



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO
DE MAGISTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

Título:

ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2012-2013 EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS EN LA EMPRESA HELMERICH AND PAYNE DEL ECUADOR PARA MEJORAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA.

Autor: Ing. León Segovia, Marco Aníbal

Tutor: MSc. Gabriel Hernández Ramírez.

LATACUNGA – ECUADOR

Julio 31, 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe en consideración de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: León Segovia Marco Aníbal, con el título de tesis: **“ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2011-2012 EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS EN LA EMPRESA HELMERICH AND PAYNE DEL ECUADOR PARA MEJORAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA.”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga Julio 2014

Para constancia firman:

.....
MSc Paulina Freire
PRESIDENTE

.....
MBA Cristian Tinajero
MIEMBRO

.....
MSc Ernesto Abril
PROFESIONAL EXTERNO

.....
PhD Roberto Sierra
OPOSITOR

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Latacunga, Julio de 2014

En mi calidad de Director de Tesis presentada por el Ing. León Segovia, Marco Aníbal, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es “**ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2012-2013 EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS EN LA EMPRESA HELMERICH AND PAYNE DEL ECUADOR PARA MEJORAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA.**”.

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

MSc. Gabriel Hernández Ramírez.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Marco Aníbal León Segovia, portador del número de cédula 0502305402, declaro que la presente Tesis de Grado, es fruto de mi esfuerzo, responsabilidad y disciplina, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente

Marco Aníbal León Segovia

C. I. 0502305402

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

A Dios (**ΙΧΘΥΣ**), por darme fortaleza y no desmayar frente a las adversidades.

A mí querida madre por dedicarme todo su amor en mi formación.

A mi hermano Manuel Angel León S. mi mejor amigo por todo el apoyo que he recibido durante toda la vida.

A mi director de tesis, MSc Gabriel Hernández Ramírez & PhD Secundino por ser la guía de este trabajo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a través de los docentes de Posgrados por su profesionalismo

A mis amigos y compañeros.

Marco

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado para Maria Guadalupe, Maria Cristina mis lindas hijitas y María de los Ángeles mi querida y amada esposa quienes son mi inspiración.

Marco

CERTIFICACIÓN DE CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

PROGRAMA: “MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS”

“ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2012-2013 EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS EN LA EMPRESA HELMERICH AND PAYNE DEL ECUADOR PARA MEJORAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA.”

Autor: Ing. Marco Aníbal León Segovia

Fecha: Julio 2014

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS**

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TÍTULO: ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2012-2013 EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS EN LA EMPRESA HELMERICH AND PAYNE DEL ECUADOR PARA MEJORAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA.

AUTOR: LEÓN SEGOVIA Marco Aníbal.

TUTOR: MSc. HERNANDEZ RAMÍREZ Gabriel.

RESUMEN

La Compañía Helmerich and Payne con el objeto de promover el ahorro energético se ha comprometido en realizar estudios de eficiencia energética; a través del tiempo se vienen desarrollando algunas prácticas las cuales están dirigidas a mitigar los efectos negativos que produce el consumo excesivo de combustible fósil y su acción sobre el medio ambiente, tales como actualizaciones en los equipos sus sistemas y subsistemas, análisis de muestras de emisiones toma de acción inmediata al encontrar valores que se encuentran dispersos de la normativa actual; sin embargo hay mucho por hacer para contribuir con la disminución del gasto de combustibles y a la vez la optimización de recursos para con ello alcanzar los objetivos con el menor impacto sobre el medio ambiente y la sociedad.

Mediante varias metodologías como la entrevista, las evaluaciones técnicas como medidas y el análisis matemático y estadístico se determinaron los índices de consumo, con indicadores de producto final que le permita a la gerencia tomar decisiones de forma óptima para lograr un uso más eficiente de los portadores Energéticos eléctricos, se determinaron las principales variables que influyen en el consumo de Energía y mediante estadística se determinó indicadores de consumo específicos.

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
POST DEGREES UNIT
ENERGY MANAGEMENT MASTERY**

TITLE: COST ANALYSIS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION IN THE DRILLING PROCESS SINCE 2012 TO 2013 FOR HELMERICH AND PAYNE DRILLING COMPANY IN ORDER TO IMPROVE THE ENERGY MANAGEMENT. DESIGNING AN ELECTRIC ENERGY MANAGEMENT PLAN

AUTHOR: LEÓN SEGOVIA Marco Aníbal

TUTOR: MSc. HERNANDEZ RAMÍREZ Gabriel.

ENDORSEMENT OF TRANSLATION

ABSTRACT

Helmerich and Payne in order to promote energy conservation has been engaged energy efficiency studies; over the time some good practices has been being developed which objective has been the mitigation of negative effects that excessive fossil fuel consumption causes and its impact on the environment, good practices as equipment upgrades and their systems and subsystem, emissions sample test and taking immediately action when values are scattered from the current regulations; however there is much to do to contribute to the decrease in fuel consumptions and optimizing resources to thereby achieve the objectives with the least impact on the environment and society. Consumption rates were measured with indicators of final product that will allow our manager to take best decisions to achieve an efficient use of energy carriers. I determined the main variable that has influence in the energy consumption and using statistic; I determinate specific consumption indicators.

ÍNDICE

CONTENIDOS	PÁGINAS
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	xvi
CAPITULO I - EL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN	- 1 -
1.1.2. ANÁLISIS CRÍTICO	- 2 -
1.1.3. PROGNOSIS	- 2 -
1.1.4. CONTROL DE PROGNOSIS	- 3 -
1.1.5. DELIMITACIÓN.....	- 3 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 3 -
1.3 JUSTIFICACIÓN Y SIGNIFICACIÓN.....	- 4 -
1.4. OBJETIVOS	- 5 -
1.4.1 OBJETIVOS GENERALES	- 5 -
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 6 -
1.5 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	- 6 -
CAPITULO II - MARCO TEÓRICO	- 7 -
GESTIÓN ENERGÉTICA.....	- 7 -
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 7 -
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	- 10 -
2.2.1. TECNOLOGÍA DE LA PERFORACIÓN	- 10 -
2.2.2. GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO.....	- 13 -
2.2.3. ENERGÍA Y PETRÓLEO.....	- 18 -

2.2.4. CULTURA ENERGÉTICA.....	- 20 -
2.2.5. MANTENIMIENTO.....	- 20 -
2.2.6. CONTROL ENERGÉTICO.....	- 21 -
2.2.7. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.....	- 21 -
2.2.8. GENERACIÓN EN PERFORACIÓN.....	- 22 -
2.2.9. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO.....	- 24 -
2.2.10. FACTORES INFLUYENTES EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA.....	- 27 -
-	
2.2.11. GESTIÓN ENERGÉTICA Y COMPETITIVIDAD.....	- 29 -
2.2.12. ÍNDICES DE CONSUMO.....	- 30 -
2.2.13. TIPOS DE INDICADORES.....	- 33 -
2.3 MARCO LEGAL.....	- 34 -
2.3.1. MONITOREO AMBIENTAL.....	- 34 -
2.3.2. NORMATIVA ISO 50001.....	- 35 -
2.4 MARCO CONCEPTUAL.....	- 37 -
2.4.1. Ahorro de Energía.....	- 37 -
2.4.2. Central Eléctrica.....	- 37 -
2.4.3. Contaminación.....	- 38 -
2.4.4. Contaminación ambiental.....	- 38 -
2.4.5. Consumo energético.....	- 38 -
2.4.6. Costo de la energía eléctrica.....	- 39 -
2.4.7. Eficiencia energética.....	- 39 -
2.4.8. Efecto invernadero.....	- 39 -
2.4.9. Eficacia.....	- 40 -
2.4.10. Eficiencia.....	- 40 -
2.4.11. Efectividad.....	- 40 -
2.4.12. Energía.....	- 41 -
2.4.13. Energía Eléctrica.....	- 41 -
2.4.14. Factor de Potencia.....	- 41 -
2.4.15. Gestión Energética.....	- 42 -
2.4.16. Índice de consumo.....	- 42 -
2.4.17. Potencia Activa.....	- 42 -
2.4.18. Potencia Aparente.....	- 42 -
2.4.19. Potencia Reactiva.....	- 43 -
2.4.20. Drilling Rig.....	- 44 -
2.5 INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 44 -
CAPITULO III - METODOLOGÍA.....	- 45 -
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 45 -
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 45 -

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	- 46 -
3.3. METODOLOGÍA	- 46 -
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	- 46 -
3.4.1. Método Científico.	- 46 -
3.4.2. Método Inductivo.	- 46 -
3.4.3. Método Deductivo.....	- 47 -
3.4.4. Modelación y Simulación	- 47 -
3.5. PROCEDIMIENTOS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	- 47 -
3.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	- 49 -
3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y APLICACIONES.....	- 50 -
3.7.1. Encuesta	- 50 -
3.7.2. Encuesta Gerencial.....	- 50 -
3.7.3. Encuesta Técnica y Usuario	- 50 -
3.7.4. Estadísticos.....	- 50 -
3.7.5. Observación	- 51 -
3.7.6. Medidor de Calidad Energética Fluke 430	- 51 -
3.7.7. Software Power Log.....	- 53 -
3.7.8. Software de Simulación Easy Power	- 54 -
3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	- 55 -
3.8.1. POBLACIÓN Y MUESTRA PARA ENCUESTAS.....	- 55 -
3.8.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE DATOS TÉCNICOS.....	- 55 -
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	- 57 -
4.1. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA	- 57 -
4.2. ANÁLISIS ENCUESTA DIRIGIDA A TÉCNICOS Y USUARIOS ...	- 66 -
4.3. ANÁLISIS DE COSTO DE ENERGÍA	- 80 -
4.4. ANÁLISIS TÉCNICO Y DE CONSUMO	- 106 -
4.4.1 Componentes Armónicas	- 106 -
4.4.2 Influencia del Factor de Potencia en el proceso de perforación. ...	- 117 -
4.4.3 Corrección del Factor de Potencia.	- 120 -
4.4.4 Usos innecesarios de energía.	- 121 -
4.5. CONCLUSIONES	- 123 -
4.6. RECOMENDACIONES	- 124 -
CAPITULO V: LA PROPUESTA.....	- 125 -
5.1- TITULO DE LA PROPUESTA	- 125 -
5.2- JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	- 125 -
5.3- OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.....	- 125 -
5.4- ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....	- 125 -

5.5- DESARROLLO DE LA PROPUESTA	126 -
5.5.1. Valoración Técnica	126 -
5.5.2. Valoración Económica.....	132 -
5.5.3. Valoración Ambiental.....	134 -
5.5.4. Oportunidades de Mejora administrativa.....	135 -
5.5.5. Oportunidades de mejora en la sociedad laboral.....	135 -
5.6. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	137 -
5.7. CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA.....	137 -
5.8. RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA.....	138 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139 -
ANEXOS	141 -

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: TRAMPAS ESTRATIGRÁFICAS FUENTE:(WWW.PETROLEO.COM).....	14 -
FIGURA 2: TRAMPAS ESTRUCTURALES FUENTE: :(WWW.PETROLEO.COM).....	15 -
FIGURA 3: POROS CONECTADOS POR UN SOLO LADO FUENTE:(WWW.PETROLEO.COM).....	16 -
FIGURA 4: POROS CONECTADOS POR VARIOS LADOS FUENTE:(WWW.PETROLEO.COM).....	16 -
FIGURA 5: POLOS CONECTADOS E INTERCONECTADOS FUENTE:(WWW.PETROLEO.COM).....	17 -
FIGURA 6: FORMACIÓN LITOLÓGICA FUENTE: OFFSHORE OIL EXPLORATION.....	17 -
FIGURA 7: TOPES DE FORMACIONES FUENTE: OFFSHORE OIL EXPLORATION.....	18 -
FIGURA 8: FACTORES CLAVE DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA FUENTE: OIL EXPLORATION.....	20 -
FIGURA 9: ESPECIFICACIONES DE GENERADORES FUENTE: CAT SERVICE MANUAL	23 -
FIGURA 10: POTENCIA GENERADA VS CONSUMO 3512B FUENTE: CAT SERVICE MANUAL	24 -
FIGURA 11: INDICADORES DE GESTIÓN FUENTE: ENERDATA	31 -
FIGURA 12: INDICADORES DE EFICIENCIA FUENTE: ENERDATA	32 -
FIGURA 13: MÉTODO PARA ESTABLECER INDICADORES FUENTE: ENERDATA	32 -
FIGURA 14: GESTIÓN DE ENERGÍA Y RECURSOS FUENTE: ENERDATA - 33 -	
FIGURA 15: FLUKE 430.....	53 -
FIGURA 16: POWER LOG.....	53 -
FIGURA 17: EASY POWER	54 -
FIGURA 18 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 1	58 -
FIGURA 19 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 2.....	59 -

FIGURA 20 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 3.....	- 60 -
FIGURA 21 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 4.....	- 61 -
FIGURA 22 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 5.....	- 62 -
FIGURA 23 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 6.....	- 63 -
FIGURA 24 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 7.....	- 64 -
FIGURA 25 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 8.....	- 65 -
FIGURA 26 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 1.....	- 66 -
FIGURA 27 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 2.....	- 67 -
FIGURA 28 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 3.....	- 68 -
FIGURA 29 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 4.....	- 69 -
FIGURA 30 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 5.....	- 70 -
FIGURA 31 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 6.....	- 71 -
FIGURA 32 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 7.....	- 72 -
FIGURA 33 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 8.....	- 73 -
FIGURA 34 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 9.....	- 74 -
FIGURA 35 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 10.....	- 75 -
FIGURA 36 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 11.....	- 76 -
FIGURA 37 COMPORTAMIENTO DE LA RESPUESTA 12.....	- 77 -
FIGURA 38 ESPINA DE PESCADO.....	- 78 -
FIGURA 39 CONSUMO COMBUSTIBLE 2012 - 2013.....	- 81 -
FIGURA 40 COSTO MENSUAL ENERGÉTICO 2012 - 2013.....	- 81 -
FIGURA 41 NÚMERO DE DÍAS POR POZO.....	- 83 -
FIGURA 42 COSTO POR POZO ENERGÉTICO 2012 - 2013.....	- 84 -
FIGURA 43 COSTO - PROFUNDIDAD – SSF 199D.....	- 86 -
FIGURA 44 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-199D.....	- 86 -
FIGURA 45 COSTO – PROFUNDIDAD 244D.....	- 88 -
FIGURA 46 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-244D.....	- 88 -
FIGURA 47 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-181D.....	- 90 -
FIGURA 48 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-181D.....	- 90 -
FIGURA 49 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-246D.....	- 92 -
FIGURA 50 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-246D.....	- 92 -
FIGURA 51 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-245D.....	- 94 -
FIGURA 52 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-245D.....	- 94 -
FIGURA 53 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-163D.....	- 96 -
FIGURA 54 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-163D.....	- 96 -
FIGURA 55 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-290D.....	- 98 -
FIGURA 56 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-290D.....	- 98 -
FIGURA 57 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-225D.....	- 100 -
FIGURA 58 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-225D.....	- 100 -
FIGURA 59 COSTO – PROFUNDIDAD SSF-220D.....	- 102 -
FIGURA 60 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD SSF-220D.....	- 102 -
FIGURA 61 COSTO – PROFUNDIDAD AGU-5DB.....	- 104 -
FIGURA 62 CORRELACIÓN COSTO – PROFUNDIDAD AGU-5DB.....	- 104 -
FIGURA 63 CORRELACIÓN CONSUMO – ENERGÍA.....	- 105 -
FIGURA 64: ILUSTRACIÓN DEL SISTEMA.....	- 107 -
FIGURA 65: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA SCR - RECTIFICADOR.....	- 107 -
FIGURA 66: DIAGRAMA UNIFILAR VFD – VARIADOR.....	- 108 -

FIGURA 67: COMPONENTES ARMÓNICOS	- 109 -
FIGURA 68: THD DE CORRIENTE.....	- 111 -
FIGURA 69: SIMULACIÓN DE ARMÓNICOS SIN FILTROS DE ABSORCIÓN.....	- 115 -
FIGURA 70: RESULTADO DE SIMULACIÓN DE ARMÓNICOS SIN FILTROS DE ABSORCIÓN	- 115 -
FIGURA 71: SIMULACIÓN DE ARMÓNICOS CON FILTROS DE ABSORCIÓN.....	- 116 -
FIGURA 72: ANÁLISIS ARMÓNICO CON FILTROS DE ABSORCIÓN.....	- 116 -
FIGURA 73 FACTOR DE POTENCIA	- 118 -
FIGURA 74 FIGURA DE CONTROL DEL FACTOR DE POTENCIA	- 118 -
FIGURA 75: CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	- 120 -
FIGURA 76: SIMULACIÓN DE CORRECCIÓN DE F.P.....	- 121 -
FIGURA 77 TRIANGULO DE POTENCIAS	- 127 -
FIGURA 78: SIMULACIÓN SISTEMA SIN CORRECCIÓN DE FP	- 129 -
FIGURA 79: SIMULACIÓN SISTEMA CON CORRECCIÓN DE FP.....	- 129 -
FIGURA 80: EFECTO DE ARMÓNICOS	- 131 -
FIGURA 81: SIMULACIÓN DE EMISIONES	- 135 -

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

TABLA 1: CONSUMO Y POTENCIA GENERADA FUENTE: CAT SERVICE MANUAL	- 23 -
TABLA 2: INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA FUENTE: ENERDATA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABLA 4: VARIABLE INDEPENDIENTE EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA.....	- 49 -
TABLA 5: VARIABLE DEPENDIENTE COSTO DEL CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO.....	- 49 -
TABLA 6: POBLACIÓN Y MUESTRA	- 55 -
TABLA 7: PRINCIPALES CAUSAS, SUS EFECTOS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA.	- 79 -
TABLA 8: CONSUMO Y COSTO ENERGÉTICO POR MES PERÍODO 2012 – 2013.....	- 80 -
TABLA 9: CONSUMO Y COSTO ENERGÉTICO POR POZO PERFORADO 2012 – 2013.....	- 82 -
TABLA 10: VALORES THD - IEEE-519-1992	- 110 -
TABLA 11: CÁLCULO DE RSC / NORMA IEEE 519.....	- 112 -
TABLA 12: CÁLCULO DE FILTRO DE ABSORCIÓN.....	- 115 -
TABLA 13: MAYORES CONSUMIDORES	- 119 -
TABLA 14 CARGAS AUXILIARES	- 120 -
TABLA 15: CÁLCULO DE CORRECTOR DE F.P.	- 120 -
TABLA 16 CARGAS DIARIAS DE ILUMINACIÓN DEL RIG.....	- 122 -
TABLA 17: CONSUMOS POR POZO PERFORADO	- 130 -
TABLA 18: VALORACIÓN ECONÓMICA.....	- 132 -

INTRODUCCIÓN

Los energéticos han ocupado un papel fundamental en la historia hasta el grado de que el tipo de energía que utiliza una sociedad y su forma de consumo puede tipificar su grado de desarrollo. No hay duda de que el carbón, la electricidad y el petróleo, contribuyeron a revolucionar los procesos productivos, formas de vida y transformaciones económicas y sociales de la humanidad en los dos últimos siglos.

Como muchos recursos naturales, los recursos energéticos han sido utilizados por las sociedades para satisfacer requerimientos surgidos del estilo de desarrollo adoptado o impuesto; así el Ecuador se ha basado en la explotación petrolera para gran parte de su desarrollo; el país tuvo su primer comienzo petrolero en la Región Litoral, con el descubrimiento de importantes cantidades de reservas, comprobado con la perforación del pozo exploratorio Ancón – 1 en el año 1911, el cual arrojó crudo de 32 °API, desde esta fecha inicia la explotación de petróleo en el Ecuador.

Hoy en día el enfoque de las sociedades es eliminar o al menos minimizar el impacto medioambiental producido por los hidrocarburos y también hacer que los sistemas sean más eficientes produciendo la misma cantidad pero con menos recursos.

Este trabajo está enfocado al estudio del costo producido por el consumo energético eléctrico en el proceso de perforación petrolera así como también el análisis de los portadores energéticos y de las posibles formas de disminuir su gasto sin quitar prioridad a la seguridad y productividad de los procesos de perforación; hacer que los sistemas sean eficientes a más de ser un reto es una necesidad actual y una verdadera responsabilidad social, puesto que con la disminución de consumo de combustibles fósiles hacemos que los procesos sean más rentables y a la vez contribuimos a que el impacto medioambiental se disminuya.

La aplicación de medidas, la socialización y concientización del ahorro energético, la aplicación de proyectos de mejora continua y la utilización de equipos eficientes darán como resultado eficiencia en las tareas con las cuales se obtendrán resultados mejores a los actuales.

El presente trabajo de tesis se estructurará de la siguiente forma:

Capítulo I, se tratará de la definición de aspectos básicos como el problema a resolver, los objetivos generales y específicos de la investigación que se realiza y la hipótesis a desarrollar.

Capítulo II, incluirá el marco teórico, que describirá la teoría investigada la cual servirá como sustento del trabajo venidero así como también la revisión de los análisis anteriores con esto obtendremos una actualización sobre el tema y cómo es tratado por otros especialistas, en esta parte del trabajo se describirán los conceptos de los temas importantes abordados a lo largo del trabajo como la eficiencia energética, los costos, el medioambiente y el impacto que está sufriendo por causa de la ineficiencia energética.

Capítulo III, planteará la metodología para realizar la investigación, los fundamentos científicos y la organización de la investigación. Este capítulo permitirá crear un diseño teórico que nos guiará a través del proceso de investigación para alcanzar los objetivos planteados, facilitará con instrumentos adecuados para el trabajo propuesto.

Capítulo IV, presentará los resultados del costo del consumo energético eléctrico, analizaremos los diferentes indicadores. Se aplican las herramientas de la Gestión Total Eficiente de la Energía a la información obtenida.

Capítulo V, se plantea la propuesta, para mejorar el manejo energético en la empresa y finalmente se formulan las conclusiones y recomendaciones pertinentes basadas en los resultados de la investigación.

CAPITULO I - EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

La industria del petróleo es consumidora intensiva de energía, tanto en forma de combustible directamente aplicado en los numerosos procesos, como en forma de energía eléctrica, utilizada esencialmente para accionamiento de motores y en menor medida, aunque en cantidades nada despreciables en el alumbrado de las plantas.

A las razones puramente económicas para mejorar la eficiencia energética, se han sumado las consideraciones medioambientales, hoy día en primer plano de la preocupación social. La reducción en los consumos energéticos implica automáticamente menor emisión de contaminantes formados durante la combustión, SO₂ y NO_x, responsables de la “lluvia ácida”, junto a la reducción del CO₂ emitido, principal acusado de provocar el cambio climático en nuestro planeta a través del “efecto invernadero.

La energía, y el uso en cualquiera de sus formas por el hombre, han delineado el desarrollo de la sociedad humana en cada una de sus etapas evolutivas. La humanidad, a lo largo de los años, ha perfeccionado la utilización de esta, pasando de los métodos más simples de manejo a los más complejos aplicados en la actualidad, con el fin de dar satisfacción a sus necesidades.

Es importante destacar que el principal objetivo de la eficiencia energética debe ser obtener un rendimiento energético óptimo para cada proceso o servicio en el que su uso sea indispensable, sin que ello provoque una disminución de la productividad.

El objetivo óptimo debe implicar por tanto un compromiso entre aspectos energéticos, económicos y de productividad. El ahorro se produce cuando se consigue utilizar menos energía para satisfacer una demanda determinada. Para ello se debe utilizar un sistema más eficiente que el que se hubiera venido utilizando para obtener un determinado efecto útil.

1.1.2. ANÁLISIS CRÍTICO

El estudio de los sistemas de Gestión Energética que se están aplicando en las industrias del petróleo es una necesidad urgente para mitigar los efectos adversos que produce el abuso del uso de la energía, muchas veces inconsciente e innecesario a la vez la aplicación del sistema de manera que se logre un incremento en la eficiencia energética de la empresa, sin afectar la calidad de sus productos o servicios.

Es importante tomar consciencia de la importancia que supone el gasto energético que representa uno de los capítulos más importantes de los costes de producción.

La innovación de las instalaciones, la implementación de nuevas tecnologías y primordialmente la concientización de las sociedades laborales con el uso de la energía están íntimamente relacionadas con la eficiencia energética de una industria.

1.1.3. PROGNOSIS

La energía es un elemento clave dentro de la sociedad y uno de los principales motores que mueve la economía. Se hace por tanto imprescindible desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía para lograr un auténtico desarrollo, que se pueda llamar sostenible.

No existe hoy en día instalación industrial que no sea demandante de energía, por lo que esta se constituye en un factor clave en la competitividad de la

industria. De ahí que su disponibilidad, calidad y precio vaya a jugar un papel primordial no solo en la competitividad, sino que en ocasiones va a constituirse en un factor clave en la supervivencia empresarial.

1.1.4. CONTROL DE PROGNOSIS

La presente investigación está orientada a realizar un análisis de costos de energía eléctrica en el proceso de perforación, este trabajo determinará oportunidades de mejora en los procesos y procedimientos utilizados, el trabajo es factible por el apoyo de la gerencia de la empresa y de los mandos superiores ya que han demostrado interés en la investigación.

Los resultados serán alentadores y corroboran con la teoría de eficiencia energética, dicho conocimiento nos permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y un ahorro en el consumo.

1.1.5. DELIMITACIÓN

Helmerich and Payne es una empresa cuyo roll industrial es la perforación petrolera el problema de este tipo de industrias es la demanda de un alto índice de consumo de energía eléctrica; para lograr la eficiencia energética en la empresa de perforación es necesario de un plan de ahorro de energía para que el sistema de gestión energética garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol y en general que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para alcanzar la máxima eficacia en el logro de ahorros de energía es conveniente el estudio del sistema de gestión que contemple, además de la

mentalización de ahorro en todo el personal de algún modo implicado en la operación de mantenimiento de las plantas, un control constantes de las variables más importantes que intervienen en las transformaciones energéticas, con introducción de cambios operacionales y modificaciones en el diseño de unidades ya existentes, así como el establecimiento de nuevos criterios de diseño para futuras unidades.

Por lo regular, los costos de perforación dependen de tres factores importantes: los costos diarios del equipo de perforación, los costos diarios de otros elementos, tales como combustibles, los revestimientos o tuberías y el tiempo empleado en la perforación del pozo.

El problema es que se omitieron las oportunidades de ahorro, sin tomar en cuenta que esta “falta de eficiencia energética eléctrica reflejó un alto costo de consumo energético eléctrico en el período 2012 – 2013 en el proceso de perforación de la compañía Helmerich and Payne del Ecuador”; dicho valor afecta directamente al costo final de fabricación de un pozo petrolero. El consumo de combustible está ligado directamente al gasto de energía eléctrica ya que un equipo de perforación es autónomo en términos de producción de electricidad a consecuencia de esta autonomía en la producción de electricidad se experimenta ineficiencias en el consumo de la misma

1.3 JUSTIFICACIÓN Y SIGNIFICACIÓN.

El presente trabajo de investigación es de interés nacional, debido a que el Ministerio de Recursos no Renovables pretende implementar y aplicar normas sobre el uso racional y eficiente de la energía en la cadena de exploración, perforación, producción, transformación, distribución y comercialización de derivados del petróleo.

El Ministerio de Recursos no Renovables con el objetivo de mejorar el consumo energético en el sector hidrocarburífero, propone las siguientes actividades:

1. Realizar un diagnóstico del consumo energético en el sector.
2. Implementar las recomendaciones del diagnóstico y las medidas de ahorro de energía en las fases de exploración, perforación, producción, transformación, distribución y comercialización de combustibles.
3. Introducir sistemas de cogeneración, con el fin de elevar la eficiencia en el uso de combustibles primarios, reducir los costos energéticos y reducir el impacto ambiental.
4. Desarrollar un programa de ahorro de energía, en coordinación con los entes responsables del sector.

Helmerich and Payne del Ecuador comprometida con la comunidad, el país, el planeta y su medio ambiente; ha demostrado interés de optimizar el uso de la energía eléctrica en sus instalaciones, con el fin de mejorar su eficiencia en el consumo energético eléctrico dentro de sus procesos; por este motivo el proyecto será factible por el nivel de aceptación otorgado por la Gerencia General y las Superintendencias de la Empresa; económicamente la empresa sabe que es una inversión los estudios de los análisis de los índices de consumo y de lo que se está haciendo para optimizar el consumo energético eléctrico.

La empresa está presente en varias locaciones y en contacto con la comunidad razón por la cual este estudio será un beneficio integral aportando así con la sociedad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar los costos de consumo energético eléctrico en el proceso de perforación en el periodo 2012 – 2013 en la Empresa Helmerich and Payne del Ecuador para evaluar la eficiencia energética eléctrica.

2. Establecer un plan para mejorar la eficiencia de la energía eléctrica en el proceso de perforación y optimizar los costos de consumo energético eléctrico en la empresa Helmerich and Payne

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el costo de consumo energético eléctrico en el proceso de perforación de pozos petroleros en la empresa Helmerich and Payne del Ecuador.
2. Evaluar procesos, procedimientos, tareas que involucran consumo de energía eléctrica en el proceso de perforación para mejorar la eficiencia energética eléctrica
3. Proponer un plan de manejo energético eléctrico en base a los resultados obtenidos en el estudio para mejorar los costos de consumo energético eléctrico.

1.5 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo a la vez; cuantitativo porque se analizó datos numéricos y se comprobó las hipótesis planteadas tales como indicadores de consumo, número de tareas y procesos, entre otros y es cualitativo porque se analizó el comportamiento de los individuos que conforman la sociedad laboral; se ha determinado que un porcentaje elevado de miembros de la empresa carece de conocimientos de eficiencia energética y su importancia de la misma para el ahorro de energía; será importante participar información de manera global dentro de la empresa para mejorar el conocimiento en temas de eficiencia energética para lograr los objetivos planteados.

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

GESTIÓN ENERGÉTICA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

MOSS (1997) “Desde la crisis de petróleo de 1970 y más tarde en el acuerdo de la cumbre de Rio las industrias han hecho considerables progresos en cortar el consumo de combustibles fósiles y de electricidad cambiando las matrices energéticas e instalando plantas eficientes” p. 23

Es difícil predecir los resultados de la adecuada administración de la energía, puesto que éstos varían ampliamente debido a la naturaleza de la actividad, ubicación geográfica, procedimientos de facturación de la empresa local de servicio eléctrico y otros factores. Sin embargo, los ahorros en energía consumidas han llegado hasta un 70 % sobre costos originales y parecen seguir ascendiendo. En muchas publicaciones se mencionan estudios de casos con ahorro del 40 %, de los cuales se pueden mencionar:

En la torre Pequiven Caracas se crea el proyecto Diseño, operación, mantenimiento y uso tendente a disminuir los costos totales del consumo eléctrico, tomando en cuenta factores ambientales operacionales y ergonómico.

