lo hacían para encontrar salmuera con la cual obtenían sal común. Para lograr sus propósitos disponían de un equipo consistente en una estructura de madera, de la cual suspendían por cable una herramienta cortante y pesada. La percusión intermitente sobre el terreno iba horadando sucesivos estratos del subsuelo hasta llegar al objetivo. En los primeros años de la industria petrolera se utilizaron los mismos principios de perforación a percusión. Aunque todavía en ciertas circunstancias y principalmente en Estados Unidos se sigue utilizando, esta técnica fue universalmente reemplazada por el método de perforación rotativa, (“Historial de la perforación en el mundo.,” n.d.).

La perforación de pozos es una técnica que viene desde tiempos ancestrales, posiblemente hace más de 5000 años, por eso el origen de la misma no puede atribuirse a ningún individuo o nación. Este autor afirma que el origen de la perforación rotativa, técnica que se usa actualmente, tiene sus orígenes en el antiguo Egipto, ya que en estudios realizados de bloques monolíticos de las pirámides, aparecen orificios aparentemente hechos con barrenas tubulares. Todos estos pozos eran de muy poca profundidad, (no sobrepasaban los 30 m). El propio Marco Polo escribió sobre los pozos de salmuera de la China.

CAPÍTULO I

- **Desde 1800 hasta 1901**

Los dos pozos perforados por *Drake* entre 1858 y 1859 en Pennsylvania son los primeros y más importantes en América. Otra patente importante se concedió a *M.T.Chapman* en 1890, quién propone una circulación de un fluido con partículas de arcilla en suspensión generadas en la propia perforación, de ahí la utilización del nombre de lodo a los fluidos de perforación.

- **Desde 1901 hasta 1945**

A principios de la década del 30 se comienza a organizar los laboratorios de investigaciones, y aparecen avances notables en el conocimiento de los fluidos y las técnicas de perforación.

- **Desde 1945 hasta 1965**

Las técnicas de perforación como tal no sufren mucho cambio, aunque hubo avances notables en cuanto a las herramientas usadas. Además se desarrollan las plataformas marinas y los buques con el equipamiento insertado para la perforación marina.

- **Desde 1965 hasta la actualidad**

Durante este período se introducen mejoras en las barrenas de perforación, permitiendo una mayor velocidad de penetración, un ahorro considerable por la productividad de la misma, disminuyen los tiempos de perforación, y se elimina el número de viajes para el cambio de barrenas, (*Trip Time*).

La perforación generalmente se realiza en sitios de difícil acceso; hay que realizar importantes trabajos preparatorios antes de instalar el equipo.

La torre o mástil de perforación es la parte más prominente del equipo (aproximadamente 40 m), está integrada por cuatro grandes columnas de acero de forma rectangular unidas lateralmente. En lo alto de la torre, suspendida de cables, se ubica la cabeza de inyección conectada con la barra de sondeo. La cabeza de inyección deja pasar un líquido (lodo de perforación) que permite a la barra de sondeo

rotar libremente en el subsuelo. La barra de sondeo pasa por un buje maestro ubicado en la mesa rotativa colocada en el piso del mástil o torre. Motores diesel o eléctricos hacen rotar la mesa rotativa y toda la columna de perforación, en cuyo extremo final está el trépano que perfora, (Herrera & Castilla, 2012).

Para el reconocimiento geotécnico del terreno se utilizan desde la técnica de inspección visual hasta técnicas de campo o laboratorio más o menos sofisticadas que se agrupan en los conjuntos siguientes, (Herrera & Castilla, 2012):

Métodos directos: A este grupo pertenecen las técnicas que permiten acceso y observación directa al subsuelo, la obtención de muestras, permiten la realización de ensayos “in situ”. En este grupo se incluyen:

- Sondeos geotécnicos.
- Calicatas, zanjas y pocillos.
- En algunos casos galerías.

Métodos indirectos: Son aquellos que se llevan a cabo sin necesidad de acceder directamente al terreno, midiendo desde la superficie algunas propiedades físicas de los materiales que constituyen los diferentes niveles o estratos del terreno. Se incluyen en este grupo, entre otros los siguientes:

- Prospección geofísica (gravimetría, eléctrica, sísmica, electromagnética).
- Ensayos “in situ”.

En las investigaciones geotécnicas puede utilizarse de forma conjunta los ensayos “in situ”, ensayos de laboratorio para determinar los parámetros fundamentales del terreno. Entre estos encontramos los métodos geofísicos y los ensayos de penetración. Estos últimos forman parte de la etapa de perforación, (Herrera & Castilla, 2012).

1.3.-Clasificación de los sondeos y la utilización de los portadores energéticos en este proceso

CAPÍTULO I

Los sondeos son perforaciones que se realizan en el terreno, bien desde la superficie o desde excavaciones en interior, con dos finalidades concretas:

- Conocer las características del terreno (exploración).
- Alcanzar un objetivo definido en el proyecto o plan.

La labor de perforación tiene diversas facetas, dependiendo de su objetivo. Los más profundos son perforados desde la superficie en los campos petrolíferos con varios miles de metros, mientras que los dedicados al campo de la geotecnia, el alumbramiento de aguas subterráneas, la exploración e investigación minera u otras muchas aplicaciones que no alcanzan tales profundidades, se han desarrollado enormemente en los últimos años. En ella se combinan variadas tecnologías que el usuario debe conocer para optar por la mejor solución, según la actividad y objetivos a alcanzar, pudiéndose establecer la siguiente clasificación, (Herrera & Castilla, 2012):

- A testigo continuo.
- A destroza o destructivo.
- Mixto: destructivo/testigo.

Según la dirección en la que se ejecutan, se clasifican en:

- Verticales.
- Inclinaados.
- Horizontales
- Dirigidos.

Por la forma en que se penetra la roca en el proceso de perforación:

- **Sondeos a percusión:** Este método consiste en el empleo de un útil que avanza por golpes sucesivos aplicados por la caída de una maza, cuya energía se transmite mediante un varillaje al útil o a un tubo hueco (portatestigos) situado en el fondo de la perforación.

CAPÍTULO I

- **Sondeo a rotación:** Es el procedimiento más extendido para obtener muestra o testigo en cualquier investigación geotécnica. El útil de corte que se emplea para la obtención de una muestra de forma continua es una batería en cuya boca se implementa una corona, cuyos elementos de corte más habituales son de tungsteno o diamante.

De acuerdo al campo de aplicación los sondeos se emplean en las actividades siguientes:

- Prospección y exploración minera.
- Geotecnia de obras lineales: carreteras, ferrocarriles.
- Geotecnia de edificaciones.
- Geotecnia de obras singulares: puertos, aeropuertos, vertederos, etc.

Explotación de acuíferos superficiales.

En geotecnia se utiliza fundamentalmente la perforación con recuperación de testigos. La herramienta más común es la corona, la cual al ejercer sobre el útil esfuerzos de empuje y rotación se produce el corte de la roca. Al avanzar la corona se va formando un cilindro denominado testigo, que posteriormente se libera y extrae del macizo rocoso.

Para esta operación se utilizan los denominados “tubos porta testigos” y el fluido de perforación es normalmente agua.



Figura 1.2 y 1.3: A la izquierda se muestran los tipos de coronas y a la derecha los testigos extraídos.

Fuente: (Herrera & Castilla, 2012)

Desde el punto de vista de diseño de los equipos podemos encontrar dos familias:

Equipos sobre patines:

De este tipo de equipos en la organización objeto de estudio cuentan con una perforadora MUNSTANG 4 5P de tecnología sueca Atlas COPCO, se observa en la figura 1.4.

Figura 1.4: Perforadora MUNSTANG 4 5P. **Fuente:** Elaboración propia.

El otro grupo de perforadoras son el auto desplazables.

En la empresa objeto de estudio existen dos máquinas de este tipo UGB-50 de fabricación soviética, con más de 30 años de explotación como se puede observar en la figura 1.5.



Figura 1.5: Perforadora auto desplazable. **Fuente:** Elaboración propia.

1.3.1 Estructura general de las máquinas perforadoras.

La perforación es un proceso laborioso de alto costo que consiste en la preparación de huecos o taladros en el macizo rocoso para efectuar la voladura, (Herrera & Castilla, 2012).

CAPÍTULO I

La eficiencia de la perforación de taladros depende de los siguientes factores:

- Capacidad de penetración en las rocas por acción de la broca (factor principal) está dado por: la presión axial del macizo rocoso, velocidad de rotación y la evacuación del detritus durante la perforación.
- Tipo y forma de la broca.
- Método de acción en el fondo del taladro (percusión, rotación y roto percusión, etc.)
- Esfuerzo y velocidad de acción con los que se actúan sobre el taladro.
- Diámetro del taladro.
- Profundidad de perforación.
- Velocidad de expulsión de detritus.

Organización y escala de producción de la voladura. (Ver figura 1.6).

CAPÍTULO I

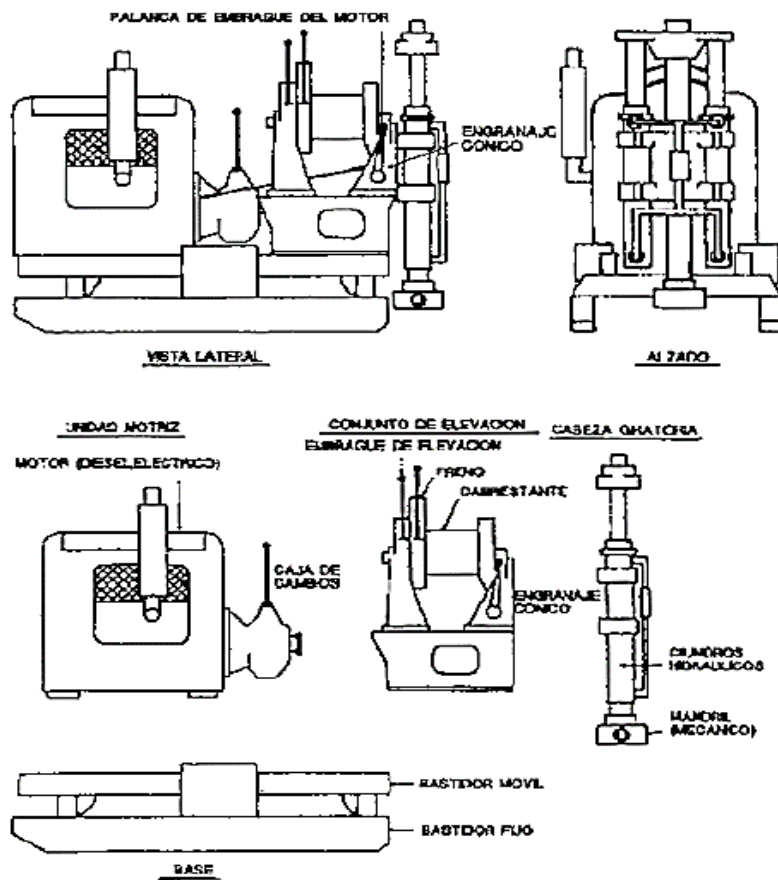


Figura 1.6: Esquema del sistema operativo de las máquinas perforadoras. **Fuente:** (Herrera & Castilla, 2012)

En la figura 1.6 se puede observar el sistema operativo de las máquinas de perforación de forma general.

El sistema de accionamiento de este tipo de máquinas puede estar compuesto por:

- Motores diesel refrigerados por aire o por agua, con amplia gama de potencias de entre 15 kW hasta más de 55 kW.

- Motores eléctricos, generalmente trifásicos a 380V para explotaciones de interior electrificadas.
- Motores de aire comprimido (ya en desuso).

1.4 Sistemas de perforación geotécnica

Existen diversas técnicas y maquinarias de perforación en el mercado. A continuación se resumen las más conocidas, (Herrera & Castilla, 2012).

Máquinas Auger: Trabajan sobre material o líquido a través de un movimiento helicoidal rotativo. Este sistema de perforación suele utilizarse para la toma de muestras en elaboración de estudios geotécnicos, la broca es helicoidal, mediante un movimiento rotacional perfora el terreno extrayendo el corte del material por el orificio. Ideal para suelos ácidos y perforaciones de poca profundidad hasta 30 m, podría usarse para la geotermia vertical de expansión directa, (Herrera & Castilla, 2012).

Máquinas de percusión con cable y barrena: Utilizan una herramienta cilíndrica suspendida de un cable que se levanta y deja caer reiteradamente para romper y extraer en pequeños fragmentos el material de fondo del orificio. Se añade agua a la perforadora para obtener una lechada en el fondo del agujero, la cual se acumula cuando decrece la penetración del pilón; luego se extrae la lechada y vuelve a colocar la barrena para proseguir con el trabajo. El movimiento del cable del pilón debe estar sincronizado con la caída por gravedad de las herramientas para que el avance sea efectivo. El sistema es simple y no requiere los útiles de la máquina rotativa, (Herrera & Castilla, 2012).

Máquinas rotativas: El sistema utiliza básicamente 3 componentes: motor (normalmente diesel o gasolina, alguna vez eléctrico), equipo rotativo (consiste en una serie de componentes que transfieren el movimiento del motor a la barrena), y equipo circulante (el sistema de circulación refrigera y lubrica la barrena, remueve los residuos y recubre las paredes de la perforación con una pasta semejante al barro; el fluido de perforación circula por el orificio mediante bombas, compresores e inyectores de

aditivos para fluidificar sus características). La máquina rotativa corta el terreno a través de la rotación de la barrena aplicando una fuerza hacia abajo, esto puede ser por medio de una mesa rotativa o de una unidad hidráulica fijada directamente a la parte superior del resorte de la barrena. Se caracteriza por una alta velocidad de perforación, es bastante pesada y precisa de agua para inundar el orificio, una bomba para extraer el detritus que se forma con el giro de la barrena, un tanque de decantación para el barro, un motor diesel de unos 82 caballos de vapor (CV) y personal calificado para el manejo del sistema. Ideal para sedimentos blandos, rocas sedimentarias con alta productividad, (Herrera & Castilla, 2012).

Martillo neumático: En algunos casos las rotativas no tienen potencias suficientes para horadar cuando se dan formaciones rocosas muy duras. Para evitar posibles roturas en el equipo y la barrena se puede utilizar un martillo neumático. Éste trabaja de forma parecida a la percusión empleada en las obras de construcción. El material usado es acero con una aleación de tungsteno. La herramienta gira para asegurar una penetración continuada y tras cada golpe el aire escapa limpiando y enviando al exterior los materiales cortados. Aconsejable para rocas duras, (Herrera & Castilla, 2012).

Martillo sónico: Es una tecnología de perforación sónica que utiliza unas oscilaciones mecánicas de alta frecuencia emitidas por un cabezal que permite tasas de penetración elevadas en el terreno sin necesidad de aire ni de fluidos. El cabezal emite frecuencias de 180 Hz acoplados a la frecuencia de la herramienta sin amortiguación de la onda vibrante de la barrena. Esta vibración sónica fluidifica las partículas del suelo permitiendo una suave y rápida penetración de la barrena. Sus principales aplicaciones incluyen la obtención de muestras, exploración de terrenos rocosos, pozos de extracción de agua, pozos para eliminación de contaminantes y perforaciones inclinadas hasta 45°. Es una tecnología difícil de encontrar, (Herrera & Castilla, 2012).

1.5 Las afectaciones ambientales provocadas por la perforación en la Geotecnia

Asociados al consumo de combustibles fósiles aparecen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), entre las que tenemos las de CO₂eq, elemento cuantificable a partir de los índices que refieren los estudios bibliográficos, (ISO 14 064, 2006).

Una de las metodologías para la cuantificación de emisiones de GEI es la norma ISO 14 064, desarrollada de acuerdo con el protocolo *Greenhouse Gas Protocol (GHG protocol)*. El *GHG protocol*, del *World Resources Institute* y el *World Business Council for Sustainable development*, es uno de los más utilizados a escala internacional para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de GEI. Ambos documentos constituyen referencias importantes, (ISO 14 064, 2006).

A partir de estos documentos las emisiones de GEI pueden clasificarse en:

- **Alcance 1:** Emisiones directas, son las emisiones de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad. Ej. combustión de calderas y de vehículos, etc. Que la organización controla.
- **Alcance 2:** Emisiones indirectas de la generación de electricidad y de calor, comprenden las emisiones derivadas del consumo de electricidad y calor, vapor o frío adquiridos que se producen físicamente en la instalación donde la electricidad o el calor son generados. Estas instalaciones productoras son diferentes de la cual se estiman las emisiones.
- **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas, incluye el resto de las emisiones indirectas, y son consecuencia de las actividades del sujeto. Algunos ejemplos: extracción y producción de los materiales adquiridos, los viajes de trabajo, el transporte de las materias primas, combustibles y de productos o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.

La Figura 1.7 muestra de forma esquemática las emisiones que comprende cada grupo de alcance, (ISO 14 064, 2006).

CAPÍTULO I

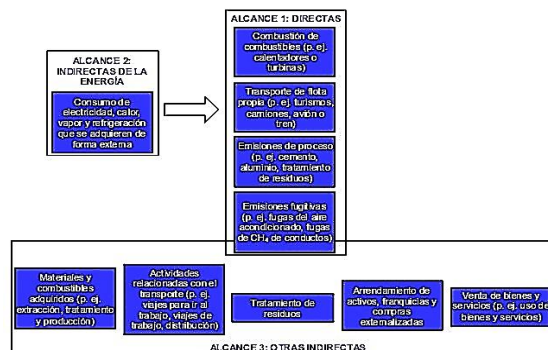


Figura 1.7: Clasificación de las emisiones de GEI. **Fuente:** (ISO 14 064, 2006)

El recurso agua es suministrado a la organización por la Empresa de Acueductos y Alcantarillados amparado bajo contrato legal. El agua accede a la instalación desde la tubería maestra común a otros consumidores de la zona, desde la acometida se distribuye a la instalación donde provee a los puntos internos de consumo de agua, los cuales son: baños sanitarios, lavamanos, taller, laboratorio de Materiales y Suelos. Las tuberías visibles del sistema son de polipropileno y metálicas se encuentran en buen estado. En el caso de la utilizada en el proceso de perforación se toma directamente de las fuentes de acueductos cercanos a las obras y no se contabiliza o simplemente se le cobra al cliente dueño de la investigación, (Elaboración propia).

Otra de las afectaciones ambientales está referida al uso de la madera para las cajas donde se conservan los testigos de perforación. La madera siempre ha estado en un lugar preponderante entre los materiales de construcción preferidos por el hombre. Es fácil de trabajar, tanto en las fábricas como en los sitios de construcción; es un material renovable y se encuentra fácilmente disponible, (Amador, 2006).

La madera utilizada de forma correcta, ha demostrado ser un material de una durabilidad sorprendente, ha sido químicamente diseñada por la naturaleza como uno de los materiales más resistente a la degradación. Existen una serie de grupos

biológicos que han descifrado la clave de su estructura química, y bajo las condiciones apropiadas, pueden utilizar el material tanto para la realización de su ciclo de vida como para su alimentación, (Amador, 2006).

Específicamente, existen los insectos perforadores de madera y los hongos pudridores. Los primeros pueden colonizar árboles en pie, la madera en trozo y aserrada; lo hacen en condición húmeda y seca, ya sea almacenada o puesta en las edificaciones y muebles. Los segundos, considerados como número uno en cuanto a las pérdidas producidas por la degradación biológica, sólo pueden colonizar maderas que tengan un contenido de humedad apropiado para su desarrollo y este es el caso que aplica en las cajas de perforación, (Amador, 2006).