El proyecto planteaba los siguientes puntos:

- Reducir los índices de iluminación en oficinas y pasillos, los cuales indicaban una cantidad de 1200 Lux, lo que la norma recomendaba 150 Lux.
- Se decidió apagar los equipos de aire acondicionado durante los fines de semanas y días feriados.
- Los tubos que utilizaban eran de 40 W y existen otros más eficientes de 32 W. Normalmente la lámpara tiene un balasto de 16 W, pero hay balastos electrónicos que consumen uno o dos vatios, así que se decidió colocar tubos de 32 W y balastos electrónicos.
- También se colocaron sensores de ocupación, los cuales disponen de un detector infrarrojo para captar el movimiento del calor, es decir que si en período determinado el sensor de ocupación no detecta el calor de un cuerpo en

movimiento, interpreta que en esa área no hay gente y automáticamente apaga la luz. En 1993 cuando se comenzó el proyecto la torre consumía 1.200.000 KWh con un costo de 10.500.000 Bs., después de unos meses el consumo bajó a 950.000 KWh y las facturas se mantienen, para la fecha, en el orden de los 11 millones de bolívares al mes.

En el año de 1994 Bidiskan, junto con GENTE generación de tecnología, la empresa pionera en Venezuela en área de administración racional de la energía, demostró que a través de la automatización es posible ahorrar energía. Motivado por el alza incesante de los costos asociados al consumo de electricidad, emprendió un proyecto para optimizar la utilización de la energía eléctrica en el centro Sabana Grande. En una auditoría energética se demostró que el 55 % del consumo del centro comercial era debido al aire acondicionado, razón que determinó el área de servicios que debería ser atacado en primer orden y como solución se planteó Automatizar los equipos de climatización del centro comercial. Este sistema de control les produjo a los inquilinos del centro comercial ahorros en el orden de los 10,5 millones de bolívares con un sistema de retorno de inversión de tan solo doce (12) meses.

Santana como líder del proyecto de ahorro de energía en la empresa CORPOVEN, filial de Petróleos, emprendió a través de su Gerencia de Mantenimiento y con la finalidad de minimizar costos de operación un proyecto para ahorro de energía, optimizando la iluminación de su edificio sede en el año de 1995. Como primera etapa del proyecto, se compararon los niveles de iluminación existentes con los estándares o niveles de iluminación requeridos y aprobados por instituciones tales como IESNA, Illumination Engineering Society, Covenin, etc., a través de este estudio se concluyó que las áreas estaban sobre iluminadas, lo que permitió la eliminación de aproximadamente el 27 % de las luminarias existentes. Como segunda etapa del proyecto, se procedió con implementación de tecnología de punta, instalándose 2000 reflectores especulares, los cuales son pantallas parabólicas de aluminio anodizado, altamente reflectivas y geométricamente diseñadas para maximizar la calidad de la iluminación sobre las áreas de trabajo. Considerando el hecho de que cada luminaria de 4*40 W (4

tubos de 40 W) consume 192 W y eran sometida a un régimen de trabajo de doce (12) horas diarias, durante veinte días al mes, se obtiene un consumo de 92.160 KWh por concepto de iluminación, considerando todas las luminarias. Con la instalación de los reflectores fue posible disminuir el consumo asociado a luminarias repotenciadas a tan solo 46.080 KWh. La implementación de este proyecto en sus dos etapas, produjo a CORPOVEN en el primer año, ahorros recurrentes en el orden de los doce millones de bolívares (12.000.000 Bs.) y el tiempo de retorno de la inversión estaba proyectada a dieciséis meses.

La Gerencia de Operaciones del Complejo Petroquímico Anzoátegui (C.P.A), inicia un proyecto de ahorro de energía eléctrica en 1996 dentro de sus instalaciones. Trabajo enfocado principalmente en elaborar estrategias para optimizar el consumo de energía eléctrica en las instalaciones administrativas y operacionales del C.P.A. En dicho proyecto se consideró la elaboración y estudio del consumo de energía eléctrica en cada una de las instalaciones del C.P.A. También se tomó en cuenta la evaluación de alternativas para la sustitución de equipos con mayor eficiencia a fin de disminuir las pérdidas de energía en las plantas del C.P.A. Como resultado de las medidas que se realizaron se obtuvo un ahorro del orden de los 2.000.000 de bolívares mensuales.

El coordinador Académico y de Investigación de la Universidad de la Salle Bajío, México en 1997 hizo un proyecto de ahorro de energía eléctrica por iluminación en dicha Universidad, cuya evaluación arrojó como resultado que en el campus principal de la Universidad es posible, mediante medidas adecuadas, ahorrar hasta un 30% del consumo de electricidad por concepto de alumbrado. Considerando que en algunas áreas se mantendrá el consumo con una mejor iluminación. El ahorro en electricidad por iluminación se logra a partir del reconocimiento del problema en el ámbito de las direcciones.

Un Programa de Ahorro de Electricidad (PAEC) da inicio en 1998, en Cuba, caracterizado por el chequeo y control de los derrochadores por parte de los grupos del programa que funciona en cada territorio. Gonzales como jefe nacional del PAEC, precisó que estas medidas tienen como propósito continuar con la

disminución del gasto de corriente, con énfasis en los 1700 grandes consumidores de la nación, los cuales gastan el 40 % de la energía generada en el sector estatal. Así mismo, es primordial el perfeccionamiento del PAEC entre los estudiantes, de manera que se incentive la cultura del ahorro en los escolares desde los grados iniciales. La puesta en vigor del PAEC posibilitó un considerable ahorro de energía en los últimos tres años. Basta señalar que si se hubieran mantenido los niveles de gastos de electricidad de 1997, el país hubiera generado 265.000 MWH más de los previstos y consumido 71.000 toneladas de combustible por encima de lo planificado.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. TECNOLOGÍA DE LA PERFORACIÓN

Durante mucho tiempo se consideró la Perforación de Pozos en la Industria Petrolera como una laboral artesanal o simplemente un “arte” en vez de una Ingeniería, hasta que en los 40’s se desarrolló la Tecnología de la Perforación de Pozos de una manera acelerada tomando en cuenta diferentes aspectos como son: desarrollo, investigación, modernización, etc. Para llegar al estado actual desarrollado se tuvieron que incorporar varias ramas de la ingeniería petrolera, obteniéndose una verdadera tecnología propia de la perforación por el camino de la ingeniería, esto no implica que el antiguo arte que se aplicaba dejó de existir, por el contrario se tuvo que conformar con las demás disciplinas de una manera interna. Como toda ingeniería debe contar con un objetivo específico para saber cuál es el fin que se quiere alcanzar. El Objetivo de esta Tecnología de Perforación es: “Lograr perforar pozos petroleros en forma eficiente, segura, económica y que permita la explotación adecuada de los hidrocarburos”. El objetivo anterior nos indica que se debe estar renovando continuamente esta tecnología de acuerdo a las situaciones que se vayan presentando, por lo tanto se necesita de una optimización que tiene que contar con su propio objetivo, este objetivo de la Optimización de la Perforación es “Incrementar la eficiencia de las operaciones involucradas en la Perforación de Pozos”. La operación de perforación de un pozo puede ser definida tan simple como el atravesar las

diferentes capas de roca terrestres por medio del proceso de hacer UN AGUJERO sin embargo esta es una tarea compleja y delicada que necesita ser planteada y ejecutada de una manera tal, que produzca un pozo útil y económicamente atractivo en una forma segura.

Las acciones empleadas durante el diseño y la operación de un pozo, son determinadas, la mayoría de las veces, por prácticas y costumbres comunes al área, la experiencia y habilidad del personal, procedimientos y políticas de la empresa que lleva a cabo la operación de perforar el pozo. Todo esto se debe revisar, estudiar y comprender por todo el personal involucrado en la operación, con el fin de cumplir el objetivo especificado. Un factor que se debe tomar en cuenta desde el inicio del diseño y hasta la conclusión de la operación es el factor SEGURIDAD, este en todos sus aspectos como lo son: el personal, las instalaciones, el medio ambiente, etc.

Ya que en la actualidad existen disposiciones y normas que rigen las actividades industriales, además de que siempre se tiene que vigilar por el bienestar de los involucrados en el trabajo y en el medio ambiente que nos proporciona las fuentes de trabajo.

El mecanismo que actualmente se emplea en la realización de un pozo petrolero es el de la perforación rotatoria pero este no surgió tal y como lo conocemos ahora, necesito del paso de muchos años para llegar al estado actual, además de que se han desarrollado diferentes tecnologías que probablemente en un futuro lleguen a desplazar a la perforación rotatoria como el mecanismo más usado.

Dentro de las actividades más importantes que se desarrollaron y los periodos de tiempo que ocuparon, en el avance de la tecnología de la perforación, se encuentran los siguientes:

Periodo de origen (1888-1928).

- La máquina de vapor es la energía más utilizada.

- El equipo rudimentario constaba de torres de madera.
- Surge el principio de la perforación rotatoria
- Surgen las primeras barrenas de conos por la empresa Sharp & Hughes en 1908.
- Se desarrollan los diseños de Tuberías de Revestimiento (TR) y las Cementaciones por la empresa Halliburton en 1904.
- Se utilizan las primeras bombas de lodos en 1910.
- Se establecen los fluidos de perforación por la National Lead Co. En 1914.
- Se perfora el pozo La Pez No. 1 en México en el año de 1904.

Periodo de Desarrollo (1928-1948).

- Se comienza a utilizar equipos de perforación con mayor potencia.
- Se desarrollan diseños de barrenas más efectivos.
- En 1935 se fabrican las primeras barrenas con carburo de tungsteno en Alemania.
- Se llevan a cabo prácticas de cementaciones mejoradas.
- Surge el uso de la bentonita en los fluidos de perforación en el año de 1935.
- Aparecen los fluidos especiales.

Periodo Científico (1948-1968).

- En EUA se alcanza el logro principal al incrementar la perforación hasta los 31,000 pies en el año de 1974.
- Se llevan a cabo diferentes investigaciones con respecto a la perforación de pozos.
- Se introduce la hidráulica de la perforación en las operaciones de la industria petrolera.
- Existe un amplio mejoramiento en las barrenas que se utilizan.
- Aparece por primera vez la perforación automatizada.
- Se comienza aplicar la tecnología de los fluidos de perforación.
- Surgen las primeras turbinas en las operaciones de perforación.

Periodo de Automatización (1968-1995).

- Se va incrementando la profundidad alcanzada y la velocidad de penetración en las operaciones.
- Se comienzan a utilizar los motores de fondo.
- La automatización del equipo y el manejo de los fluidos de perforación se hacen cada vez más usuales.
- Se emplea el uso del control de las diferentes variables que existen en la perforación.
- La perforación empieza a ser planeada.
- Surgen los polímeros que se incorporan a los fluidos de perforación, así como los nuevos productos químicos, aditivos, etc.
- Las computadoras se introducen en las operaciones de perforación como resultado del avance tecnológico.

Periodo de Perforación no Convencional (1995-Actual).

Perforación con Tubería Flexible. Esta operación nos permite perforar un pozo rápido seguro y bajo costo, ya que la tubería flexible no necesita de conexiones por ser continua, maneja menor volumen de fluidos y acero que las tuberías de revestimiento. Asimismo evitan pegaduras ya que se tiene circulación continua. Sus componentes son: unidad de bombeo, unidad de potencia, carrete y tubería flexible, cabina de control y cabeza inyectora.

2.2.2. GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

El petróleo no se encuentra distribuido de manera uniforme en el subsuelo hay que tener presencia de al menos cuatro condiciones básicas para que éste se acumule:

Debe existir una roca permeable de forma tal que bajo presión el petróleo pueda moverse a través de los poros microscópicos de la roca.

La presencia de una roca impermeable, que evite la fuga del aceite y gas hacia la superficie.

El yacimiento debe comportarse como una trampa, ya que las rocas impermeables deben encontrarse dispuestas de tal forma que no existan movimientos laterales de fuga de hidrocarburos.

Debe existir material orgánico suficiente y necesario para convertirse en petróleo por el efecto de la presión y temperatura que predomine en el yacimiento.

La búsqueda de petróleo o gas se enfrenta con el hecho de que la superficie de la tierra tiene una historia complicada. Los geo - científicos saben que parte de la corteza terrestre, que abarcan continentes y océanos, se han trasladado con relación a otras. Cuando los continentes se separaron, zonas que eran tierra quedaron sumergidas por el mar: esas zonas se convirtieron en lugares de deposición de rocas sedimentarias. Al producirse colisiones las enormes fuerzas originadas levantaron cadenas de montañas, estrujaron las rocas en plegamientos y las echaron unas sobre otras, para formar estructuras complejas. Algunas de éstas son favorables para la acumulación de petróleo.

Una de las estructuras más comunes es el anticlinal, cuyas capas forman un arco hacia arriba o en forma convexa, con las capas antiguas cubiertas por las más recientes y se estrechan con la profundidad. Debajo del anticlinal, puede encontrarse un yacimiento de hidrocarburos, sellado por una capa impermeable. Si se perfora un pozo a través de esta cubierta, hasta llegar al yacimiento, se puede sacar petróleo a la superficie.

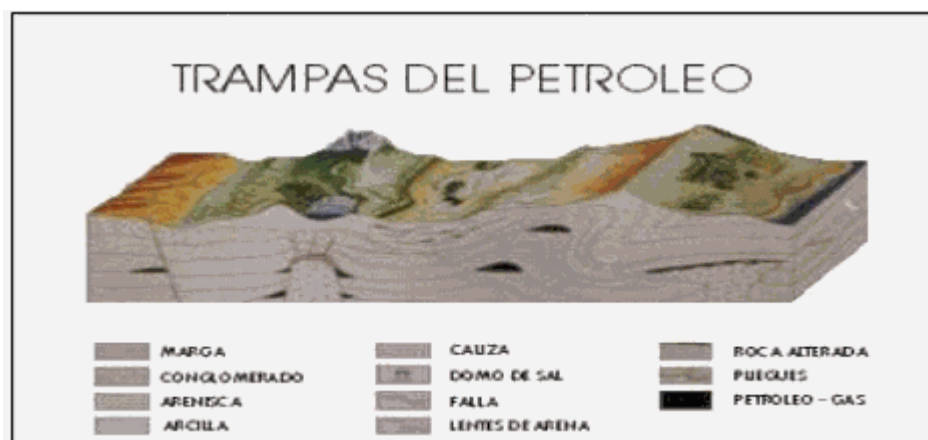


Figura 1: Trampas estratigráficas Fuente:(www.petroleo.com)



Figura 2: Trampas estructurales Fuente: :(www.petroleo.com)

El petróleo no suele encontrarse en el lugar en el que se genera. La generación de petróleo se produce a partir de la materia orgánica que se encuentra en sedimentos de grano fino, como arcillas; a estos sedimentos se les llama rocas madre. Posteriormente el petróleo se traslada a sedimentos de grano más grueso, como areniscas, por medio de un proceso llamado migración; A veces el petróleo no encuentra obstáculos en su migración, por lo que sale o brota, a la superficie como un manantial (así el Hombre conoció la existencia de petróleo) o bien queda atrapado. Las trampas son sitios del subsuelo donde existen condiciones adecuadas para que se acumulen los hidrocarburos, éstas se caracterizan por la presencia de rocas porosas y permeables conocidas como rocas almacén o reservorios, donde se acumulan o almacenan los hidrocarburos bordeados de capas de rocas impermeables o rocas sello que impiden su migración.

Existen dos tipos de migración: primaria, desde la roca madre a la almacén, y secundaria, dentro de la roca almacén. Mientras que la migración primaria se produce siempre a través de cortas distancia, la secundaria se puede dar a distancias muy largas.

Los reservorios tienen tres propiedades cuyo conocimiento resultan fundamentales para conseguir el máximo rendimiento en la exploración y producción de hidrocarburos.

Porosidad

La porosidad es la medida de los espacios huecos en una roca, y resulta fundamental para que ésta actúe como almacén: La porosidad se expresa como \emptyset . Casi todos los almacenes tienen un \emptyset entre 5% y 30%, y la mayoría entre 10% y 20%.

Existen varios tipos de porosidad según la conexión de sus poros:

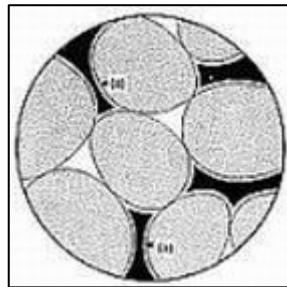


Figura 3: Poros conectados por un solo lado Fuente:(www.petroleo.com)

Interconectada: Poros conectados por varios lados. Las corrientes de agua pueden desalojar el gas y el petróleo. La porosidad interconectada o efectiva se define como el volumen total de la roca que representa espacios que pueden contener fluidos y se encuentran comunicados entre sí, mientras que la porosidad no interconectada o no efectiva es aquella que representa la fracción del volumen total de la roca que está conformada por los espacios que pueden contener fluidos pero no están comunicados entre sí

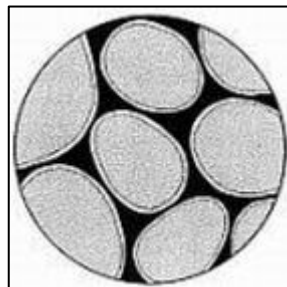


Figura 4: Poros conectados por varios lados Fuente:(www.petroleo.com)

Aislada: En este tipo de porosidad, los poros conectados e interconectados constituyen la porosidad efectiva.

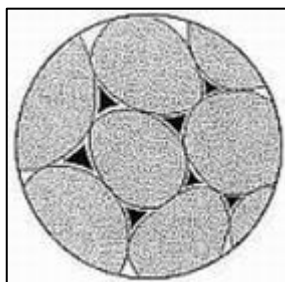


Figura 5: Polos conectados e interconectados Fuente: (www.petroleo.com)

Formaciones	Unidades	Litología
Chalcana		Arcillolitas y limolitas, intercalados con finos lentes de areniscas finas
Orteguaza		Lutitas gris verdosas, endurecidas, intercaladas con areniscas
Tiyuyacu	Conglomerado Sup	Conglomerados con proporciones de areniscas y limolitas y arcillolitas
	Conglomerado Inf	Conglomerados: 90% cherts rojizos, 10% de cuarzos lechosos, con proporciones de areniscas y limolitas y arcillolitas.
Tena	Tena Superior	Arcillolita y limolita, Predomina café rojizo, chocolate, menor crema, crema moteado con café rojizo, ocasionalmente ladrillo, café amarillento, firme a moderadamente firme, irregular a sub bloque, asociado con anhidrita, gradando a arenisca de grano fino a muy fino.
	Basal Tena	Arenisca de color gris, cuarzoso, de grano fino a muy fino.
Napó	Caliza M1	Caliza crema, crema moteada con gris, café cremoso, dura a moderadamente dura, ocasionalmente suave, bloque - sub bloque, textura grainstone – packstone, ocasionalmente mudstone, micritica.
	Caliza M2	Caliza gris oscura, gris claro, ocasionalmente crema, moderadamente dura a dura, ocasionalmente suave, sub bloque – bloque, textura packstone, - wackstone.
	Caliza A	Caliza de color crema, gris oscuro, café oscura, moderadamente dura a dura, ocasionalmente suave, blocosa a subblocosa, de grainstone a packstone, ocasionalmente microcristalina, sublaminar, la porosidad no es visible, ocasionalmente asociada con glauconita.
	U Superior	Arenisca cuarzosa gris oscura, café clara, gris verdosa, blanca translúcida, grano fino sub-redondeada, con inclusiones de glauconita.
	U Inferior	Arenisca cuarzosa, translúcida, de grano fino a muy fino, con trazas de ámbar, carbón y pirita.
	Caliza B	Caliza gris oscura, menor gris moteada con crema, firme a moderadamente dura, subblocosa a blocosa, textura lodosa, porosidad no visible
	T Superior	Arenisca cuarzosa, grano fino, sub-angular a sub-redondeado, matriz calcárea, con inclusiones de glauconita.
T Inferior	Arenisca cuarzosa, translúcida, transparente, grano fino a muy fino. Trazas de ámbar, carbón y pirita	
Hollín	H Superior	Areniscas glauconíticas, lutitas y calizas

Figura 6: Formación litológica Fuente: Offshore Oil Exploration

FORMACIÓN	MD (ft)	TVD (ft)	Presión Yacimiento (Psi)	Presión Yacimiento ppg	Comentarios
ORTEGUAZA	5443	5167			
TIYUYACU	6046	5739			
CTYS	6457	6141			
BCTYS	6575	6257			
CTYI	7381	7061			
TENA	7954	7634			
BASAL TENA	8641	8321	1900 – 2200	5.08	Petroleo / Agua
LUTITA NAPO SUPERIOR	8669	8349			
CALIZA M1	8951	8631			
CALIZA M2	9253	8933			
CALIZA A	9302	8982			
ARENISCA U SUPERIOR	9350	9030	1600-2000	4.25	Objetivo secundario Petroleo / Agua
ARENISCA U INFERIOR	9440	9120	2200-2400	5.06	Objetivo Primario Petroleo / Agua
LUTITA NAPO MEDIA	9493	9173			
CALIZA B	9551	9231			
ARENISCA T SUPERIOR	9591	9271	1800-2200	4.56	Objetivo secundario Petroleo/ Agua
ARENISCA T INFERIOR	9682	9362	2400-2600	5.34	Objetivo primario Petroleo / Agua
LUTITA NAPO BASASL	9747	9427			
HOLLIN SUPERIOR	9836	9516	3000-3800		
HOLLIN INFERIOR	9887	9567			

Figura 7: Topes de Formaciones Fuente: Offshore Oil Exploration

2.2.3. ENERGÍA Y PETRÓLEO

La energía es un factor de gran relevancia en el desarrollo económico de cualquier país. Las importaciones, las exportaciones y el modo de utilización de los recursos energéticos influyen en gran medida en la tipología de la estructura financiera de un estado.

DIWAN (2010) “En el sentido de sostenibilidad una buena política energética nacional debe fomentar una cartera limpia y diversa de suministro de energía doméstica, lo que ayudará a asegurar que las futuras generaciones tengan acceso a la energía que necesitan mediante el aprovechamiento de abundantes fuentes naturales de energía, tales como el sol, el viento, el calor geotérmico y biomasa” p 59.

La eficiencia energética es un instrumento fundamental para dar respuesta a los cuatro grandes retos del sector energético mundial: El cambio climático, la calidad y seguridad del suministro, la evolución de los mercados y la disponibilidad de fuentes de energía.

Por eficiencia energética se entiende el conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento, y crear una política energética sostenible. Se trata de utilizar mejor la energía

“La energía más limpia es la que no se consume”, una de las contribuciones a este principio básico es la construcción de una métrica: El índice de eficiencia energética que permite a las empresas conocer y gestionar su perfil de eficiencia energética.

Para ello se ha definido el perfil de eficiencia energética de la empresa a través del análisis detallado de los cuatro factores clave que lo determinan

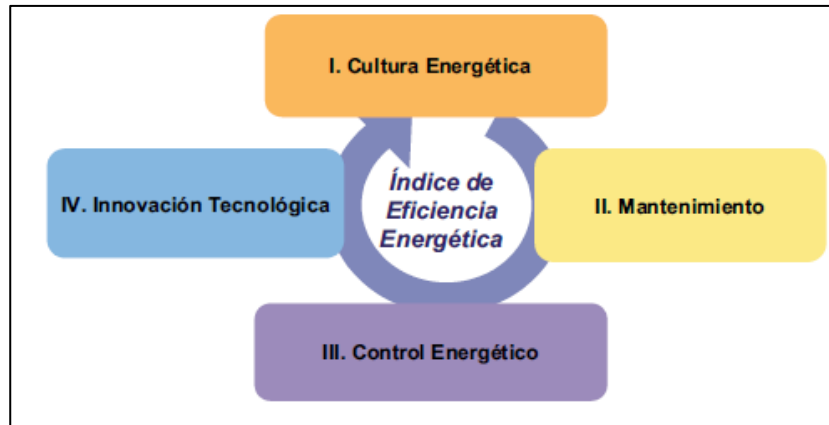


Figura 8: Factores clave de la Eficiencia Energética Fuente: Oil Exploration

2.2.4. CULTURA ENERGÉTICA

KLEIN (2004) “Crear un cambio sostenible dentro de una organización es, probablemente, una de las tareas más difíciles. Un reto aún más difícil es cambiar la manera en que pensamos acerca de los costos de energía” p. 11.

El cambio cultural es el paso más difícil de alcanzar a nivel de nación; sin embargo se han comenzado ya programas y campañas que ayudarán a lograr en las futuras generaciones estos cambios en la cultura energética.

En este apartado se analiza el nivel de información existente en la organización, la formación interna y la política de la empresa en el ámbito de la eficiencia energética.

2.2.5. MANTENIMIENTO

Se determina el nivel de sensibilidad existente en la empresa en el mantenimiento de los diferentes equipamientos utilizados con el objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de eficiencia energética.

2.2.6. CONTROL ENERGÉTICO

Se analiza el nivel de gestión del gasto energético, a través de la aplicación de métodos de medición y la implantación de procesos administrativos adecuados.

2.2.7. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Se valora el grado de actualización de la empresa en lo que se refiere a los medios técnicos aplicados en las instalaciones, tanto de producción, como de servicios generales.

El índice de Eficiencia Energética viene definido por una evaluación ponderada de los cuatro factores analizados que son los que determinan la eficiencia en el uso de la energía.

La energía es un factor determinante para el crecimiento, la competitividad de las empresas y el empleo en el Ecuador. En los últimos años, nuestro país ha experimentado aumentos significativos de los consumos de la energía motivados por el continuo crecimiento de nuestra economía y aumento de la calidad de vida de nuestros ciudadanos.

Por ello, se realizan planes en una política energética que nos permitirá afrontar las previsiones de aumento de la demanda de la energía con totales garantías, consolidando al mismo tiempo un modelo energético propio más competitivo con mayores niveles de calidad y comprometido con el desarrollo sostenible.

Pero igualmente, junto al aumento de la oferta energética, adquiere una relevancia significativa realizar un uso racional y eficiente de la energía. En este ámbito, se vienen desempeñando una labor esencial en la promoción e impulso de una cultura de ahorro en todos los ámbitos de la sociedad, favoreciendo las

tecnologías más eficientes, la diversificación energética y el empleo de energías renovables.

El ineficiente consumo de energía en nuestro país que se ha producido en los últimos treinta años, da como consecuencia pérdidas económicas considerables para el mismo. Contribuyendo en un cierto porcentaje a la contaminación del ambiente y afectando al mundo entero por el constante cambio climático debido a los gases de efecto invernadero producidos por la quema de los combustibles.


La creciente demanda de combustibles ha dado lugar al aumento de producción y por consiguiente el consumo de energía, por lo tanto esto conlleva a tomar medidas que ayuden a solucionar este gran problema. Una de ellas sería determinar la cantidad de energía que se consume en cada uno de los procesos para la distribución de combustible mediante una auditoría energética.

Gracias a esta actividad se puede cuantificar la eficiencia de cada uno de los equipos, y máquinas, que se utilizan en la producción, de esta manera se verificaría si las partes constitutivas de este proceso están o no dentro de los rangos permitidos de funcionamiento. Lo cual permitiría en un futuro mantener una empresa eficiente.

2.2.8 GENERACIÓN EN PERFORACIÓN

Las máquinas encargadas de la generación de electricidad para la perforación en el estudio planteado son de marca Caterpillar de Modelo 3512 Dita; son motores de 1400HP aproximadamente los cuales están acoplados a Generadores de Marca Kato de 1200 KW de capacidad instalada; en las siguientes tablas se presentan las características técnicas de los Motores y Generadores utilizados por HP; además se hace una relación entre la Potencia Eléctrica Generada vs el Consumo de combustible por hora; con la ayuda de esta información procederemos a realizar nuestro análisis de eficiencia energética de la

compañía, el cual realizará un estimado de la potencia generada, el consumo correspondiente y la potencia realmente aprovechada por los equipos.



GEN SET PACKAGE PERFORMANCE DATA **MAY 07, 2012**
[67Z01373]

For Help Desk Phone Numbers [Click here](#)

Performance Number: DM1868 Change Level: 06

Sales Model: 3512 DITA	Combustion: DI	Aspr: TA
Engine Power:		
1000 W/F EKW	1020 W/O F EKW	Speed: 1,200 RPM
1,070.0 KW		After Cooler: JWAC
Manifold Type: DRY	Governor Type: WDWRD	After Cooler Temp(C): 82
Turbo Quantity:	Engine App: GP	Turbo Arrangement:
Hertz: 60	Application Type: PACKAGE-DIE	Engine Rating: PGS
Rating Type: PRIME	Certification:	Strategy:

Figura 9: Especificaciones de Generadores Fuente: Cat Service Manual

Tabla 1: Consumo y Potencia Generada Fuente: Cat Service Manual

CONSUMO Y POTENCIA GENERADA 3512 DITA			
Porcentaje de carga (%)	Potencia de la maquina HP	Potencia eléctrica del Generador EKW	TAZA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE GPH
10	170.241	100	11
20	315.416	200	17
25	386.595	250	20
30	456.836	300	23
40	594.638	400	30
50	728.954	500	36
60	866.890	600	42
70	1005.362	700	49
75	1075.067	750	52
80	1144.638	800	55
90	1284.718	900	62
100	1426.273	1000	70

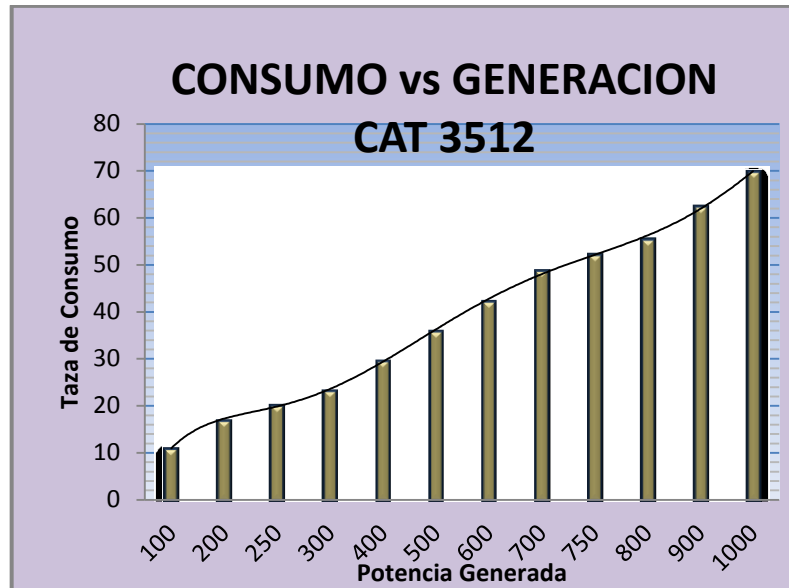


Figura 10: Potencia Generada vs Consumo 3512B Fuente: Cat Service Manual

2.2.9 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

GENERALIDADES

Al ocurrir un cortocircuito, la fuerza electromotriz de un equipo se aplica a una impedancia relativamente baja, por lo cual circulan corrientes perjudiciales para el sistema.