1.6 Condiciones necesarias para utilizar los criterios de P+L en la geotecnia

Para diagnosticar el grado de implementación y las oportunidades de introducción de las P+L en las organizaciones industriales y de servicios, se han aplicado diferentes metodologías publicadas por el PNUMA y la ONUDI, la más difundida por los Centros de Producción Más Limpia de Latinoamérica es la de la ONUDI. En Cuba, también se difunde esta metodología fundamentalmente a través de la Red Nacional de P+L donde ha sido aplicada fundamentalmente a un determinado número de industrias, (Tortosa, Orúe, & Mena, 2007).

Las medidas propuestas están relacionadas con la aplicación de buenas prácticas, conocido en la literatura de P+I como “Gobierno de la casa”, lo que demuestra que muchas de las soluciones a los problemas identificados no requieren de grandes inversiones; sino que dependen de adoptar otras formas de producción y consumo, así como de cumplir con los procedimientos de operación y servicios establecidos. También, se manifiesta soluciones encaminadas hacia un consumo sustentable, (Tortosa et al., 2007).

Es necesario proponer una herramienta desde la visión de la norma ISO 14 001 e incluir este servicio dentro de los ya certificados en la Consultoría ProAmbiente de la ENIA-UIC Cienfuegos, haciendo más competitivo este servicio, y disminuyendo

considerablemente el consumo de combustibles fósiles, las emisiones de GEI a la atmósfera y la utilización de materia prima, (Elaboración propia).

1.7 Beneficios que ofrece la implantación de un programa de P+ L

Con la aplicación de opciones de P+L se enfrenta el tema de la contaminación de manera preventiva, se persigue una mejora integral del proceso u organización a la cual se aplica. Sus principales beneficios se resumen en la tabla No 1.1, donde se pone de manifiesto que la producción más limpia es más efectiva desde el punto de vista económico, y más coherente desde el punto de vista ambiental, que los métodos tradicionales de tratamiento “al final del proceso”, (Moya, 2012).

Según López Bastida en el IX Encuentro Globalización y Problemas del Desarrollo efectuado en Cuba durante el 2002, la P+L forma parte del conjunto de medidas adoptadas por la industria para contribuir al desarrollo sostenible, para lograr el efecto de reducir la contaminación, permitir que baje el costo del producto mediante una adecuada gestión del agua, la energía y las materias primas o materiales tóxicos, para posteriormente con los ahorros generados, obtener un producto con menos contaminación al precio inicial, (Moya, 2012).

Tabla 1.1 Beneficios esperados de la aplicación de una estrategia de P+L. **Fuente:**(ONUDI, 1999), (CONAM, 2003)(Moya, 2012)

AL REDUCIR	SE INCREMENTA
El uso de la energía en la producción.	La calidad del producto.
La utilización de materias primas.	La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la empresa.
La cantidad de residuos y la contaminación.	La motivación personal.
Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos (Ej. Primas de seguro más bajas).	El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso.

CAPÍTULO I

AL REDUCIR	SE INCREMENTA
La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones.	La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales.
Costo en la producción	Ingresos y ahorro de la empresa
La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes.	La protección del medio ambiente.
Los riesgos medioambientales en caso de accidentes.	La mejora continua de la eficiencia medioambiental

La tabla 1.1 expresa que con la reducción del uso de la energía, los combustibles, los recursos naturales, los riesgos de contaminación, logrará la humanidad crear un Desarrollo verdaderamente sostenible o sustentable.

1.8 CONCLUSIONES PARCIALES

El estudio bibliográfico constituye una herramienta para determinar cuál es la tecnología más eficaz, posibilitando conocer a la actividad de perforación como la mayor consumidora de combustible y generadora emisiones gaseosas que afectan tanto la salud humana como al medio ambiente a diferentes niveles, siendo los factores que influyen en el consumo energético de las máquinas perforadoras: diámetro de la cala, profundidad, dureza de la roca, cantidad de muestras a extraer; además del tipo de máquina, su estado técnico, así como las buenas prácticas en la actividad.

Se evidencia la necesidad de acometer el proceso de perforación con personal calificado conocedor de la actividad, así como, de los retos tecnológicos por la obsolescencia de los equipos de la organización, diseñando un sistema de trabajo que enfatice emplear prácticas de ahorro y cuidado de los recursos aplicadas a nivel internacional.

CAPITULO II

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA DE LA PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA LA ENIA UIC CIENFUEGOS

El Ministerio de la Construcción (MICONS) está constituido por empresas relacionadas con la actividad constructiva, entre ellas la ENIA, en Cienfuegos existe la ENIA UIC Cienfuegos, la que brinda los servicios de investigaciones aplicadas a este sector, con alcance local y nacional. El proceso con mayor incidencia en materia ambiental es la perforación. Con la aplicación de la NC ISO 14 001:2004, la organización está encaminada a implantar el sistema de gestión ambiental, marco propicio para elaborar una estrategia basada en criterios de P+L.

Dentro de la provincia, la ciudad de Cienfuegos (municipio cabecera) es el centro del desarrollo industrial, donde se efectúan importantes inversiones, tanto en la industria petroquímica, como en la refinación de petróleo y sus derivados, además de la proyección de otras instalaciones de este tipo y de servicios.

2.1 Caracterización de la ENIA UIC Cienfuegos

Se realiza una breve caracterización de la Unidad de Investigación para la Construcción en la provincia de Cienfuegos perteneciente a la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA UIC). Además se presenta una caracterización de la situación energética actual de la entidad.

Caracterización energética de la UIC Cienfuegos

El Comité de P+L realiza la investigación de los portadores energéticos, se analizan los principales que maneja la empresa objeto de estudio, los cuales se pueden observar en la figura 2.1,(Solís & Velázquez, 2014):

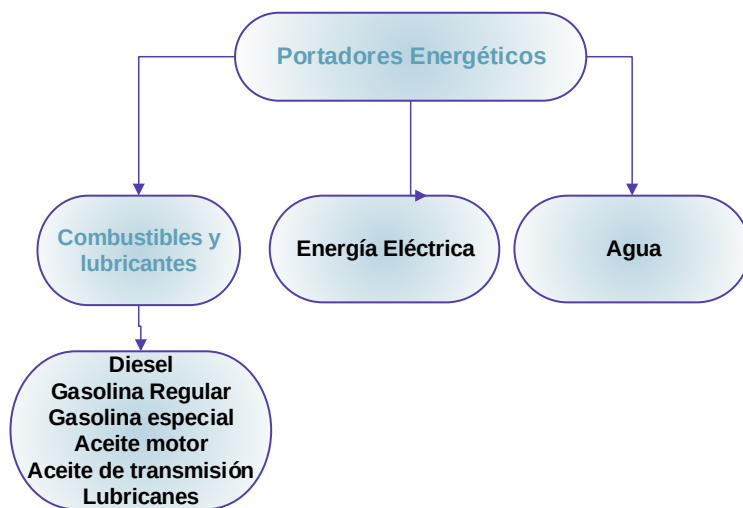


Figura 2.1: Principales portadores energéticos de la UIC Cienfuegos. **Fuente:** (Solís & Velázquez, 2014)

Para llevar a cabo el análisis del consumo y comportamiento de estos portadores energéticos la organización cuenta con los procesos de apoyo, específicamente Aseguramiento Interno en la figura del Técnico en Ahorro y Uso Racional de la Energía, apoyándose en el Plan de Eficiencia Energética desarrollado cada año por la ENIA UIC. Este se encarga sea debatido en los Consejos de Dirección el uso dado a los diferentes portadores energéticos por actividades realizadas y las nuevas políticas dictadas por la Organización Superior de la Economía (OSDE) y el MICONS en cuanto a la reducción del consumo de los mismos.

La ENIA UIC Cienfuegos cuenta con un Plan de Eficiencia Energética, el cual muestra una serie de medidas encaminadas a la reducción del consumo de portadores energéticos, responsable, ejecutor y fecha de cumplimiento,(ver Anexo 11).

2.2.- Diagnostico técnico del parque de equipos automotores (máquinas autopropulsadas) empleados directamente en el proceso de perforación

El diagnostico técnico de los equipos que intervienen en el proceso de perforación se realiza por parte de los especialistas del área de perforación y taller para dar respuesta

CAPITULO II

al Plan de medidas elaborado con la implantación del sistema de gestión ambiental por la ISO 14 001 en el año 2010, (Solís & Velázquez, 2014).

En el proceso de perforación intervienen los siguientes equipos automotores:

Tabla No 2.1: Equipos que intervienen en el proceso de perforación. **Fuente** Elaboración propia.

No	Equipo	Chapa	Marca	Combustible	Años de explotación	Estado técnico
1	Camión plancha	B099700	ZIL 130	Diesel	30	Regular
2	Camioneta	B099696	Hyundai	Diesel	6	Bueno
3	Camioneta	B099698	Hyundai	Diesel	6	Bueno
4	Perforadora c/camión	B100968	GAZ	Gasolina	25	Regular
5	Perforadora c/camión	FSL131	GAZ	Gasolina y diesel	31	Regular
6	Perforadora c/camión	B099883	GAZ	Gasolina y diesel	38	Regular
7	Camión cisterna	B099073	ZIL	Gasolina	28	Regular
8	Camión cisterna	B099884	KAMAZ	Diesel	36	Regular

En la tabla No 2.1 se muestran los equipos que intervienen en la actividad de perforación de los cuales el 25% está en buen estado técnico y el resto de los equipos catalogados de REGULAR con dificultades para prestar un servicio adecuado.

En la organización objeto de estudio se hace necesario elaborar y aplicar un Plan de Medidas basado en la Gestión de la energía. La gestión empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización; actividades que se ponen en práctica a través de la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización. La Gestión Energética o Administración de la Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y

CAPITULO II

aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la organización la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, (Borroto & Monteagudo, 2006).

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

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial, lo cual comprende, (Martija, 2012):

- 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.

2.3 Caracterización de los portadores energéticos en el proceso de perforación

Combustibles

En la perforación se utiliza como combustible el diesel, aunque las perforadoras UGB-50 de fabricación soviética y autotransportables utilizan gasolina para el desplazamiento. Los datos mostrados al Comité de P+L por los especialistas correspondientes se recogen en la base de datos que se elabora en el departamento Taller con el nombre Balance de Combustible por Centro de Costo y Obras (Excel), desde el año 2011 hasta 2015. Utilizando las hojas de cálculo del Excel se procesa esta información, se compara el balance total de la empresa y el de perforación.

Por las características específicas del proceso de perforación de ser una actividad de investigación en sitios no urbanizados sus equipos no poseen motores eléctricos, no consume energía eléctrica.

Recurso Agua

En el caso del recurso agua en la ENIA UIC Cienfuegos se contabiliza la consumida dentro de la instalación sede de la empresa y la que se consume en el proceso de perforación, tiene dos formas de medirse, la primera en las obras grandes es asumida por la inversión y en las pequeñas la mayoría de las ocasiones no se tenía control del consumo. En el momento de elaborar este trabajo se tomó como acuerdo por parte de la alta dirección a sugerencia del departamento técnico añadir el el RG IA 06-1: Reporte diario de perforación, una casilla para plasmar el volumen de agua consumido diariamente en obras.

El agua se utiliza para diferentes usos y actividades:

- Como lodo en el proceso de perforación de calas geotécnicas (objeto de estudio).
- Fregado de los equipos automotores.
- Fregado de los utensilios en ambos laboratorios.
- Actividades domésticas como son: aseo del personal, baños sanitarios, limpieza de pisos, entre otros, (Solís & Velázquez, 2014).

CAPITULO II

Tabla 2.4 : Equipos y reservorios del sistema del agua. **Fuente.** (Solís & Velázquez, 2014)

Equipos o reservorios	Cantidad (u)	Capacidad almacenaje (l)	Área
Tanques elevados edificio dirección	3	3500	Pantry, baño y laboratorio de materiales
Tanque elíptico	1	5000	Taller
Tanque elevado cuadrado	1	4000	Laboratorio de suelos
Camiones cisternas	2	14000	Directo en Obras
Pipas alternativas	2	2300	Directo en Obras

En la tabla anterior se indica las características de los reservorios y su ubicación dentro de la organización.

Los reservorios de agua se encuentran divididos en:

- Tanques elevados ubicados en la empresa.
- Camiones cisternas y pipas alternativas utilizadas directo en obras.

De acuerdo a esta clasificación en perforación se utiliza más del 50% de la capacidad de almacenaje de agua, (Ver figura 2.3).

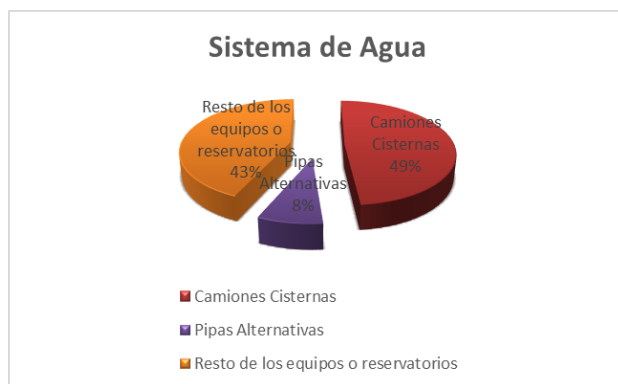


Figura 2.2: Reservorios de agua en la ENIA UIC Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia

2.4 Litologías encontradas en obras de perforación en el periodo 2011-2015, (Geocuba, 2015).

Desde el punto de vista investigativo, la perforación ejerce se acción directamente sobre suelos y rocas, esta actividad está regida económicamente por la Instrucción 7:2005. Metodología General para la Formación de Precios y Tarifas de los Ministerios de Finanzas y Precios, de Economía y Planificación. Básicamente los suelos y rocas se separan por la categoría, cualidad que varía de acuerdo a la consistencia o dureza dependiendo si son suelos o rocas.

En periodo de estudio se trabajó en la investigación de obras del Polo Petroquímico y en los parques fotovoltaicos pertenecientes a la Empresa Eléctrica principalmente los suelos pertenecientes a las formaciones litológicas:

- **Formación Paso Real (psr)** donde predominan las alternancias de rocas calizas y semirrocas a suelos margosos y arcillosos (terrígenos a terrígeno – carbonatados poco a medianamente plásticos, excepcionalmente muy plásticos) estos son suelos geotécnicos preconsolidados, (Categoría A y suelos).
- **Formación Cantabria (cnb)** constituida por calizas pueden ser abigarradas, microfragmentales, detríticas o detrítico-foraminíferas, a veces aporcelanadas y calizas arrecifales que se observan como cuerpos lenticulares de forma irregular entre los sedimentos de la unidad, calizas nodulares, calizas microgranulares biógenas de color amarillento- cremoso con textura maciza. Ocasionalmente y sobre todo hacia los afloramientos del flanco noroccidental de la provincia se presenta dolomitizada y silicificada, (Categoría A y suelos).
- **MIEMBRO CAROLINA (crl).** Subdivisión estratigráfica de la unidad estratigráfica anterior. Constituidas por suelos areno – limo - arcillosos, plásticos, de composición piroclástica, que transicionan a tobas vitroclásticas, tufitas y areniscas, con carácter geotécnico de semirrocas a rocas con intercalaciones de calizas microgranulares de componentes tobáceos, margas y areniscas, (Categoría A, B y suelos).

CAPITULO II

- **Formación Caunao (cn):** Predomina en la ciudad de Cienfuegos, en la zona norte de la ciudad y del municipio se aprecia en las perforaciones su paso a las formaciones Paso Real, Güines y Saladito que la cubren. Está constituida mayoritariamente por suelos preconsolidados en interestratificaciones laminares que se describen como areniscas polimícticas de granulometría muy diversa, conglomerados y gravelitas polimícticas de fragmentos pequeños a medios y limolitas. Los conglomerados son polimícticos de cemento calcáreo. Las areniscas son color gris verdoso y amarillo óxido al intemperizarse; con lentes de rocas calizas detríticas, calizas foraminíferas, calizas de textura brechosa, calizas organógenas de textura brechosa, calizas biógenas, estos lentes calizos son de espesor entre 15 cm y 3 m y de poca extensión lateral no superando nunca los 25 m, (Categoría A, B y suelos).
- **Formación Güines (gn):** Calizas biodetríticas de grano fino a medio, duras, en parte compactas, en parte porosas, cavernosas y recristalizadas, frecuentemente fracturadas, fosilíferas, más subordinadamente calizas biohémicas, calizas dolomíticas, y dolomitas, calizas micríticas sacaroidales y lentes ocasionales de margas calcáreas y calcarenitas. La dolomitización es secundaria. La coloración es variable: blanco, Blanco grisáceo, blanco amarillento, blanco rosáceo, amarillento-parduzco, crema, gris claro frecuentemente con manchas rojizas de hidróxido de hierro. Se presentan masivas principalmente o con estratificación gruesa, más raramente mediana o fina.

La clasificación utilizada para certificar los trabajos de investigaciones aplicadas es la Instrucción 7/95 Metodología General para la Formación de Precios y Tarifas de los Ministerios de Finanzas y Precios y de Economía y Planificación, (Ministerio de Finanzas y Precios, 2005).

2.5 La afectación ambiental provocada por la perforación

Teniendo en cuenta el Diagnóstico ambiental (Anexo No 1) de la ENIA UIC Cienfuegos elaborado por los especialistas de la Consultoría ProAmbiente acreditada para prestar estos servicios y confeccionado por la metodología de la Resolución 135 de 2011 emitida por el Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) se determinaron los Impactos ambientales relacionados al consumo de combustibles fósiles, incidiendo principalmente el Proceso de perforación. Estos impactos se relacionan con el alto consumo de combustible, las emisiones asociadas, los residuos sólidos, líquidos, derrames, etc.

A partir de la investigación basada en la familia normas ISO 14 001, NC ISO 50 001 y la ISO 14 064 en el caso de los portadores energéticos, se cuantificaron los residuos sólidos compuestos por madera, restos de suelos después de meteorizados, testigos de rocas, para los cuales se elaboraron planes de medidas con el objetivo de reusarlos en otras esferas de la economía.

2.6 Utilización de agua en el proceso de perforación

El agua durante el proceso de perforación se utiliza fundamentalmente como:

- Líquido (lodo) de perforación durante la perforación de los sondeos.
- Como lubricante durante la extracción de los testigos de la perforación.
- Para estabilizar la temperatura del sistema de enfriamiento de la perforadora.
- Como agua potable en obras con sus diversos fines.

2.7 Opciones de P+L en el proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos

Para determinar las acciones de P+L a aplicar en el proceso de Perforación de la ENIA-UIC Cienfuegos fue utilizado el procedimiento establecido en la Guía Técnica General de P+L elaborada por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) auspiciada por USAID/Bolivia y la Embajada real de Dinamarca de Julio de 2005.

CAPITULO II

La Guía Técnica General de Producción más Limpia en el epígrafe 3.4.3: Bases para la práctica de P+L, establece como Base No 1 las Buenas Prácticas Operativas; se evaluará durante la presente investigación por el Comité de P+L las opciones correspondientes a estas, (Centro de promoción de Tecnologías sostenibles, 2005).

En esta guía se establecen 4 etapas para la evaluación de P+L.

Etapas1: Creación de la base del programa de P+L

Etapas 2: Preparación del diagnóstico de P+L.

Etapas 3: Diagnóstico de P+L. Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas.

Etapas 4: Diagnóstico. Evaluación técnica y económica.

La ENIA UIC Cienfuegos cuenta con todos los registros que intervienen en el sistema de gestión integrado implantado en la organización, los registros contables, balances de consumo de combustibles, lecturas de los metros contadores, mediciones de gasto de agua y combustible en las obras, etc. Estos datos se evaluaron, se elaboraron diagramas de flujo, balances de masa y energía, se calcularon las huellas de carbono del proceso y la empresa por la calculadora de Huella de carbono Alcance 1+2 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España con los factores de emisión de gases de efecto invernadero para los países de Europa, resultado que se comparó con los resultados por la metodología de cálculo de la huella del ISCC.

2.8 Evaluación de la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos

Para seleccionar los expertos, de acuerdo al criterio de (Cortés & Iglesias, 2005), se debe:

1. Elaborar una lista de candidatos que cumplan con los requisitos predeterminados de experiencia, años de servicio, conocimientos sobre el tema.

CAPITULO II

2. Determinar el coeficiente de competencia de cada experto. Este último paso permite asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio, (Astigarraga, 2003).

El coeficiente de competencia de los expertos, según exponen se calcula a partir de la aplicación del cuestionario general que se muestra a continuación: Cuestionario para la determinación del coeficiente de competencia de cada experto, (Ruiz, 2015).

Nombre y Apellidos: Autoevalúe en una escala de 0 a 10 sus conocimientos sobre el tema que se estudia.

Se marca la influencia de cada una de las fuentes de argumentación siguientes:

Donde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1;

Ka: Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la siguiente tabla:

Tabla 2.5. Coeficientes de argumentación. **Fuente.** Elaboración propia

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros que conoce	0.05	0.04	0.03
Conocimientos propios sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03

Dados los coeficientes Kc y Ka se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia Kcomp siguiendo los criterios siguientes:

La competencia del experto es ALTA si $K_{comp} > 0.8$



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción

CAPITULO II

La competencia del experto es MEDIA si $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$.

La competencia del experto es BAJA si $K_{comp} \leq 0.5$

CONCLUSIONES PARCIALES

La caracterización energética de la organización ENIA UIC Cienfuegos permite identificar como los portadores energéticos fundamentales el diesel y la energía eléctrica; en la actividad de perforación es el diesel, por tanto es el mayor emisor de GEI.

La organización no cuenta con un sistema de gestión energética que permita identificar nuevas oportunidades para la mejora del desempeño, solo existen acciones encaminadas a la mejora de la eficiencia energética. Además tiene implantado el sistema de gestión de medio ambiente por la NC ISO 14 001: 2004, dentro del cual se insertarán los criterios de producción más limpia para el proceso de perforación con el objetivo de agregar estos servicios en la cartera de negocios de la empresa.

La metodología aplicada para la valoración de las opciones de P+L por parte de los expertos permite llegar al consenso para la aplicación de las mismas, utilizando el método Delphi.

CAPITULO III

CAPÍTULO III: OPCIONES DE P+L PARA MEJORA EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN EN LA ENIA-UIC CIENFUEGOS

Como parte de la estrategia de la empresa para hacer más competitivos los servicios la ENIA UIC Cienfuegos han implementado el sistema integrado de gestión, están certificados el sistema de calidad por la ISO 9 001:2015, Capital Humano con la NC 3 001: 2007 "Sistema Integrado de Gestión del Capital Humano. Requisitos" con lo reglamentado en el Decreto 281 del 2007, por la ISO 14 001:2004 el Sistema de Gestión Ambiental. Con esta propuesta de opciones de P+L la organización está en condiciones de evaluar los indicadores que faltan en materia ambiental para dar respuesta a las medidas planteadas en el Diagnóstico (Anexo No 1) que avala esta certificación.

A partir de este diagnóstico ambiental (Anexo No 1), se aplica la Guía Técnica General de P+L a partir de la Etapa 3, realizándose el estudio detallado de la Unidades Operativas críticas (UOC), del cual se obtuvo la Propuesta de opciones de P+L para el Proceso de Perforación, evaluadas desde el punto de vista, económico, ambiental y productivo.

3.1 Análisis de los portadores energéticos en el proceso de perforación

En el proceso de perforación se utilizan combustibles fósiles. El Comité de evaluación de Producción más Limpia para realizar la identificación de las unidades operativas críticas (UOC) realiza el diagrama de Pareto estableciendo que este proceso es el de mayor incidencia durante el periodo evaluado de 2011-2015, por lo que decide accionar de forma inmediata para determinar las deficiencias y causas que originan este problema, las posibles soluciones independientemente de tener o no que realizar pequeñas inversiones para mejorar el consumo de los portadores energéticos y agua, la emisión de GEI y los variables medioambientales en sentido general.

En el grafico 3.1 aparecen reflejados todos los procesos que conforman la ENIA-UIC Cienfuegos y claramente se observa la prevalencia en el consumo de combustibles por Perforación.

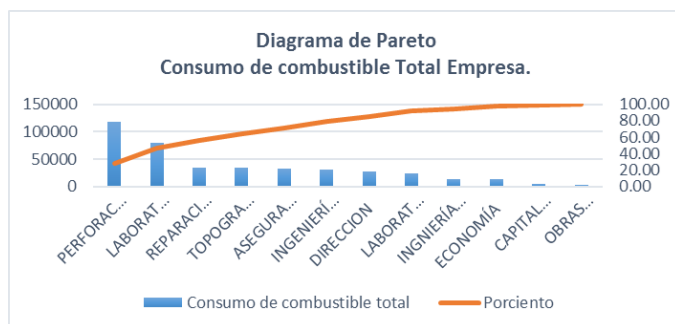


Figura 3.1. Diagrama de Pareto para el consumo de combustible de la ENIA-UIC Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

El consumo de combustible en el proceso de perforación es de 98.02 t (416 094.14 l) total, lo que corresponde al 70.39 % del consumo total de las Investigaciones Aplicadas de ENIA UIC Cienfuegos. Esto es debido al grado de obsolescencia de la máquinas perforadoras (las dos máquinas perforadoras UGB 50 de tecnología soviética tienen más de 30 años de uso), y a que en obras realizadas fuera de la provincia se contabilizó el consumo del traslado como parte del proceso, y el índice de consumo para este se expresa en metros perforados/litros consumidos, que no contempla el traslado como una actividad consumidora.

3.1.1 Combustible

En el proceso de perforación los portadores energéticos fundamentales son el Diesel y la Gasolina, de esta última se consume en las tres formas comerciales a disposición en el mercado, además se utilizan cajas de madera para colocar las muestras extraídas durante el proceso y agua en diversas actividades durante la perforación.

Con los datos recopilados en el quinquenio analizado (2011-2015), se ejecutaron técnicas comparativas con todos los equipos involucrados en las Investigaciones Aplicadas, determinando las unidades operativas críticas (UOC) dentro del proceso. Como resultado del estudio el Comité de P+L llega a la conclusión: la perforación es la

UOC con mayor consumo de portadores energéticos, a partir de este momento se decide accionar sobre esta UOC para disminuir el consumo de dichos portadores a la vez que se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmosfera.

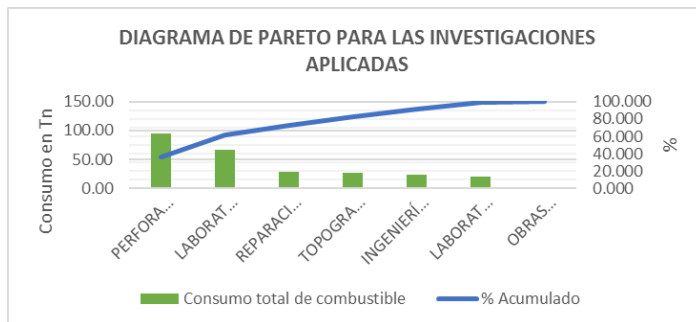


Figura 3.2: Análisis comparativo del consumo de combustible entre UOC de las Investigaciones Aplicadas y el proceso de perforación en el periodo 2011-2015. **Fuente:** Elaboración propia.

En la **figura 3.2** se hace una valoración de los consumos de combustibles de la empresa en el quinquenio evaluado, denotando la alta incidencia del diesel. Este se usa en la actividad de ejecución de la cala y en algunas ocasiones en el traslado del agua, solo la máquina perforadora MUSTANG 4 5P consume diesel en todas las actividades del proceso.

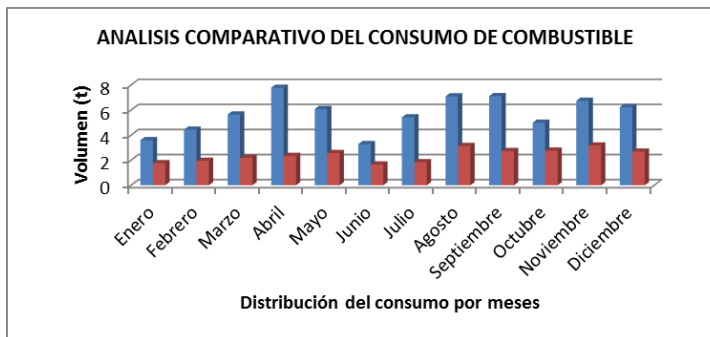


Figura No 3.3. Análisis comparativo del uso de combustibles fósiles en el proceso de perforación de 2011-2015. **Fuente.** Elaboración propia.



En la Figura 3.3 se muestran los análisis comparativos entre el consumo de combustible en el proceso de perforación; en el período 2011 -2015, el diesel fue de 68.41 t, de Gasolina 29.61 t lo que representa un 70.39 % del total del combustible total consumido en el periodo evaluado.

Se elaboró el grafico del consumo de combustible contra la facturación por el método de los mínimos cuadrados, generando la curva $E=0.19079662P+2.740036802$, con la fórmula siguiente:

$$E = m.P + E_o$$

Donde:

E - consumo de energía en el período seleccionado;

P - producción asociada en el período seleccionado;

m – pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.

E_o – intercepto de la línea en el eje y, que representa la energía no asociada directamente al nivel de producción.

El coeficiente de correlación de dicha recta es R^2 0.998773008, evaluando lo expresado en el libro Gestión y economía energética realizado por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) se pueden considerar adecuados a los efectos de estos análisis energéticos, para un valor de coeficiente de correlación $R^2 \geq 0,75$.

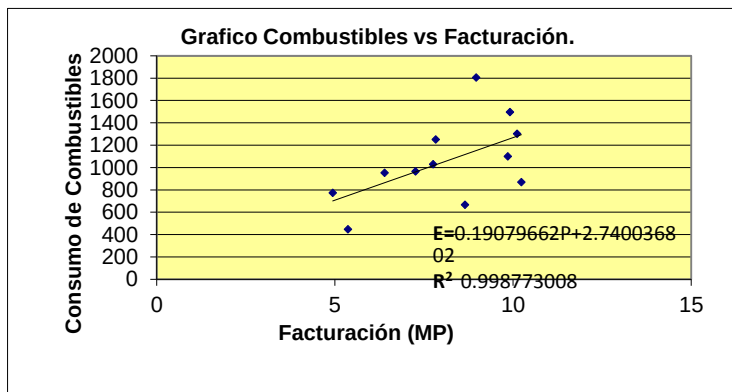


Figura 3.4: Grafico del consumo de combustibles en función de la facturación del proceso de perforación en el periodo 2011-2015. **Fuente:** Elaboración propia

Para la aplicación de las opciones de P+L en el proceso de perforación es imprescindible recalcular los índices de consumo de los equipos, como una de la opciones de primer impacto para corregir la confiabilidad de las mediciones.

3.1.1.2 Emisiones de Gases de Efectos Invernaderos asociados al consumo de combustible en el proceso de perforación.

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociado al consumo de combustibles fósiles se calcularon en t/CO₂ eq según lo establecido en la norma ISO 14 064. En el Anexo B de dicha norma aparecen listados los potenciales de calentamiento global de los diferentes GEI. A los consumos de combustibles evaluados en el periodo de 2011-2015 para el proceso de Perforación de la ENIA UIC Cienfuegos, considerados como de Alcance 1: Consumo de combustibles fósiles en esta norma se le aplicó el coeficiente de calentamiento global correspondiente y los resultados aparecen en la Tabla 3.

Tabla 3.1: Cálculo de las emisiones de GEI en el proceso de Perforación. **Fuente:** Elaboración Propia.

	Factor de Calentamiento Global	Consumo total de	Emisiones por consumo de diesel	Consumo total de gasolina	Emisiones por consumo de gasolina
Contaminante	tCO2e	diesel (t)	tCO2e	(t)	tCO2e
CO₂	1		68.41		29.61
CH₄	21	68.41	1 436.61	29.61	621.81
N₂O	310		21 207.10		91 79.10
Balance			22 712.12		9 830.52

En la **Tabla 3.1** se muestran los resultados de la carga contaminante, estimado en base a los consumos de combustibles, utilizando la metodología antes mencionada, indicadores sobre los que accionará la UIC Cienfuegos para realizar propuestas opciones de P+L en el proceso de perforación de la ENIA-UIC Cienfuegos.

La figura 3.5 muestra la huella de carbono para el proceso de perforación calculada para el año 2015, teniendo en cuenta los índices de emisiones propuestos por el Ministerio de la Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en España (MAGRAMA) en la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización.

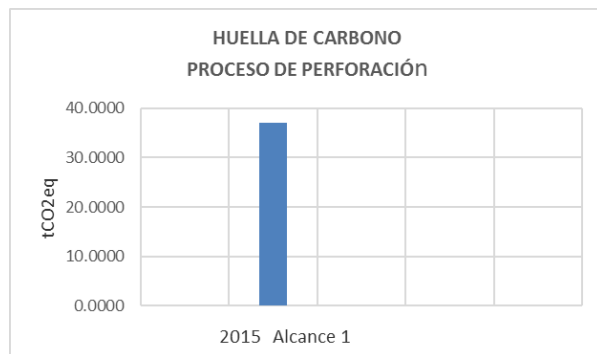


Figura 3.5: Grafico del consumo de combustibles en función de la facturación del proceso de perforación en el periodo 2011-2015. **Fuente:** Elaboración propia

Además se elaboró la huella de carbono por la metodología del ISCC utilizando los indicadores tradicionales y expresada en GJ (gigajoules), esto puede interpretarse como la cantidad de tierra cultivable para sembrar árboles, etc. que se necesitan para mitigar el efecto del consumo de combustibles fósiles, en el caso de la huella de carbono calculada por este método es de 2.62×10^{23} hag/m² de perforación, (Ver figura 3.6).

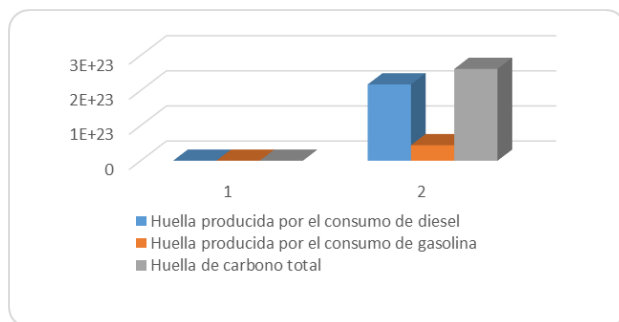


Figura 3.6. Huella de carbono por la metodología ISCC. **Fuente** Elaboración propia

Para realizar este grafico fue necesario elaborar la tabla 3.2 utilizando los consumos calculados en epigrafes anteriores.

Tabla 3.2: Cálculo de la Huella de carbono por la metodología ISCC. **Fuente.** Elaboración propia.

	Combustible	Factor	Consumo	Consumo	Cantidad	Conversión	Conversión	HUELLA
	Consumido (t)	Conversión	Kg eq	kCal	Kcal	Joule	Gj	DE CARBONO
Diesel	68.41	1.0534	7.21E+01	7.21E+05	5.19E+07	2.17E+12	2.17E+21	2.17E+23
Gasolina	29.61	1.0975	3.25E+01	3.25E+05	1.06E+07	4.42E+11	4.42E+20	4.42E+22
HUELLA DE CARBONO.								2.62E+23

En la **Figura 3.7** se muestran las emisiones de GEI que son emitidas a la atmósfera por el consumo de combustibles fósiles, de acuerdo a lo planteado por el ISCC en la guía para el cálculo de la huella de carbono, la ENIA-UIC Cienfuegos necesita 2.62×10^{23} hga/m² para mitigar los efectos de esas emisiones por año.

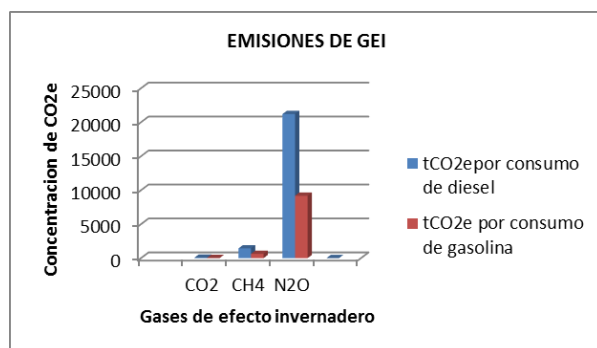


Figura 3.7: Emisiones de GEI que se emiten a la atmósfera periodo 2011-2015 en la ENIA-UIC Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

Una vez determinado el volumen de carga contaminante a la atmósfera por el Comité de Producción más Limpia, este procedió a evaluar las causas que generan el problema, (Ver Epígrafe 3.2).

En el caso de las emisiones de GEI el Comité de P+L estimó la acción negativa del impacto, corroborando lo planteado en el diagnóstico ambiental de la ENIA UIC Cienfuegos, proponiendo disminuir el consumo de diesel en un 30 % aplicando

opciones de P+L bajo los criterios de **Gobierno de la casa** y **Gestión y práctica del personal** incluidas dentro de las buenas prácticas.

3.1.2 Agua

En el proceso de perforación, se usa el agua para diferentes fines, entre ellos, para la formación del lodo usado en los pozos, el enfriamiento de los aditamentos, testigos extraídos y las bombas de agua. En las Investigaciones Aplicadas se utiliza agua, se desechan los lodos, base agua y base aceite, esta situación conlleva a un consumo alto de este recurso.

En la organización objeto de estudio durante el periodo evaluado, se consumieron 4 797.10 m³ de agua en obras de perforación, el esquema que se muestra a continuación ilustra el gasto de este recurso por litologías, teniendo en cuenta la clasificación utilizada para certificar dichos trabajos (Instrucción 7/2005 Categoría de Dificultades de los Servicios Técnicos de dificultades de Investigaciones Ingenieras Aplicadas a la Construcción), (Ver figura 3.7.).

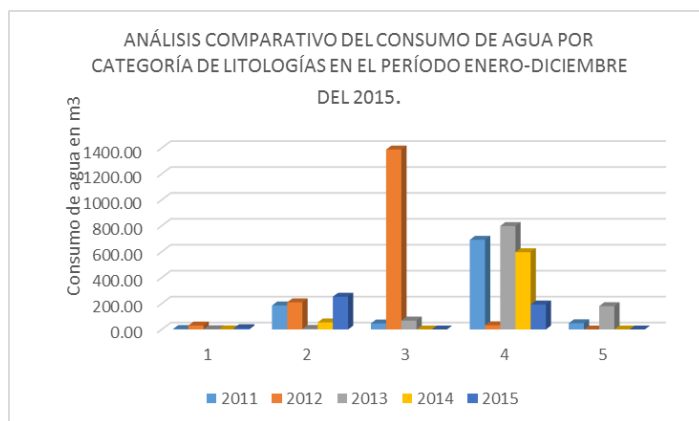


Figura 3.8: Análisis comparativo del consumo de agua por categoría de litologías en el período Enero-Diciembre del 2015. **Fuente:** Elaboración Propia.