El efecto de un cortocircuito es de dos formas:

- Incrementa los efectos térmicos ya que libera calor en la resistencia de acuerdo a la ley de Joule – Lenz
- Incrementa los esfuerzos dinámicos.

El torque de los motores eléctricos de inducción sería apreciablemente menor, causando su detención y con ellos pérdidas de producción. La estabilidad del sistema puede verse afectada por el cambio brusco del par eléctrico con respecto al mecánico.

En un evento de cortocircuito se tienen 3 tipos de períodos; el período subtransitorio, el período transitorio y el período permanente.

Período Subtransitorio. Durante este período inicial la corriente de cortocircuito de choque baja rápidamente de valor, según los casos 1 a 10 períodos. Si la tensión pasa por su valor máximo, la corriente de cortocircuito durante este período es simétrica, es decir las semiondas positiva y negativa son iguales. Se tratará por lo tanto de una corriente simétrica de cortocircuito que, por establecerse durante este período recibe también el nombre de corriente subtransitoria de cortocircuito. Si la tensión pasa por su valor nulo la corriente subtransitoria de cortocircuito está caracterizada por el hecho de que la semionda positiva no tiene el mismo valor que la semionda negativa, es decir se trata de una corriente asimétrica de cortocircuito.

Período Transitorio. Durante este período la corriente de cortocircuito va disminuyendo lentamente de valor hasta alcanzar el valor de la corriente permanente de cortocircuito. Este período dura de 50 a 100 períodos es decir de 1 a 2 segundos. Tanto si la iniciación del cortocircuito se ha producido cuando la tensión pasa por su valor máximo o su valor nulo, la corriente transitoria de cortocircuito es simétrica es decir que las semiondas positivas y negativas son iguales.

Período Permanente. La corriente de cortocircuito alcanza el valor permanente I_p y continúa sin apenas variación en este valor mientras dura la causa que ha provocado el cortocircuito. Durante el período subtransitorio se producen intensos esfuerzos electrodinámicos en los elementos sometidos al cortocircuito, que pueden provocar su destrucción. Dado el tiempo de desconexión propio de los interruptores y relés de protección, los interruptores desconectan la parte del circuito afectado por el cortocircuito, durante el período transitorio, por lo que las máquinas y aparatos deben proyectarse para soportar durante el tiempo que dura el período subtransitorio, la corriente de choque producida.

Las corrientes de cortocircuito transitorio y permanente provocan sobre todo, un intenso calentamiento en las máquinas y aparatos sometidos al cortocircuito, por lo que estos deberán proyectarse para resistir el calentamiento producido por la

corriente transitoria hasta que los aparatos de protección hayan realizado su función protectora.

En resumen para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, se habrá de tener en cuenta:

1. Período Subtransitorio. Esfuerzos electrodinámicos en máquinas y aparatos.
2. Período Transitorio. Funcionamiento de los disyuntores automáticos. Esfuerzos térmicos en máquinas y aparatos.
3. Período Permanente. Esfuerzos térmicos en máquinas y aparatos.

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN GENERADORES

En los generadores la corriente de cortocircuito no debe ser superior a 15 veces la intensidad nominal máxima de la máquina este valor corresponderá, por lo tanto, a la corriente de choque, es decir que:

$$I_{ch} \leq 15\sqrt{2} I_n \quad (2.1)$$

$$I_{ch} \leq 1,8\sqrt{2} I_{cc} \quad (2.2)$$

$$I_{cc} \leq 8,33 I_n \quad (2.3)$$

$$U_d = \frac{I_n}{I_{cc}} 100 = \frac{I_n}{8,33 I_n} = 12\% \quad (2.4)$$

Lo que indica que la tensión transitoria de los generadores ha de ser menor de 12 por 100. Como se construyen generadores con valores más pequeños de tensión de dispersión (sobre todo en los turbogeneradores), para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, es necesario conocer, con exactitud, el valor de la tensión de dispersión, dato que ha de proporcionar el fabricante del generador.

2.2.10. FACTORES INFLUYENTES EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA

FACTOR HUMANO

- **Comportamiento**

Normalmente, el principal problema es que las personas tienen unos hábitos de uso de la energía que se deben mejorar. Cambiando estos hábitos, utilizaremos la energía más eficientemente y, como consecuencia, ahorraremos energía y, normalmente, también dinero. Por un lado, el que decide en temas de Gestión Energética es principalmente el Gestor Energético con el soporte del Director General. Son personas que pueden cambiar la política energética. Por otro lado, todos los que utilizan las instalaciones pueden hacer algo para mejorar su uso energético. Una de las tareas más importantes de la Gestión Energética es informar a las personas con el objetivo de cambiar sus hábitos en lo que se refiere al uso de la energía.

- **Ocupación**

El número de horas que el edificio está ocupado es un factor que influye en la demanda de energía.

INFRAESTRUCTURA SERVICIOS Y CONSUMO

Hay algunos aspectos que influyen en las necesidades energéticas.

- Luz natural: Deberíamos utilizar tanta luz del sol como sea posible. De esta forma, es seguro que necesitaremos menos luz artificial. ¡¡El sol es gratis!!
- Calor del sol: En verano podemos utilizar menos aire acondicionado si nos protegemos utilizando persianas o cortinas.
- Controles del sistema energético: Los aparatos de control como termostatos, interruptores... deberían ser fácilmente accesibles por los usuarios. Esto permitirá que las personas hagan un uso más efectivo de la energía.

- Distribución del sistema energético: Con una distribución más eficiente de los sistemas energéticos podemos reducir el consumo de energía.
- Eficiencia del sistema energético: El consumo de energía disminuirá si se utiliza un sistema más eficiente.

AHORRO DE ENERGÍA

Algunos servicios energéticos se pueden conseguir con diferentes tipos de energía. La calefacción se puede obtener con el gas, combustibles sólidos, petróleo, electricidad o el sol. Se puede considerar el cambio del tipo de energía que se utiliza para conseguir un ahorro energético. El coste de la energía se debe incluir en los costes de los equipos. Generalmente, el equipo de calefacción eléctrica es más barato que los paneles solares, pero el sol es gratis.

Podemos necesitar menos consumo de energía con un sistema eléctrico de calentamiento de agua que con una caldera de gas, pero en realidad utilizaremos más energía. Compramos energía *final*, pero en realidad consumimos energía *primaria*, es decir, la cantidad de energía bruta que se utiliza para proporcionarnos la energía final que compramos o medimos.

Las centrales térmicas tradicionales necesitan alrededor de tres veces la energía eléctrica que proporcionan.

Nosotros compramos electricidad, pero en realidad consumimos carbón, petróleo, gas o uranio, o agua, viento o sol. Cuando compramos electricidad procedente de las fuentes renovables, *no consumimos energía primaria*. En algunos países de la UE se puede escoger la electricidad generada a partir de las fuentes renovables.

CONTROL DE CARGA

Controlando el tiempo de las cargas eléctricas se puede reducir el coste de la electricidad sin reducir el consumo. Podemos evitar las puntas de carga o el consumo en niveles de tarifa altos.

EQUIPO INSTALADO

El equipo instalado es uno de los solicitantes de energía más importantes del edificio. Dependiendo de su eficiencia y comportamiento, habrá diferentes niveles de demanda en energía.

FACTORES EXTERNOS

Hay algunos factores externos, como las condiciones meteorológicas, que influyen en la demanda energética y, por tanto, en la Gestión Energética. Por ejemplo, cuando en invierno las temperaturas externas son altas, la demanda de calefacción normalmente es baja.

2.2.11. GESTIÓN ENERGÉTICA Y COMPETITIVIDAD

La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar la calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.

La eficiencia energética implica lograr los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto de 1980 a 1994 los países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) elevaron su competitividad y obtuvieron un crecimiento promedio anual del PIB de 2,8 %, mientras que el consumo de energía en promedio creció 1,1 %. En ese mismo período los países de menor desarrollo crecieron económicamente 2,5 % anual, pero el consumo de energía aumentó a razón de 4,7 % al año, lo que indica un deterioro en la intensidad energética y por tanto en la eficiencia energética. Los países de nuestra región se insertan en este último grupo.

En el documento Ahorro y eficiencia energética, elaborado por el Departamento de Industria Básica del Comité Central del Partido en noviembre de

2001, se señalan varias insuficiencias en la gestión energética empresarial como los principales problemas que afectan la eficiencia energética y el ahorro en el país. Dentro de los señalamientos se destacan el insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética, el desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total, la falta de identificación de índices físicos y su ordenamiento por prioridad, la falta de identificación de los trabajadores que más inciden en el ahorro y la eficiencia energética, la insuficiente divulgación de las mejores experiencias, las insuficiencias en los sistemas de información estadística y la falta de apreciación de la eficiencia energética como una fuente de energía importante; los análisis realizados en varias empresas por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), de la Universidad de Cienfuegos, ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía. Esto puede ser logrado si se aplica con eficacia un sistema de gestión energética.

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

Un sistema de gestión energética se compone de la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

2.2.12. ÍNDICES DE CONSUMO

La gestión energética implica una medición regular de las variables del proceso como base para encontrar las eficiencias y los consumos, además permite contar con elementos técnicos para analizar las condiciones de operación actuales

y calcular sus indicadores, definir metas de mejoramiento y revisar el comportamiento en el tiempo, plantear y evaluar posibles ahorros y mejoras, y estableciendo las prioridades de la empresa, tomar decisiones de control. Los indicadores son muy valiosos para registrar, comentar y analizar periódicamente, y el análisis de sus comportamientos históricos es el que permite descubrir estas oportunidades de mejora.



Figura 11: Indicadores de Gestión Fuente: Enerdata

Los indicadores son parámetros de medición que integran generalmente más de una variable básica que caracteriza un evento, a través de formulaciones matemáticas sencillas, permitiendo una fácil comprensión de las causas, comportamiento y resultados de una actividad.

Usualmente la Eficiencia Energética se evalúa a través de los llamados Indicadores de Eficiencia Energética que permiten medir “cuán bien” se utiliza la energía para producir una unidad de producto (APEREC, 2000). Los Indicadores de Eficiencia Energética adoptan diferentes formas dependiendo de los objetivos buscados, de modo que existen indicadores económicos, tecno-económicos o indicadores de ahorro energético.

En relación con la profundidad del análisis y la interpretación de los resultados, mientras mayor sea el nivel de agregación de la información utilizada, por ejemplo a nivel macroeconómico, los indicadores pueden englobar diversos

efectos. Por otro lado, a medida que el nivel de desagregación aumenta, la influencia de los cambios estructurales se reduce y, por lo tanto, es posible identificar las variables que afectan a la eficiencia energética y comprender de mejor manera la evolución en los consumos agregados de energía.



Figura 12: Indicadores de Eficiencia Fuente: Enerdata

Las características básicas que deben tener los indicadores son, que sean confiables, periódicos, desagregados, que cubran los parámetros básicos, de manera que faciliten la evaluación del sector y evalúen los resultados frente a objetivos y/o metas. Para garantizar esto, se debe tener una metodología para establecer los indicadores.

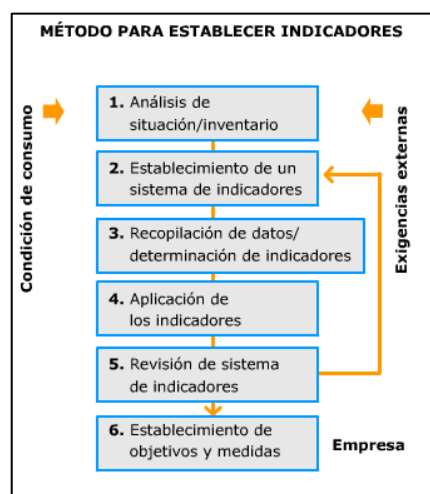


Figura 13: Método para establecer indicadores Fuente: Enerdata

2.2.13. TIPOS DE INDICADORES

Entre los Indicadores Energéticos, los más utilizados y de mayor importancia son: la Intensidad Energética, que relaciona el consumo de energía con una variable macroeconómica (por ejemplo: Gcal/PIB); el Consumo Energético Específico, que relaciona el consumo energético a un indicador de actividad medida en términos físicos (por ejemplo: Tcal/ton de acero); los Indicadores de Ahorro Energético, que permiten reflejar, en términos absolutos, magnitudes de energía ahorrada, y finalmente, los índices de eficiencias.

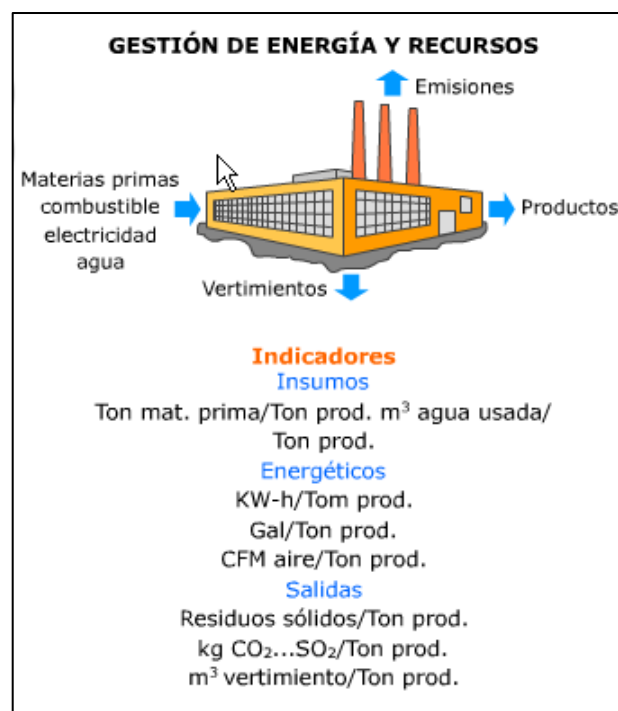


Figura 14: Gestión de Energía y Recursos Fuente: Enerdata

Los índices de eficiencias se definen como la relación entre la energía útil o realmente utilizada para la generación de un servicio o producto y la energía gastada en el proceso. Además de estos, se deben fijar otros indicadores generales que muestren lo que representa la energía en cada actividad de la industria.

Tabla 2: Indicadores de eficiencia energética Fuente: Enerdata

INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA				
Indicador	Unidades	Valor en 1980	Valor en 1990	Valor en 2002
IE primaria	Koe/\$95p	0,127	0,119	0,099
IE primaria excluyendo combustibles tradicionales (a ppp)	Koe/\$95p	0,095	0,091	0,076
IE final	Koe/\$95p	0,098	0,096	0,082
IE industrial (por valor agregado) (a ppp)	Koe/\$95p	0,113	0,105	n.d.
IE manufacturera (a ppp)	Koe/\$95p	0,141	0,149	n.d.
IE industria química (a ppp)	Koe/\$95p	0,171	0,109	n.d.
Unidad de consumo de acero	Toe/t	n.d.	1,17	1,27
IE del transporte a GDP	Koe/\$95p	0,030	0,030	0,023
IE agricultura (por valor agregado) (a ppp)	Koe/\$95p	0,037	0,038	n.d.

Fuente: Enerdata. [En línea, www.enerdata.fr]

Los principales sistemas que componen una empresa son: El sistema eléctrico, el de vapor, el de refrigeración y el de aire comprimido; cada uno de estos, está conformado por un sistema de generación, uno de transmisión y una serie de equipos consumidores. Los diferentes sistemas de generación y equipos consumidores pueden presentar rendimientos y eficiencias diferentes dependiendo del tipo de combustible empleado, la forma de operación y el tipo de equipo en sí.

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1. MONITOREO AMBIENTAL

El monitoreo ambiental de emisiones a la atmósfera de fuentes fijas de combustión se enmarca dentro de la normativa ambiental vigente, que se detalla a continuación:

- Constitución de la República del Ecuador. R.O. 449 del 20 de Octubre de 2008.
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Decreto Ejecutivo 3516. R.O. Suplemento 2, del 31 de marzo del 2003.

- Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo No. 1215 del 13 de Febrero del 2001 (RAOHE).
- Acuerdo Ministerial No. 9 (2007) “Límites Máximos Permisibles para Emisiones a la Atmósfera provenientes de fuentes fijas para Actividades Hidrocarburíferas” Registro Oficial No. 430

Adicionalmente, se han tomado en cuenta otras legislaciones, normas y regulaciones internacionales que sirven de referencia, tales como los métodos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA).

2.3.2. NORMATIVA ISO 50001

ISO es la Organización Internacional de Normalización. ISO tiene como miembros a alrededor de 160 organismos nacionales de normalización de países grandes y pequeños, industrializados, en desarrollo y en transición, en todas las regiones del mundo. La cartera de ISO de más de 18 600 normas ofrece a las empresas, gobiernos y a la sociedad herramientas prácticas para las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, ambiental y social.

Las normas ISO contribuyen positivamente al mundo en el que vivimos, facilitan el comercio, difunden el conocimiento, promueven los avances innovadores en tecnología y comparten las buenas prácticas de gestión de evaluación de la conformidad.

Las normas ISO proporcionan soluciones y obtienen beneficios para casi todos los sectores de actividad, incluida la agricultura, construcción, ingeniería mecánica, fabricación, distribución, transporte, dispositivos médicos, tecnologías

de información y comunicación, medio ambiente, energía, gestión de calidad, evaluación de la conformidad y servicios.

ISO sólo desarrolla normas para las cuales existe es una indiscutible exigencia en el mercado. El trabajo es llevado a cabo por expertos en la materia que proceden directamente de los sectores industriales, técnicos y empresariales que han identificado la necesidad de la norma, y que posteriormente la pondrán en aplicación. A estos expertos se les pueden sumar otros con conocimientos relevantes, tales como representantes de organismos gubernamentales, de laboratorios de ensayo, de asociaciones de consumidores y académicos y por organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales.

ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso, es una Norma Internacional voluntaria desarrollada por ISO (Organización Internacional de Normalización). ISO 50001 brinda a las organizaciones los requisitos para los sistemas de gestión de energía (SGEn). ISO 50001 proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, en todas las regiones del mundo. ISO 50001 establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

Se estima que la norma, dirigida a una amplia aplicabilidad a través de los sectores económicos nacionales, podría influir hasta en un 60% del consumo de energía del mundo

ISO 50001 proporcionará a las organizaciones del sector público y privado estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la eficiencia energética. La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. Las organizaciones multinacionales tendrán acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización

con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras.

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como ser el ambiental, y de salud y seguridad.

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1. Ahorro de Energía

Es el esfuerzo por reducir la cantidad de energía para usos industriales y residenciales, tanto en el sector público como en el privado.

2.4.2. Central Eléctrica

Una central eléctrica es una instalación capaz de convertir la energía mecánica, obtenida mediante otras fuentes de energía primaria, en energía eléctrica.

2.4.3. Contaminación

Es la alteración de las condiciones del medio ambiente por la presencia de agentes físicos o químicos, ajenos al mismo, en grado tal que pueda resultar perjudicial para las personas, animales, plantas u objetos, y producir un deterioro en la calidad de vida.

2.4.4. Contaminación ambiental

Es la alteración de las condiciones del medio ambiente por la presencia de agentes físicos o químicos, ajenos al mismo, en grado tal que pueda resultar perjudicial para las personas, animales, plantas u objetos, y producir un deterioro en la calidad de vida.

2.4.5. Consumo energético

El consumo energético se refiere a la necesidad o demanda de energía en términos económicos. Desde una perspectiva puramente física, la energía de un sistema cerrado no se consume, sino que simplemente se transforma. Por esta razón, los físicos hablan de necesidad o demanda de energía, mientras que en términos económicos se habla generalmente de consumo de energía o consumo eléctrico.

La energía es un bien económico que se compra y se vende. Por esta razón, se habla de consumo energético y no de necesidad de energía. En general, el concepto “consumo energético” se refiere a la necesidad de energía primaria que se obtiene de los combustibles crudos y de la corriente eléctrica. A lo largo de la historia, el consumo energético ha aumentado sin parar, por lo que se hace necesario controlarlo con el fin de evitar crisis energéticas.

2.4.6. Costo de la energía eléctrica

El costo de un producto es la suma de los diferentes gastos en los que se incurre para fabricarlo y que se repercuten sobre el mismo.

2.4.7. Eficiencia energética

Es la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en concreto. También se refiere a la utilización de tecnología que necesita menos energía para realizar la misma tarea. Una lámpara fluorescente compacta o CFL utiliza menos energía (dos tercios menos) que las lámparas incandescentes para proporcionar el mismo nivel de iluminación y puede durar entre seis y diez veces más

Para hacer un uso eficiente de la energía y, como consecuencia, para ahorrarla, las acciones se centran en:

- Conservación de la energía.
- Recuperación de la energía
- Sustitución de la energía

2.4.8. Efecto invernadero

Se entiende por efecto de invernadero el cambio climático provocado por un aumento de la temperatura ambiental a consecuencia de una mayor concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, que, aunque permite que la radiación solar llegue a la Tierra, impide que parte de aquélla pueda volver al espacio, siendo reflejada nuevamente y, por lo tanto, facilitando un cambio de clima.

2.4.9. Eficacia

La eficacia es la contribución de los resultados obtenidos al cumplimiento de los objetivos trazados y la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción

2.4.10. Eficiencia

Es la optimización de los recursos utilizados para la obtención de los resultados u objetivos previstos.

En física, la eficiencia o rendimiento de un proceso o de un dispositivo es la relación entre la energía útil y la energía invertida.

En economía, la eficiencia es la cantidad mínima de inputs (horas-hombre, capital invertido, materias primas, etc.) para obtener un nivel dado de outputs (ganancias, objetivos cumplidos, productos, etc.). Actualmente, este concepto suele aplicarse a través de metodologías de frontera como el análisis DEA (Data Envelopment Analysis). Entre las diversas aplicaciones y estudios disponibles en el tema se encuentran los realizados por Suisiluoto (2001), y Loikkanen (2002) en Finlandia para un estudio de regiones; los de Giménez (2003) en España en gastronomía y Arieu (2004) en Argentina en la industria portuaria.

En administración (management) se puede definir la eficiencia como la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

2.4.11. Efectividad

Es la generación sistemática de resultados consistentes integrando eficacia y eficiencia.

La palabra efectividad adquiere su origen del verbo latino "efficere", que quiere decir ejecutar, llevar a cabo u obtener como resultado. Cuando un individuo practica la efectividad en su trabajo, su tiempo rinde mucho más y sus niveles de bienestar aumentan, ya que éste sentirá que está cumpliendo con sus labores cotidianas de forma eficiente. Según la ley de la efectividad, este hábito se adquiere al equilibrar la producción y la capacidad para producir. De esta forma, tanto los gerentes como el personal a su cargo, podrán obtener un mayor beneficio del esfuerzo y de las horas de trabajo que invierten a diario en la empresa.

2.4.12. Energía

La energía es una magnitud abstracta que está ligada al estado dinámico de un sistema cerrado y que permanece invariable con el tiempo. Se trata de una abstracción que se le asigna al estado de un sistema físico. Debido a diversas propiedades (composición química, masa, temperatura, etc.), todos los cuerpos poseen energía. La energía es una magnitud física que asociamos con la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo mecánico, emitir luz, generar calor, etc.

2.4.13. Energía Eléctrica.

La energía de carácter eléctrico es la modalidad de energía respaldada en esta propiedad que surge por la diferencia de potencial entre un par de puntos. Esta diferencia permite que se establezca una corriente eléctrica (es decir, un flujo de carga que atraviesa toda la estructura de un material) entre ambos.

2.4.14. Factor de Potencia

Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. El factor de potencia toma valores de entre 0 y 1. En los artefactos tales como lámparas incandescentes, planchas, y estufas eléctricas, toda aquella energía que es transformada en energía lumínica o calórica, el factor de potencia de estos es 1.

2.4.15. Gestión Energética

Es la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas).

2.4.16. Índice de consumo

Es un indicador de eficiencia energética definido como la cantidad de energía consumida por unidad de producción o servicios, medido en términos físicos (productos o servicios prestados). Relaciona la energía consumida con indicadores de nivel de actividad expresados en unidades físicas.

Estos factores pueden variar en dependencia del valor calórico real del portador energético, la actualización de los mismos puede obtenerse con los especialistas de energía del gobierno municipal o provincial

2.4.17. Potencia Activa

Es la potencia en que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo, los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc.

2.4.18. Potencia Aparente

La potencia aparente (S), llamada también "potencia total", es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva.

Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es decir, sin ningún tipo de carga conectada,

mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (**P**).

También se podría representar como la suma vectorial de la potencia activa y la reactiva. La potencia aparente se representa con la letra “**S**” y su unidad de medida es el volt-ampere (**VA**).

2.4.19. Potencia Reactiva

La potencia disipada por las cargas reactivas (Bobinas o inductores y capacitores o condensadores). Se pone de manifiesto cuando existe un trasiego de energía entre los receptores y la fuente, provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechable directamente por los receptores.

Como está conformada por bobinas y capacitores es importante saber que las bobinas se toman positivas y los condensadores negativos. Estos se pueden sumar algebraicamente. Generalmente está asociada a los campos magnéticos internos de los motores y transformadores.

Se mide en KVAR como esta energía provoca sobrecarga en las líneas transformadoras y generadoras, sin producir un trabajo útil, es necesario neutralizarla o compensarla. La potencia reactiva está en el eje imaginario Y y la activa en el eje real X, por lo cual se forma un triángulo rectángulo cuya magnitud de la hipotenusa es denominado potencia "aparente".

La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan.

La unidad de medida de la potencia reactiva es el volt-ampere reactivo (VAR) está dada por números imaginarios.

2.4.20. Drilling Rig.

Una plataforma de perforación que hace agujeros en el suelo. Las plataformas de perforación pueden ser utilizadas para perforar pozos de agua, pozos de petróleo, o pozos de extracción de gas natural.

2.5 INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN

1. ¿Tener un sistema de gestión energética aporta a la productividad e imagen de una empresa?
2. ¿Un estudio del consumo eléctrico aclarará el panorama del tipo de gestión energética que se está aplicando en la industrial y la efectividad de este?
3. ¿Es necesario hacer un estudio de qué tipo de gestión energética eléctrica se está realizando en las industrias de perforación petrolera?
4. ¿Hay industrias del mismo tipo o similares que tienen un sistema de gestión de energía y cuál ha sido su relación con los indicadores de consumo?

CAPITULO III - METODOLOGÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se presenta la metodología para realizar la investigación: el enfoque metodológico, la modalidad, el tipo de investigación, el nivel y las técnicas e instrumentos a utilizar. Además, se declara la población o universo y se define la muestra para aplicar los instrumentos de recolección de información.

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este tema de tesis se emplearán los siguientes tipos de investigación.

- **Bibliográfica.** La teoría descrita por varios autores corroborará con la investigación, los datos obtenidos por estudios pasados guiarán el desarrollo del tema.
- **Exploratorio.** Las mediciones tomadas en campo serán la clave fundamental para obtener ideas clara de los procedimientos, tareas y comportamientos de los diferentes procesos.
- **Descriptivo.** Parte de la investigación se basará en la observación y evaluación del comportamiento de los procesos, este método será usado para describir como los procesos han sido observados.

Se refiere a los tipos de investigación que se adoptan en la tesis, se recogen estructuralmente los elementos metodológicos generales que describen las distintas etapas llevadas a cabo.

El trabajo de investigación corresponde a una modalidad de proyecto factible o de intervención, por la propuesta de un manual de manejo energético el cual orientará a los miembros que participan activa o pasivamente en los procesos.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación será explicativa, descriptiva con diseño no experimental porque tendrá una relación causal detallando las relaciones que existen entre las variables y buscando las causas posibles del problema planteado.

3.3. METODOLOGÍA

Los métodos que se utilizan en la presente investigación son el no experimental y el experimental; el no experimental por la información prestada y obtenida de archivos de la empresa y el experimental para contrastar la información obtenida del método no experimental.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Los métodos a utilizar en el desarrollo del trabajo de investigación se los puede dividir en métodos generales y particulares.

3.4.1. Método Científico.

El método científico se utilizara para que con un conjunto de actividades realizadas en forma sistemática durante el proceso de investigación se pueda comprobar los teoremas y enriquecer la ciencia. Toda investigación científica como tal requiere de este método.

3.4.2. Método Inductivo.

Mediante la auditoria energética eléctrica identificamos los portadores energéticos para diseñar la propuesta de mejoramiento a partir de un razonamiento lógico en el que partiendo de la observación de casos particulares, y luego de establecer comparaciones de características, propiedades, relaciones funcionales de las distintas facetas de los objetos del conocimiento se abstrae, se generaliza y se llega al establecimiento de las reglas y medidas a implementar.

3.4.3. Método Deductivo

Permite, a partir de la interpretación de los conceptos, principios, reglas, definiciones y formulas establecidas en el trabajo de investigación analizar, sintetizar, comparar, generalizar y demostrar la factibilidad de la investigación

3.4.4. Modelación y Simulación

La modelación y simulación nos servirá para analizar los cambios técnicos en los sistemas, verificar sus estados en reposo y dinámicos y obtener resultados comprobados y validados.

3.5. PROCEDIMIENTOS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN

- Revisión bibliográfica: Se consultan los principales estudios realizados en la institución en materia de Gestión Energética y proyección ambiental y se determinan la información que es necesaria para la realización del diagnóstico; a partir de los resultados de la revisión bibliográfica se realiza la selección de las unidades, áreas y equipos donde se realizará el diagnóstico.
- Revisión metodológica en los lugares claves: Se valora la metodología a aplicar en cada uno de los lugares claves a diagnosticar, de acuerdo a las particularidades de cada uno y se dosifica el tiempo y los recursos y materiales necesarios para la realización del diagnóstico.
- Recopilación de la información Solicitud y gestión de la información sobre las características del diagnóstico a realizar tal como consumos en cada uno de los pozos petroleros

- Elaboración del plan de mediciones Determinación de la forma de toma de medidas de voltajes, potencias, corrientes y consumos en cada unidad para la realización del diagnóstico planteado.
- Mediciones de campo Se realizan las mediciones que se planificaron para cada unidad.
- Recopilación y filtrado de los datos Recopilar los datos obtenidos durante las mediciones de campo y se seleccionan los de interés para el diagnóstico.
- Procesamiento de los datos y análisis de los resultados Se procesan los datos obtenidos y se valoran los resultados que estos arrojan.
- Determinación de posibles medida Se valora, desde la perspectiva que arrojan los resultados, las posibles medidas a aplicar para solucionar los problemas detectados.
- Estimación de los potenciales de ahorro energético Se valora hacia donde debe encaminarse la gestión, de forma que se genere un ahorro energético con su implicación económica y las potencialidades para mejorar la gestión.
- Definición de las medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética Se definen las medidas más adecuadas para lograr el ahorro de los portadores energéticos, la mejora de la eficiencia energética y la gestión ambiental.
- Elaboración y presentación del informe final Se elabora el informe final con los resultados que arroja el diagnóstico y se presenta a los directivos que definen en la puesta en vigor de las recomendaciones de la investigación.

3.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 3: Variable Independiente Eficiencia Energética Eléctrica

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
Eficiencia Energética eléctrica.	Iluminación	Energía	KWh	Medición	Medidor de potencia
“Cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema”	Generadores y Motores eléctricos	Energía	KVAh KWh	Medición Valoración	Medidor de calidad de energía, Encuesta

Tabla 4: Variable Dependiente Costo del consumo energético eléctrico

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
Costo consumo energético eléctrico.	Energía eléctrica	Costo	USD	Cálculos	Calculadora Hojas de cálculo
“Gasto total en energía eléctrica para un proceso determinado”	Eficiencia energética	Gastos no necesarios	MWh	Medición Observación Calculo	Medidor de Calidad, Voltímetro, Vatímetro Ecuaciones
	Calidad Energética	Factor de Potencia, THD	%FP	Medición Cálculo	Medidor de calidad de energía

3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y APLICACIONES.

3.7.1. Encuesta

Se realiza dos tipos de encuestas; la una está dedicada a los directivos de la empresa para analizar la viabilidad que se tendrá para la investigación y la aplicación de la propuesta y la otra está enfocada a la sociedad laboral para saber cuál es el conocimiento y el interés del personal en lo que se refiere a eficiencia energética y por ende al ahorro en el consumo.

3.7.2. Encuesta Gerencial

Esta encuesta está orientada para los niveles de Gerencia General, Gerencia Administrativa, Gerencia Financiera y Superintendencia con el objetivo de obtener información de aceptación del estudio y del interés Gerencial en la propuesta para mejorar el consumo de combustible en los procesos de perforación.

3.7.3. Encuesta Técnica y Usuario

Esta encuesta será aplicada al nivel técnico y usuarios de la empresa con el objetivo de conocer el nivel de conocimiento en cultura energética a nivel de empleados y de técnicos que laboran en el medio; los resultados de esta encuesta nos orientarán a tomar acciones para mejorar el conocimiento de los beneficios del ahorro energético que no siempre solo económicos sino también ambientales.

3.7.4. Estadísticos

Se utilizan para el cálculo y cómputo de los resultados del estudio realizado, valorando fundamentalmente las medidas de tendencia central.

Como podemos observar, dentro de esta investigación hemos utilizado técnicas tanto cuantitativas como cualitativas, el uso tanto de unas como de otras ha sido necesario porque nos han brindado una panorámica sobre las causas que generan el fenómeno.

3.7.5. Observación

Se emplea para obtener una percepción práctica detallada y participativa de y con los elementos del campo de acción y el objeto de estudio, así como de los factores a tener en cuenta para la elaboración de la estrategia a seguir.

3.7.6. Medidor de Calidad Energética Fluke 430

Este medidor de magnitudes técnicas será utilizado para determinar los consumos energéticos y los posibles factores que influyen en consumos no necesarios; Los analizadores de calidad eléctrica trifásicos 430 ayudan a localizar, predecir, prevenir y solucionar problemas en sistemas de distribución e instalaciones eléctricas trifásicas. Estas herramientas portátiles de fácil uso cuentan con numerosas e innovadoras funciones para revelarles los indicios que delatan la presencia de problemas de forma más rápida y segura. El Fluke 430 tiene las siguientes características técnicas:

- Instrumento completo para la solución de problemas en sistemas trifásicos: mide prácticamente todos los parámetros del sistema eléctrico, como tensión, corriente, potencia, consumo (energía), desequilibrio, flicker, armónicos e interarmónicos. Captura eventos como fluctuaciones, transitorios, interrupciones y cambios rápidos de tensión.
- El analizador eléctrico Fluke 430 ofrece una precisión de la tensión del 0,1 por ciento y cumple todos los requisitos de la norma CEI 61000-4-30 Clase A.
- Registrador: registra todos los datos que necesita detallar. El registro detallado de datos de larga duración configurable por el usuario proporciona lecturas de valores mínimos, máximos y promedios de hasta 100 parámetros distintos en las tres fases y el neutro, con un tiempo medio de medida ajustable hasta a 0,5 segundos. Dispone de memoria suficiente para registrar 400 parámetros con un minuto de resolución hasta un mes.

- Cuatro canales: mide simultáneamente la tensión y la corriente en las tres fases y el neutro.
- Auto escalado: análisis de tendencias más sencillo. Con la escala vertical automática, podrá utilizar siempre toda la pantalla para ver las formas de onda.
- Visualización de transitorios automática: captura hasta 40 fluctuaciones, interrupciones o transitorios automáticamente.
- Cumple la más estricta normativa de seguridad 600 V CAT IV, 1000 V CAT III necesaria para realizar medidas en la entrada de servicio.
- Un instrumento resistente y portátil que proporciona más de 7 horas de funcionamiento autónomo con las baterías recargables de NiMH incluidas. La interfaz mediante menús simplifica el funcionamiento.
- Posibilidades de análisis exhaustivos de datos. Los cursores y el zoom se pueden utilizar ‘en directo’, mientras se realizan las medidas, o ‘sin conexión’, sobre datos de medida almacenados. Las medidas almacenadas también se pueden transferir a un PC con el software FlukeView.
- El modelo Fluke 430 incluye el software Power Log de análisis de registros y generación de informes.
- incluye todo lo que precisa para comenzar a trabajar: 4 pinzas amperimétricas, 4 pinzas flexibles con Fluke 430, 5 cables de prueba y puntas de cocodrilo, cargador de baterías/adaptador de red y maletín rígido.
- Cumple todos los requisitos de medida del estándar CEI 61000-4-30.



Figura 15: Fluke 430

3.7.7. Software Power Log.

Power Log es el software utilizado para leer los datos del instrumento Fluke 430 y para realizar análisis, este software es muy versátil y nos servirá como una interface para incluir los datos medidos en el análisis a realizar. Power Log tiene características particulares tales como:

Análisis estadístico.

Análisis de armónicos.

Análisis de Factor de Potencia.

Estudio de pérdidas

Análisis de perturbaciones en los sistemas.

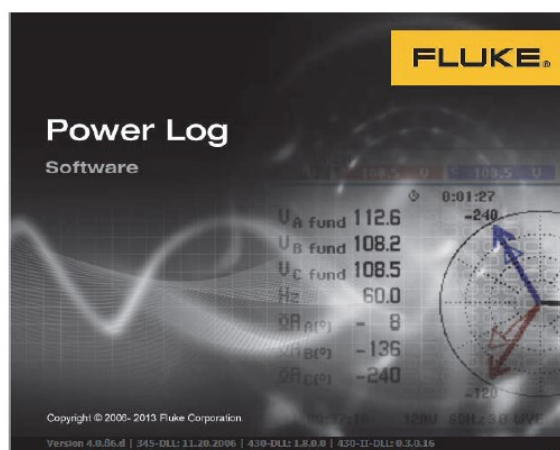


Figura 16: Power Log

3.7.8. Software de Simulación Easy Power

El Software Easy Power será utilizado en este trabajo para realizar las simulaciones de los sistemas, análisis necesario para determinar el comportamiento actual del sistema, los puntos críticos, obtener valores y compararlos con las normativas y verificar si los sistemas están cumpliendo los parámetros, además con la ayuda de la simulación se validarán los resultados de las propuestas técnicas para analizar la efectividad de las mismas; este software tiene las siguientes características:

- Análisis de Flash Arco.
- Análisis de Cortocircuito
- Análisis de Armónicos
- Análisis de estabilidad dinámica.
- Flujo de Potencia.
-

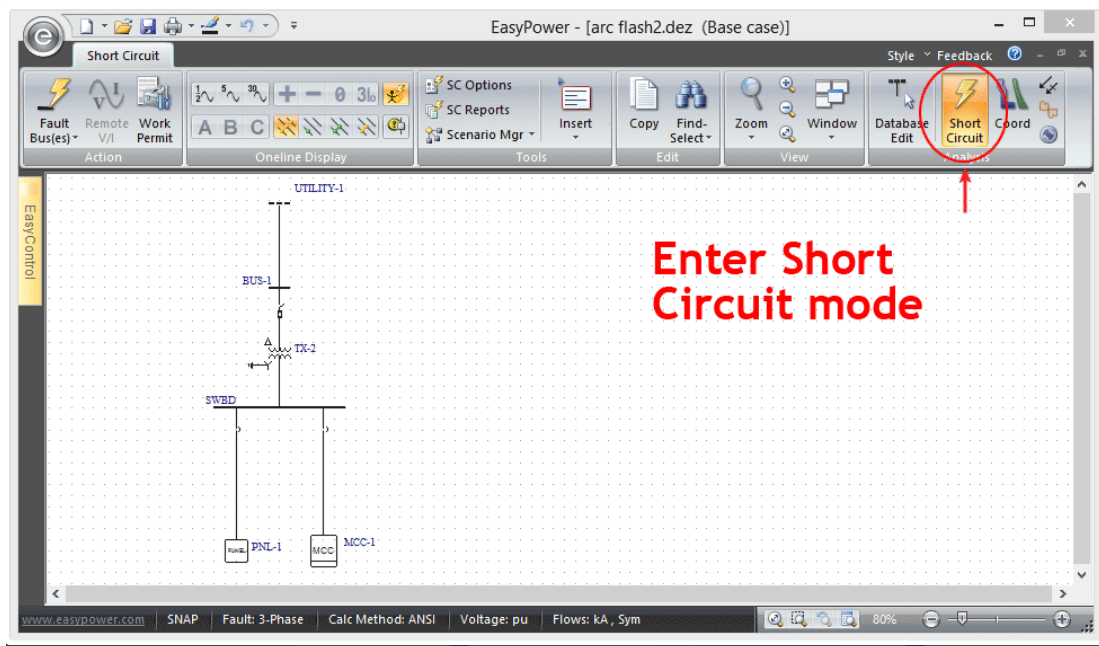


Figura 17: Easy Power

3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que participará en el proceso investigativo, estará conformada de la siguiente manera:

3.8.1. POBLACIÓN Y MUESTRA PARA ENCUESTAS

Tabla 5: Población y Muestra

POBLACIÓN Y MUESTRA ENCUESTA GERENCIAL	
Gerente General	1
Gerente Administrativo	1
Superintendentes	4
Superintendentes de Mantenimiento	2
Ingenieros de Operaciones	2
Total	10
POBLACIÓN Y MUESTRA ENCUESTA TÉCNICOS Y USUARIOS	
Gerente de plataforma de perforación	2
Supervisores de perforación	2
Supervisores de Seguridad y Medio Ambiente	2
Perforadores	3
Electricistas	2
Mecánicos	2
Asistentes de Mantenimiento	2
Total	15

Por ser la población reducida se trabajará con el universo sin necesidad de cálculo de muestra alguna.

3.8.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE DATOS TÉCNICOS

La intención del estudio es realizar a lo largo del período 2012 – 2013 por tal motivo se obtendrán datos de todos los días en los cuales el taladro de perforación se encontró en actividad, se obtuvo un total de 362 datos que refieren

al consumo de combustible y por lo tanto a la energía eléctrica que este representa, con esta antelación se concluye que la población y muestra será totalitaria es decir se utilizarán todos los datos para el análisis.

Un taladro de perforación cuenta con 4 generadores de marca Caterpillar modelo 3512.A de 1200 KW; el total de potencia eléctrica instalada es de 4.8 MW.

Los motores eléctricos que intervienen en el análisis son motores de corriente directa en configuración serie de 800HP y 1000 HP. Los motores de corriente alterna de son de 400HP.

Para la iluminación se usan lámparas de 400W y lámparas fluorescentes de 100W modelo industrial y de 80 W de modelo comercial.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analizará e interpretará los datos obtenidos por los instrumentos citados en la metodología de la investigación. Los resultados obtenidos serán la guía para el planteamiento de la propuesta las conclusiones y recomendaciones del trabajo. Esta valoración de datos hará que se trabaje en las reales causas que tornan los sistemas ineficientes buscando soluciones efectivas para alcanzar la eficiencia energética eléctrica en el proceso de perforación petrolera.

4.1. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA

Por tratarse de una empresa de origen Norteamericano la encuesta es aplicada en el idioma inglés.

Objetivo de la encuesta

Esta encuesta tiene como objetivo determinar el nivel de aceptación que tendrá el estudio y la posible aplicación de la propuesta planteada al final de este trabajo; también obtendrá información importante de cuál es el nivel de conocimiento de los gerentes, superintendentes y otros directivos de la empresa en lo que se refiere a eficiencia energética y su influencia en el desempeño de la empresa y de la imagen de la misma ante el mercado de la perforación petrolera.

1. Esta de acuerdo en que mientras más energía ahorramos estamos cuidando más el medio ambiente y mejorando la economía?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	90%
No	1	10%
Total	10	100%

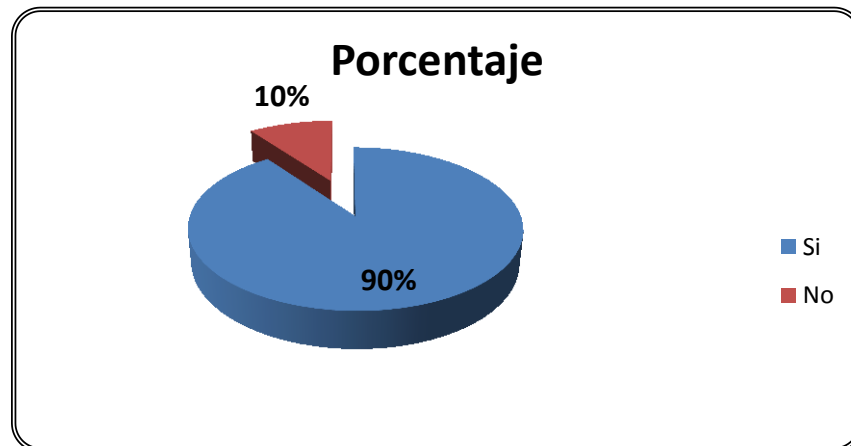


Figura 18 Comportamiento de la respuesta 1

Los presente análisis nos indica que el 90% de los directivos de la empresa conoce que con el ahorro energético aportamos a la conservación del medioambiente y a la economía y solamente el 10% de los directivos desconoce el tema de manejo energético y su importancia tanto en la empresa como en su entorno.

2. Considera que HP puede mejorar sus procesos para ahorrar energía sin afectar sus resultados?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	10	100%
No	0	0%
Total	10	100%

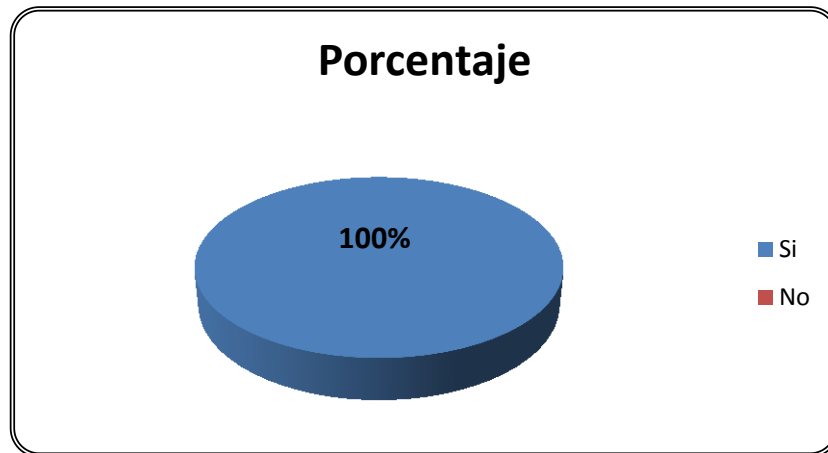


Figura 19 Comportamiento de la respuesta 2

Este resultado nos está demostrando que todos los directivos de la empresa concuerdan en que Helmerich and Payne puede mejorar sus procesos gastando menos recursos y así consumir una menor cantidad de energía sin afectar los resultados finales de los procesos.

3. HP estará interesada en disminuir su consumo energético durante sus operaciones?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	90%
No	1	10%
Total	10	100%

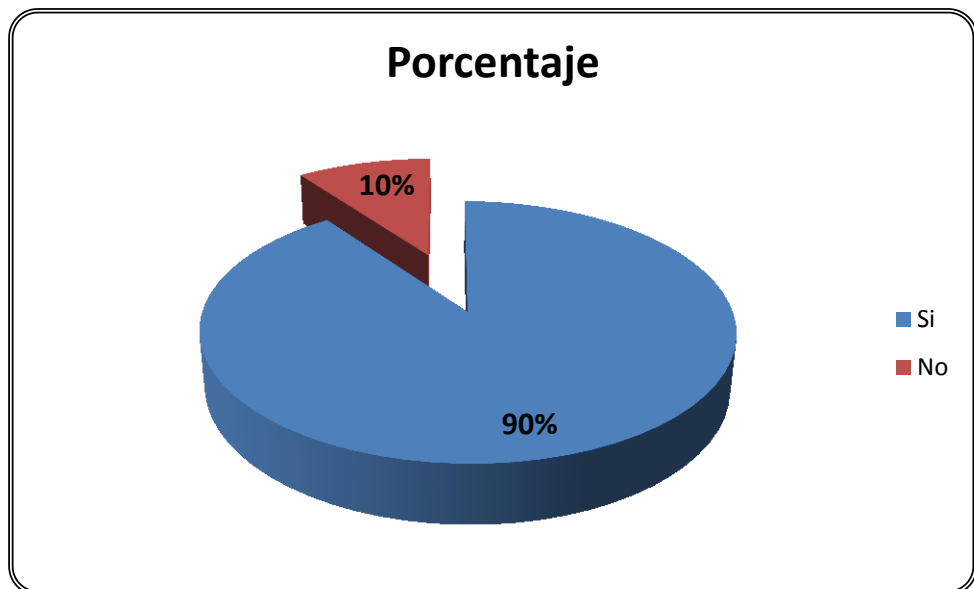


Figura 20 Comportamiento de la respuesta 3

El 90% de las personas que están al frente de la empresa opina que H&P estaría interesado en mejorar su consumo energético durante los procesos de perforación, este interés en mejorar los sistemas para mejorar el manejo energético le da mucho valor al presente trabajo de investigación.

4. Considera que siendo más eficientes en consumo de energía seremos mayormente competitivos en el mercado de la perforación petrolera?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	80%
No	2	20%
Total	10	100%

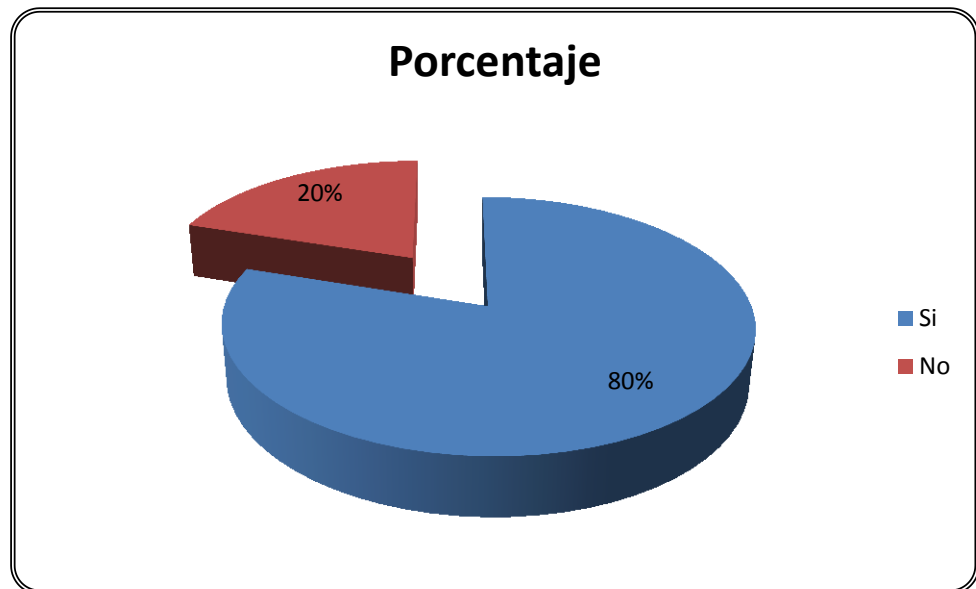


Figura 21 Comportamiento de la respuesta 4

La pregunta 4 hace referencia al optimismo de los empresarios que confían en que regulando y por ende mejorando el consumo energético H&P se hará una empresa mucho más atractiva para el negocio de la perforación de pozos petroleros, actualmente existen varias compañías de perforación en el país y la competencia comercial no es solamente el precio de tasa diaria sino también los servicios y beneficios que ofrecen cada una de ellas por lo tanto al ofrecer un beneficio energético el cual influye en impacto ambiental también la empresa se tornará mucho más competitiva.

5. Saben las personas que trabajan en HP acerca de los beneficios de ahorrar energía?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	30%
No	7	70%
Total	10	100%

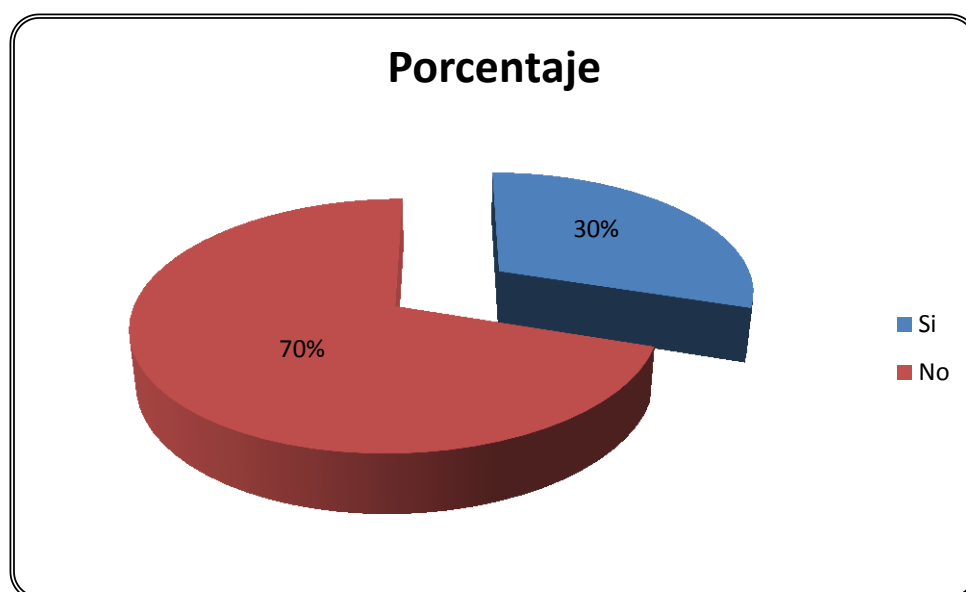


Figura 22 Comportamiento de la respuesta 5

Este resultado nos ofrece información valiosa para nuestras oportunidades de mejora; los directivos saben que las personas que trabajan en la empresa no tienen un conocimiento amplio y claro de los beneficios del ahorro energético tanto para la empresa como para la sociedad que la rodea; así entonces educación, capacitación y la creación de una cultura de ahorro será una de las claves para alcanzar los objetivos planteados.

6. Considera que en HP se podría aplicar un plan de mejoras para disminuir el consumo energético?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	10	100%
No	0	0%
Total	10	100%

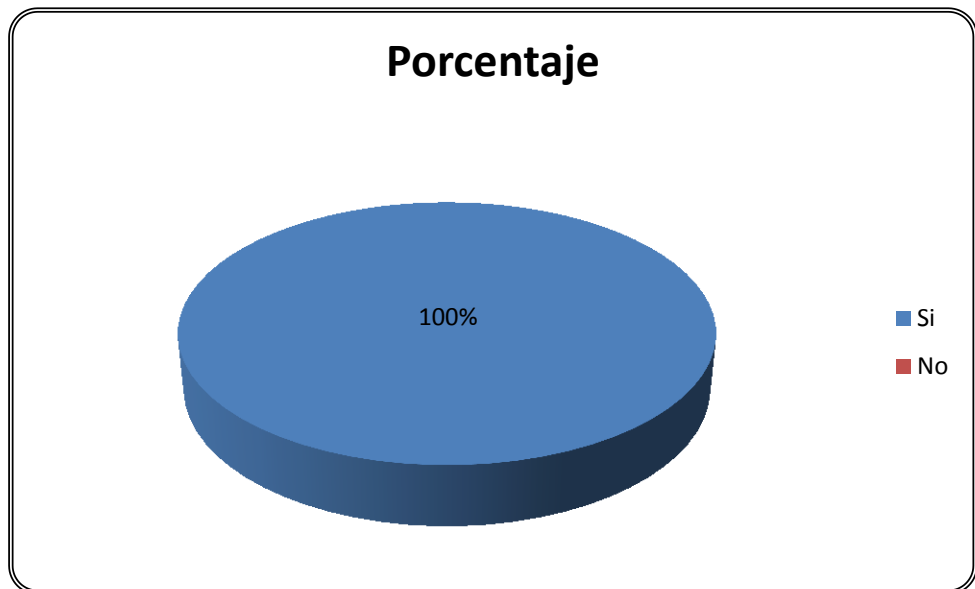


Figura 23 Comportamiento de la respuesta 6

El resultado de esta pregunta es alentador ya que las personas que están al frente de las decisiones importantes de la empresa están de acuerdo todos que si se ofrece un programa de ahorro energético H&P estará dispuesto a aplicarlo con el objetivo de mejorar su gestión energética y de hacerse mas competitivo en el Mercado industrial

7. Con que frecuencia HP realiza auditorías energéticas?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
3 MESES	0	0%
6 MESES	0	0%
1 AÑO	0	0%
NINGUNO	10	100%
TOTAL	10	100%

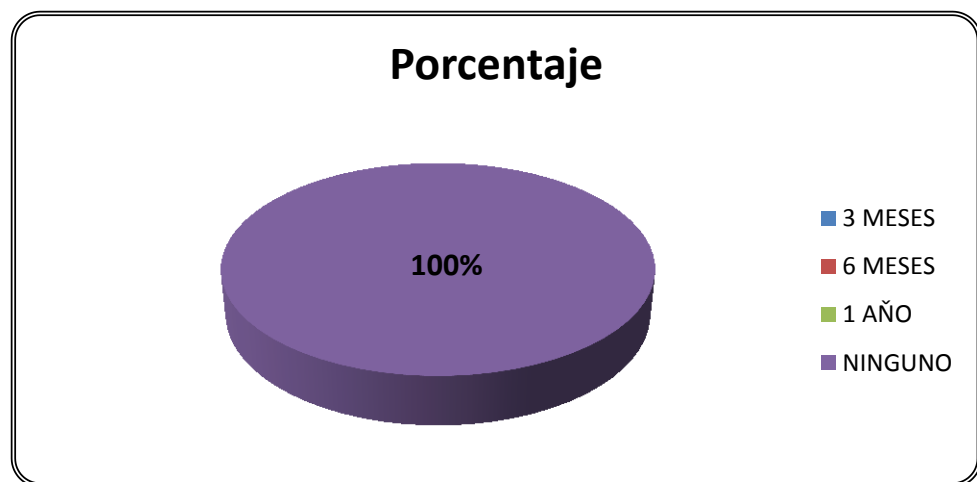


Figura 24 Comportamiento de la respuesta 7

Helmerich and Payne no ha realizado auditorías energéticas lo cual nos da la pauta para un excelente inicio para la gestión energética; una auditoría energética va a dar resultados claves para el inicio de la gestión como indicadores de consumo, causas y efectos de los desperdicios energéticos

8. HP tiene un programa de manejo energético?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	10	100%
Total	10	100%

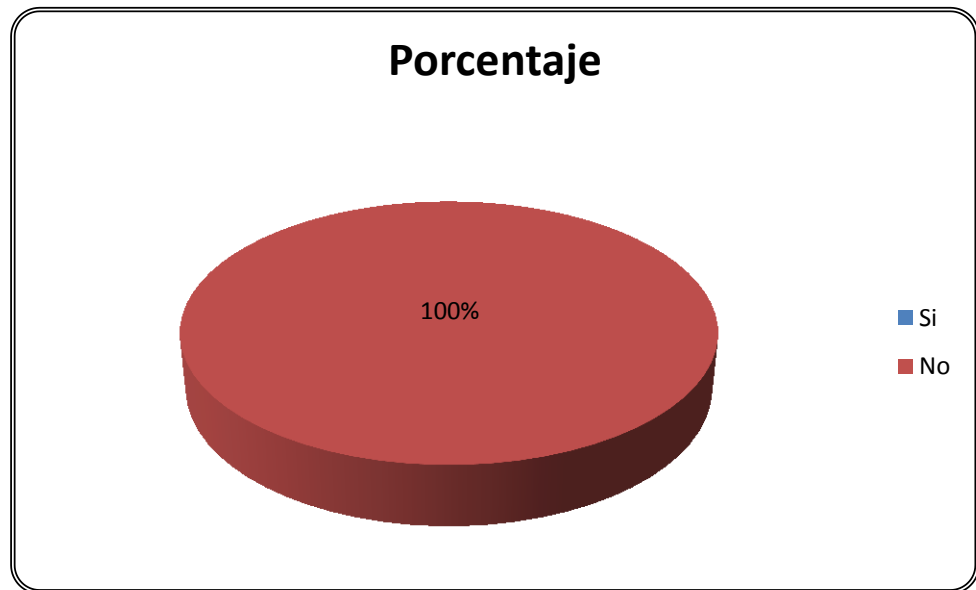


Figura 25 Comportamiento de la respuesta 8

Finalmente la entrevista a los ejecutivos de la empresa termina ratificando la falta de un programa de gestión energética, todos los directivos están de acuerdo en que H&P no cuenta con un programa de gestión de la energía y a su vez tienen la disponibilidad de aplicar un sistema de gestión con el objetivo de aportar con el medioambiente, ser más competitivos en el mercado y por su puesto ser más eficientes en los procesos.