El consumo de agua es uno de los renglones para los cuales es necesario establecer una metodología de medición, sobre todo la consumida directamente en el proceso de perforación, porque aun cuando se estableció plasmar diariamente en el RG IA 06-1: Registro diario de perforación el volumen consumido, se presentan dificultades.

La ENIA UIC Cienfuegos se dedica a la investigación de suelos con fines de construcción, los mayores consumos de agua están referidos a los metros de suelos perforados en el periodo de 2011-2015. En los cortes geotécnicos aparecen primeramente los suelos, producto de la meteorización de rocas o acumulación de sedimentos en una cuenca, luego las semirrocas (rocas blandas o suelos muy compactados), rocas meteorizadas en diferentes grados, roca sana y pueden aparecer formando bloques geotécnicos.

El mayor gasto de agua está asociado a la perforación en suelos, sobre todo a los de tipo arcillo arenoso; por las características físico mecánica de los mismos es propenso a provocar averías en las calas, para resolverlas se necesita mucha cantidad, el doble de la utilizada en hacer la cala con recuperación.

3.2 Causas de ineficiencias en el proceso de perforación

Concluida la evaluación de las unidades operativas críticas, el Comité de P+L en coordinación con la alta dirección de la ENIA UIC Cienfuegos diseñó y aplicó una encuesta a los trabajadores del Proceso de investigaciones que incluyen además de Perforación, Ingeniería geológica, topografía, laboratorios de suelos, rocas y materiales, con el siguiente cuestionario:

Tabla 3.3: Cuestionario aplicado al comité de expertos. **Fuente.** Elaboración propia.

Proceso	Causa de ineficiencia	SI	NO	OTROS
	Falta de capacitación del personal que desarrolla la actividad.			
	Eficiencia de los equipos de perforación			

Proceso	Causa de ineficiencia	SI	NO	OTROS
	¿Se mide el agua que se consume en obras?			
	Usted conoce otro tipo de líquido de perforación			
	Se puede reutilizar el agua en el proceso de perforación			
	Se cuenta siempre en obra con los aditamentos idóneos para cada caso			
	Se puede sustituir parte de la perforación por otros métodos indirectos sin devaluar la calidad de la investigación			
	Se utiliza siempre la geofísica en las investigaciones			
	Existe capacidad suficiente en las casas de muestras para asumir la conservación de los testigos de perforación por el tiempo establecido.			

Una vez valorado los resultados de las encuestas el Comité de P+L se llega al consenso respecto a las principales causas que originan el sobreconsumo de Portadores energéticos son las siguientes, (Ver Anexo 3).

1. No se contabiliza el agua que se consume directo en obras.
2. Los equipos de perforación cuentan con más de treinta años de vida útil con los sistemas operativos en mal o regular estado técnico.
3. No está calculado el índice de consumo de la perforadora MUNSTANG en el traslado dentro de la obra.
4. La no utilización de lodos de perforación con aditivos para minimizar el consumo de agua.
5. No se hacen pozos de retroceso para el reuso del agua.
6. No uso de métodos de correlación para dar soluciones a las tareas técnicas.



7. No uso de los métodos indirectos para minimizar la perforación.
8. Falta de capacitación especializada del personal que desarrolla la actividad.
9. Falta de aditamentos idóneos para las investigaciones geotécnicas.
10. Uso incorrecto de las coronas de perforación
11. La compra no controlada de cajas y tacos para la identificación de muestras.
12. Necesidad de ubicar los testigos de suelos y rocas meteorizados luego del periodo de conservación solicitado por los clientes.

Después de valoradas las ineficiencias con la alta dirección de la organización, el Comité de P+L, propone acciones para mitigar los impactos provocados por las mismas, con previa consulta a los expertos convocados para la valoración de las propuestas.

3.3 Opciones de P+L para mejora en el proceso de perforación

Teniendo en cuenta las deficiencias detectadas se proponen 11 mejoras basadas en los criterios de P+L “**El Gobierno de la casa**”, mejorando las prácticas y métodos para el trabajo:

1. Ampliar el Registro RG IA 60-1 Reporte de perforación, colocando en una casilla el volumen de agua consumido diario.
2. Ajuste o reparación de los sistemas de enfriamiento e inyección de agua en las perforadoras UGB-50.
3. Ajuste o reparación de los motores diesel de las perforadoras UGB-50 para disminuir los índices de consumo.
4. Determinar el índice de consumo de la perforadora MUSTANG en el proceso de traslado dentro de la obra.

Gestión y práctica del personal

5. Hacer uso óptimo de los ensayos de penetración estándar.



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción

6. Incluir como solución a los requerimientos técnicos el uso de los métodos geofísicos., sísmicos, geo radar, geo electricidad.
7. Proponer las soluciones de geotecnia utilizando los datos recopilados en el sistema de información geográfica a disposición en la organización.
8. Capacitación del personal de perforación en la utilización de las nuevas tecnologías y métodos de investigación geotécnica.
9. Reutilización de la madera de las cajas de muestras.
10. Reciclaje de los residuos meteorizados de suelo y rocas.

En el proceso de perforación aplicando buenas practicas es posible minimizar el 30% del consumo de combustibles, agua y madera sin hacer inversiones significativas, teniendo en cuenta que sus equipos han depreciado completamente; con el gasto de salario, compra de combustible y el pago del agua es posible asumir una producción de \$ 34 649.65 MN que equivale a 1 269.77 m.

Dentro del sistema Integrado de gestión certificado por la organización se prevé mantener un sistema de mejora continua para posibilitar la inserción en el mercado, además de aspirar a certificar sus servicios por la ISO 50 001:2001.

3.4 Evaluación de las opciones de P+L en términos técnicos y económicos de portadores energéticos

Se realiza la evaluación de todas las acciones de P +L desde el punto de vista técnico, ambiental y económico, para determinar la prioridad en el momento de la aplicación. Las opciones directamente aplicables pueden llevarse a cabo enseguida, sin necesidad de análisis de factibilidad detallado; serán las primeras en aplicar ya que rinde beneficios reales y tangibles para la dirección en un corto tiempo.

Entre las opciones de P+L con el criterio que se refieren al “Gobierno de la casa” están:

1. Capacitación del personal de perforación en la utilización de las nuevas tecnologías y métodos de investigación geotécnica.



Desde el punto de vista técnico es ineludible impartir cursos, talleres, postgrados que le permitan al personal de este proceso adquirir conocimientos en el manejo de las tecnologías existentes en la empresa y el mercado internacional, adquiriendo habilidades para el reconocimiento y evaluación de estas, además de ser capaces de plantear medidas de mitigación de impactos ambientales provocados por la actividad en cuestión.

La empresa tiene previsto el presupuesto para la capacitación del personal, resta solicitarlos a entidades que los ofrecen. La entidad con mayores posibilidades para especialización en tecnologías de perforación es el Centro para el desarrollo de tecnologías de extracción de petróleo y en materia de medioambiente, Centro de estudios ambientales de la provincia.

2. Determinar el índice de consumo de la MUSTANG en el proceso de traslado en obra.

Se hizo necesario calcular el combustible consumido en el proceso de traslado de la perforadora MUSTANG dentro de las obras porque es la única consumidora de diésel en todos los procesos. Esta medida fue resuelta de manera inmediata por el personal, en estos momentos en los reportes aparece desglosado el consumo diario de esta máquina por actividades.

3. Control del consumo de agua en obras y en la empresa.

Esta medida fue la primera en aplicar, debido a que era necesario controlar el agua consumida en obra para evaluar el impacto ambiental y económico producido. Hasta el momento de realizar este trabajo solo se tenía en cuenta el agua consumida en la sede de la empresa, se asumía un volumen tentativo para cobrar por este concepto a los clientes. Actualmente se cuenta con datos reales de las 18 obras realizadas entre Abril de 2015 y Septiembre de 2016 que asciende a 4 797.10 m³, estos datos se utilizaron para la evaluación del uso del agua en este proceso.

4. Reutilizar el agua empleada en el proceso de perforación.

Las medidas No 3 y 4 conllevan a ahorrar el 30% del agua empleada en el proceso productivo, la causa del sobreconsumo la representan averías en el sistema de enfriamiento de las máquinas perforadoras.

Para eliminar los salideros en los sistemas de enfriamiento de las máquinas se necesita lo planteado en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Evaluación económica de la opción No 4. **Fuente.** Elaboración propia.

Entradas	Volumen De trabajo	Precio	Precio Total(MN)
Material para el sellaje de juntas	1.5 m ²	2.5MN	\$ 3.75
Mano de obra	50 h	2.376 MN	\$ 118.83

Para resolver esta deficiencia se necesitan \$122.58 MN, esto conlleva a un ahorro de agua de 252 m³ de agua al año, en términos económicos significa ahorrar \$ 327.60 MN.

5. Hacer uso óptimo de los ensayos de penetración estándar.

Este ensayo desde el punto de vista geotécnico aporta gran volumen de información para determinar las características físicas mecánicas de los suelos y rocas en el diseño de cimentaciones, por carencias de aditamentos ha descendido su uso. Para aplicar esta medida es necesario comprar mínimo 21 cucharas para cubrir las necesidades de las 3 dotaciones con que cuenta la UIC-ENIA Cienfuegos. El cálculo se realizó con el régimen de perforación diseñado para esta actividad investigativa, la que consiste en hincar 2 cucharas y un limpiador, para una profundidad promedio de 8 m.

Tabla 3.5: Evaluación económica de la opción de P+L No 5. **Fuente.** Elaboración propia

Entradas	Volumen	Precio CUC	Costo Total
Cucharas	21	70	\$ 1 470.00

De hacer esta pequeña inversión la ENIA UIC Cienfuegos estará en condiciones de asumir al unísono tres obras de investigación con el régimen arriba mencionado que aportarían \$ 436.90 MN por el concepto de hincar cucharas, \$ 115.20 MN por ampliación de la cala (rimado) y \$ 15.33 MN de perforación rotaria, para un total de \$ 567.43 MN por cada obra que se ejecute, y a la empresa \$ 1 702.29 MN.

6. Incluir como solución a los requerimientos técnicos el uso de los métodos geofísicos.

La empresa cuenta con los servicios geofísicos propios, el método sísmico en sus variantes 1 D MASW, 2 D MASW, Microtermor y pasivo, aplicable a todo tipo de investigación de suelos. Además existen los métodos geo eléctricos y geo radar; se ha evaluado la posibilidad de la compra de estos últimos equipos por su poco impacto en el medioambiente ya que no utilizan combustibles o materias primas tóxicas. No se cuenta con las ofertas de esos equipos, por lo que no podemos evaluar esta medida económicamente.

7. Incluir en las soluciones de geotecnia los datos recopilados en el sistema de información geográfica a disposición en la organización.

La UIC-ENIA Cienfuegos pertenece a la empresa ENIA de carácter nacional, por directiva de esta última se ha digitalizado el archivo técnico y convertido en un Sistema de Información geográfica (SIG), muy utilizados como método para gestionar la información. En la actualidad se cuenta con el SIG de los municipios Cruces, Aguada, se está trabajando en los municipios Lajas y Cumanayagua, los demás tienen algún grado de elaboración. La empresa cuenta con el personal para esta actividad y con un presupuesto asignado, se planifican \$ 3 999,24 MN al año.



8. Control de los residuos de madera, suelo y rocas para evaluar reuso o reciclaje dependiendo del grado de deterioro.

La madera en la perforación se usa para hacer las cajas donde se deposita el testigo resultante de esta actividad y para los tacos que separan los sondeos (muestras); en el caso de los tacos es un volumen despreciable. La empresa tiene en sus casas de muestras 1 965,6 m³ provenientes de las cajas, después de realizar un diagnóstico exhaustivo del estado actual de las mismas podremos reciclar el 50 % (982,8 m³), utilizándola como madera para la diversos usos en el sector de la construcción, por ejemplo para encofrar.

El suelo y las rocas provenientes de los testigos de perforación (muestras) sufren meteorización por el paso del tiempo. El suelo se degrada, solo puede utilizarse como material de relleno, puede ser ubicado en cualquier obra de cimentación excepto en viales porque no cumple con la NC 63: 2000. Clasificación de suelos para obras de transporte, clasifica como A-2-4(8) que es suelo aceptable para subrasante. En las casas de muestras existe un volumen de 2 625,21 m³, la carga y acarreo de este material estará a cargo de la empresa constructora.

De rocas utilizables, es decir roca dura bien conservada, existe en la casa de muestras 10 310,10 m, recomendables para fabricar objetos ornamentales, tales como, pisa papeles, ceniceros, centros de mesa, etc.; los cuales se ubicaran en empresas de la construcción y el Poder Popular que explotan estos renglones previa coordinación de las partes.

3.5 Disminución de consumo de combustibles en un 30 % mediante propuestas de acciones de P+L basada el uso de buenas prácticas

En el periodo de realización del presente trabajo fue posible constatar con la aplicación de las medidas evaluadas como Gobierno de la casa, Gestión y práctica del personal, que es posible una disminución del 30 % del consumo de diesel y gasolina por metro de

perforación en iguales condiciones de trabajo. Este dato será la medida a considerar para la evaluación económica de este renglón.

En la figura 3.9 se representa el análisis comparativo entre el consumo real de combustibles, y su reducción implementando las opciones propuestas al respecto.

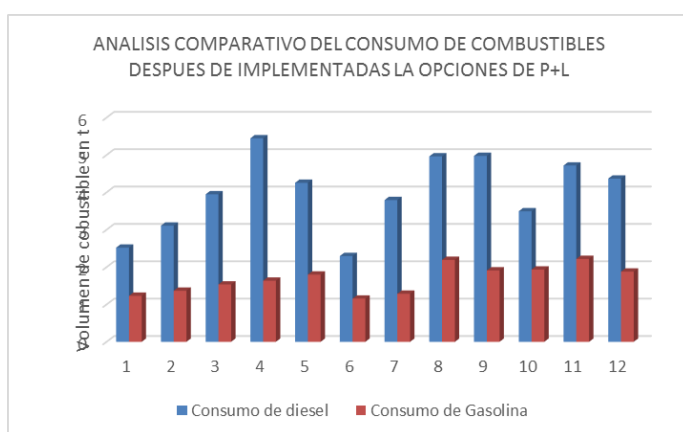


Figura 3.9: Análisis comparativo del consumo de combustibles después de implementadas las opciones de P+L.
Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1 Impacto económico que representan las propuestas de acciones de P+L por la reducción del consumo de combustible

Desde el punto de vista económico estas propuestas conllevan a un ahorro en MN de \$ 31 647.47 como muestra la Tabla 3.6 detallado por tipo de combustible y con la tasa actual de costo.

Tabla 3.6: Impacto económico que representa que representa la disminución en un 30 % el combustible. **Fuente.** Elaboración propia.

Combustible	Costo real promedio(MN)	AHORRO del 30%(MN)	Monto necesario después de la propuesta (MN)
Diésel	66 128.28	19 838.48	46 289.80
Gasolina	39 363.27	11 808.98	27 554.29
Balance	105 491.55	31 647.47	73 844.09

En la tabla 3.6 se reflejan los costos del combustible y la disminución esperada mediante la propuesta planteada, se estima la reducción de portadores energéticos en el proceso de perforación.

- El costo real promedio del consumo de combustible (diesel, gasolina) en el período 2011- 2015 es de \$ 105 491.55 MN.
- El costo asociado con la propuesta disminuye con respecto al costo real promedio en \$ 31 647.46 MN.

3.6 Disminución de consumo de agua en un 30 % mediante propuestas de acciones de P+L basada el uso de buenas prácticas

Después de implementadas las opciones analizadas por el Comité de P+L y los expertos, con buena gestión es posible ahorrar hasta 30 % del consumo de agua.

En el figura 3.10 se representa la disminución de los consumos de agua mediante la propuesta de acciones de P+L basada en el uso de buenas prácticas operativas, esto ofrece posibilidades de hacer más competitivo el servicio, a la vez que se hace más amigable con el medio ambiente.

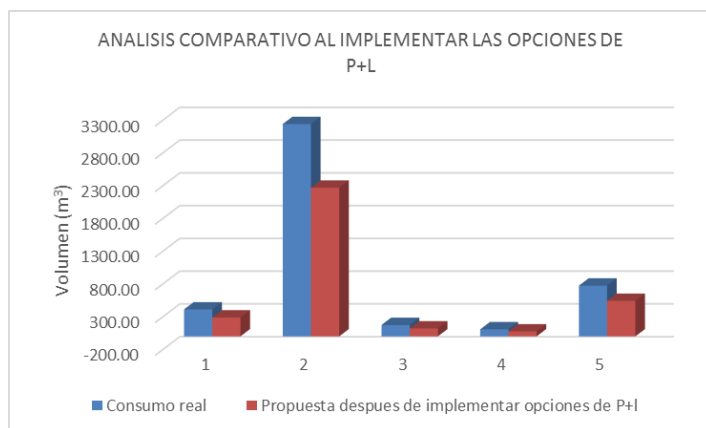


Figura 3.10: Impacto económico que representa la disminución del 30% del consumo de agua. **Fuente:** Elaboración Propia.

Los resultados que se representan en la Figura 3.10 aparecen tabulados en la Tabla 3.7, después de procesados los datos obtenidos.

Tabla 3.7: Impacto económico de la aplicación de las opciones de P+L. **Fuente.** Elaboración propia.

Consumo Real de agua	Costo real (Mp)		Consumo Propuesto de agua	Costo Propuesto (Mp)		Ahorro(Mp)	
(m³)	MN	CUC	(m³)	MN	CUC	MN	CUC
4797.10	4797.10	1439.13	3 357.97	3 357.97	1 007.9	1 439.10	431.74
Balance	\$ 6 236.20			\$ 4 365.36		\$ 1 870.87	

En la **Tabla 3.7** se observa el ahorro que conlleva la aplicación de las opciones de P+L, que equivale a \$ 1 870.87 MN, en términos de uso de agua se evitará el uso de 1 439.10 m³ por la aplicación de buenas prácticas.

3.6.2 Disminución de emisiones de GEI a la atmósfera mediante las propuesta de P+L, basada en las buenas prácticas

Mediante las propuestas de acciones de P+L, realizadas en la presente investigación, se pretende disminuir el consumo de combustible y dejar de emitir GEI equivalentes al combustible ahorrado.

En la figura 3.11 se muestra la reducción de las emisiones a la atmósfera de GEI con respecto al consumo de combustibles, calculado de acuerdo a la ISO 14 064, empleando el potencial calórico de estos contaminantes, esto representa una disminución de CO₂ 29.406 tCO₂, de NO₂ 617.526 tCO₂e, CH₄ de 9 115.86tCO₂e.

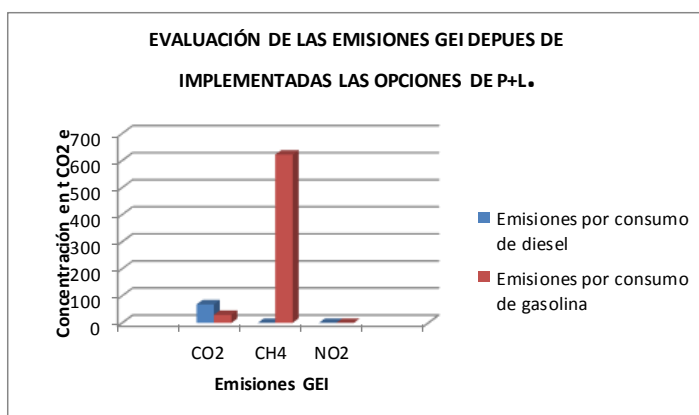


Figura 3.11: Evaluación de las emisiones de GEI después de implantadas las opciones de P+L. **Fuente:** Elaboración propia.

Como se representa en la figura 3.11 hay un disminución de las emisiones de GEI a la atmósfera, en respuesta a las acciones de P+L, por ende la estimación de reducción del consumo de combustible en 30 % minimiza las consecuencias para la salud humana y el medio ambiente general.

Tabla 3.8: Disminución total de las emisiones a la atmósfera de GEI. **Fuente:** Elaboración Propia.

Contaminante	Factor de Calentamiento Global	Consumo total de	Emisiones por consumo de diesel	Consumo total de gasolina	Emisiones por consumo de gasolina
	tCO ₂ e	diesel (t)	tCO ₂ e	(t)	tCO ₂ e
CO ₂	1		20.523		8.883
CH ₄	21	20.523	430.983	8.883	186.54
N ₂ O	310		6 362.13		2 753.73
Balance			6 813.63		2 949.15

En la tabla 3.8 se aprecia una disminución de 9 762.78 tCO₂e producido por el ahorro de 30 % de diesel, 6 899.37 tCO₂e por la gasolina, por esta razón la empresa ha decidido evaluar la implementación de las opciones de P + L planteadas en esta investigación y en la medida de lo posible generalizarlo a otras ENIA UICs pertenecientes a la ENIA Nacional.

3.7 Impacto ambiental que puede ocasionar las emisiones de GEI a la atmósfera

Los elevados consumos de combustibles fósiles en Cuba, en las Industrias y Empresas estatales pueden llegar a ocasionar grandes daños a la atmósfera, en los seres humanos es de extremo riesgo para la salud debido a que éstos ingresan al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias, es decir, cuando está en la atmósfera reacciona con la humedad y forma aerosoles de ácido sulfuroso que luego forman parte de la lluvia ácida. La intensidad de formación de aerosoles y el período de permanencia de ellos en la atmósfera depende de las condiciones meteorológicas reinantes y de la cantidad de impurezas catalíticas (sustancias que aceleran los procesos) presentes en el aire, pero en general, el tiempo medio de permanencia en la atmósfera asciende a unos 3 a 5 días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias.

La contaminación del aire por emisiones de GEI causa los siguientes efectos para la salud humana:

- Opacamiento de la córnea (queratitis).
- Dificultad para respirar.
- Inflamación de las vías respiratorias.
- Irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas húmedas.
- Alteraciones psíquicas.
- Edema pulmonar.
- Paro cardíaco.
- Colapso circulatorio.

Por lo anteriormente explicado existe necesidad de mitigar la emisión a la atmósfera los GEI, por la incidencia en la salud humana.

Además para el medio ambiente en general el efecto invernadero tiene consecuencias como son:

- Aumento de la temperatura media de la Tierra de 0,2 grados centígrados por decenio.
- Reducción de la superficie de glaciares, como consecuencia, elevación del nivel del agua de los mares y océanos.
- Posibles inundaciones de zonas próximas al mar o islas.
- Afectación de los ecosistemas por el cambio en el clima, con lo que plantas y animales deben adaptarse a una nueva situación.
- Disminución de recursos hídricos por las sequías, la mayor evaporación del agua, ciertas zonas fértiles podrían convertirse en desiertos.

- Impacto negativo en la agricultura y de la ganadería por los cambios en las precipitaciones.

3.8 Evaluación de la propuesta de acciones basada en criterios de P+L en el proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos

Para evaluar la propuesta resultante de la investigación se utilizó el método Delphi, mediante tres rondas. La consistencia interna de los juicios en la búsqueda de consenso se valoró a partir del Coeficiente de Concordancia de Kendal.

De manera resumida, los pasos que se llevaron a cabo para garantizar la calidad de los resultados se dividieron en 4 fases.



Figura 3.12. Fases del trabajo por el método Delphi. **Fuente.** Elaboración propia.

Elección de expertos

El método escogido para evaluar la confiabilidad de los consultados, es el que se basa en la autovaloración que hacen los propios especialistas sobre sus competencias, (Campistrous & Rizo, 1998). Esta etapa es de importancia vital ya que la calidad de los expertos influyó decisivamente en la exactitud y fiabilidad de los resultados, en ello intervino la calificación técnica, los conocimientos específicos sobre el objeto a evaluar y la posibilidad de decisión, entre otros.

Selección de los expertos: Para la selección de los expertos se debe determinó la cantidad (se recomienda que el número de expertos varíe entre 7 y 15), después la relación de los candidatos de acuerdo a los criterios de competencia, creatividad, disposición a participar, experiencia técnica y profesional en el tema, capacidad de análisis, pensamiento lógico y espíritu de trabajo en equipo.

Se calcula el número de expertos para llevar a cabo el desarrollo de este método:

$$\frac{p(1-p)kn}{i^2} = M$$

$$n = \frac{0.05(1-0.05)}{0.15^2} 3.8416$$

$$n=8.11004 \quad n \approx 8 \text{ expertos}$$

Donde:

k: coeficiente que depende del nivel de significación estadística.

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos (0.05).

i: precisión del experimento (0.15).

$1 - \alpha$	k
99 %	6.6564
95 %	3.8416
90 %	2.6896

En este caso se cuenta con la cantidad de 8 expertos.

Procesamiento y análisis de la información: En este paso se define si existe concordancia entre los expertos o no, mediante una prueba de hipótesis donde:

H0: no hay comunidad de preferencia entre los expertos.

H1: existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Las hipótesis planteadas pueden probarse si $k \geq 7$ (K: cantidad de criterios para la evaluación de los expertos) utilizando el estadígrafo Chi-cuadrado, que se calcula:

$$x_{calculada}^2 = (k-1)W \quad x_{tabulada}^2 = x^2(\alpha, k-1)$$

Donde:

n: cantidad de expertos.

W: coeficiente de concordancia de Kendall.

Región Crítica: $x^2_{calculada} \geq x^2_{tabulada}$

Chi-cuadrado tabulado se localiza en la tabla estadística correspondiente con tal distribución para k-1 grados de libertad y un nivel de significación prefijada, generalmente, $\alpha=0.05$ o $\alpha=0.01$.

Para esta prueba se debe calcular el coeficiente de Kendall (W) que no es más que un coeficiente de regresión lineal para calcular el grado de correlación entre los expertos o la llamada concordancia.

Este es un índice, entre 0 (indica que no existe concordancia entre los expertos que no están de acuerdo con las ideas reflejadas en el trabajo) y 1 (o que los expertos concuerdan totalmente con los criterios planteados y el orden de los mismos) respectivamente. Este se calcula de la siguiente forma, (Nogueira Rivera; Medina León & Nogueira Rivera, 2004).

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^k \Delta^2}{(n^2 (k^3 - k))}$$

Donde:

k: número de características.

n: número de expertos.

W: Coeficiente de concordancia.

Si $W < 0.5$ No hay concordancia en el criterio de los expertos.

Si $W \geq 0.5$ Hay concordancia en el criterio de los expertos.

Análisis de fiabilidad

La confiabilidad es la probabilidad de que un componente o sistema desempeñe satisfactoriamente la función para la que fue creado, durante un período establecido y bajo condiciones específicas de operación (Gutiérrez y de la Vara, 2004).

Para el análisis de confiabilidad pueden utilizarse diferentes procedimientos, estos son explicados por Hernández et al. (1998). Para esta investigación se manejó la Medida de estabilidad (confiabilidad por test – retest), el instrumento de medición es aplicado dos o más veces a un mismo grupo de personas luego de un período de tiempo. Las correlaciones entre los resultados de las diferentes aplicaciones permitirán evaluar la confiabilidad.

Procesamiento y análisis de los resultados

A los expertos seleccionados se les envió una carta, invitándolos a participar en la investigación. A esta carta se adjuntó un cuestionario para medir su nivel de competencia y registrar algunos datos personales de interés para la investigación, (Ver Anexo #8).

En esta encuesta el especialista expresa su conocimiento sobre el tema, las fuentes del mismo y algunos datos personales. A partir de aquí se trabaja en el nivel de competencia sobre la temática abordada con el envío del cuestionario inicial, obteniéndose respuestas de 15 expertos para colaborar con la investigación. Se consideraron finalmente un total de 8 expertos a partir de la determinación del grado de competencia, lo que aparece reflejado en la Tabla 3.9. Los especialistas seleccionados fueron aquellos cuyo coeficiente de competencia es superior a 0.8 ($k > 0.8$).

Tabla 3.9. Cálculo del coeficiente de competencia de los expertos. **Fuente:** Elaboración propia.

Especialistas	Kc	Ka	$K=0.5(Kc+Ka)$	Grado de competencia	Experto
1	1.0	0.95	0.975	Alto	X
2	0.8	0.5	0.55	Medio	
3	0.6	0.5	0.55	Medio	

Especialistas	Kc	Ka	$K=0.5(Kc+Ka)$	Grado de competencia	Experto
4	0.8	0.9	0.85	Alto	X
5	1.0	1.0	1.0	Alto	X
6	1.0	1.0	1.0	Alto	X
7	1.0	1.0	1.0	Alto	X
8	0.5	0.5	0.5	Medio	
9	1.0	0.9	0.95	Alto	X
10	0.5	0.5	0.5	Medio	
11	1.0	1.0	1.0	Alto	X
12	0.9	0.89	0.895	Alto	X
13	0.6	0.5	0.55	Medio	
14	0.5	0.5	0.55	Medio	
15	0.6	0.5	0.55	Medio	

Donde:

Kc: coeficiente de conocimiento o información que tiene el especialista en relación con el tema.

Ka: coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del especialista.

K: índice de competencia.

Fórmula para determinar el índice de competencia K

$$k = \frac{1}{2} (kc + ka)$$

Donde:

La competencia del especialista es ALTA si $K > 0.8$

La competencia del especialista es MEDIA si $0.5 < K \leq 0.8$

La competencia del especialista es BAJA si $K \leq 0.5$

Después de determinar la cantidad de expertos que podían participar en la investigación, se confeccionó el listado definitivo.



Entre las características fundamentales del grupo de expertos seleccionados se destacan: Disposición a participar, espíritu colectivista y auto crítico, óptima auto-evaluación de sus conocimientos sobre el tema y sobre las fuentes de argumentación.

Resultados del Cuestionario #2

Para los resultados obtenidos del procesamiento estadístico del segundo cuestionario a los expertos, se tuvo en cuenta las respuestas a cada una de las preguntas, así como la coincidencia o no de las mismas, resaltando aquellos criterios que puedan enriquecer las acciones de mejora en el proceso de perforación.

Con el objetivo de evaluar la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación, se envió un cuestionario (Ver Anexo #9) a los 8 expertos con una versión de las opciones, en el que se fundamenta la propuesta para dar solución al problema científico. A continuación se realizó un análisis a cada una de las preguntas contestadas por los expertos:

Teniendo en cuenta las dificultades que presenta la perforación en cuanto a los altos consumos de combustibles y emisiones de GEI, y el consumo no controlado de agua.

¿Considera Ud. necesario capacitación del personal en tecnologías de perforación amigables con el medio ambiente?

¿Conoce alternativas para hacer más eficiente los equipos de perforación?

¿Se utilizan los aditamentos de perforación correctamente? Emita opinión al respecto.

¿Se puede sustituir el líquido de perforación? ¿Conoce alternativas?

¿Conoce usted los aportes de los métodos geofísicos como complementos de las investigaciones geotécnicas?

¿Considera necesario buscar solución a los residuos de la perforación almacenados en las casas de muestras? Proponga soluciones.

¿Puede controlar el consumo de agua en las obras? Plantee opiniones.

Luego de realizarse el análisis a las respuestas emitidas por el grupo de expertos acerca de la necesidad existente de capacitar al personal de perforación en tecnología limpias se obtiene como resultado que el 75 % de los expertos estuvieron de acuerdo.

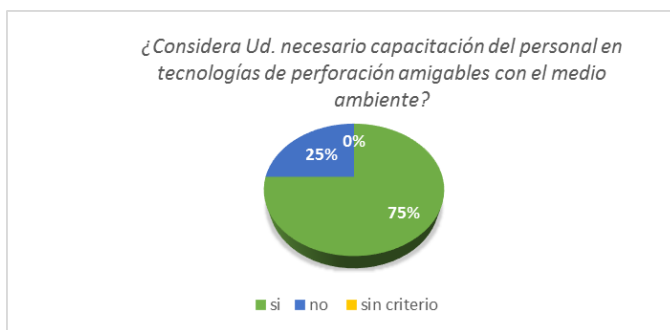


Figura 3.13 Resultado de la primera pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

En estos momentos los perforadores tienen formación profesional basada en las tecnologías soviéticas de los años 1970-1985, periodo de auge de este proceso por el volumen de trabajo en la investigación de presas construidas en esa época.

¿Conoce alternativas para hacer más eficiente los equipos de perforación?

En este caso el 75 % de los expertos estuvieron de acuerdo en conocer mecanismos para hacer eficiente el proceso de perforación basada en prácticas relacionadas con el ahorro de portadores energéticos, (Ver Figura 3.14).



Figura 3.14. Resultado de la segunda pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

Las opiniones planteadas por los expertos aparecen reflejadas en la Tabla 3.3, que es la base para la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación de la ENIA UIC Cienfuegos.

¿Se utilizan los aditamentos de perforación correctamente? Emita opinión al respecto.

El 56 % de los expertos estuvieron de acuerdo en que los aditamentos de perforación están subutilizados, en ocasiones se hace uso reiterativo del ensayo de penetración estándar (SPT) por diferentes causas entre las que se encuentran: la falta de camión cisterna en la obra, necesidad de obtener muestras para ensayos mecánicos y no contar con muestreadores especiales, etc.

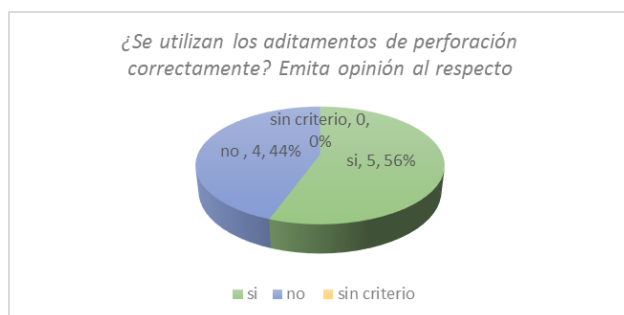


Figura 3.15. Resultado de la tercera pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

La situación de los muestreadores está condicionada por el factor económico y de disponibilidad de ofertas en el mercado nacional.

¿Se puede sustituir el líquido de perforación? ¿Conoce alternativas?

El 87 % de los expertos comparten el criterio de que es posible sustituir los líquidos de perforación por otros más densos para evitar los derrames de agua en los sistemas de enfriamiento de las máquinas perforadoras y ganar en maniobrabilidad a la hora de extraer los testigos de la perforación.

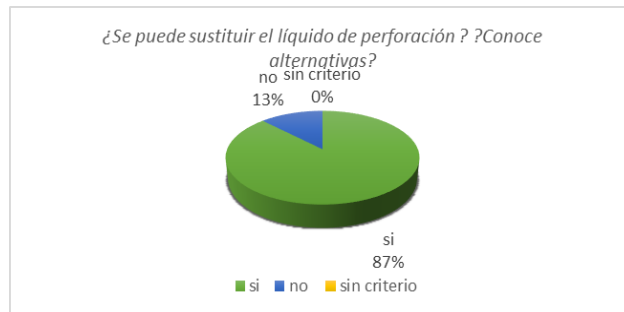


Figura 3.14. Resultado de la cuarta pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

A la parte de la pregunta sobre emitir alternativas los expertos plantearon, la posibilidad de emulsionar bentonita y agua, aparte de las ventajas planteadas en el párrafo anterior, también impermeabiliza las paredes de los sondeos, disminuyendo el volumen de encamisado.

¿Conoce usted los aportes de los métodos geofísicos como complementos de las investigaciones geotécnicas?

El 75 % de los expertos plantearon conocer los aportes de los métodos geofísicos para las investigaciones geotécnicas, el otro 25 % alega no conocer detalles de cómo se entrelazan estos métodos con la perforación porque hace muy poco tiempo que tienen oportunidad de contar con los mismos.



Figura 3.17. Resultado de la quinta pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

Los expertos sugieren se revise los precios de estos métodos para lograr generalizarlos.

¿Considera necesario buscar solución a los residuos de la perforación almacenados en las casas de muestras? Proponga soluciones.

El 100% de los expertos estuvo de acuerdo en que los residuos almacenados en las casas de muestras constituyen un problema a solucionar por la ENIA UIC Cienfuegos, entre los que se encuentran: suelos y rocas meteorizadas, cajas donde están depositadas las muestras y tacos (separadores) de esas muestras.

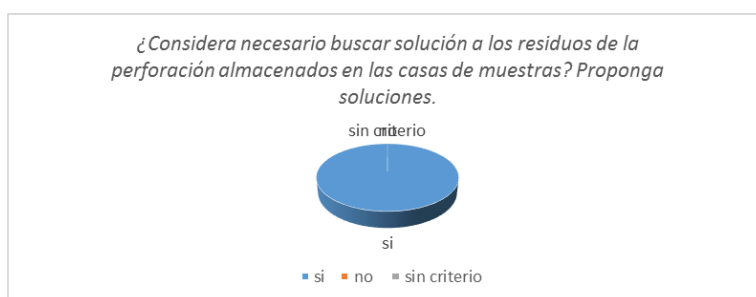


Figura 3.18. Resultado de la sexta pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

Entre las soluciones planteadas están:

- Evaluar el volumen de suelos y rocas meteorizadas para utilizarlas como rellenos en obras de cimentaciones.
- Evaluar hacer artesanías con las rocas sanas y buscar el lugar donde colocarlas en el mercado.
- Utilizar la madera que está en buenas condiciones para encofrados pequeños en obras civiles.

¿Puede controlar el consumo de agua en las obras? Plantee opiniones.

Respecto a la pregunta No 7, los expertos coincidieron en un 75 % que es posible controlar el consumo de agua en obras, el 25 % declaró no conocer alternativas alegando no haber estado nunca en obras fuera de la empresa.

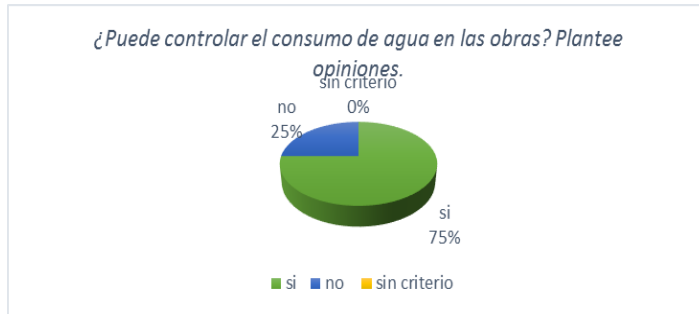


Figura 3.19. Resultado de la séptima pregunta del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

Los expertos plantearon entre sus opiniones que:

- Existe un sistema de calidad implantado y certificado por lo tanto debía aparecer algún registro relacionado con el consumo de agua.
- Los perforadores y técnicos en las obras pueden contabilizar el agua consumida diariamente.
- Sensibilizar a todos los trabajadores de la ENIA UIC Cienfuegos en la necesidad de contar con datos de mediciones reales tanto en obra como en la sede de la misma.

Resultados del Cuestionario #3

Finalmente se presenta un cuestionario de valoración de los resultados de la investigación realizado después de presentar la propuesta, (Ver Anexo #10). Este cuestionario tiene como propósito conocer el nivel de satisfacción que poseen los expertos respecto a las opciones de P+L. A continuación analizaremos cada uno de los aspectos que se midieron en el mismo:

Aspecto No 1: Necesidad de capacitación del personal en tecnologías de perforación amigables con el medio ambiente.