4.2. ANÁLISIS ENCUESTA DIRIGIDA A TÉCNICOS Y USUARIOS

Objetivo de la encuesta.- Esta encuesta tiene como objeto medir el nivel de conocimiento de la sociedad laboral y su interés en comprometerse con el ahorro energético, esta encuesta es aplicada a los técnicos y usuarios de la energía eléctrica.

1. Empleo de aparatos eléctricos eficientes en sus instalaciones.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	7	47%
BUENO / FRECUENTE	5	33%
REGULAR / MUY POCO	3	20%
INEXISTENTE	0	0%
TOTAL	15	100%

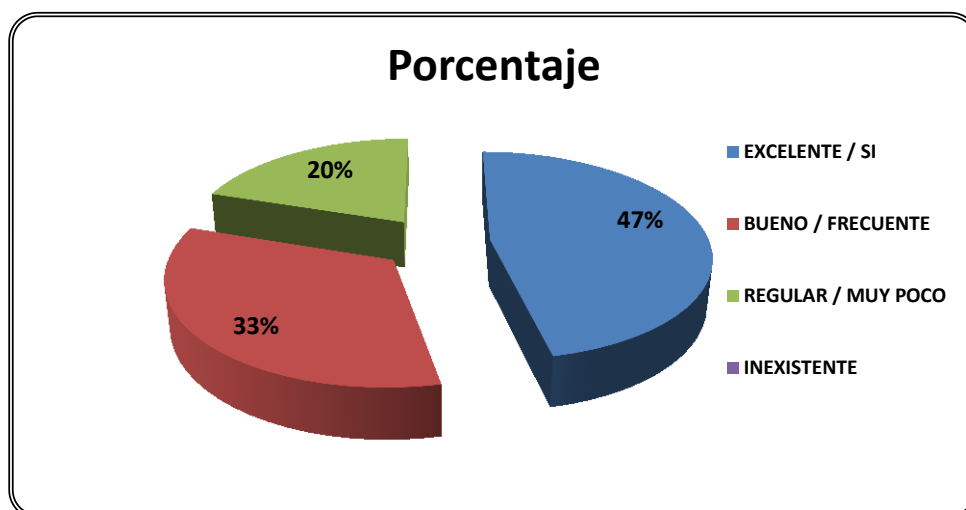


Figura 26 Comportamiento de la respuesta 1

El uso de equipos eficientes es una práctica dentro de la empresa, hay varios equipos como aires acondicionados del tipo inverter que aportan a un consumo racional de la energía.

2. Mantenimiento en los equipos eléctricos.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	3	20%
BUENO / FRECUENTE	10	67%
REGULAR / MUY POCO	2	13%
INEXISTENTE	0	0%
TOTAL	15	100%

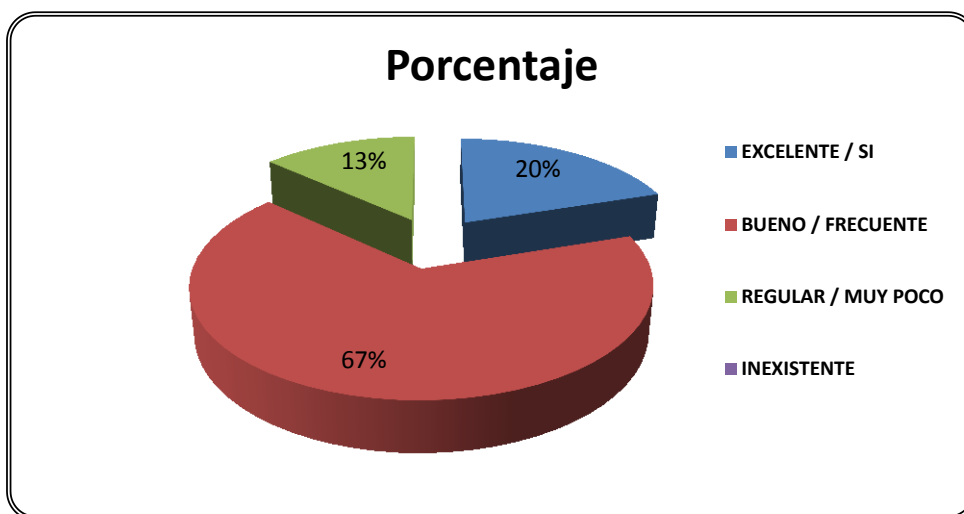


Figura 27 Comportamiento de la respuesta 2

En cada uno de los taladros de perforación que pertenecen a HP existen técnicos del área eléctrica dedicados a realizar los mantenimientos de los equipos por tal razón el manejo de los mantenimientos esta entre bueno y excelente.

3. Aislamiento térmico en las instalaciones.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	4	27%
BUENO / FRECUENTE	8	53%
REGULAR / MUY POCO	3	20%
INEXISTENTE	0	0%
TOTAL	15	100%

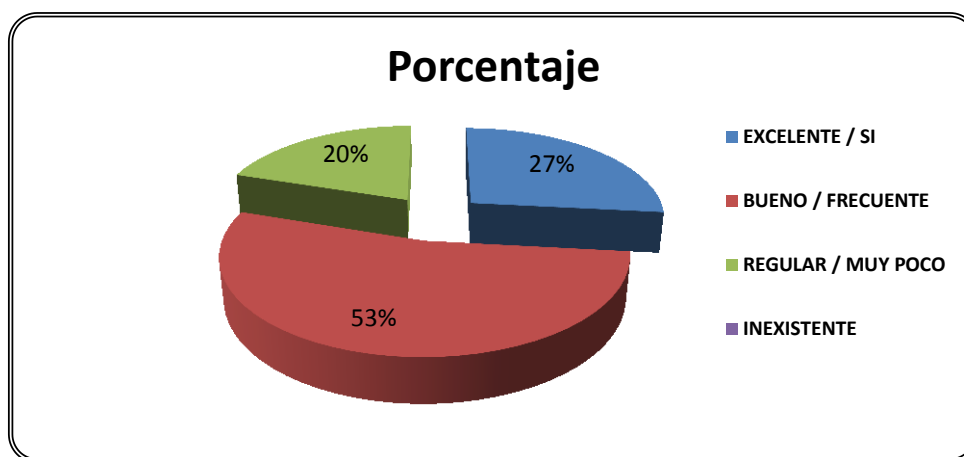


Figura 28 Comportamiento de la respuesta 3

Los aislamientos térmicos en las instalaciones en las cuales se requieren ambientes frescos son de extrema importancia para el consumo de energía la empresa tiene un buen manejo de estos ambientes este manejo está entre bueno y excelente.

4. Informativos de un buen hábito de consumo de energía.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	1	7%
BUENO / FRECUENTE	3	20%
REGULAR / MUY POCO	3	20%
INEXISTENTE	8	53%
TOTAL	15	100%

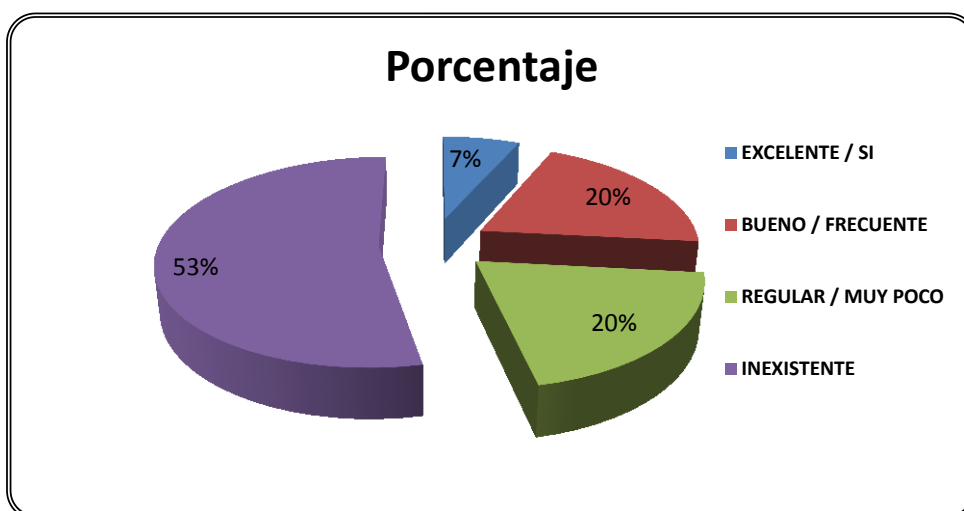


Figura 29 Comportamiento de la respuesta 4

El resultado de esta interrogante nos aclara que la empresa necesita fomentar la cultura energética a sus colaboradores a través de informativos como se puede observar tenemos un alto porcentaje de inexistencia de información relacionada al ahorro energético

5. Utilización de energía alternativa en alguna de las áreas del Rig.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	0	0%
BUENO / FRECUENTE	1	7%
REGULAR / MUY POCO	4	27%
INEXISTENTE	10	67%
TOTAL	15	100%

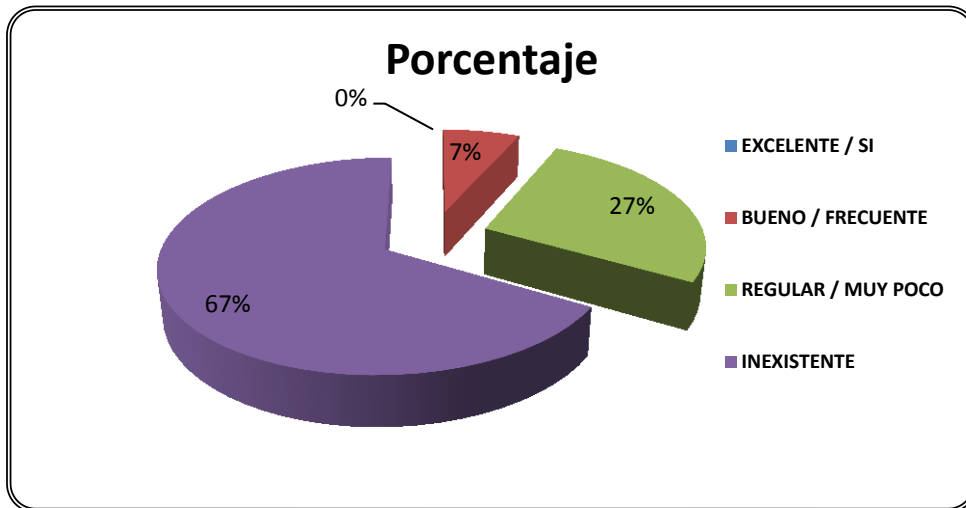


Figura 30 Comportamiento de la respuesta 5

El uso de energías alternativas es muy bajo en este tipo de industrias, fomentar la utilización de energías renovables es un verdadero reto. Actualmente en el país está en curso la construcción de plantas hidroeléctricas; no está por demás proponer el uso de esta energía para los procesos de perforación.

6. Uso de bombillas ahorradoras de energía en las instalaciones del Rig

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	5	33%
BUENO / FRECUENTE	9	60%
REGULAR / MUY POCO	0	0%
INEXISTENTE	1	7%
TOTAL	15	100%

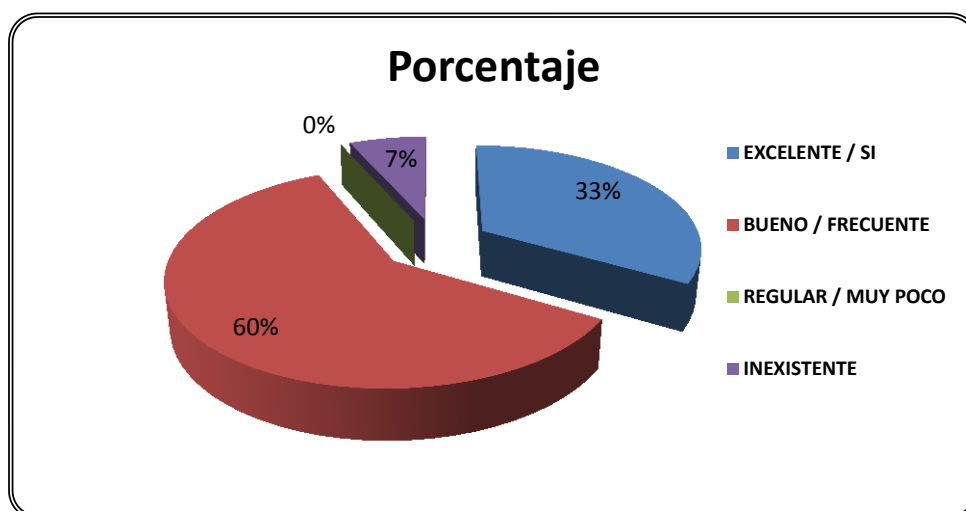


Figura 31 Comportamiento de la respuesta 6

En ciertos lugares de trabajo si existen lámparas ahorradoras pero en la mayoría de las instalaciones es inexistente esta práctica; cabe recalcar que la implementación de lámparas ahorradoras conllevará a un análisis más dedicado por el factor armónico que estas podrían producir.

7. Uso de baterías y pilas recargables para sus aparatos portables.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	6	40%
BUENO / FRECUENTE	4	27%
REGULAR / MUY POCO	4	27%
INEXISTENTE	1	7%
TOTAL	15	100%

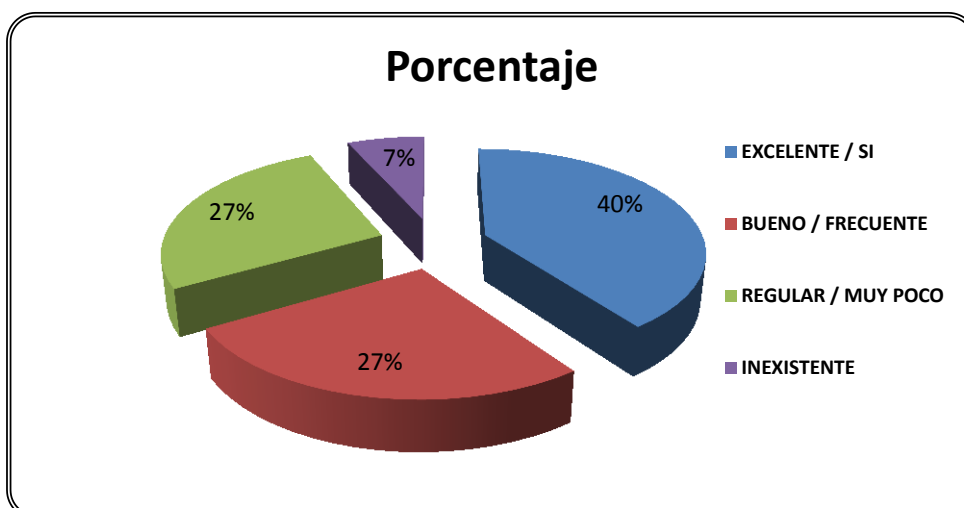


Figura 32 Comportamiento de la respuesta 7

La empresa si utiliza baterías recargables para sus aparatos portables, esta práctica contribuirá a la disminución de desechos contaminantes.

8. En la lavandería utilizan de forma óptima las maquinas lavadoras y secadoras.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	1	7%
BUENO / FRECUENTE	12	80%
REGULAR / MUY POCO	2	13%
INEXISTENTE	0	0%
TOTAL	15	100%

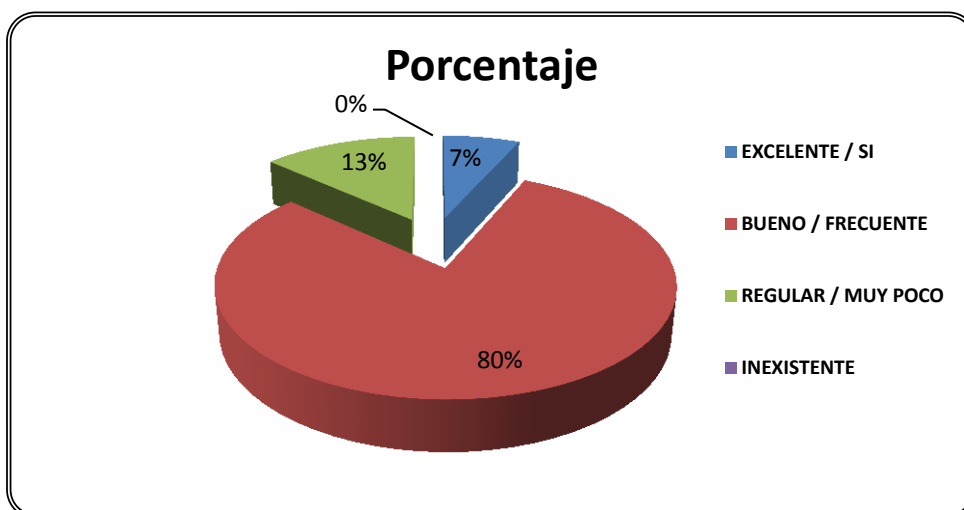


Figura 33 Comportamiento de la respuesta 8

El uso de las máquinas en el sitio de lavandería es racional, el personal está entrenado y es consciente del uso adecuado de estas máquinas; hay un 13% que considera que este manejo es inadecuado un dato que aportará a la propuesta final de este trabajo.

9. Apaga las luces y aire acondicionado cuando abandona las oficinas?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	1	7%
BUENO / FRECUENTE	5	33%
REGULAR / MUY POCO	5	33%
INEXISTENTE	4	27%
TOTAL	15	100%

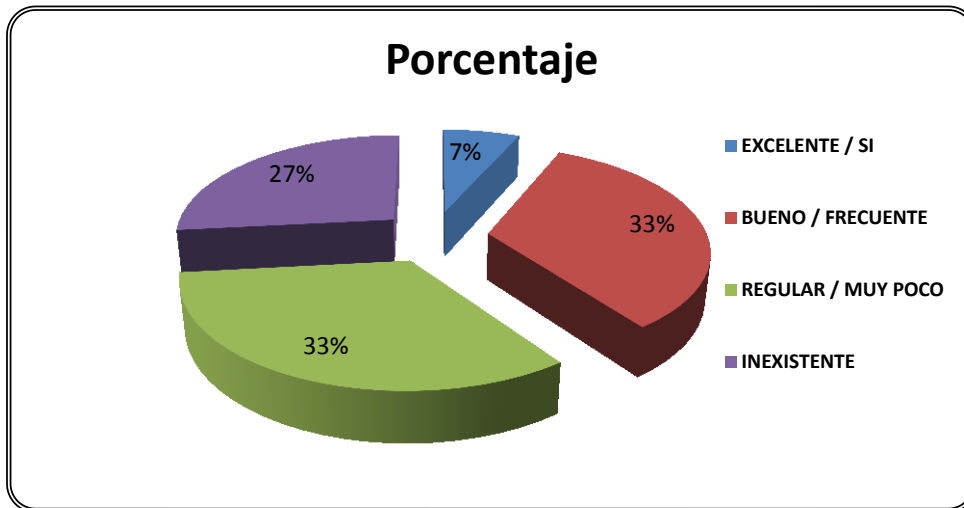


Figura 34 Comportamiento de la respuesta 9

En el lugar de oficinas y vivienda el manejo energético es medio, los resultados nos dan una idea clara que la empresa necesita fomentar el ahorro de energía mediante información a sus colaboradores.

10. Apaga la pantalla del ordenador cuando no lo está utilizando?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	2	13%
BUENO / FRECUENTE	2	13%
REGULAR / MUY POCO	10	67%
NO / INEXISTENTE	1	7%
TOTAL	15	100%

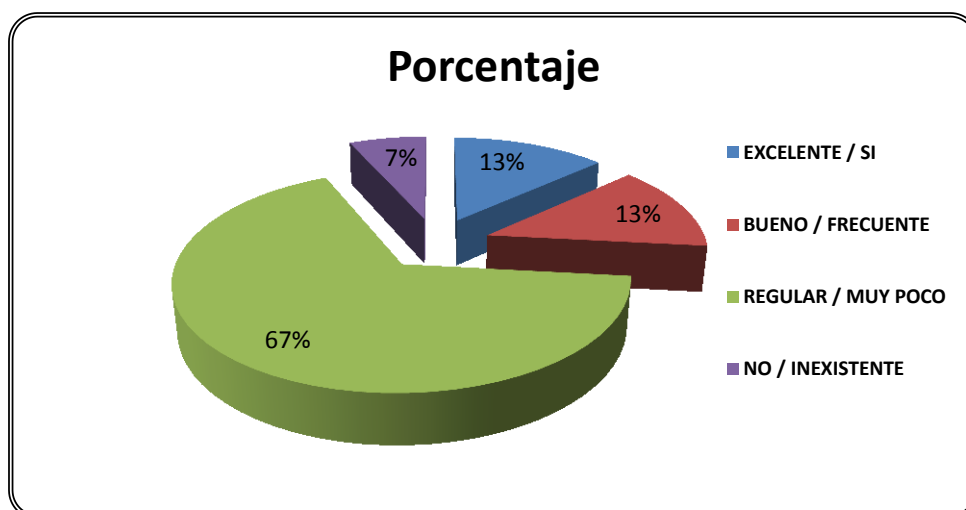


Figura 35 Comportamiento de la respuesta 10

El concepto de cultura energética no es claro en ningún nivel de la organización es evidente que el personal que labora en las oficinas no tiene la debida información acerca de los beneficios con el ahorro energético.

11. Deja el TV y DTV encendido cuando no lo está usando?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	2	13%
BUENO / FRECUENTE	7	47%
REGULAR / MUY POCO	2	13%
NO / INEXISTENTE	4	27%
TOTAL	15	100%

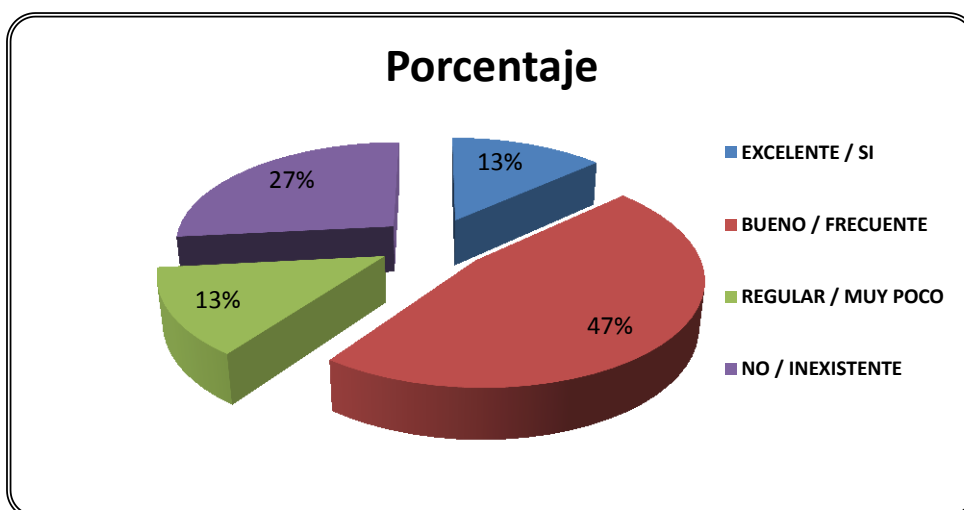


Figura 36 Comportamiento de la respuesta 11

El 47% si apaga televisores y equipos de DTV cuando no están utilizando para el 27% es inaplicable para el 13% lo hace con poca frecuencia y el 13% restante lo hace siempre; la información de ahorro energético debe ser aplicado a todos los niveles de la organización.

12. Comparte con sus compañeros de trabajo prácticas de ahorro energético?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE / SI	3	20%
BUENO / FRECUENTE	3	20%
REGULAR / MUY POCO	7	47%
NO / INEXISTENTE	2	13%
TOTAL	15	100%

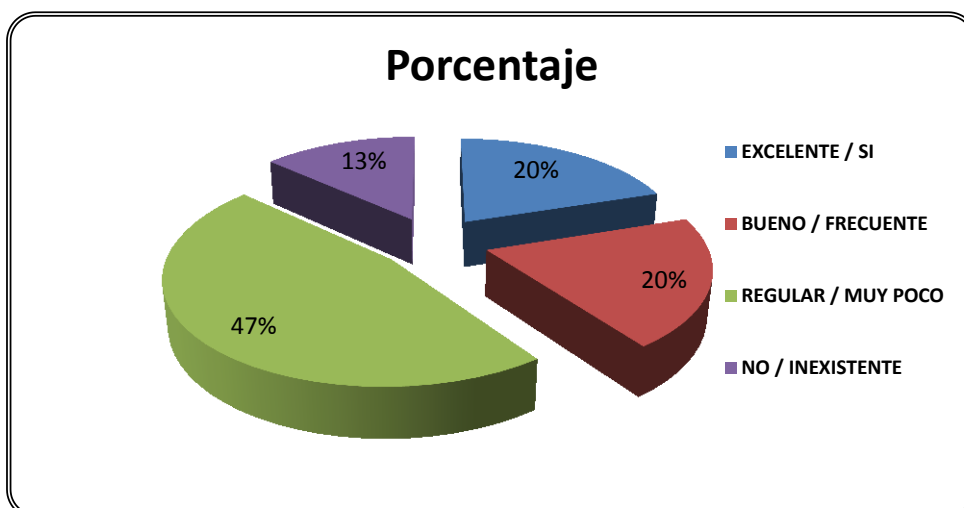


Figura 37 Comportamiento de la respuesta 12

El 47% de los empleados comenta de temas energéticos con los compañeros de trabajo el 20% lo hace más frecuente el otro 20% lo hace siempre este resultado indica que las personas si tiene interés en el tema de energía por tanto un plan de difusión de información si será aceptado en la empresa por los trabajadores.

Diagrama Causa-Efecto.

El análisis de causa y efecto nos dará una idea clara de las causas que están afectando a la eficiencia energética de la empresa con la ayuda del gráfico de Ishikawa tendremos un medio Figura representativo de este análisis.

Este diagrama causa efecto se lo ha realizado solamente como una herramienta de ayuda para determinar las principales causas que provocan altos consumos de energía eléctrica y contrastar resultados.

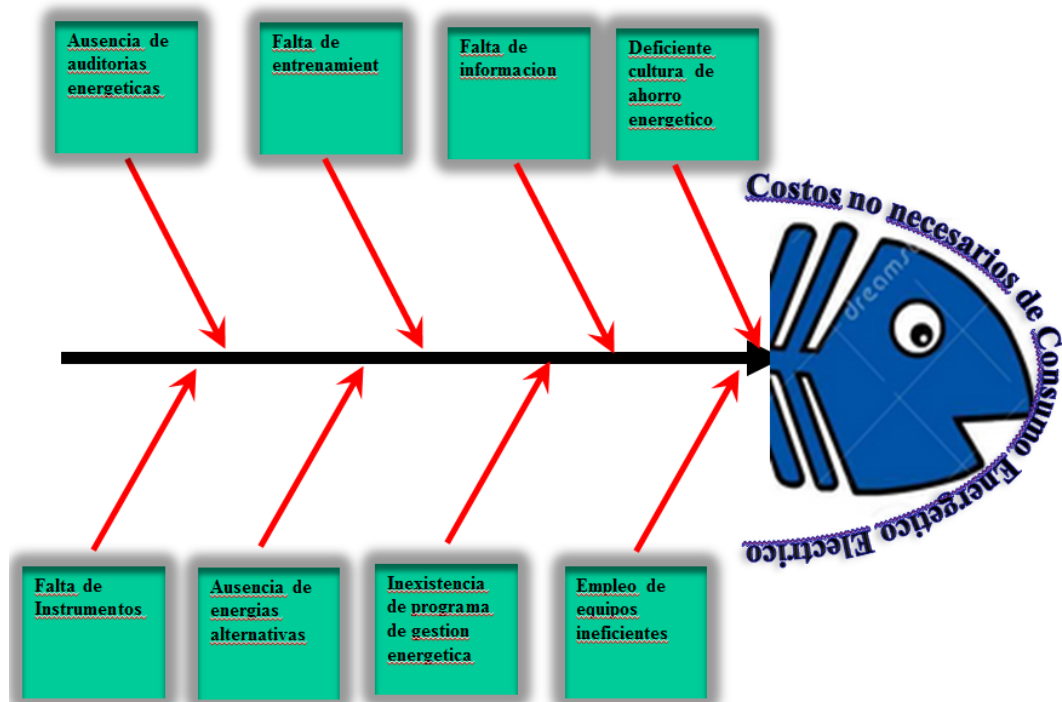


Figura 38 Espina de pescado.

Tabla 6: Principales causas, sus efectos y oportunidades de mejora.

Causa	Efecto	Oportunidad
Deficiencia en la cultura de ahorro energético.	Desperdicio de energía eléctrica por la falta de concientización de las personas.	Concientización del personal en el uso racional de la energía eléctrica.
Falta de información y entrenamiento al personal de la empresa.	El desconocimiento hace que la conducta de las personas frente al ahorro energético sea omitido por lo tanto hay consumos innecesarios.	Iniciar con campañas informativas y de formación así como publicaciones a nivel empresarial a cerca del ahorro energético y sus beneficios.
Ausencia de auditorías energéticas.	Ineficiencia en el consumo energético eléctrico	La gestión energética inicia con una auditoría energética, para que de esta se deriven resultados y oportunidades de mejora.
Empleo de equipos ineficientes.	Aumento del consumo energético no aprovechado en los procesos.	Actualizar equipos para optimizar el uso de la energía.