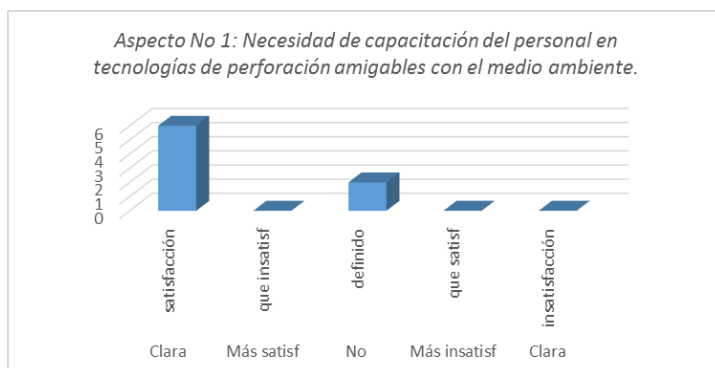


Figura 3.20. Resultado del aspecto 1 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

La mayoría (75%) de los expertos manifiesta clara satisfacción con la posibilidad de capacitar al personal en tecnologías limpias, reconociendo las ventajas que estas representan para la imagen de la ENIA UIC Cienfuegos.

Aspecto 2: Es necesario implementar alternativas para hacer más eficiente los equipos de perforación.

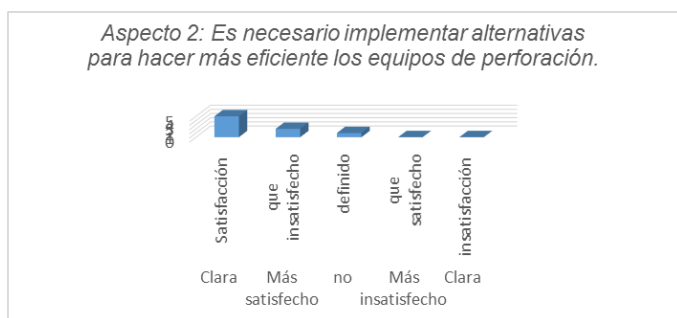


Figura 3.21. Resultado del aspecto 2 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

En la Figura 3.21 referida a la necesidad de mejorar los equipos de perforación para ganar en eficiencia dentro del proceso, las opiniones estuvieron divididas 87.5% satisfecho porque esto suceda y el 12.5% se mostró escéptico al respecto, planteando la necesidad de capital foráneo, el 63 % planteo que con soluciones prácticas, realizando las actividades con rigor técnico se puede lograr.

Aspecto No 3: Necesidad de utilizar los aditamentos de perforación correctamente.

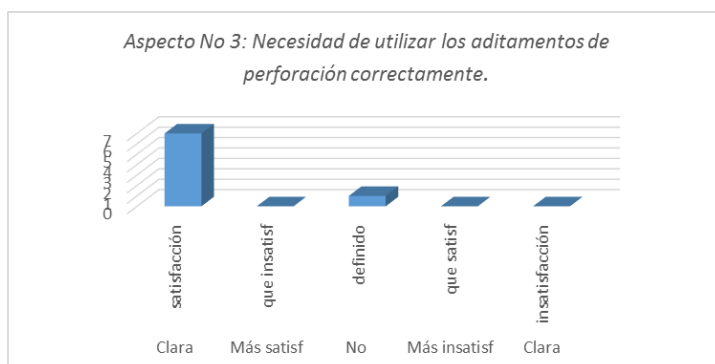


Figura 3.22. Resultado del aspecto 3 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia

En la Figura No 3.22 se muestra que los expertos se consideran satisfechos en mayor o menor medida respecto a la necesidad de usar correctamente los aditamentos de perforación, en primer lugar para garantizar la calidad de la investigación y la durabilidad de los mismos.

Aspecto No 4: Sustituir el líquido de perforación por las alternativas planteadas por los expertos.

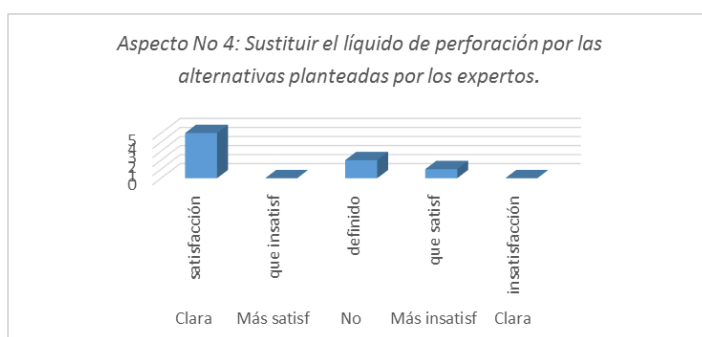


Figura 3.23. Resultado del aspecto 4 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia

En la Figura 3.23 el 55 % de los expertos expresaron una clara satisfacción sobre la necesidad de sustituir los líquidos de perforación por otros más eficaces y el 45 % valoró el gasto económico a incurrir por concepto de compra de los aditivos.

Aspecto No 5: Necesidad de utilizar los métodos geofísicos como complementos de las investigaciones geotécnicas.



Figura 3.24. Resultado del aspecto 5 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

La Figura 3.24 muestra una tendencia la satisfacción con la utilización de los métodos geofísicos como complemento para las investigaciones geotécnicas, la minoría expresa preocupación por el alto costo de los servicios.

Aspecto No 6: Necesidad de buscar solución a los residuos de la perforación almacenados en las casas de muestras.

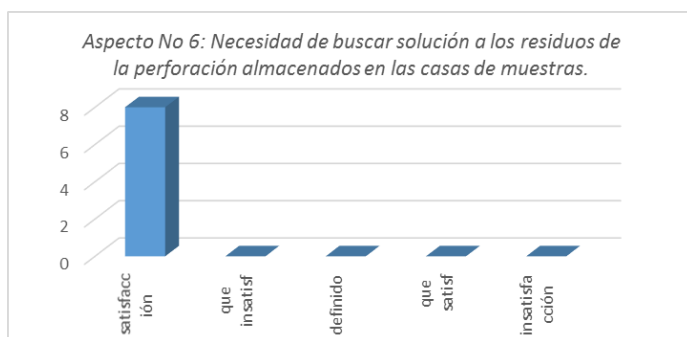


Figura 3.25. Resultado del aspecto 6 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

En la figura 3.25 se muestra que el 100% de los expertos están de acuerdo en la necesidad de reusar o reciclar los residuos almacenados en las casa de muestras, empleando algunas de las alternativas manifestadas en los cuestionarios.

Aspecto No 7: Necesidad de controlar el consumo de agua en las obras.



Figura 3.26. Resultado del aspecto 7 del cuestionario. **Fuente.** Elaboración propia.

En la figura 3.26, aparece plasmada la clara satisfacción de los expertos respecto a la necesidad de controlar el consumo de agua en obras y no solo la que se paga como se estaba haciendo hasta el momento de iniciar esta investigación.

Los resultados cuantitativos del grado de satisfacción de los expertos, aplicados después de presentar la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación, fueron los siguientes:

Los valores asignados a esta escala de satisfacción son los siguientes:

- Máxima satisfacción (1).
- satisfecho (0.5).
- No definido (0).
- Insatisfecho (- 0.5).
- Máxima Insatisfacción (- 1).

La fórmula utilizada para obtener los resultados fue:

$$I = a (1) + b (0.5) + c (0) + d (- 0.5) + e (-1) / N$$

Donde a, b, c, d, e son las cantidades de expertos clasificados en cada una de las escalas de satisfacción y N es la cantidad de expertos tomados como muestra.

La escala de valores del índice grupal que se toma al aplicar la técnica es:

Para valores comprendidos entre. -1 y -0.5 Insatisfacción.

-0.49 y 0.49 Contradicción.

0.5 y 1 Satisfacción.

Los resultados fueron los siguientes: Total de expertos (N = 8).

Tabla 3.10: Análisis de la aprobación de la propuesta. **Fuente:** Elaboración propia.

Aspectos	Grado de satisfacción.
Aspecto No 1: Necesidad de capacitación del personal en tecnologías de perforación amigables con el medio ambiente.	0.750
Aspecto 2: Es necesario implementar alternativas para hacer más eficiente los equipos de perforación.	0.750
Aspecto No 3: Necesidad de utilizar los aditamentos de perforación correctamente.	0.875
Aspecto No 4: Sustituir el líquido de perforación por las alternativas planteadas por los expertos.	0.625
Aspecto No 5: Necesidad de utilizar los métodos geofísicos como complementos de las investigaciones geotécnicas.	0.500
Aspecto No 6: Necesidad de buscar solución a los residuos de la perforación almacenados en las casas de muestras.	1.000
Aspecto No 7: Necesidad de controlar el consumo de agua en las obras.	0.875

Como resumen de la tabla anterior, se obtienen:

Aspectos en el rango de Satisfacción.

Las respuestas obtenidas de los expertos que resolvieron el cuestionario permiten afirmar que el diseño ha sido ACEPTADO.

Finalmente, la propuesta se considera factible, con las siguientes consideraciones:

Factibilidad de recursos humanos: porque existe la dotación de perforación, los jefes procesos y técnicos encargados de la actividad. De este recurso humano es del que se exige el mayor esfuerzo.



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción

Factibilidad económica: porque existen los recursos necesarios para poner en práctica las opciones de P+L sin tener que incurrir en grandes inversiones.

Factibilidad de recursos materiales: porque existen los medios técnicos para llevar a feliz término la aplicación de las opciones de P+L, garantizando la calidad del proceso de la perforación y del producto final: el informe ingeniero geológico de la obra en cuestión.

CONCLUSIONES PARCIALES

Se proponen 11 acciones de P+L correspondientes al Gobierno de la casa, Gestión y práctica del personal, las cuales son fácilmente aplicables sin inversiones grandes. La empresa puede resolver los sobreconsumos con aplicación de medidas de ahorro sencillas, utilizando las buenas prácticas.

Se calcula la huella de carbono para el proceso de perforación de la ENIA-UIC Cienfuegos en el año 2015 expresada en 37 082 tCO₂eq por la metodología del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España y 2.62x10²³ hag/m² de perforación de huella de carbono por la metodología ISCC.

Se estima disminuir el consumo de los portadores energéticos en: Diésel 20.52 t, de Gasolina 8.83 t l y agua 1424.14 m³. El impacto ambiental ocasionado por este sobreconsumo de combustible puede disminuir en 11 124.6 tCO₂eq de GEI emitidos a la atmósfera. Se disminuyen los costos asociados, al combustible en un monto de \$ 31 647.46 MN.

Los análisis realizados son de reconocida utilidad para efectuar cualquier tipo de investigación, sin que sean las únicas posibles a emplear, estos quedan detallados como una vía para garantizar la aplicabilidad del diseño de opciones propuesto.

El coeficiente de Kendall para los cuestionarios aplicados fue mayor que 0.7 por lo que existe concordancia en el criterio de los expertos, permitiendo la aceptación del diseño de opciones de P+L propuesto para el proceso de perforación de la ENIA UIC Cienfuegos.



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

El estudio bibliográfico constituye una herramienta para determinar cuál es la tecnología más eficaz, posibilitando reconocer a la actividad de perforación como la mayor consumidora de combustible y generadora emisiones gaseosas que afectan tanto la salud humana como al medio ambiente a diferentes niveles, siendo los factores que influyen en el consumo energético de las máquinas perforadoras: diámetro de la cala, profundidad, dureza de la roca, cantidad de muestras a extraer; además del tipo de máquina, su estado técnico, así como las buenas prácticas en la actividad.

Se evidencia la necesidad de acometer el proceso de perforación con personal calificado conocedor de la actividad, así como, de los retos tecnológicos por la obsolescencia de los equipos de la organización, diseñando un sistema de trabajo que enfatice emplear prácticas de ahorro y cuidado de los recursos aplicadas a nivel internacional.

La organización no cuenta con un sistema de gestión energética que permita identificar nuevas oportunidades para la mejora del desempeño, solo existen acciones encaminadas a la mejora de la eficiencia energética. Además tiene implantado el sistema de gestión de medio ambiente por la NC ISO 14 001: 2004, dentro del cual se insertarán los criterios de producción más limpia para el proceso de perforación con el objetivo de agregar estos servicios en la cartera de negocios de la empresa.

Se proponen 11 acciones de P+L correspondientes al Gobierno de la casa, Gestión y práctica del personal, las cuales son fácilmente aplicables sin inversiones grandes. La empresa puede resolver los sobreconsumos con aplicación de medidas de ahorro sencillas, utilizando las buenas prácticas.

Se calcula la huella de carbono para el proceso de perforación de la ENIA-UIC Cienfuegos en el año 2015 expresada en 37 082 tCO₂eq por la metodología del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España y 2.62x10²³ hag/m² de perforación de huella de carbono por la metodología ISCC. Se estima disminuir el consumo de los portadores energéticos en: Diésel 20.52 t, de Gasolina 8.83



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción

t l y agua 1424.14 m³. El impacto ambiental ocasionado por este sobreconsumo de combustible puede disminuir en 11 124.6 tCO₂eq de GEI emitidos a la atmósfera. Se disminuyen los costos asociados, al combustible en un monto de \$ 31 647.46 MN.

Los análisis realizados son de reconocida utilidad para efectuar cualquier tipo de investigación, sin que sean las únicas posibles a emplear, estos quedan detallados como una vía para garantizar la aplicabilidad del diseño de opciones propuesto.

El coeficiente de Kendall para los cuestionarios aplicados fue mayor que 0.7 por lo que existe concordancia en el criterio de los expertos, permitiendo la aceptación del diseño de opciones de P+L propuesto para el proceso de perforación de la ENIA UIC Cienfuegos.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Calcular la huella de carbono para todos los procesos de la UIC Cienfuegos y generalizarlo a toda la ENIA.

Trazar la línea base energética general con el objetivo de hacer un plan de mejoras óptimo.

Generalizar las opciones a todas las UCIs en las otras provincias para disminuir los consumos de combustibles, emisiones mejorando los indicadores medioambientales en la actividad de perforación.

Socializar los resultados en eventos, publicaciones e intercambios de trabajo fundamentalmente y poner a disposición de los decisores, los resultados de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Con formato: Fuente: (Predeterminada) GothicE

Referencias Bibliográficas

Abad Mier, M., & et. al. (2015). Gestión energética de la Biblioteca Universitaria de la Universidad de Valladolid, aplicando la ISO 50.001. Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/13282>

Acosta, D., & Sarli, A. C. (n.d.). Este artículo será publicado en el número Aniversario (20 años) de Tecnología y Construcción.

Alva Hurtado, J. E. De Suelos, T. Y. L. M. (2017)., Phd. Retrieved From http://www.Academia.Edu/Download/33520946/Terzaghi_Biografia.Pdf, E. S. U. (n.d.).

Amador, E. C. (2006). El uso de la madera preservada en la construcción. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 3(9), 44–49.

Astigarraga, E. (2003). El método delphi. San Sebastián, Spain: Universidad de Deusto. Retrieved from http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf

Belandria, N. (2017). INTRODUCCION A LA GEOTECNIA. Retrieved from <http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nbelandria/materias/geotecnia/TEMA%201%20INTRODUCCION.pdf>

Bock H. (2006). Common ground in engineering geolgy, soli mechanics and rock mechanics: past, present and future (Vol. 65).

Bonilla Núñez, D. A., & et. al. (2016). Asistencia al proceso de implantación del Sistema de Gestión de la Energía según ISO 50001 y Cálculo de la Huella de Carbono del año 2014, según ISO 14064 en Aguas de Valladolid. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/18186>

Boroto, A. E. & Monteagudo, J. P. (2006). Gestión y Economía Energética. CEEMA, Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Burland. (2007). Terzaghi: back to the future. (Bulletin of Engineering Geology and environment, Vol. 66).

Bustos Flores, C. (Enero-junio, 2009). La problemática de los desechos sólidos. Economía, XXXIV, 121–144.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 1 cm

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Español (España - alfabetización tradicional)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 1 cm

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Referencias Bibliográficas

Braja Mas D. (1999). Principios de ingeniería de cimentaciones. Retrieved from <http://es.slideshare.net/luisalfredoquillenpino/principios-de-ingeniera-de-cimentaciones-braja-m-das>.

Camargo, L. A., Arboleda, M. N., & Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible. Boletín Virtual XM. Retrieved from http://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia_Feb2013.pdf

Centro de promoción de Tecnologías sostenibles. (2005). Guía técnica general de producción más Limpia.

De, D. P. L. S. (2005). Norma Técnica Ntc-Iso Colombiana 10019.

Díaz Peña, M. (2009). Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de alcohol: ejemplo de caso ALFICSA (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos., Cienfuegos.

Directiva del Consejo de 16 de junio de 1975 relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros (75/440/CEE). (n.d.). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:31975L0445>.

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances En Medición, 6, 27–36.

Estévez, M. de L. B., & Gallastegui, J. J. A. (2017). EL MÉTODO DELPHI. SU IMPLEMENTACIÓN EN UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS DEMOSTRACIONES GEOMÉTRICAS. Retrieved from <http://rieoei.org/deloslectores/804Bravo.PDF>

Fernandez, J. M. G., Geocontrol, S. A., & Jiménez, G. O. (2005). Correlación entre los parámetros de perforación y las propiedades geomecánicas del terreno. Retrieved from <http://subterra-ing.com/wp-content/uploads/2014/11/2006.-Correlaci%C3%B3n-par%C3%A1metros-de-perforaci%C3%B3n-y-propiedades-geomec%C3%A1nicas-del-terreno.pdf>

García, L. F. de, & Carmen Fernández Cuesta. (2007, June). El Protocolo de Kioto y los costos Ambientales. Revista del Instituto Internacional de Costos, pp 9–31.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Español (España - alfabetización tradicional)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Referencias Bibliográficas

García González- Ferregur, D. (2012). Determinación de la Huella Ecológica de la provincia de Cienfuegos y sus municipios (Tesis de Diploma). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Gálvez Suárez, E. (2012). Mecanismo de desarrollo limpio para la disminución de las emisiones de CO2 en la producción de cementos con aditivos en Cementos Cienfuegos. S.A. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos, Guabairo, Cienfuegos.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Geocuba. (2015). Mapa de regionalización geológica cuba central [Mapinfo]. Mbasic.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Hernández, L. H. (2012). Introducción a la gestión de la huella de carbono. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 8(21), 17–18.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Hernández Capote, D. D. (2011). Acciones de producción más limpias en el movimiento de tierra y la gestión de los residuos en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Herrera, & Castilla. (2012). Utilización de Técnicas de Sondeos en Estudios Geotécnicos. Retrieved from http://oa.upm.es/10517/1/20120316_Utilizacion-tecnicas-sondeos-geotecnicos.pdf

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Historial de la perforación en el mundo, (n.d.). Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/104412937/Historia-de-La-Perforacion>.

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

ISO. ISO 14 064. Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero (2006). Retrieved from [ISO_14064%2D2_2006%28S%29%2DCharacter_PDF_document](#).

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

ISO, ISO 50 001; 2011. Sistemas De Gestión De La Energía — REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO, (ISO 50001:2011, IDT), 50001:2011 35 (2011).

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Español (España - alfabetización tradicional)

Junco Horta, J. Z., Hernández, J. del C. G., Alfonso Martínez, A. A., Morales, Tabla, Y. A., Acosta Izquierdo, E., Santin, J. M., & Perdomo Romero, L. (2002, Septiembre). Prácticas de Producción más Limpia. Proyecto GEF – PNUD CUB/98/G31. Capacidad 21.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Lasoncel García, G. & Pérez Pacareu, L. (2002). Historia del centro.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Referencias Bibliográficas

Lara, M., Sepúlveda, S. A., & Rebolledo, S. (2006). Geología y geotecnia para la evaluación de peligro de remociones en masa en Quebrada San Ramón, Santiago Oriente. In Actas XI Congreso Geológico Chileno (Vol. 2, pp. 59–62). Retrieved from http://biblioserver.sernageomin.cl/opac/DataFiles/11769v2pp59_62.pdf

Lazo, M., & Vicente, F. (2010). Programa de producción más limpia del recurso agua en el colegio “Río Tomebamba” de la parroquia Mariano Moreno, provincia del Azuay. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2600>

Leoni, A. J. (2015). Parametrización de los suelos. Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina. Retrieved from <http://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Cap%C3%ADtulo%20Parametrizaci3n%20de%20suelos.pdf>

Lemus, C. A. A. (2017). Trabajo De Diploma. Retrieved from [http://catedragc.mes.edu.cu/download/tesis de diploma /2012/TDCarlosAlbertoAlmeidaLemus.pdf](http://catedragc.mes.edu.cu/download/tesis%20de%20diploma%202012/TDCarlosAlbertoAlmeidaLemus.pdf)

Martínez, M. C., Pérez, B. R., & Martínez, D. C. (2017). Análisis de ciclo de vida del proceso de torrefacción de café. Ciencias Administrativas, 29.

Martija, J. A. (2012). Diagnóstico energético-ambiental en hospitales. Estudio de caso Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández-Baquero. Moa: Universitaria.

Ministerio de Finanzas y precios. Instrucción 7: 2005 (2005).

Miyashiro Pérez, L., & Delgado Fernández, M. (2010). Procedimiento para la Mejora Procesos que intervienen en el Consumo de Combustible. Ingeniería Industrial, 30(3).

Moya. (2012). Evaluación de Producción más Limpia en la Planta de sirope de glucosa en la Empresa Glucosa Cienfuegos (Tesis de Maestría). Cienfuegos, Cienfuegos.

Pérez-Bermúdez, R. A., González-Suárez, E., & et. al. (2015). La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba. Tecnología Química, 34(1), pp,13–21.

Nodarse García, R. (2011b). Determinación de la Huella Ecológica del municipio Lajas (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Referencias Bibliográficas

Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030. (2008) (pp. 1–15). Retrieved from http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling_outlooks/40224072.pdf

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Redrobran Paredes M. C. (2013). El manejo de desechos sólidos y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de la parroquia Rivera del cantón de Azogues. (Tesis de Diploma). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Rocca, R. (2009). La evolución a largo plazo de la ingeniería geotécnica. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes E Infraestructura Civil, 9(1). Retrieved from <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/view/202>

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Ruiz Godoy, A. M. (2015). Diseño curricular de la asignatura Distribución en Planta para el modelo pedagógico presencial del Plan de estudios D. (Tesis de Diploma). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Serrano, M., & et. al (2005). Emisiones de gases de efecto invernadero y estructuras de consumo en España. Revista de Economía Crítica, 4, 89–114.

Solís, & Velázquez. (2014). Planificación energética en el proceso de perforación de la Unidad de Investigación para la Construcción Cienfuegos. (Tesis de Diploma). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Suárez, J. (2015). Producción integrada de alimentos y energía a escala local en Cuba: bases para un desarrollo sostenible. Pastos Y Forrajes, 38(1), 3–10.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Tortosa, T., Orúe, & Mena. (2007). Análisis de las potencialidades para la implementación de la producción más limpia y la adopción de un consumo sustentable en el sistema empresarial cubano. Cub@: Medio ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente, 12(1–9). Retrieved from <http://ama.redciencia.cu/articulos/12.05.pdf>

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Hipervínculo, Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial

Turiño Duado, L. (2013). Propuesta de procedimiento para la gestión industrial. Caso de estudio: Empresa de productos lácteos Escambray. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Referencias Bibliográficas

Van Hoof, B., & Colombia, P. (2001). Aplicación de sistemas de autogestión ambiental en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES): Una propuesta basada en experiencias internacionales y nacionales. Santafé de Bogotá: PROPEL. Retrieved from http://libroweb.alfaomega.com.mx/book/733/free/ovas_statics/unid4/PDF_Espanol/Autogestion_PYMES.pdf

Vick S G. (2002). Degrees of Belief. Subjective probability and engineering judgement. ASCE Press.

Vidal, G. V., Reyes-Ortiz, Ó. J., & Peñuela, G. G. (2011). Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción. Santiago de Chile: Ingeniería Y Desarrollo. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v29n1/v29n1a03>

Yanes, J. P. M., & Gaitán, O. G. (2005). Herramientas para la gestión energética empresarial. Scientia Et Technica, 3(29), 169–174.

Abad Mier, M., & others. (2015). Gestión energética de la Biblioteca Universitaria de la Universidad de Valladolid, aplicando la ISO 50.001. Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/13282>

Acosta, D., & Sarli, A. C. (n.d.). Este artículo será publicado en el número Aniversario (20 años) de Tecnología y Construcción.

Amador, E. C. (2006). El uso de la madera preservada en la construcción. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 3(9), 44–49.

Ana Maria Ruiz Godoy. (2015). Diseño curricular de la asignatura Distribución en Planta para el modelo pedagógico presencial del Plan de estudios D. (tesis). Cienfuegos,

Referencias Bibliográficas

Cienfuegos.

Astigarraga, E. (2003). El método delphi. San Sebastián, Spain: Universidad de Deusto. Retrieved from http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf

Con formato: Resaltar

Con formato: Izquierda

Augusto José Leoni. (2015). Parametrización de los suelos. Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina. Retrieved from http://www.fccia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Cap%C3%ADulo%202_Parametrizacion%20de%20suelos.pdf

Con formato: Resaltar

Belandria, N. (2017). INTRODUCCION A LA GEOTECNIA. Retrieved from <http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nbelandria/materias/geotecnia/TEMA%201-%20INTRODUCCION.pdf>

Con formato: Resaltar

Bock H. (2006). Common ground in engineering geolgy, soli mechanics and rock mechanics: past, present and future (Vol. 65).

Bonilla Núñez, D. A., & otherset. al. (2016). Asistencia al proceso de implantación del Sistema de Gestión de la Energía según ISO 50001 y Cálculo de la Huella de Carbono del año 2014, según ISO 14064 en Aguas de Valladolid. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/18186>

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Borroto, A. E., & Monteagudo, J. P. (2006). Gestión y Economía Energética. Cienfuegos: Universidad.

Braja Mas D. (1999). Principios de ingeniería de cimentaciones. Retrieved from <http://es.slideshare.net/luisalfredoguillenpino/principios-de-ingeniera-de-cimentaciones-braja-m-das>

Con formato: Resaltar

Burland. (2007). Terzaghi: back to the future. (Bulletin of Engineering Geology and environment, Vol. 66).

Con formato: Resaltar

Bustos Flores, C. (Enero junio, 2009). La problemática de los desechos sólidos. Economía, XXXIV, 121-144.

Camargo, L. A., Arboleda, M. N., & Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en

Con formato: Resaltar

Referencias Bibliográficas

Colombia, la base para un crecimiento sostenible. *Boletín Virtual XM*. Retrieved from http://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia_Feb2013.pdf

Centro de promoción de Tecnologías sostenibles. (2005). Guía técnica general de producción más Limpia.

García González Ferregur, D.. (2012). *Determinación de la Huella Ecológica de la provincia de Cienfuegos y sus municipios* (tesis). Cienfuegos, Cienfuegos.

Hernández Capote, D. D.. (2011a). *Acciones de producción más limpias en el movimiento de tierra y la gestión de los residuos en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos* (tesis). Cienfuegos, Cienfuegos.

De, D. P. L. S. (2005). Norma Técnica Ntc Iso Colombiana 10019.

De Suelos, T. Y. L. M. (2017). Jorge E. Alva Hurtado, Phd. Retrieved From Http://Www.Academia.Edu/Download/33520946/Terzaghi_Biografia.Pdf

del Zurich, E. S. U. (n.d.). Energía y medio ambiente.

Directiva del Consejo de 16 de junio de 1975 relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros(75/440/CEE). (n.d.). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:31975L0445>

Gálvez Suárez, E. (2012). *Mecanismo de desarrollo limpio para la disminución de las emisiones de CO2 en la producción de cementos con aditivos en Cementos Cienfuegos S.A.* (tesis). Cienfuegos, Guabairo, Cienfuegos.

Escobar Pérez, J., & Cuervo Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances En Medición*, 6, 27–36.

Estévez, M. de L. B., & Gallastegui, J. J. A. (2017). EL MÉTODO DELPHI. SU IMPLEMENTACIÓN EN UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS DEMOSTRACIONES GEOMÉTRICAS. Retrieved from <http://rieoei.org/deloslectores/804Bravo.PDF>

Toscano Machado, E. A. (2008). *GESTION DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN* (tesis). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Química Farmacia.

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Referencias Bibliográficas

Departamento de Ingeniería Química, Villa Clara.

Fernández, J. M. G., Geocontrol, S. A., & Jiménez, G. O. (2005). *Correlación entre los parámetros de perforación y las propiedades geomecánicas del terreno*. Retrieved from http://subterra-ing.com/wp-content/uploads/2014/11/2006_Correlaci%C3%B3n-par%C3%A1metros-de-perforaci%C3%B3n-y-propiedades-geomec%C3%A1nicas-del-terreno.pdf

Con formato: Resaltar

García, L. F. de, & Carmen Fernández Cuesta. (2007, June). EL PROTOCOLO DE KIOTO Y LOS COSTOS AMBIENTALES. *revista del Instituto Internacional de Costos*, 9-31.

Con formato: Resaltar

Geocuba. (2015). *Mapa de regionalización geológica cuba central* [Mapinfo]. mbasic.

Con formato: Resaltar

Lasoncel García, G. & L. P. P. (2002). Historia del centro.

Hernández, L. H. (2012). Introducción a la gestión de la huella de carbono. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 8(21), 17-18.

Con formato: Resaltar

Herrera, & Castilla. (2012). UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS DE SONDEOS EN ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. Retrieved from http://oa.upm.es/10517/1/20120316_Utilizacion-tecnicas-sondeos-geotecnicos.pdf

Historial de la perforación en el mundo. (n.d.). Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/104412937/Historia-de-La-Perforacion>

ISO. ISO 14064. Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero (2006). Retrieved from [ISO_14064%2D2_2006%28S%29%2DCharacter_PDF_document](http://www.iso.org/iso/14064/2D2_2006%28S%29%2DCharacter_PDF_document)

Con formato: Resaltar

ISO. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO (ISO 50001:2011, IDT), 50001:2011 35 (2011).

Junco Horta, J. Z., Hernández, J. del C. G., Alfonso Martínez, A. A., Morales, Y. de los A., Tabla, Acosta Izquierdo, E., Santin, J. M., & Perdomo Romero, L.. (2002, September). *Prácticas de Producción más Limpia. Proyecto GEF PNUD CUB/98/G31 CAPACIDAD 21*.

Con formato: Resaltar

Lara, M., Sepúlveda, S. A., & Rebolledo, S. (2006). Geología y geotecnia para la

Con formato: Resaltar

Referencias Bibliográficas

evaluación de peligro de remociones en masa en Quebrada San Ramón, Santiago Oriente. In *Actas XI Congreso Geológico Chileno* (Vol. 2, pp. 59–62). Retrieved from http://biblioserver.sernageomin.cl/opac/DataFiles/11769v2pp59_62.pdf

Lazo, M., & Vicente, F. (2010). Programa de producción más limpia del recurso agua en el colegio “ Río Tomebamba ” de la parroquia Mariano Moreno, provincia del Azuay. Retrieved from <http://dspace.uce.edu.ec/handle/123456789/2600>

Lemus, C. A. A. (2017). Trabajo De Diploma. Retrieved from http://catedrags.mes.edu.cu/download/tesis_de_diploma_/2012/TD-CarlosAlbertoAlmeidaLemus.pdf

Turiño Duardo, L. (2013). *Propuesta de procedimiento para la gestión industrial. Caso de estudio: Empresa de productos lácteos Escambray*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cumanayagua.

Con formato: Resaltar

Díaz Peña, M. (2009). *Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de alcohol: ejemplo de caso ALFICSA*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Con formato: Resaltar

Martínez, M. C., Pérez, B. R., & Martínez, D. C. (2017). Análisis de ciclo de vida del proceso de torrefacción de café. *Ciencias Administrativas*, 29.

Con formato: Resaltar

Martija, J. A. (2012). Diagnóstico energético ambiental en hospitales. Estudio de caso Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández Baquero. Moa: Universitaria.

Ministerio de Finanzas y precios. Instrucción 7: 2005 (2005).

Miyashiro Pérez, L., & Delgado Fernández, M. (2010). Procedimiento para la Mejora Procesos que intervienen en el Consumo de Combustible. *Ingeniería Industrial*, 30(3).

Moya. (2012). *Evaluación de Producción Más Limpia en la Planta de sirope de glucosa en la Empresa Glucosa Cienfuegos* (tesis). Cienfuegos, Cienfuegos.

Belandria N. (2010). TEMA 1. Introducción a la Retrieved from http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nbelandria/materias/geotecnia/TEMA%201_%20INTRODUCCION

Con formato: Resaltar

Pérez Bermúdez, R. A., González Suárez, E., & others. (2015). La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Tecnología Química*,

Referencias Bibliográficas

34(1), 13-21.

Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030. (2008) (pp. 1-15). Retrieved from <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/40224072.pdf>

Redrobran Paredes M., C. (2013). *El manejo de desechos sólidos y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de la parroquia Rivera del canton de Asogues*. (tesis). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Rocca, R. (2009). La evolución a largo plazo de la ingeniería geotécnica. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes E Infraestructura Civil*, 9(1). Retrieved from <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/view/202>

Rodríguez Pérez, B. (2014). *Metodología para la evaluación de impacto de ciclo de vida para la industria cubana*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Química-Farmacía. Departamento de Ingeniería Química. Retrieved from <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/6614>

Romel Nodarse García. (2011b). *Determinación de la Huella Ecológica del municipio Lajas* (tesis). Cienfuegos, Cienfuegos.

Serrano, M., & et. al (2005). Emisiones de gases de efecto invernadero y estructuras de consumo en España. *Revista de Economía Crítica*, 4, 89-114.

Solís, & Velázquez. (2014). *Planificación energética en el proceso de perforación de la Unidad de Investigación para la Construcción Cienfuegos*. (tesis). Cienfuegos, Cienfuegos.

Suárez, J. (2015). Producción integrada de alimentos y energía a escala local en Cuba: bases para un desarrollo sostenible. *Pastos Y Forrajes*, 38(1), 3-10.

Tortosa, T., Orúe, & Mena. (2007). Análisis de las potencialidades para la implementación de la producción más limpia y la adopción de un consumo sustentable en el sistema empresarial cubano. *Cub@: Medio ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, 12(1-9). Retrieved from

Van Hoof, B., & Colombia, P. (2001). *Aplicación de sistemas de autogestión ambiental en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES): Una propuesta basado en experiencias internacionales y nacionales*. Santafé de Bogotá: PROPEL. Retrieved from

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Con formato: Español (España - alfabetización tradicional), Resaltar

Referencias Bibliográficas

http://libroweb.alfaomega.com.mx/book/733/free/ovas_statics/unid4/PDF_Espanol/Autogestion_PYMES.pdf

Vick S.G. (2002). *Degrees of Belief. Subjective probability and engineering judgement*. ASCE Press.

Vidal, G. V., Reyes Ortiz, Ó. J., & Peñuela, G. G. (2011). Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción. *Santiago de Chile: Ingeniería Y Desarrollo*. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v29n1/v29n1a03>

Yanes, J. P. M., & Gaitan, O. G. (2005). Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia Et Technica*, 3(29), 169-174.

ANEXOS .



ANEXOS.

Anexo No 1: Política ambiental ENIA UIC Cienfuegos.. Fuente. Diagnóstico ambiental Año 2015

Definición de los elementos componentes del sistema de gestión ambiental (política, objetivos y metas ambientales, así como el programa de acción).

La Unidad de Investigaciones para la Construcción, perteneciente a la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas del MICONS en Cienfuegos (ENIA, UIC, Cienfuegos).

De acuerdo con los requisitos establecidos en las Normas Cubanas e Internacionales vigentes ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001, se propone:

- Implantar y mantener un Sistema de Gestión Integrado, que incluye la calidad de sus procesos, la prevención de los riesgos laborales y la preservación del medio ambiente minimizando el impacto ambiental de sus operaciones y servicios de forma sostenible, desarrollando producciones más limpias y seguras, orientadas a prever los riesgos laborales
- Satisfacer a todos los clientes, mejorando su gestión con eficacia y eficiencia en todas las obras que ejecuta y repara.
- Involucrar y comprometer a toda la organización, aprovechando el compromiso de la Dirección como herramienta de mejora continua del SGI

6.23.1. Política, objetivos y metas ambientales.

1. Política: Cumplir con la legislación y normativa ambiental aplicable.

1.1. Objetivo: Mitigar o minimizar los impactos ocasionados por el incumplimiento de las leyes y normativas ambientales aplicables.

1.1.1. Meta: Cumplir el 100% de la legislación y normativa ambiental aplicable.

2. **Política: Prevenir o minimizar descargas nocivas al agua, el suelo y a la atmósfera.**

2.1. Objetivo: Minimizar la incorporación al medio de residuales líquidos contaminados.

Anexos

2.1.1. Meta: Lograr el funcionamiento correcto de los sistemas de tratamiento de residuales líquidos mediante su mantenimiento y limpieza frecuente en el edificio de la Dirección.

2.2. Objetivo: Minimizar la generación de ruidos en los puestos de trabajo.

2.2.1. Meta: Reducir en un 3% la generación de ruidos en los puestos de trabajo durante la realización de los trabajos.

3. **Política: Reducir la generación de desechos sólidos.**

3.1. Objetivo: Reciclar todo cuanto sea razonable y asegurar un manejo responsable de los desechos peligrosos.

3.1.1. Meta: Reducir en un 3% la generación de desechos sólidos, lograr la neutralización y disposición final correcta del 100% de los desechos peligrosos generados.

4. **Política: Lograr puestos de trabajo libres de peligros y acciones inseguras.**

4.1. Objetivo: Mitigar los riesgos laborales.

4.1.1 Meta: Mantener actualizado el inventario de riesgos de cada puesto de trabajo.

4.1.2 Meta: Garantizar el 100% de los medios de protección para la actividad que se realiza.

5. **Política: Mejorar las condiciones higiénico sanitarias de la entidad.**

5.1. Objetivo: Crear condiciones adecuadas de higiene para los trabajadores en cada área.

5.1.1. Meta: Concluir los trabajos de mejora de los baños de las áreas.

5.1.2. Meta: Concluir el acondicionamiento en las áreas de Oficinas.

5.2. Objetivo: Cumplir el 100% de las normativas y legislación en materia de higiene de los puestos de trabajo.

5.2.1. Meta: Lograr puestos de trabajo limpios sin peligros para la salud de los trabajadores.

Anexos

6. **Política: Incrementar el ahorro de la energía eléctrica, combustibles y lubricantes.**

6.1. Objetivo: Minimizar el uso de la energía eléctrica, combustibles y lubricantes.

6.1.1. Meta: Reducir en 3% el índice de consumo promedio anual de energía eléctrica.

6.1.2. Meta: Reducir en 2% el índice de consumo promedio anual de combustibles y lubricantes.

7. **Política: Incorporar la dimensión ambiental en todas sus actividades, elevando la conciencia ambiental de los trabajadores y dirigentes.**

7.1. Objetivo: Capacitar y motivar al personal respecto al cuidado y conservación del Medio Ambiente.

7.1.1. Meta: Diseñar e implementar un Programa de Educación Ambiental que satisfaga las necesidades de los trabajadores en materia de conocimiento ambiental.