4.3. ANÁLISIS DE COSTO DE ENERGÍA

El comportamiento del consumo y costo mensual entre el año 2012 y 2013 en el proceso de perforación de pozos petroleros se muestra

Tabla 7: Consumo y Costo energético por mes período 2012 – 2013

Mes	Galones de Diesel	MWh	USD
Septiembre	29226	362	90601
Octubre	22102	274	68516
Noviembre	41021	508	127165
Diciembre	43364	537	134428
Enero	34177	424	105949
Febrero	37025	459	114778
Marzo	32909	408	102018
Abril	45500	564	141050
Mayo	42694	529	132351
Junio	49636	615	153872
Julio	37533	465	116352
Agosto	46158	572	143090
TOTAL	461345	5717	1430170

La tabla anterior muestra la cantidad de combustible que se ha consumido durante el periodo 2012 – 2013 y el costo mensual generado por este consumo; hay que anotar que estos valores son totales consumidos en el Rig de perforación en el período analizado de estos valores se derivarán los que se involucran en el proceso de perforación propiamente dicho.

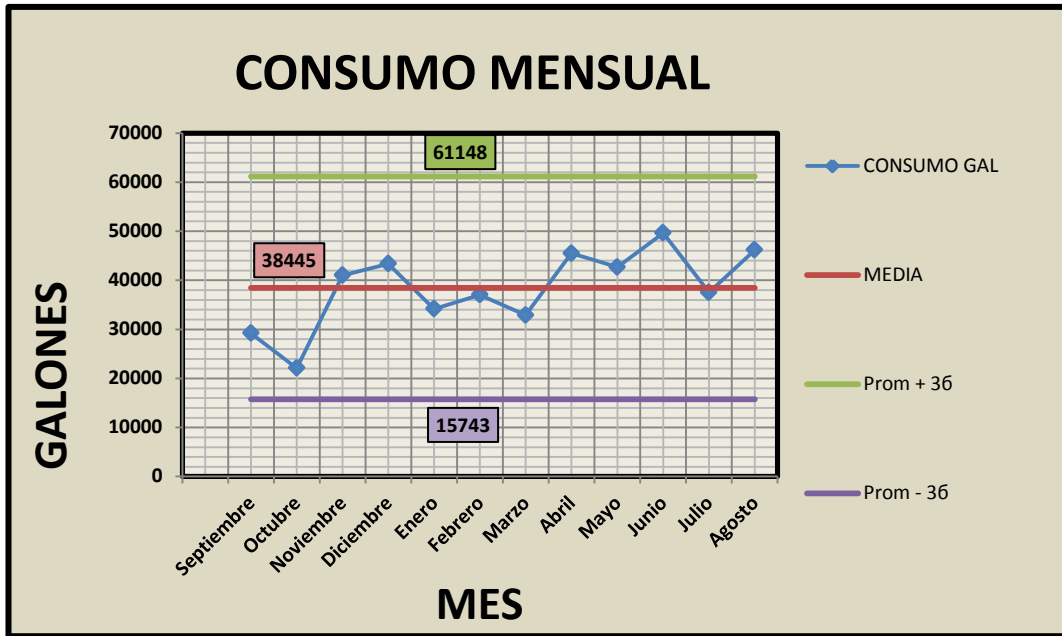


Figura 39 Consumo Combustible 2012 - 2013

La grafica de control del consumo mensual de combustible no tiene puntos fuera de rango por tanto nos muestra normalidad; la variación está dentro del rango, no hay dispersiones fuera de los limites superior o inferior.

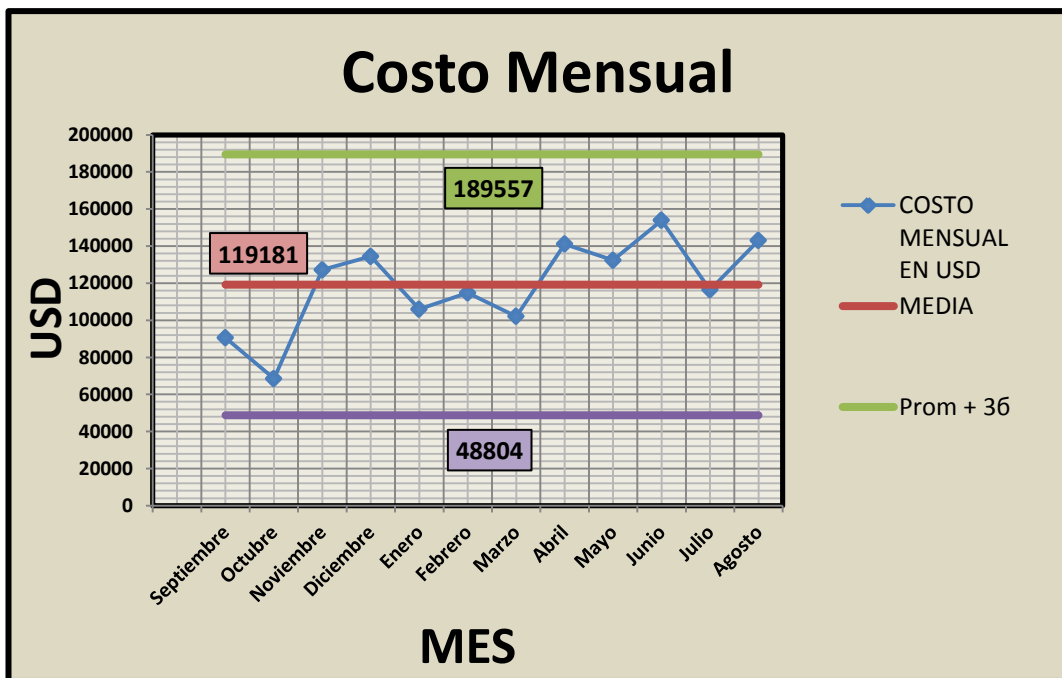


Figura 40 Costo Mensual Energético 2012 - 2013

En esta Figura de control analizamos el costo del consumo mensual de los generadores del Rig, podemos apreciar diferencias en los valores como en el mes de octubre el más bajo y el mes de Junio el más alto, hay que señalar que el consumo del taladro es muy dependiente de las operaciones que se están realizando las cuales pueden ser Rig Down, Rig Up, Rig Move, Drilling, Tripping and Waiting.

Para clarificar también se ha realizado un análisis de costo no mensual sino durante los procesos de perforación propiamente dichos, de tal manera que hemos obtenido la información de los pozos perforados durante el periodo Septiembre 2012 hasta Agosto 2013 los cuales son 10; a continuación describiremos cada uno de los pozos con sus nombres, el tiempo de duración del proceso de perforación el cual se ha limitado desde el día de inicio del pozo “Spud Day” y el día de finalización del mismo denominado como “Release Day”

Pozos perforados por el Rig 176 durante Septiembre 2012 hasta Agosto 2013.

El análisis siguiente es del costo de la energía generada para satisfacer las necesidades operativas en el proceso propiamente dicho de perforación de cada uno de los pozos petroleros perforados durante las fechas en análisis, cabe señalar que en este periodo Septiembre 2012 hasta Agosto 2013 la compañía Helmerch and Payne del Ecuador ha perforado 10 pozos para el Consorcio Shushufiundi cliente para las fechas citadas.

Tabla 8: Consumo y Costo energético por pozo perforado 2012 – 2013

Periodo		Pozo	MWh	USD	Galones de Diesel
16-Sep	24-Oct	SSF-199D	561	140346	45273
1-Nov	1-Dec	SSF-244D	500	128653	41501
12-Dec	9-Jan	SSF-181D	628	153614	49553
21-Jan	19-Feb	SSF-246D	576	142461	45955
23-Feb	18-Mar	SSF-245D	468	116120	37458
29-Mar	27-Apr	SSF-163D	523	128551	41468
27-Apr	16-May	SSF-290D	472	112961	36439
26-May	23-Jun	SHS-225D	601	145793	47030
23-Jun	24-Jul	SHS-220D	646	154507	49841
7-Aug	12-Sep	AGU-5DB	577	136980	44187

TOTAL	5553	1359986	394518
--------------	-------------	----------------	---------------

En el recuadro se especifica el nombre de cada uno de los pozos, el rango de fechas en las cuales estos fueron perforados, el número de días de duración del proceso de perforación, el consumo de diesel usado durante el proceso y el valor en USD que se ha utilizado. Como dato informativo señalo que el precio por galón de combustible para el sector industrial es de 3,10 USD por galón. Cabe señalar que tanto en la tabla como en los gráficos no se ha considerado el costo no relacionado con la perforación, pero este será incluido para el análisis de costo – producción de cada uno de los pozos perforados.

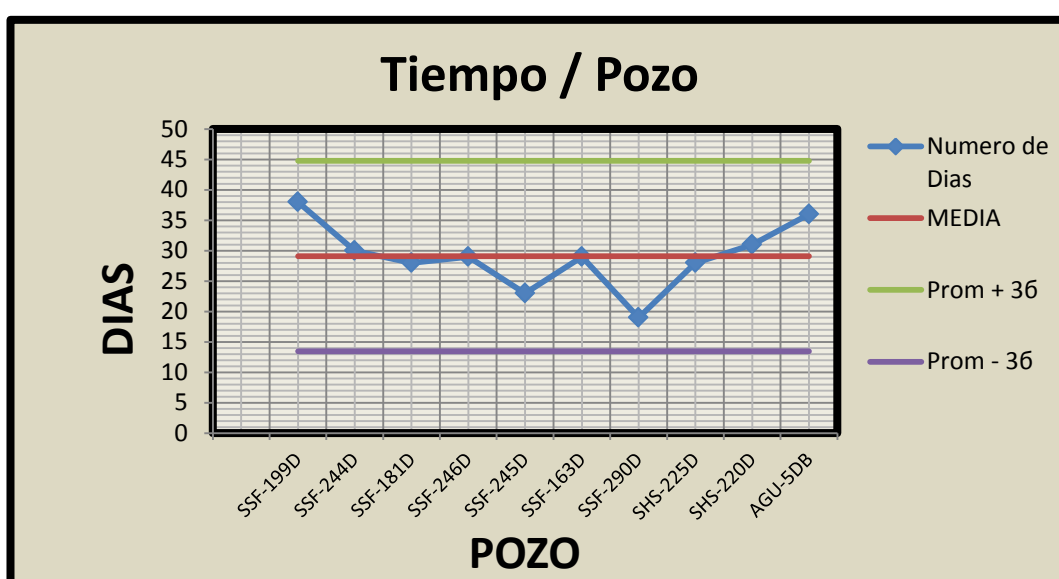


Figura 41 Número de Días por Pozo

Un factor importante dentro de este análisis y que nos servirá más adelante en el trabajo es el número de días que el Rig de perforación permanece activo en el pozo petrolero el inicio del periodo se denomina SPUD DAY y es tomado en cuenta desde cuando la compañía quien contrata los servicios da la aceptación del equipo para el trabajo de perforación desde este momento el Rig tiene una tarifa diaria por los servicios prestados hasta el día denominado RELEASE DAY que es cuando la compañía contratante libera al taladro hasta iniciar un nuevo pozo petrolero; por lo tanto el consumo de combustible también será un valor del cual la compañía que contrata tendrá que tomar en cuenta ya que estos son gastos entre las fechas Spud y Release son reembolsables; no se ha anotado anteriormente pero

la eficiencia en el consumo de combustible en realidad beneficiará económicamente a la compañía contratante mas no a Helmerich and Payne; pero este estudio nos orientará a mejorar los procesos, los equipos y la calidad del personal para alcanzar un nivel óptimo de competitividad en el mercado de la perforación y adicionalmente aportando al cuidado medioambiental que es responsabilidad de todos.

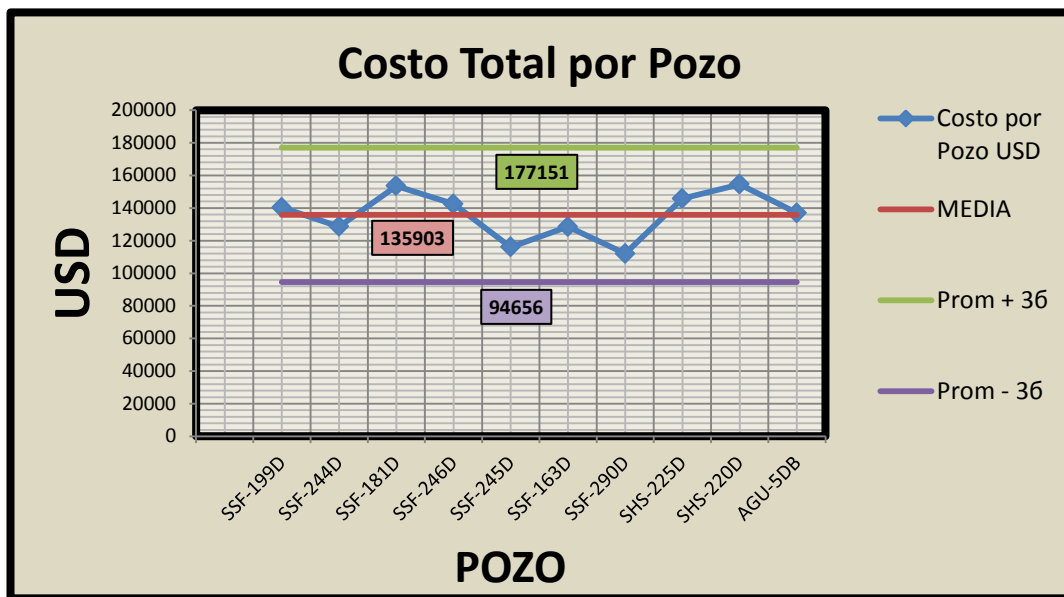


Figura 42 Costo por Pozo Energético 2012 - 2013

En la Fig 42 se relacionan los pozos perforados en el periodo en análisis en relación a su costo total, observamos que ninguno de los valores esta fuera de los rangos; tienen una dispersión normal, hay variación en los valores pero esto depende de la profundidad perforada, las formaciones encontradas en cada uno de los procesos, el diseño de cada uno de los pozos los métodos de ingeniería aplicados, los suministros utilizados entre otros factores externos en los cuales no podemos influir.

Estos valores son del costo total mientras dura la fabricación del pozo petrolero estos procesos incluyen perforación, direccionamiento, corrida de revestimiento, cementación y completación.

El análisis planteado en este estudio está enfocado exclusivamente a la perforación por tal motivo a continuación analizaremos los costos generados por

dicho proceso en cada uno de los pozos fabricados por la compañía Helmerich and Payne del Ecuador con su taladro Rig 176.

Análisis costo – producción.

A continuación se realizará el análisis costo producción para poder revelar importante información sobre el proceso de perforación, en este caso se utilizará el costo generado versus el avance en la perforación ya que este es el servicio que la empresa Helmerich and Payne presta a la industria.

Estos gráficos nos darán las siguientes utilidades.

- Determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.
- Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre sí, y por tanto, si el indicador es válido o no.
- Identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción.
- Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

Pozo SSF-199D.

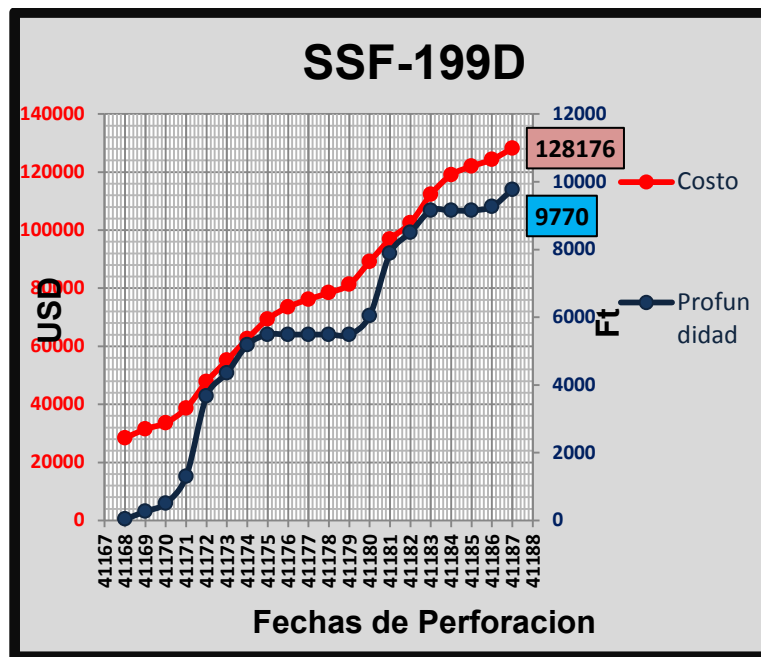


Figura 43 Costo - Profundidad – SSF 199D

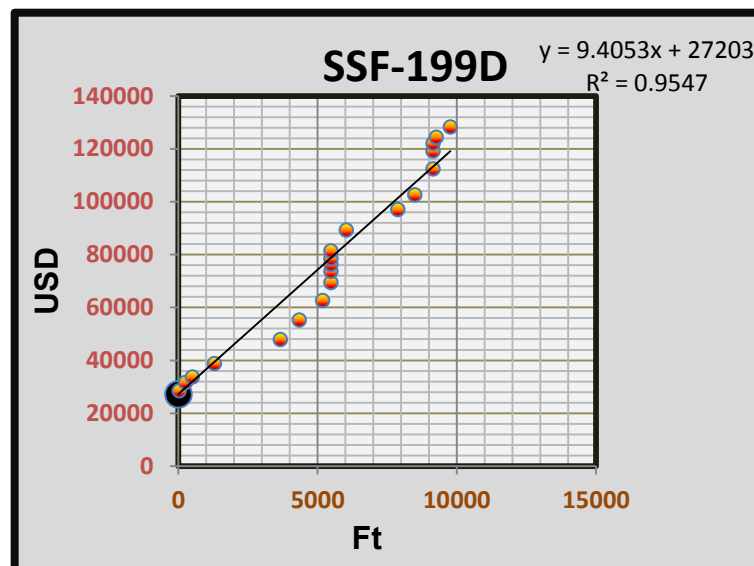


Figura 44 Correlación Costo – Profundidad SSF-199D

Pozo SSF-199D

En el proceso de perforación del Pozo denominado SSF-199D con una duración de 39 días totales en el pozo y 19 días en el proceso de perforación en el tenemos dos intervalos de tiempo del 23 al 27 de Septiembre y del 1 al 4 de Octubre en los cuales los valores de profundidad se mantienen en un mismo valor esto es debido a tareas necesarias que se realizan mientras se fabrica el pozo tales como limpieza, cementación o a su vez tiempos no productivos; cabe señalar que la pendiente de crecimiento del costo disminuye puesto que el consumo en estas etapas es menor.

Observamos un valor de $R^2 = 0,95$ lo que nos indica que el 95% de la variación en el costo es proporcional al avance de la profundidad perforada. Además podemos apreciar un valor de 27202.5 USD que no está asociado con la producción, este valor se ha obtenido de los consumos de energía extras tales como consumos en campamentos, oficinas e iluminación.

El costo total del consumo energético eléctrico en el proceso de perforación del pozo SSF-199D es de 128176 tomando en cuenta los costos no relacionados a la producción alcanzando una profundidad total de 9770 Ft; es importante anotar que durante la fabricación de este pozo se tuvo 3,5 horas de downtime; este tiempo no productivo puede ser causa de reparaciones al taladro o esperas no programadas.

Pozo SSF-244D

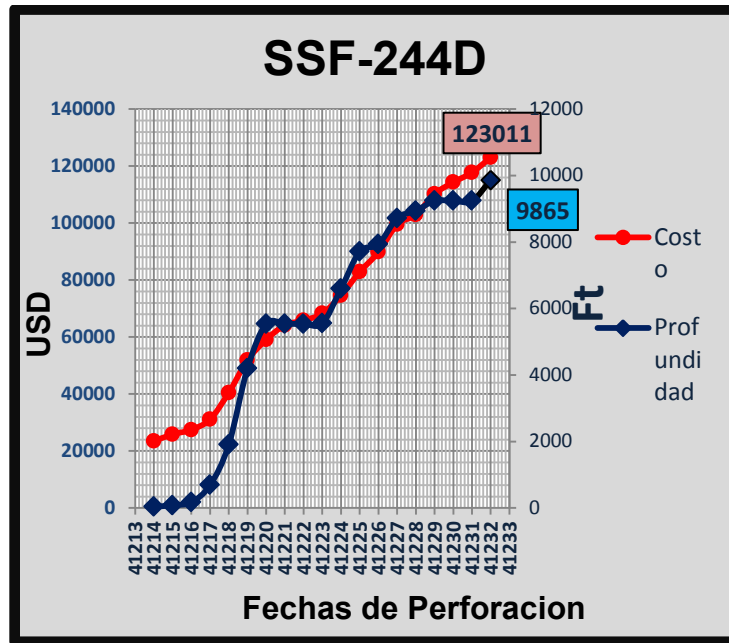


Figura 45 Costo – Profundidad 244D

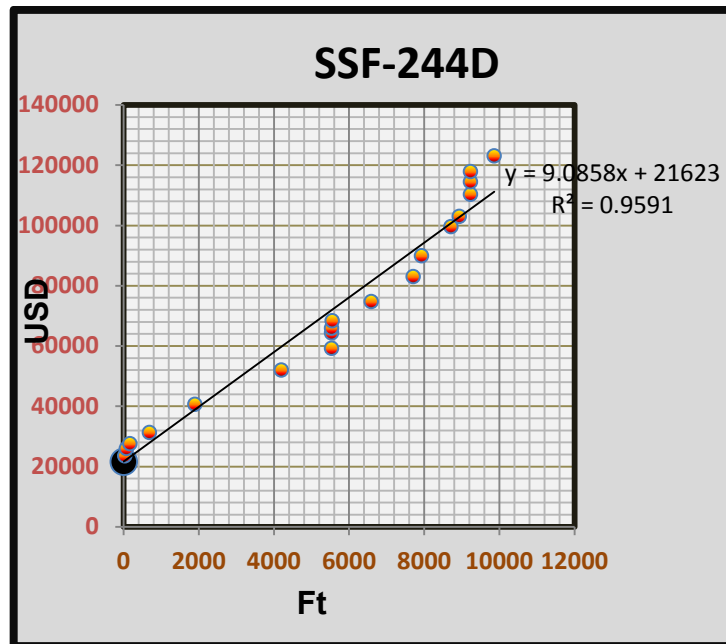


Figura 46 Correlación Costo – Profundidad SSF-244D

Pozo SSF-244D

La perforación de este pozo tuvo una duración de 30 días en total y 18 días en el proceso de perforación; en este podemos observar que la perforación avanza rápidamente desde 688Ft a 4200 Ft a razón de tres días en donde se nota también un crecimiento proporcional en el costo de energía, también tenemos períodos en los cuales la perforación se mantiene en un valor constante y la pendiente en el crecimiento del costo baja; el valor total al final de la perforación es de 123011 USD un 4 % menor al anterior pero alcanzando una profundidad total de 9865Ft en relación con el pozo SSF-199D 95Ft más profundo; podemos observar que a pesar que este pozo tuvo una duración menor en días se alcanzó una profundidad mayor y un costo menor también; el pozo SSF-199D duró 39 días totales 19 en perforación pero en este período hay más tiempo en el cual la perforación se detuvo en dos ocasiones estos tiempos pueden ser tiempos no productivos o tiempos de acondicionamiento, mientras que el SSF-244D duro menor tiempo 18 días; en un análisis breve se denota que el costo de energía para la perforación depende directamente de la profundidad alcanzada e indirectamente del tiempo de duración del pozo ya sea este tiempo por el proceso propiamente dicho como por tiempos no relacionados con la producción; en el SSF-244D solo existió 1 hora de downtime (tiempo no productivo); el costo no relacionado con la producción es de 21622,5 USD menor que en el pozo anterior por el número de días totales en el pozo.

El Pozo SSF-244D fue perforado en otra locación diferente al SSF-199D por lo tanto es importante también mencionar que el factor geológico es un parámetro muy importante de tomar en cuenta en el proceso de fabricación ya que hay diferente tipo de formaciones que se encontrarán a lo largo de los pozos. En la gráfica de regresión se nota un incremento en el valor de $R^2= 0,959$ el cual indica que un 95,9% aproximadamente de la variación del costo fue por el avance en la perforación; notando finalmente que la fabricación de este pozo fue más eficiente que el anterior.

Pozo 181 D

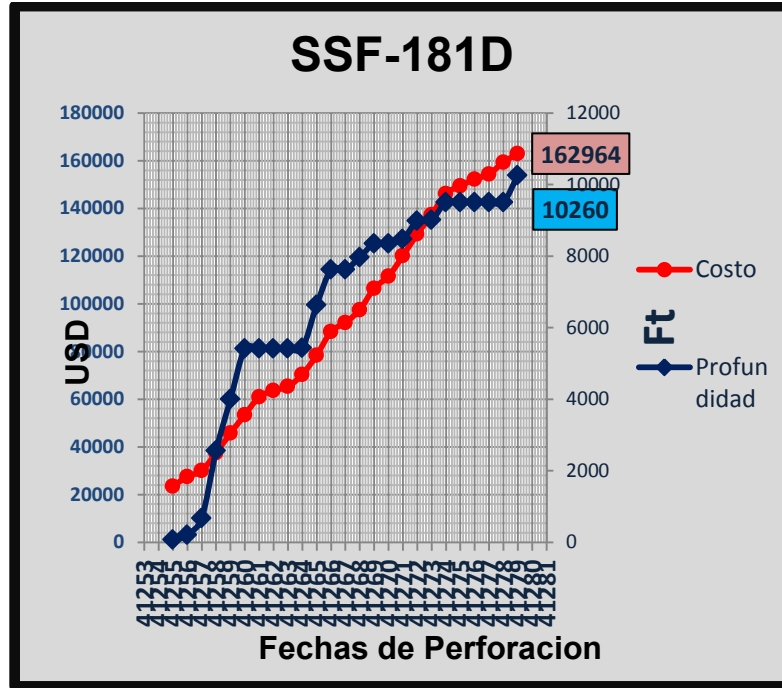


Figura 47 Costo – Profundidad SSF-181D

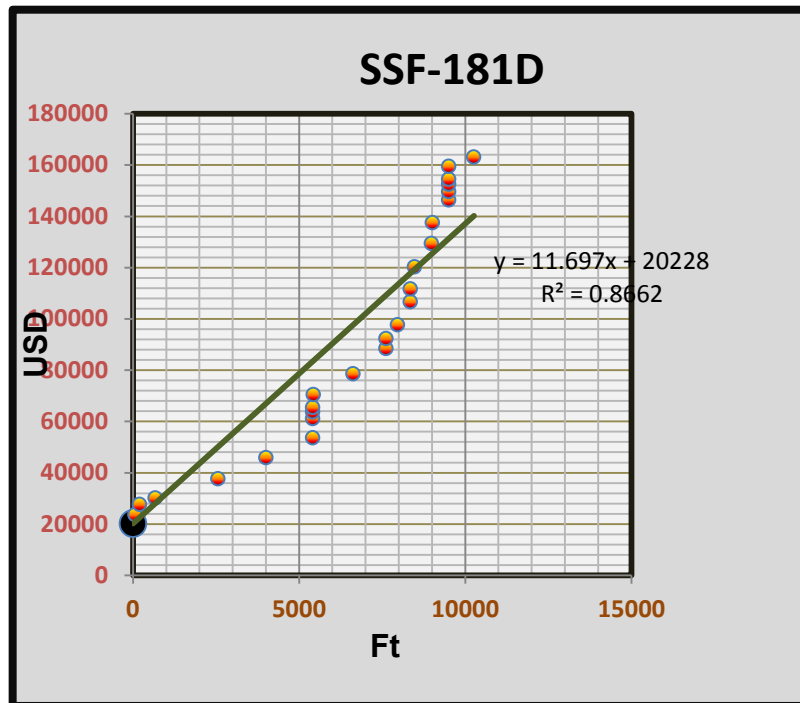


Figura 48 Correlación Costo – Profundidad SSF-181D

Pozo SSF-181D

El inicio de la perforación del pozo denominado SSF-181D fue en diciembre 12 luego de realizar un Rig Move del SSF-244D por lo tanto este fue fabricado en un sitio diferente al anterior; se alcanza una profundidad total de 10260Ft a un valor total en el proceso de la perforación de 162964 USD con una duración de 28 días totales en el pozo y 24 días en el proceso de perforación, en este proceso se experimentó 11,5 horas de downtime a pesar de estos factores adversos a la producción se alcanzó el objetivo; el costo por factores no relacionados con la producción es de 20227.5 USD por los 28 días de duración total en el pozo; en la gráfica costo – profundidad se nota un crecimiento constante mientras se avanza con la perforación y el valor no relacionado con la producción tiene un incremento notable por el tiempo empleado en este pozo, cabe señalar que los valores no relacionados con la producción dependen directamente del tiempo ya que son valores de consumo diario constante.

Observamos en este proceso que tenemos varias paradas en la producción estas son causadas por varios aspectos que ya hemos mencionado anteriormente como procesos paralelos necesarios de acondicionamiento de la estructura del pozo y adicional tiempos no productivos.

En la gráfica de regresión se aprecia una disminución en el factor $R^2 = 0,866$ pero este valor aún sigue siendo un valor de correlación alto.