7.1.2. Meta: Cumplir con el 90 % de la capacitación ambiental.

8. **Política: Elaborar e Implantar un sistema de gestión ambiental.**

8.1. Objetivo: Cumplir con los requisitos de la norma ISO 14 001 de 2004.

8.1.1. Meta: Elaborar e Implantar todos los procedimientos específicos de la actividad Medio Ambiental exigidos por la Norma.

9. **Política: Lograr el uso racional del agua en la entidad.**

9.1. Objetivo: Minimizar el consumo de agua.

9.1.1. Meta: Concluir la instalación adecuada del 100% de los muebles sanitarios

9.1.2. Meta: Reducir en 3% el consumo promedio anual de agua.

A continuación se relacionan las acciones propuestas y que debe acometer la empresa para darle cumplimiento a los Objetivos y Metas trazadas. La cual queda comprometida con la discusión de las acciones para la definición de las respectivas fechas y responsabilidades de su cumplimiento.

Tabla A: Plan de Acción del diagnóstico ambiental. **Fuente.** ENIA UIC Cienfuegos, Consultoría ProAmbiente.

No	Acción	Fecha de cump.	Responsable
1	Mantener y controlar la aplicación de la política ambiental de la empresa.		
2	Velar por el cumplimiento del plan de ahorro de agua		
3	Acometer el mantenimiento de todos los muebles sanitarios e hidráulicos.		
4	Realizar el mantenimiento y limpieza de los sistemas de tratamiento de residuales líquidos existentes (trampas de grasa y tanque séptico del área de comedor y oficinas)		
5	Gestionar la comercialización o disposición final de los tóner, cintas de impresora y tubos de luz fría desechados.		
6	Cumplir con el plan de manejo establecido para los desechos peligrosos que se generan en la unidad.		
7	Exigir el uso correcto de medios de protección en cada uno de los puestos de trabajo.		
8	Darle seguimiento al cumplimiento de las medidas tomadas para evitar los Riesgos, según Resolución 31 "Identificación, evaluación y control de los riesgos".		
9	Capacitar al personal técnico y dirigente con las normativas y leyes ambientales aplicables a la entidad.		
10	Finalizar el inventario de los medios de protección necesarios en cada uno de los puestos de trabajo		



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

Anexos

11	Continuar el cumplimiento del Programa de Educación Ambiental que eleve el conocimiento del tema en todos los trabajadores de la empresa.		
12	Mantener las áreas de jardinería en buen estado y plantar o reponer las plantas o árboles que hayan sido dañados.		

Anexo No 2: Tablas para la confección del diagrama de Pareto.

Tabla B: Análisis de los procesos que de la ENIA UIC Cienfuegos. **Fuente.** Elaboración propia.

CONSUMO TOTAL EMPRESA	EQUIPOS	Consumo de	Consumo de	Consumo	%	% acumulado
		Gasolina (t)	diesel (t)	Total		
	PERFORACION	29.61	68.41	98.02	28.17	28.17
	LABORATORIO DE SUELOS	2.17	65.30	67.47	19.14	47.31
	REPARACIONES NAVALES	9.76	18.30	28.05	8.37	55.68
	TOPOGRAFIA	12.61	14.15	26.76	8.13	63.81
	ASEGURAMIENTO INTERNO	9.29	16.94	26.23	7.83	71.64
	INGENIERÍA GEOLOGICA	18.89	4.47	23.36	7.46	79.10
	DIRECCION	4.15	18.25	22.40	6.51	85.61
	LABORATORIO DE MATERIALES	2.45	18.28	20.73	5.96	91.58
	INGENIERÍA Y DESARROLLO + MARKETING	9.54	0.30	9.84	3.21	94.79
	ECONOMÍA	8.88	0.97	9.85	3.19	97.98
	CAPITAL HUMANO	3.12	0.82	3.94	1.25	99.23
	OBRAS COOPERADAS	1.02	1.540	2.56	0.77	100.00

En la Tabla B se muestran los consumos de todos los procesos que intervienen en la empresa objeto de estudio, se realizó el diagrama de Pareto con estos datos, se puede observar que dentro de los 13 procesos, perforación consume el 28.17% del combustible, le sigue en laboratorio de suelos y rocas. El comité de P+L decidió accionar sobre la perforación solamente por estrategia de la empresa.

Anexo No.3: Correspondencia entre las normas Internacionales ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004. Fuente: (ISO 50001: 2011)

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004	
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título
-	Prólogo	-	Prólogo	-	Prólogo
-	Introducción	-	Introducción	-	Introducción
1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencias normativas	2	Referencias normativas	2	Referencias normativas
3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones
4	Requisitos del sistema de gestión de la energía	4	Sistema de Gestión de la calidad	4	Requisitos del sistema de gestión ambiental
4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales
4.2	Responsabilidad de la dirección	5	Responsabilidad de la dirección	-	-
4.2.1	Alta dirección	5.1	Compromiso de la dirección	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad
4.2.2	Representante de la dirección	5.5.1 5.5.2 5.5.2	Responsabilidad y autoridad Representante	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad

Anexos

			de la dirección		y autoridades
4.3	Política energética	5.3	Política de la calidad	4.2	Política ambiental
4.4	Planificación energética	5.4	Planificación	4.3	Planificación
4.4.1	Generalidades	5.4.1 7.2.1	Objetivos de la calidad Determinación de los requisitos relacionados con el producto	4.3	Planificación
4.4.2	Requisitos legales y otros requisitos	7.2.1 7.3.2	Determinación de los requisitos relacionados con el producto Elementos de entrada para el diseño y desarrollo	4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos
4.4.3	Revisión energética	5.4.1 7.2.1	Objetivos de la calidad Determinación de los requisitos relacionados con el producto	4.3.1	Aspectos ambientales
4.4.4	Línea de base energética	-	-	-	-
4.4.5	Indicadores de desempeño energético	-	-	-	-

Anexos

4.4.6	Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía	5.4.1 7.1	Objetivos de la calidad Planificación de la realización del producto	4.3.3	Objetivos, metas y programas
4.5	Implementación y operación	7	Realización del producto	4.4	Implementación y operación
4.5.1	Generalidades	7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4.4.6	Control operacional
4.5.2	Competencia, formación y toma de conciencia	6.2.2	Competencia, formación y toma de conciencia	4.4.2	Competencia, formación y toma de conciencia
4.5.3	Comunicación	5.5.3	Comunicación interna	4.4.3	Comunicación
4.5.4	Documentación	4.2	Requisitos de la documentación	-	-
4.5.4.1	Requisitos de la documentación	4.2.1	Generalidades	4.4.4	Documentación
4.5.4.2	Control de los documentos	4.2.3	Control de los documentos	4.4.5	Control de documentos
4.5.5	Control operacional	7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4.4.6	Control operacional
4.5.6	Diseño	7.3	Diseño y desarrollo	-	-
4.5.7	Adquisición de servicios de	7.4	Compras	-	-

Anexos

	energía, productos, equipos y energía				
4.6	Verificación	8	Medición, análisis y mejora	4.5	Verificación
4.6.1	Seguimiento, medición y análisis	7.2.3 8.2.4 8.4	Comunicación con el cliente Seguimiento y medición del producto Análisis de datos	4.5.1	Seguimiento y medición
4.6.2	Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos	7.3.4	Revisión del diseño y desarrollo	4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal
4.6.3	Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	8.2.2	Auditoría interna	4.5.5	Auditoría interna
4.6.4	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva	8.3 8.5.2 8.5.3	Control del producto no conforme Acción correctiva Acción preventiva	4.5.3	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
4.6.5	Control de los registros	4.2.4	Control de los registros	4.5.4	Control de los registros
4.7	Revisión por la	5.6	Revisión por la	4.6	Revisión por la



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción

Anexos

	dirección		dirección		dirección
4.7.1	Generalidades	5.6.1	Generalidades	4.6	Revisión por la dirección
4.7.2	Información de entrada para la revisión por la dirección	5.6.2	Información de entrada para la revisión	4.6	Revisión por la dirección
4.7.3	Resultados de la revisión por la dirección	5.6.3	Resultados de la revisión	4.6	Revisión por la dirección

Anexo No 4: Análisis de los consumos de agua en la ENIA UIC Cienfuegos de 2011-2015.

Tabla C: Datos para la confección de los gráficos de consumo de agua. **Fuente.** Elaboración propia.

Año	Suelos	Categoría A	Categoría B	Categoría C	Categoría D	Consumo de agua
	Consumo (m³)	Consumo (m³)	Consumo (m³)	Consumo (m³)	Consumo (m³)	Total
2011	781.15	570	520.3975	864.45	72	2807.9975
2012	444.125	1333.8	2717.857	40.275		4536.057
2013	849.625	3584.4	786.655	997.5	270	6488.18
2014	3029.85	184.74	201.6745	745.2		4161.4645
2015	3088.32	255.9	1003.329	241.35		4588.899
TOTAL	8193.07	5928.84	5229.913	2888.775	342	22582.598

Anexo No 5: Análisis de la producción en metros perforados de la ENIA UIC Cienfuegos de 2011-2015.

Tabla D: Datos de la producción den metros perforados del Proceso de perforación en la ENIA UIC Cienfuegos.

Fuente. Elaboración propia.

Año	Suelos (m ³)	Categoría A (m ³)	Categoría B (m ³)	Categoría C (m ³)	Categoría D (m ³)
2011	1562.3	475	397.25	576.3	40
2012	888.25	1111.5	2074.7	26.85	
2013	1699.25	2987	600.5	665	150
2014	6059.7	153.95	153.95	496.8	
2015	6176.64	213.25	765.9	160.9	
TOTAL	16386.14	4940.7	3992.3	1925.85	190

Anexo No 6: Análisis comparativos de las UOC de la ENIA UIC Cienfuegos de 2011-2015.

Tabla E: Datos del Análisis comparativo de las UOC en la ENIA UIC Cienfuegos. **Fuente.** Elaboración propia.

Diesel	Emp	Inv Aplic	Perforación	Gasolina	Emp	Inv Aplic	Perforación
Año	consumo	consumo	consumo	Año	consumo	consumo	consumo
	diesel (t)	diesel (t)	diesel (t)		Gasolina (t)	Gasolina (t)	Gasolina (t)
2011	28.86	21.59	7.33	2011	21.21	14.46	4.79
2012	39.31	30.75	15.72	2012	20.41	12.27	5.18
2013	46.96	35.90	14.92	2013	20.04	14.24	5.75
2014	81.93	32.64	13.96	2014	24.43	26.09	6.91
2015	30.24	27.88	16.48	2015	23.16	17.72	6.98
TOTAL	227.30	148.76	68.41	TOTAL	109.25	84.78	29.61

En la Tabla E se evaluaron los procesos de Investigaciones Aplicadas dentro de los que se encuentra perforación, en comparación con la Empresa en general y se pudo concluir que la perforación consume el 30.9% del consumo de diesel incluyendo los trece procesos y el 27.1 % del consumo de gasolina, razones por las cuales el Comité de P+L decidió accionar sobre este.

Anexo No 7: Encuesta #1. Determinación del grado de competencia de los expertos

Compañero profesor: Como parte de la validación de la investigación: “Opciones de P+L en el proceso de perforación de la ENIA UIC Cienfuegos”, estamos seleccionando un panel de especialistas. Conociendo su experiencia en el trabajo y su habitual disposición a colaborar con el trabajo científico de otros colegas, consideramos que su ayuda nos sería de gran utilidad. Para lo cual le envío resumen del mismo, en el que se fundamenta y se expone la propuesta para dar solución al problema de la investigación. No obstante dejo a su discreción cualquier otro elemento que desee transmitir. Puede responderme por escrito o vía correo electrónico. Gracias por adelantado.

Saludos, Ing. Bárbara Torres Jiménez

E-mail: barbara@eniactg.co.cu

DATOS GENERALES

Experiencia laboral: _____.

Especialidad: _____.

Cargo o responsabilidad: _____

Años de experiencia: Menos de 5 ____ De 5 a 10 ____ De 10 a 20 ____ Más de 20 ____

Cuestionario:

1. Marque con una cruz(x) según la tabla, en valor creciente de 1 a 10 el valor que corresponde con el grado de conocimiento de la actividad de perforación.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una autovaloración, según la tabla siguiente de sus conocimientos en el proceso de perforación.



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

Anexos

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis de tema de ahorro de portadores energéticos y agua realizados por usted.			
Su experiencia práctica.			
Consulta con otros especialistas nacionales			
Consulta con otros especialistas extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del tema o el problema.			
Su intuición.			



Anexo No 8: Encuesta #2

Encuesta para evaluar el impacto y la pertinencia de los resultados de la investigación

Estimado Especialista:

Conociendo su experiencia en el trabajo en la ENIA UIC Cienfuegos y su habitual disposición a colaborar con el trabajo científico de otros colegas, le ruego acepte participar en la valoración del proyecto "Opciones de P+L en el proceso de perforación de la ENIA UIC Cienfuegos, con el objetivo de evaluar el diseño propuesto, partiendo del Problema de investigación identificado: ¿Cómo hacer más eficiente el proceso de perforación, reducir consumos de combustibles fósiles y agua, a la vez que se mejoran los indicadores ambientales?, para lo cual le envío un resumen del mismo, en el que se fundamenta y se expone la propuesta para dar solución al problema científico. No obstante dejo a su discreción cualquier otro elemento que desee transmitir. Puede responder por escrito o vía correo electrónico. Gracias por adelantado.

Saludos, Ing. Bárbara Torres Jiménez

E-mail: barbara@eniacfg.co.cu

CUESTIONARIO

1. ¿Considera Ud. Necesario la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación.

SI _____ NO _____

2. ¿Considera que la propuesta de opciones de P+L en el proceso de perforación responde a las necesidades de la ENIA UIC Cienfuegos?

SI _____ NO _____

3. ¿Considera usted que las opciones propuestas ayudaran a mitigar los sobreconsumos de combustibles, agua y emisiones atmosféricas?

SI _____ NO _____



Anexos

4. De acuerdo a las opciones propuestas será más abarcador el sistema integrado de gestión de la Calidad implantado en la ENIA UIC Cienfuegos.

SI _____ NO _____

5. Contribuirán las opciones de P+L a mejorar los indicadores ambientales del proceso de perforación y de la empresa objeto de estudios en cuestión.

SI _____ NO _____

6. Considera usted que el personal del proceso de perforación está capacitado para aplicar tecnologías limpias.

SI _____ NO _____

7. A su criterio se pueden utilizar métodos indirectos para disminuir el volumen de perforación.

SI _____ NO _____

Anexo No 9: Encuesta #3.

Encuesta de evaluación del impacto y la pertinencia de los resultados de la investigación a través de los criterios de los especialistas.

Estimado Especialista:

El proceso perforación requiere de un trabajo de perfeccionamiento. El perfeccionamiento constante de las prácticas operativas, ha sido siempre y será el propósito de las continuas acciones de mejora realizadas durante años. Se le pide que como especialista, relacionado directamente con los procesos involucrados en el estudio, responda emitiendo su nivel de satisfacción con los siguientes planteamientos formulados. La escala de evaluación está compuesta de la siguiente forma:

- 1.- Clara Satisfacción.
- 2.- Más satisfecho que insatisfecho.
- 3.- No definido.
- 4.- Más insatisfecho que satisfecho.
- 5.- Clara Insatisfacción.

Le pedimos además que agregue cualquier opinión personal y sugerencia que usted estime pertinente, independientemente de que ello esté planteado o no de forma explícita.

CUESTIONARIO

Aspectos	Grado de satisfacción.				
	1	2	3	4	5
Es necesario implementar alternativas para hacer más eficiente los equipos de perforación.					



Anexos

Necesidad de utilizar los aditamentos de perforación correctamente					
Sustituir el líquido de perforación por las alternativas planteadas por los expertos.					
Necesidad de utilizar los métodos geofísicos como complementos de las investigaciones geotécnicas.					
Necesidad de buscar solución a los residuos de la perforación almacenados en las casas de muestras.					
Necesidad de controlar el consumo de agua en las obras.					

Anexo 10: Comité de expertos.

Nombres y Apellidos	Cargo o especialidad	Años de experiencia
Jesús Alonso Ortiz	Director ENIA UIC Cienfuegos	22
Héctor Luis Hoyos Rodríguez	Energético	20
Lidia Placia Silveira	Téc. En explotación de equipos	20
Pedro Castellanos Hernández	Jefe de Investigaciones Aplicadas	8
Jorge Hernández Lores	Especialista Principal de Perforación	22
Carmen Abreu Conde	Jefe de Contabilidad y finanzas	18
Claudia M Curbelo Caner	Especialista principal de Ingeniería geológica	30
Leopoldo Bisquet Geroy	Operario de maquina perforadoras	40

Anexo 11: Situación geográfica de la ENIA UIC Cienfuegos.



Figura A: Imagen con la ubicación de la ENIA UIC Cienfuegos. **Fuente.** Google Earth



Anexos

Anexo 11: Plan de Eficiencia Energética.

No	Medidas planteadas	Responsable	Ejecutor	Fecha
COMBUSTIBLES				
	Realizar estudio de origen y destino de las obras para optimizar los recorridos y enriquecer la tabla de distancia.			
	Actualizar los índices de consumo por equipos automotores.			
	Discutir en los consejos de dirección los equipos con alteración en el índice de consumo.			
	Llevar los controles de consumos de combustibles y lubricantes.			
	Realizar la prueba del litro a los equipos con dificultades en los índices de consumo.			
	Realizar revisión de los motores de los equipos altos consumidores.			
	Realizar la remotorización de los equipos altos consumidores sin solución			
	Revisar la presión de los neumáticos			
	Hacer un mayor uso de los carros de menor índice de			

Anexos

	consumo.			
	Cumplir con los mantenimientos programados de los equipos.			
LUBRICANTES				
	Chequear y eliminar los salideros de aceite en los vehículos.			
	Realizar un análisis de las causas en los equipos que necesitan relleno de lubricantes con frecuencia.			
	Recoger el aceite usado para su devolución a CUPET			
ENERGÍA ELÉCTRICA.				
	Chequear que se cumpla el acomodo de carga en horarios picos.			
	Hacer análisis del comportamiento del alumbrado externo, parqueo, patio, etc.			
	Sustituir las luminarias incandescentes por fluorescentes o ahorradores			
	No usar las máquinas herramientas, torno, soldadura, etc. en el horario pico. o bombear agua en el horario pico.			
	No usar las fotocopadoras u otros equipos en el horario pico			
	Chequear el plan de contingencia energética para su			



Empresa Nacional
de Investigaciones Aplicadas
Ministerio de la
Construcción.

Anexos

mejora.			
Tener el control de las auto lecturas por servicios y hacer análisis.			
AGUA.			
Contabilizar el agua consumida en obras.			
Inspeccionar la línea para evitar posibles salideros en ruta.			
Evitar los derrames innecesarios en la planta de fregado.			
Reparar los sistemas de enfriamiento y bombas de agua de las maquinas perforadoras.			
Mejorar los depositos de los carros cisternas y habilitar las turbinas de los mismos.			
Reutilizar el agua utilizada como lodo de perforación durante dichos trabajos			