Pozo SSF-246D

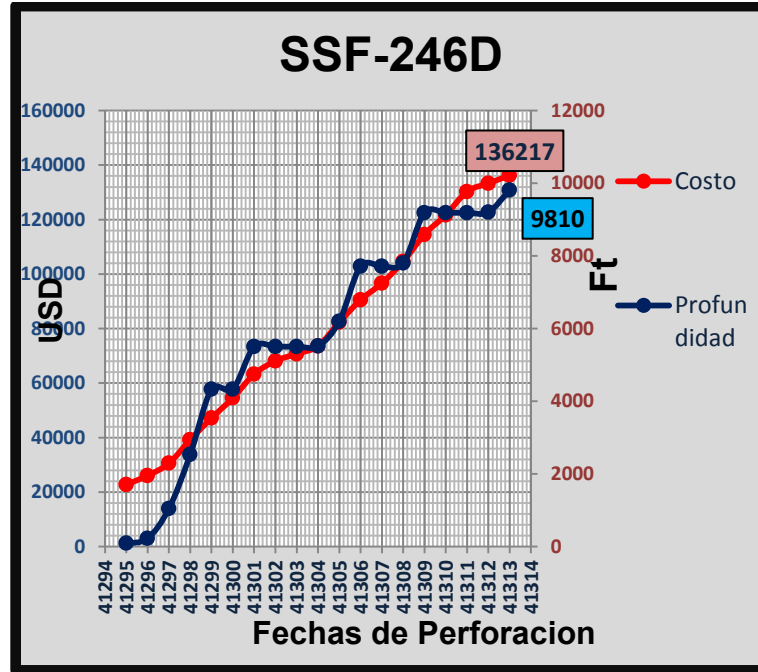


Figura 49 Costo – Profundidad SSF-246D

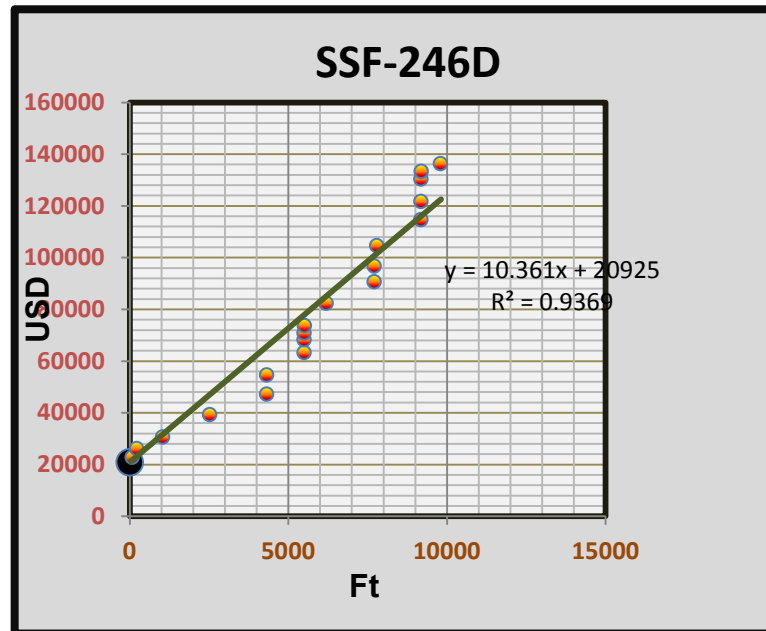


Figura 50 Correlación Costo – Profundidad SSF-246D

Pozo SSF-246D

SSF-246D fue realizado en un período de 30 días luego de un movimiento el cual tuvo una duración de 12 días, este pozo alcanzó una profundidad total de 9810 Ft con un costo total de energía eléctrica de 136217 USD durante la perforación cuya duración fue de 19 días, las gráficas nos muestran que existieron periodos en los cuales la perforación no tiene ningún avance pero esto es debido a procedimientos de acondicionamiento, existió solamente una hora de downtime a pesar que este pozo tiene aproximadamente la misma duración que el SSF-244D que son 19 días observamos que el costo es mayor ya que en la fabricación del SSF-246D existieron mayores tiempos de acondicionamiento a mas que las formaciones encontradas en este proceso fueron mucho mas duras las cuales exigieron un mayor consumo de combustible, mayor etapas de acondicionamiento y por ende mayor costo.

El Figura de regresión nos muestra una disminución en la correlación de las variables costo – producción a 0,93; sin embargo es una correlación alta.

Pozo SSF-245D



Figura 51 Costo – Profundidad SSF-245D

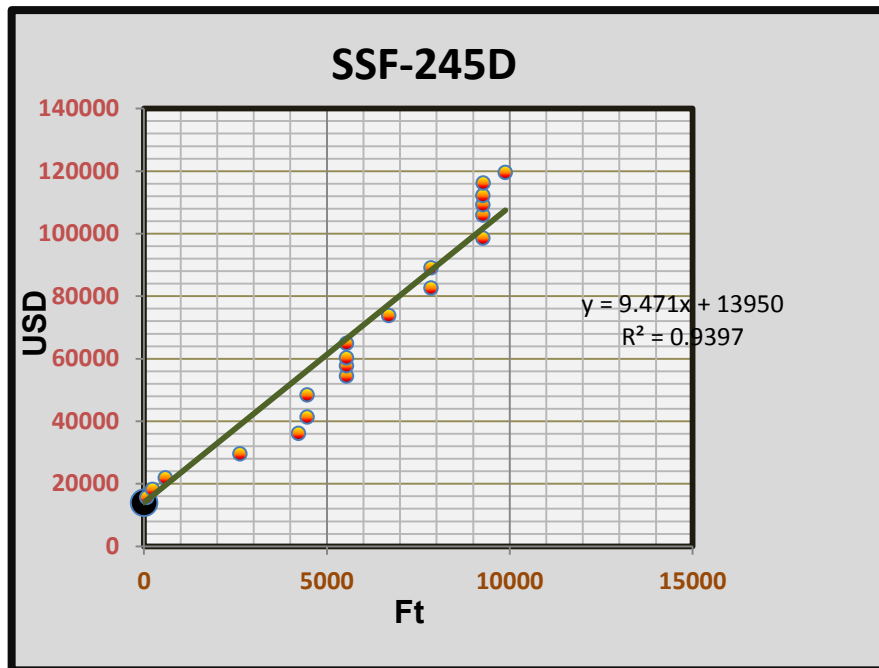


Figura 52 Correlación Costo – Profundidad SSF-245D

Pozo SSF-245D

El pozo SSF-245 tiene una duración en la perforación de 20 días, a pesar de esto el costo en la fabricación es menor a los anteriores, hay varias causas que producen este efecto tales como las formaciones encontradas se nota claramente en la gráficas que el avance en la perforación es muy rápida por lo tanto el consumo necesario para este avance es menor de igual manera el costo de la energía tenemos incrementos en la profundidad de 500 Ft a 4200 en razón de 2 días de perforación esto nos da una idea clara que las formaciones encontradas son suaves y permeables las cuales no requieren una gran demanda de torque en la rotación en la maquinaria.

La curva de regresión lineal que compara el costo con la profundidad tiene un valor del índice de determinación es alto de 0,93.

Pozo SSF-163D

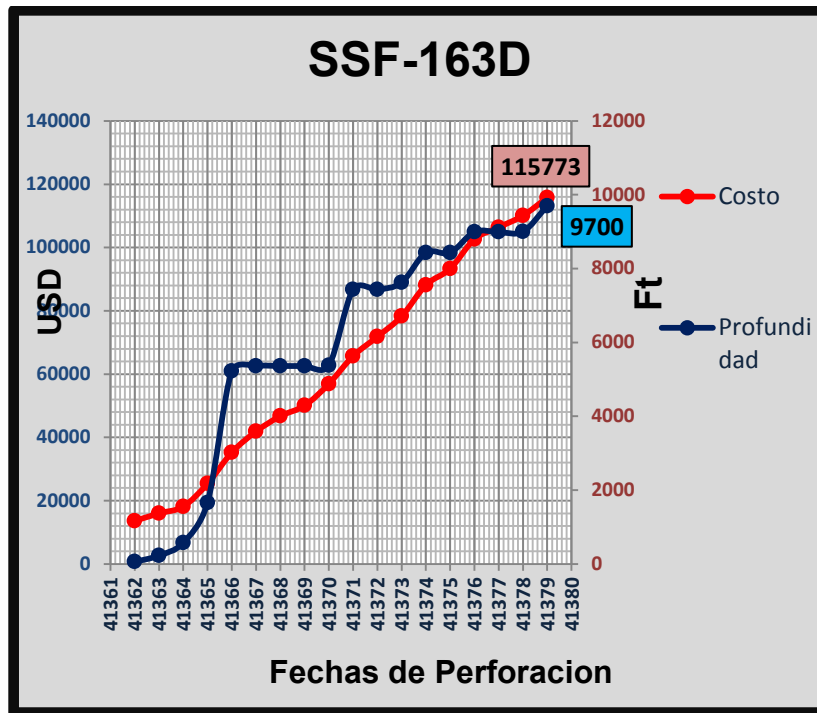


Figura 53 Costo – Profundidad SSF-163D

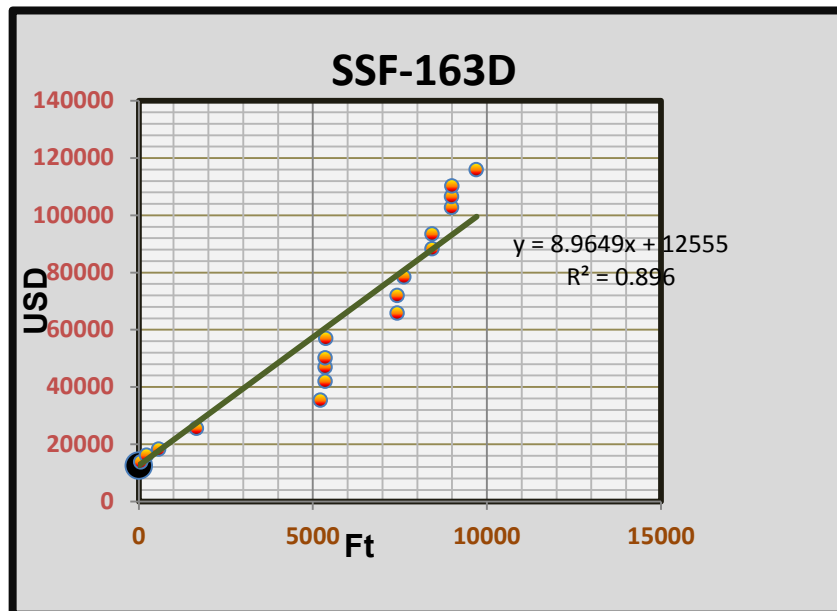


Figura 54 Correlación Costo – Profundidad SSF-163D

Pozo SSF-163D

Este pozo fue fabricado en un periodo total de perforación de 18 días, el valor total para el proceso de perforación es de 115773 alcanzando una profundidad total de 9700 Ft y solamente con un tiempo no productivo de 0,5 horas de downtime.

Se puede notar en graficas que se tienen paradas obligadas en la producción por situaciones ya mencionadas como acondicionamiento del pozo, toma de medidas, surveys, entre otras situaciones que no afectan indirectamente al costo total de la perforación; también se nota que existen formaciones muy suaves que permiten que el avance de la perforación sea rápida y sin mayor consumo de energía se puede apreciar avances de 1500Ft y 2000 Ft en razón de 1 a 1.5 días este tipo de formaciones hacen que los costos en la perforación sean menores.

La curva de regresión lineal nos indica una relación directa del costo de la energía con el avance en la perforación, en este caso el valor de R^2 es 0.86 que no indica un valor de correlación alto

Pozo SSF-290

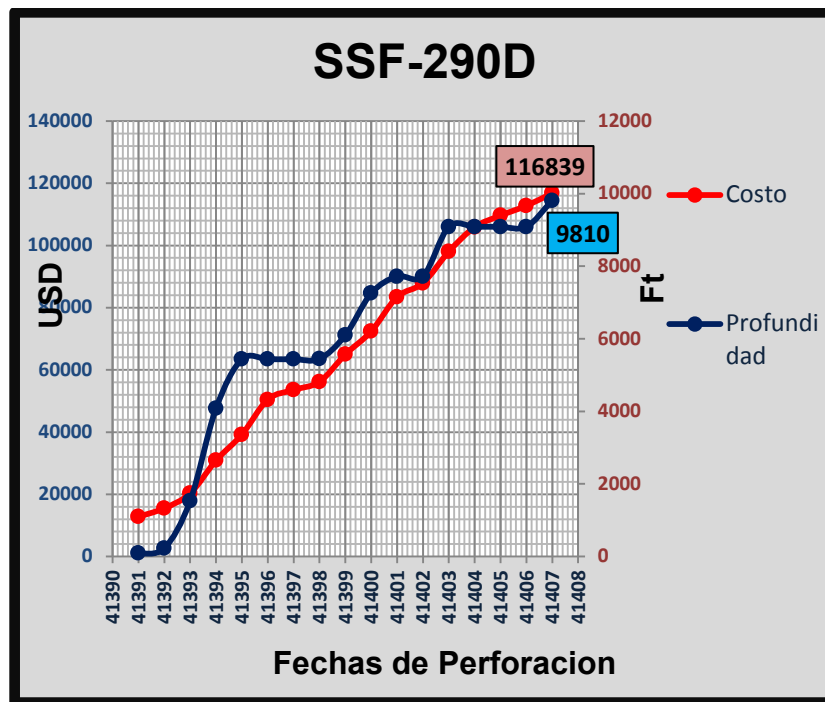


Figura 55 Costo – Profundidad SSF-290D

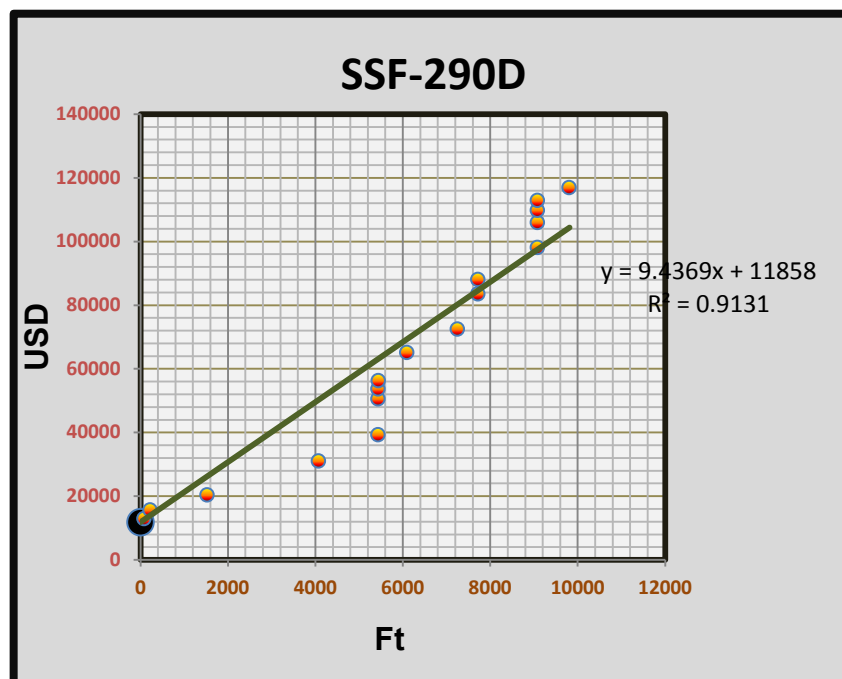


Figura 56 Correlación Costo – Profundidad SSF-290D

Pozo SSF-290D

El Pozo SSF-290 alcanza una profundidad de 9810 Ft, en un periodo total de perforación de 17 días de perforación a un valor total de 116839 USD en este proceso se tuvieron 1.5 horas de downtime o tiempo perdido debido a una falla eléctrica en el sistema sin embargo estos tiempos no afectan notablemente al costo de la perforación pero si deberían ser un punto que tomar en cuenta para las oportunidades de mejora.

El avance en la perforación es muy buena entre el segundo y cuarto día de perforación y también se nota en las gráficas que no fueron necesarios varios días de acondicionamiento en este pozo solo se tuvieron dos paros en el avance de la perforación por razones de acondicionamiento que fueron en 5000, 7000 y 9000 pies aproximadamente cabe señalar que en todos los pozos tendremos estas tiempos parados en perforación necesarios para acondicionamiento del pozo.

El valor del costo no relacionado con la producción en este pozo es bajo comparado con los demás valores del análisis y esto se debe al tiempo total del Rig en el sitio del pozo; este tiempo fue de 20 días puesto que en este pozo no se realizaron tareas de completación de pozo las cuales tardan aproximadamente entre 7 y 10 días; esta es la razón que los otros pozos tienen una duración total en sitio aproximado de 30 días.

El coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0.91 alto no indica la existencia de correlación entre el costo empleado y la profundidad alcanzada.

Pozo SSF-225D

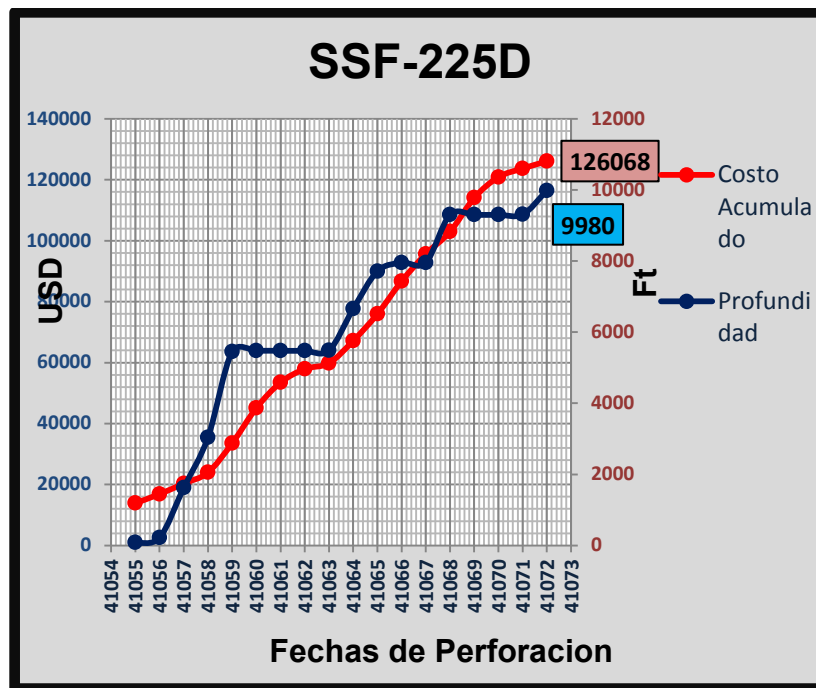


Figura 57 Costo – Profundidad SSF-225D

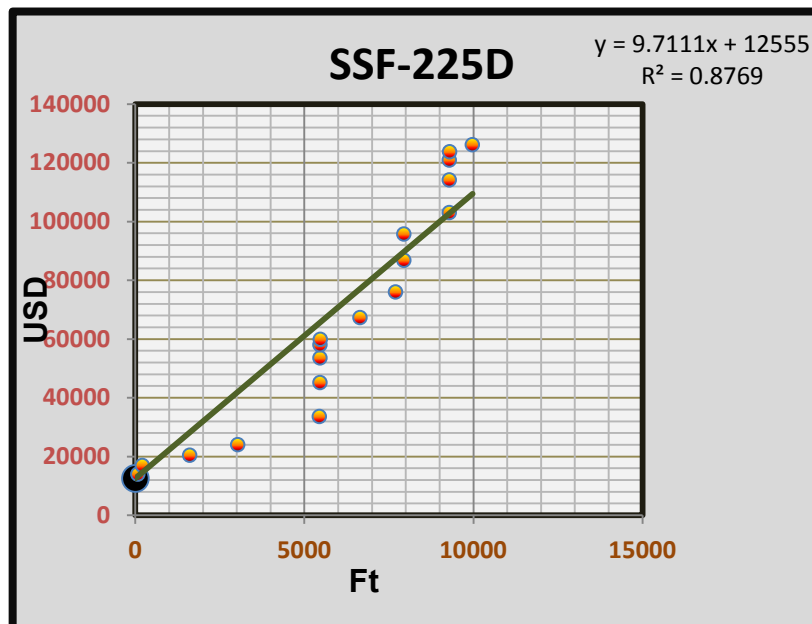


Figura 58 Correlación Costo – Profundidad SSF-225D

Pozo SSF-225D

El pozo SSF-225D tiene una similitud en forma con el SSF-290 alcanzando una profundidad total de 9980 Ft, empleando en la fabricación de este 18 días a un costo total en perforación de 126068, observamos avances rápidos en la perforación entre los días 2 y 5 y entre los días 9 y 12; a diferencia del pozo SSF-290 este tiene tiempos mayores en acondicionamiento lo que hace que se incremente en valor y en días el costo de energía eléctrica en perforación; cabe señalar que en este pozo se tomaron más días en sitio por lo que los costos no relacionados en comparación con el pozo anterior son mayores.

Las formaciones encontradas en este pozo son bastante permeables y suaves razón por la cual los costos no son elevados.

El coeficiente de determinación R^2 baja a 0.87 por la razón que hay mayor dispersión en los valores por causas de los tiempos de parada que implican costo en el proceso de la perforación.

Pozo SSF-220D

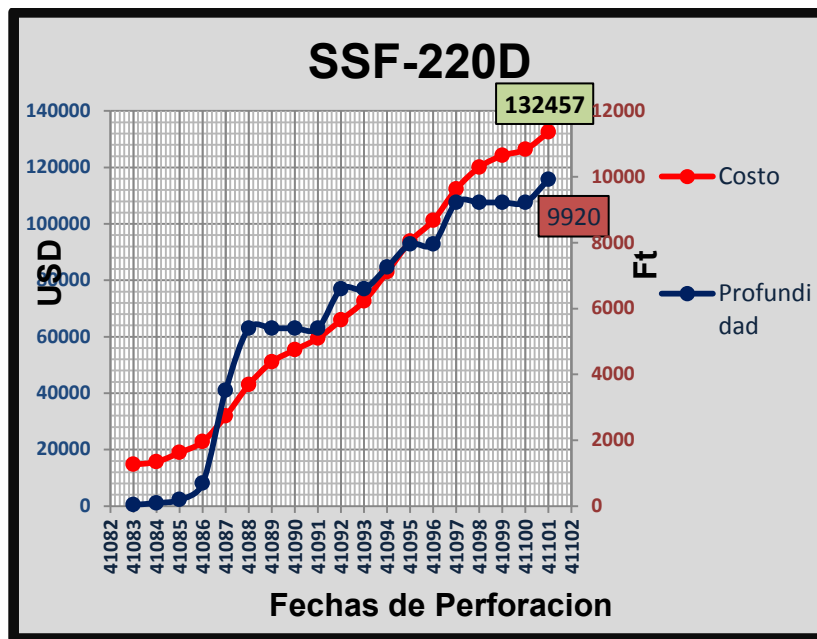


Figura 59 Costo – Profundidad SSF-220D

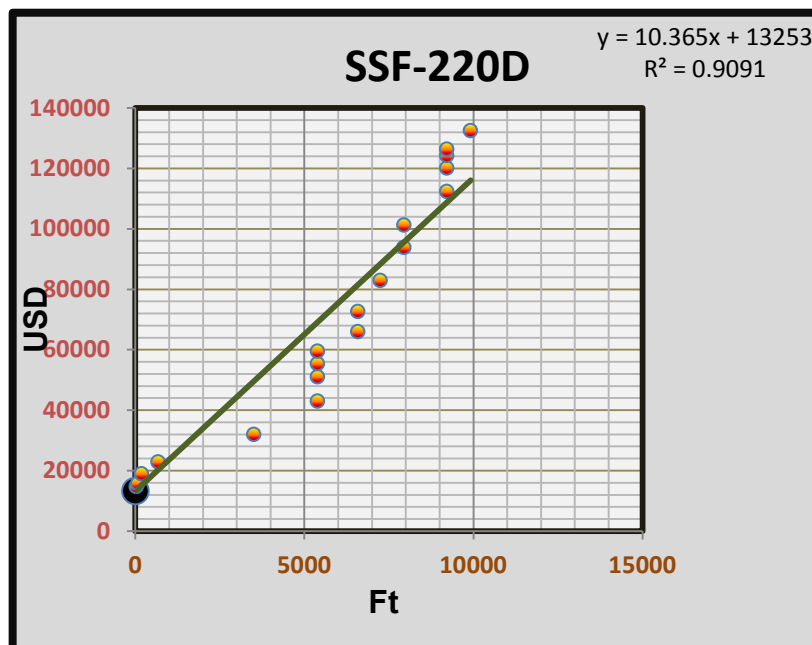


Figura 60 Correlación Costo – Profundidad SSF-220D

Pozo SSF-220D

El pozo SSF-220D fue perforado con un valor total en costo de energía eléctrica de 132457 USD alcanzando una profundidad total de 9920 Ft; en un periodo de 19 días; en las gráficas se notan avances rápidos en la perforación tiempos de p[arada de la perforación de períodos cortos, sin embargo la pendiente de avance de la perforación decae a partir del 10 día seguida con 3 paradas por reacondicionamiento; no se tuvieron tiempos no productivos por o downtime pero luego de finalizar la construcción del pozo se realizaron tareas de completamiento estas tareas son necesarias para dejar el pozo en producción; cabe señalar que estos procedimientos no cuentan para este análisis ya que el mismo está enfocado al proceso de perforación; pero el tiempo empleado en estos procesos si tendrán una incidencia directa sobre los costos no relacionados con la producción.

La curva de regresión nos indica valores no muy dispersos de la linealidad alcanzando un valor de R^2 de 0.9 considerado como alto.

Pozo AGU-5DB

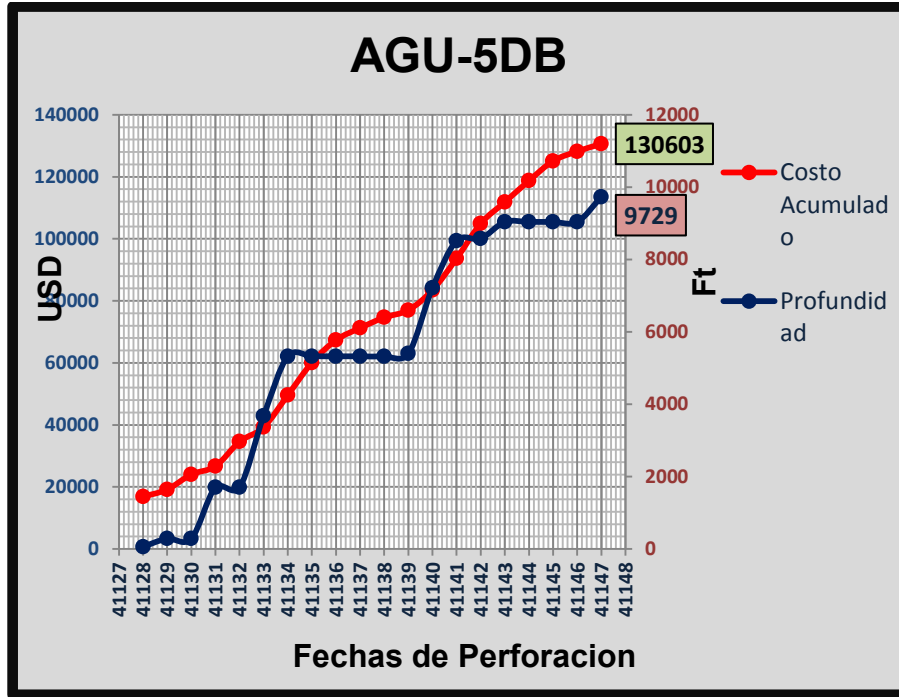


Figura 61 Costo – Profundidad AGU-5DB

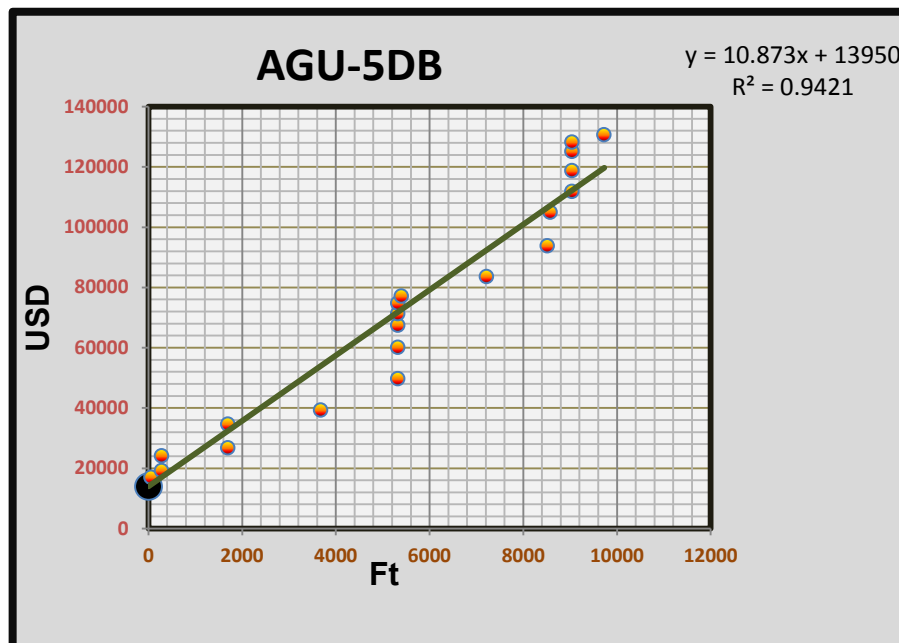


Figura 62 Correlación Costo – Profundidad AGU-5DB

Pozo AGU-5DB

El Pozo AGU-5DB es el último pozo de nuestro análisis este fue perforado hasta una profundidad de 9729Ft con un costo total en el consumo eléctrico en el proceso de perforación de 130603; las pendientes de avance de la perforación son excelentes a pesar de esto se tardan 20 días en la perforación la razón de esta fue la preparación de las etapas con el acondicionamiento del pozo; así como observamos que el avance es rápido también podemos notar que los tiempos empleados en los acondicionamientos son extensos estos períodos son los causantes de que el costo al final no sea el mejor en comparación con los otros pozos.

En la curva de regresión notamos un valor de R^2 de 0.95 que es alto teniendo así los valores no muy dispersos de la linealidad.

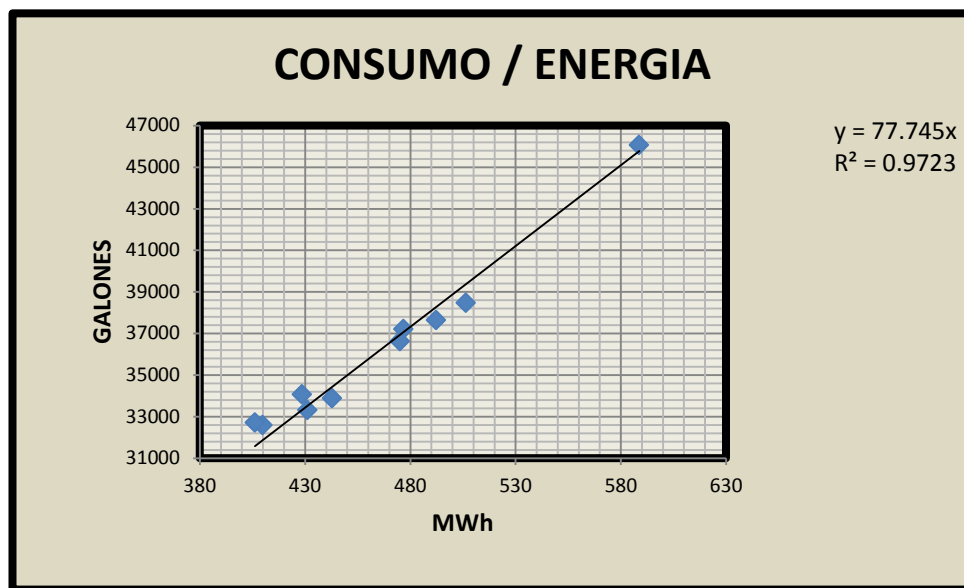


Figura 63 Correlación Consumo – Energía

Mediante una gráfica relacionamos al consumo y la energía en cada uno de los pozos perforados, observamos que el consumo y la energía producida se acercan a una linealidad con un coeficiente de correlación de 0.97.

Una vez analizados cada uno de los pozos perforados, su consumo de energía eléctrica realizaremos un análisis de factores técnicos que influyen en el consumo de energía, el aprovechamiento de esta energía, la eficiencia utilizada en los procesos y finalizaremos este capítulo con las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

4.4. ANÁLISIS TÉCNICO Y DE CONSUMO

4.4.1 Componentes Armónicas

De acuerdo con la magnitud de este fenómeno generado por los variadores y rectificadores, se pueden presentar efectos nocivos e ineficiencia en el sistema eléctrico de una instalación, lo que ocasionará desde operaciones espurias en alguno de los equipos conectados, hasta fallas severas en una planta. En términos generales, la presencia de estos fenómenos causa los efectos siguientes:

- Incremento del valor de corriente I_{rms} , lo que genera sobrecargas, calentamiento y pérdidas suplementarias que aceleran su envejecimiento en cables de potencia, transformadores, etc
- Torques oscilatorias en motores y generadores.
- Todos los aparatos y componentes eléctricos deben dimensionarse para la corriente I_{rms} anteriormente mencionada.
- Distorsión de la tensión de alimentación, causando perturbaciones en los equipos más sensibles.
- Riesgos de resonancia con los bancos de capacitores para compensación del factor de potencia

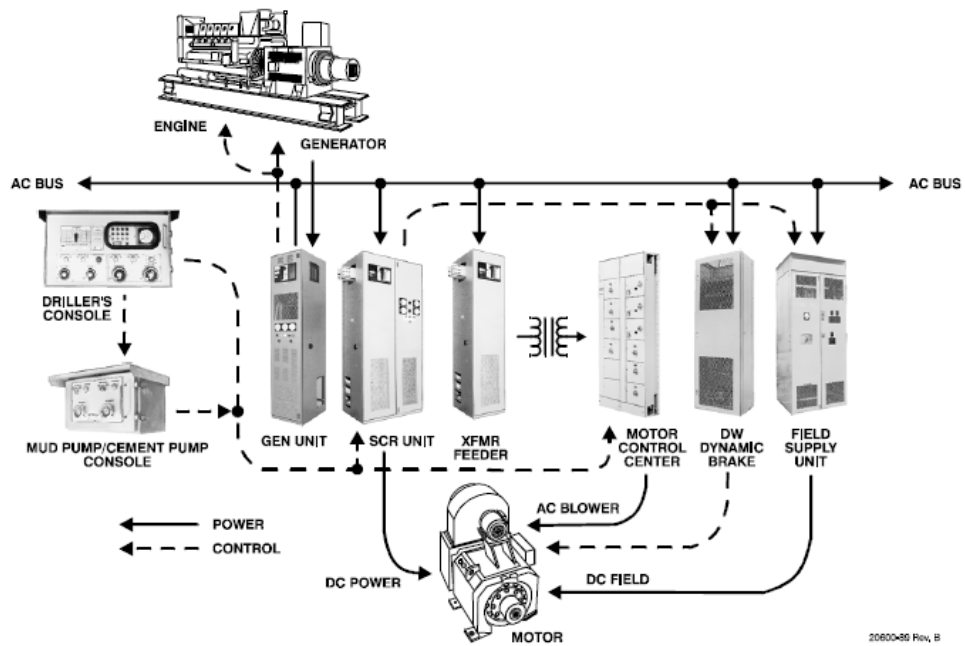


Figura 64: Ilustración del Sistema

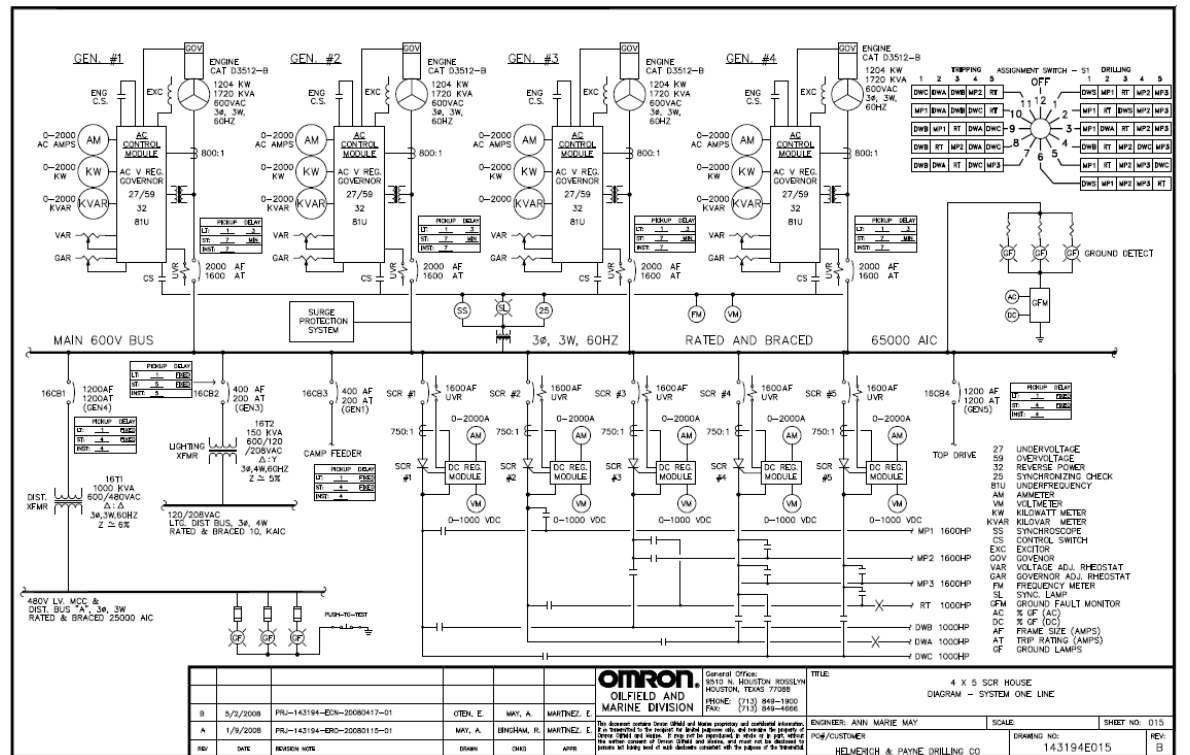


Figura 65: Diagrama Unifilar del sistema SCR - Rectificador

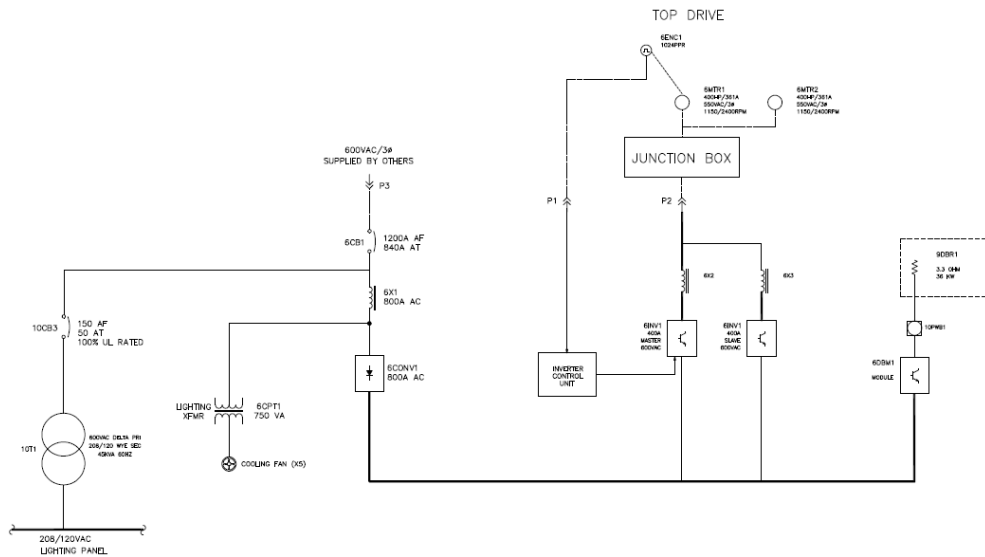


Figura 66: Diagrama Unifilar VFD – Variador

Se muestran en las figuras un diagrama unifilar y un ilustrativo de los típicos sistemas de control eléctrico y electrónico utilizados en los taladros de perforación de la compañía Helmerich and Payne del Ecuador.

Estos sistemas constan de las siguientes etapas:

- Etapa de generación en la cual esta involucrados 4 generadores de Marca Caterpillar modelo 3512 A con un control analógico / mecánico para la inyección de combustible.
- 5 Etapas de rectificación las cuales están formadas por cinco puentes rectificadores de onda completa controlados; estos puentes se los utiliza para controlar los motores del tipo DC.
- Una etapa de transformación de 600 VAC a 480 VAC la cual está conformada por transformadores de 1000 KVA esta etapa reduce el voltaje para el manejo de todos los motores auxiliares que intervienen en el proceso.
- Una etapa de transformación de 600 VAC a 220 VAC y 110 VAC la cual está conformada por un transformador de 150 KVA; es utilizada para alimentar

habitaciones, iluminación, talleres y equipo auxiliares como equipos de comunicaciones entre otros.

- Una etapa de VFD que es un variador de frecuencias este está destinado a controlar el sistema de rotación para la perforación, a esta maquinaria se la denomina Top Drive

Como podemos observar los sistemas eléctricos utilizados en la perforación de pozos petroleros están compuestos por cargas netamente inductivas y adicional a esto requieren de controladores tales como rectificadores controlados, variadores de frecuencias etapas de transformación y todas estas son grandes generadores de componentes armónicos; realizando un análisis de los diagramas unifilares solamente el equipo VFD utilizado para Top Drive tiene una etapa de filtración de armónicos de corriente mientras que el sistema de SCR no cuenta con este tipo de elementos rectificadores por este motivo se ha realizado medidas de armónicos en ciertas etapas de la perforación para analizar la incidencia de estos en el proceso; como norma de referencia consideramos la IEE 516

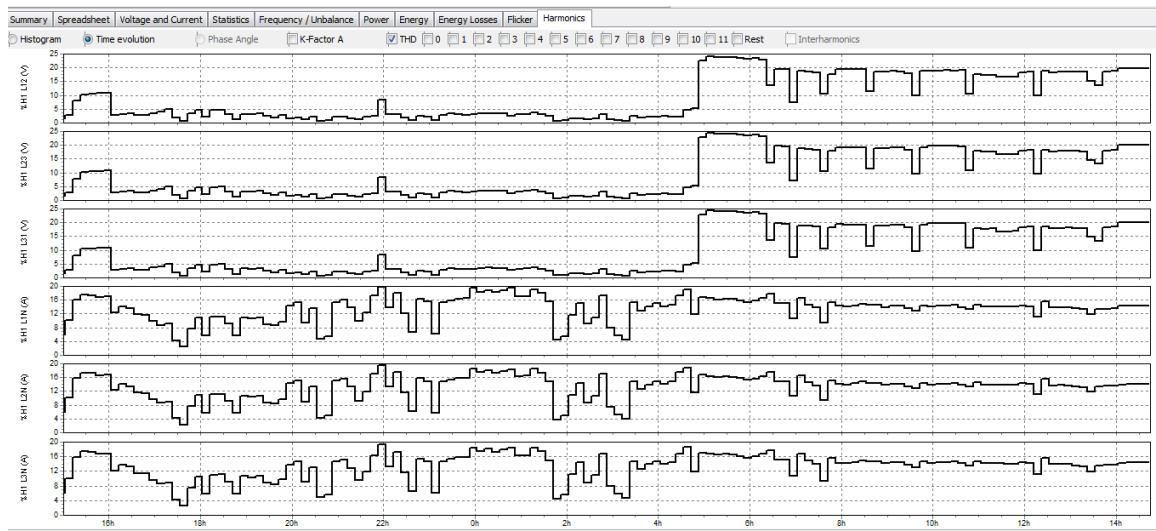


Figura 67: Componentes armónicos

De acuerdo a la normativa IEE 519 para regulación de armónicos nuestro sistema está en el primer rango en donde el porcentaje aceptable de distorsión armónica en corriente de 5% máximo.

Tabla 9: Valores THD - IEEE-519-1992

IEEE-519-1992.

Sistemas de distribución (120V – 69kV)						
Tasa individual admisible en relación a I_L (%)						
I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD (%)
$< 20^{(1)}$	4,00	2,00	1,50	0,60	0,30	5,00
20 – 150	7,00	3,50	2,50	1,00	0,50	8,00
50 – 100	10,00	4,50	4,00	1,50	0,70	12,00
100 – 1000	12,00	5,50	5,00	2,00	1,00	15,00
> 1000	15,00	7,00	6,00	2,50	1,40	20,00
Sistemas de subtransmisión (69kV – 161kV)						
$< 20^{(1)}$	2,00	1,00	0,75	0,30	0,15	2,50
20 – 150	3,50	1,75	1,25	0,50	0,25	4,00
50 – 100	5,00	2,25	2,00	0,75	0,35	6,00
100 – 1000	6,00	2,75	2,50	1,00	0,50	7,50
> 1000	7,00	3,50	3,00	1,25	0,70	10,00
Sistemas de transmisión ($> 161kV$)						
$< 50^{(1)}$	2,00	1,00	0,75	0,30	0,15	2,50
≥ 50	3,00	1,50	1,15	0,45	0,22	3,75

(1) *Todos los equipos de generación están limitados a estos valores de distorsión de corriente, con independencia del valor de I_{sc}/I_L .*

(*) *Los armónicos pares están limitados a un 25% de los límites para los armónicos impares.*

(**) *No está permitida la inyección de componentes de corriente continua.*

La nota (1) de la norma nos dice que los equipos de generación están limitados a estos valores de distorsión independientemente al valor de I_{sc}/I_L . Para el estudio vamos a considerar el THD de corrientes ya que este es el valor que nos va a afectar en relación a pérdidas con los siguientes efectos en los sistemas.

- Efectos en cables y conductores, perdidas por calentamientos y bajas en capacidad.
- Efectos en transformadores tales como perdidas sin carga o de núcleo, perdidas por efectos de piel, perdidas por corrientes de Eddy
- Efecto en interruptores, sobrecalentamiento de las protecciones por circulación de corrientes armónicas.

Efecto en las barras de neutro dado que este es el primer punto de unión de los neutros de las cargas monofásicas, en el caso balanceado, las corrientes

(fundamentales y armónicas) de secuencia positiva y negativa se cancelan aquí. Estas barras pueden llegar a sobrecargarse por el efecto de cancelación de las componentes armónicas de secuencia positiva y negativa entre los conductores neutros que sirven diferentes cargas. En el caso de corrientes armónicas de secuencia cero (armónicas “triplen”), estas no se cancelarán en el neutro aun con condiciones balanceadas, por lo que estas barras se pueden sobrecargar por el flujo de estas corrientes. En la realidad, las barras de neutros transportan corrientes de secuencia positiva y negativa producidas por el desbalance de cargas más las armónicas “triplen” de secuencia cero generadas por éstas. Por esta razón las barras que están dimensionadas para soportar la misma corriente de fase pueden sobrecargarse fácilmente en presencia de cargas no lineales. En el caso de que se estén alimentando cargas no lineales, es recomendable que las barras de neutros tengan una capacidad de corriente igual al doble de la de las fases.

En el Rig 176 se realizaron pruebas eléctricas para la determinación de componentes armónicos de corrientes, nuestro parámetro de interés para el análisis y la determinación de las oportunidades de mejora en el sistema

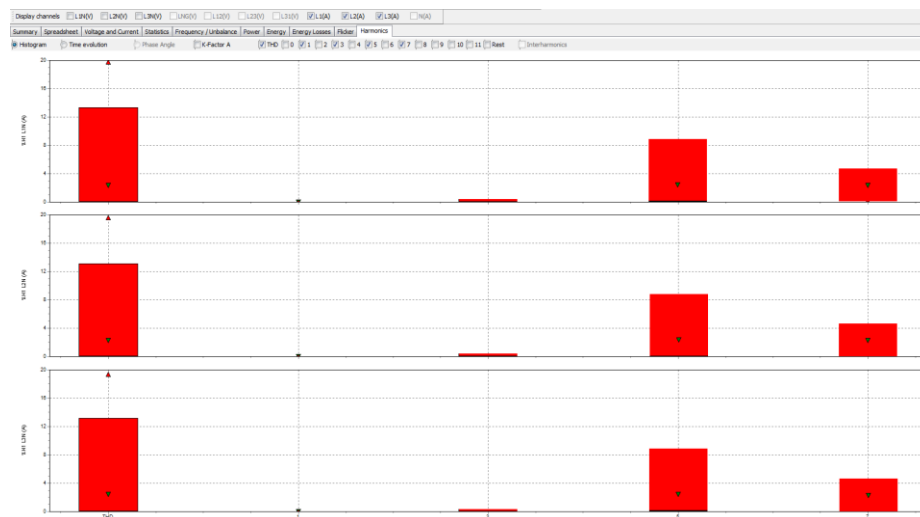


Figura 68: THD de corriente

Con la ayuda del instrumento Fluke 430 se lograron tomar medidas de armónicos en las corrientes de línea obteniendo valores de 13,2 % en promedio parámetro que esta fuera de la normativa utilizada para este análisis.

Los procesos de perforación como ya hemos mencionado anteriormente utilizan cargas netamente inductivas y su control es mediante el uso de rectificadores, convertidores, inversores dichos sub sistemas son los productores de las componentes armónicas inducidas en la etapa de generación claro está que es imposible la eliminación de este tipo de dispositivos y de pronto la mitigación en el uso no es la solución por tanto dentro de la propuesta se estudiará la forma de minimizar la inducción de estas corrientes que afectan al desempeño optimo del sistema.

El estudio se orienta directamente a las armónicas de corriente, por tal motivo se presenta las medidas obtenidas y simuladas para el respectivo análisis armónico del sistema; con estos valores se realizarán los cálculos pertinentes y se comparará con la normativa IEEE 519 mencionada anteriormente.

Tabla 10: Cálculo de Rsc / Norma IEEE 519

Magnitud	Valor
Isc (A)	13786
IL (A)	850
Rsc	16.21

$$Rsc = \frac{Isc}{IL} = 16.21$$

Rsc < 20	
	THD
IEEE 519	5%
Sistema en análisis	13%

En donde:

Rsc Relación de cortocircuito

Isc Corriente de cortocircuito

IL Corriente de Línea.

El cálculo indica un valor de $R_{sc} = 16.21$; de acuerdo a la norma IEEE 519 para un valor de $I_{sc}/I_L < 20$ las componentes armónicas del sistema menores que el orden 11 deben representar un máximo del 4% y el THD igual o menor al 5% en este caso el sistema incumple con la normativa IEEE en la cual nos basaremos para las oportunidades de mejora del sistema.

En la figura 67 podemos apreciar que la potencia de la armónica 5 y 7 que están fuera de la normativa IEEE 519 la cual nos indica que para el valor de $R_{sc} < 20$ estas componentes deben ser inferiores al 4%; con este comentario concluimos que no solo es el valor total de distorsión el cual está fuera de norma sino que identificamos las componentes armónicas que deben ser mitigadas en el sistema para mejorar su desempeño.

Para corroborar la información de la simulación comprobamos que la corriente de cortocircuito mediante el cálculo utilizando la fórmula (2.3) citada en el capítulo II; la cual se menciona que la corriente de cortocircuito debe ser menor o igual 8,33 veces la corriente nominal de la máquina.

$$I_{cc} \leq 8,33 I_n \quad \mathbf{2.3}$$

$$I_{cc} \leq 8,33 \times 1650$$

$$I_{cc} \leq \mathbf{13786}$$

Filtros de absorción: Utilizaremos un cálculo matemático para determinar el valor del filtro aproximado que se necesitaría para mitigar la distorsión armónica encontrada.

$$Q_f \geq \frac{3U_n K_{ih} I_n}{c} \quad \mathbf{4.1}$$

En donde

Q_f – Capacidad del Filtro

I_n – Corriente Nominal

C – Coeficiente de sobrecarga del BUS

U_n – Tensión nominal

K_{ih} – Coeficiente de distorsión.

Para un valor de $C \geq 3$ $K_{ih} = 1.1$.

$$Xf = \frac{U_n^2}{Qf} \quad 4.2$$

$$Xc = \frac{h^2}{h^2-1} Xf \quad 4.3$$

$$XL = \frac{Xc}{h^2} \quad 4.4$$

$$Qc = \frac{U_n^2}{Xc-XL} \quad 4.5$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_h Xc} \quad 4.6$$

$$L = \frac{1}{2\pi f_h} \quad 4.7$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad 4.8$$

$$X_L = \frac{Xc}{Qe} \quad 4.9$$

Donde:

Xf – Reactancia del filtro.

Xc – Reactancia Capacitiva.

C – Capacitancia.

f_0 – Frecuencia de resonancia

Qc – Potencia reactiva capacitiva

Qe – Factor de calidad del filtro.

h – Orden de Armónica

X_L – Reactancia Inductiva.

L – Inductancia.

f_h – Frecuencia de armónica h

Tabla 11: Cálculo de filtro de absorción

h	Un	Kih	In	C	Qf	Xf	Xc	XL	Qc	C	L	fo	R
5	600	1.1	900	3	594000	0.606061	0.631313	0.025253	594000	8.40E-04	5.31E-04	238.37	1.063E-06
7	600	1.1	900	3	594000	0.606061	0.618687	0.012626	594000	6.12E-04	3.79E-04	330.36	1.042E-06
11	600	1.1	900	3	594000	0.606061	0.611111	0.005051	594000	3.95E-04	2.41E-04	515.95	1.029E-06

La tabla nos muestra los valores calculados de C, R y L para los filtros de absorción necesarios para mitigar las componentes armónicas, estos valores serán utilizados para realizar una simulación del sistema y validar los datos calculados.

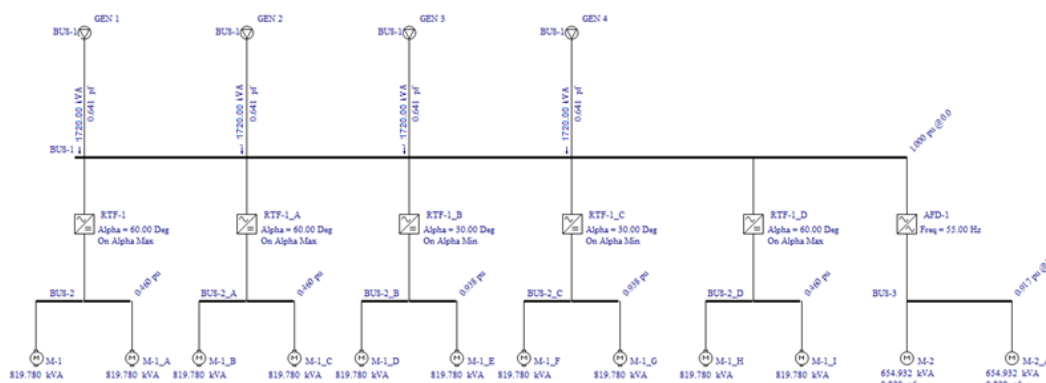


Figura 69: Simulación de armónicos sin filtros de absorción

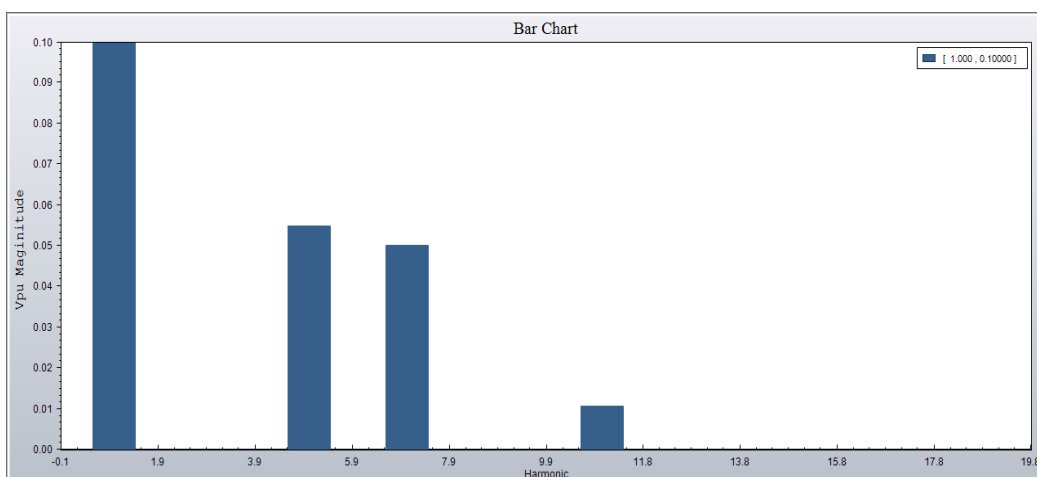


Figura 70: Resultado de simulación de armónicos sin filtros de absorción

El Figura nos muestra la simulación realizada para el circuito unifilar de todo el sistema, en él se puede apreciar el porcentaje armónico de orden 5 y 7 los cuales

se encuentran fuera de la norma IEEE 519 la cual refiere que para el caso en estudio estos valores deben ser iguales o menores al 4%.

Utilizando los resultados obtenidos matemáticamente se realizó la simulación del sistema con la implementación de filtros diseñados para mitigar estas corrientes perturbadoras, se muestra a continuación.

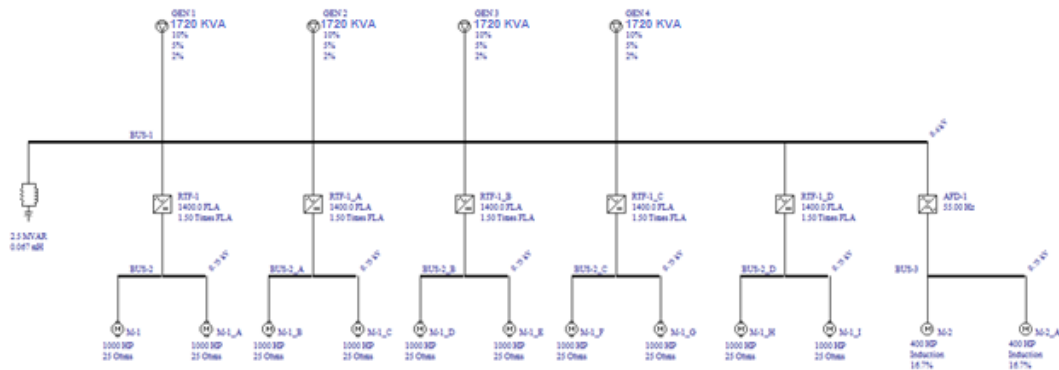


Figura 71: Simulación de armónicos con filtros de absorción

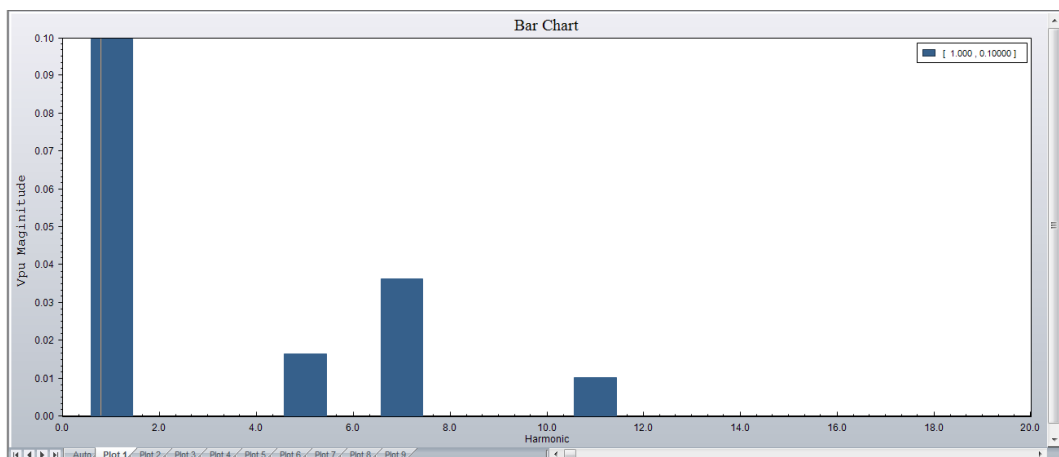


Figura 72: Análisis armónico con filtros de absorción

El resultado del análisis fue satisfactorio en la simulación, se nota una disminución considerable y que está dentro de la normativa para los armónicos 5, 7 y también 11, los valores de dichas magnitudes están bajo los parámetros requeridos por la normativa IEEE 519.

4.4.2 Influencia del Factor de Potencia en el proceso de perforación.

En el transcurso del estudio se han realizado varias mediciones de las magnitudes eléctricas con la ayuda de un medidor de calidad energética de marca Fluke modelo 430, este medidor entre sus principales funciones tiene la capacidad de medir tensiones, corrientes, potencias, energía, calidad de la energía, factor de potencia, desfase de ondas, frecuencias.

Dado que la cantidad de cargas eléctricas utilizadas en la industria de perforación y por ende en el proceso en estudio son altamente inductivas se ha venido tomando el historial del factor de potencia.

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa en Watts y la potencia aparente de VA y describe la relación entre la potencia real o aprovechada y la potencia total consumida. El factor de potencia expresa en términos generales el desfaseamiento o no de la corriente con relación al voltaje y es utilizado como indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica el cual puede tomar valores entre 0 y 1 siendo uno (1) el valor máximo y por lo tanto el indicador que se está teniendo el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica.

Las cargas inductivas como motores, balastos, transformadores, etc, son el origen del bajo factor de potencia ya que son cargas no lineales que contaminan las redes eléctricas, en este tipo de equipos se producen un desfase de la corriente con respecto al voltaje lo que provoca un bajo factor de potencia.

Las instalaciones que operan con un factor de potencia menor a 1 afectan a las redes eléctricas causando efectos de pérdidas como:

- Pérdidas por efecto de Joule.
- Sobrecarga de generadores, transformadores, líneas.
- Aumento de la caída de tensión.
- Costos innecesarios en consumo energético eléctrico.

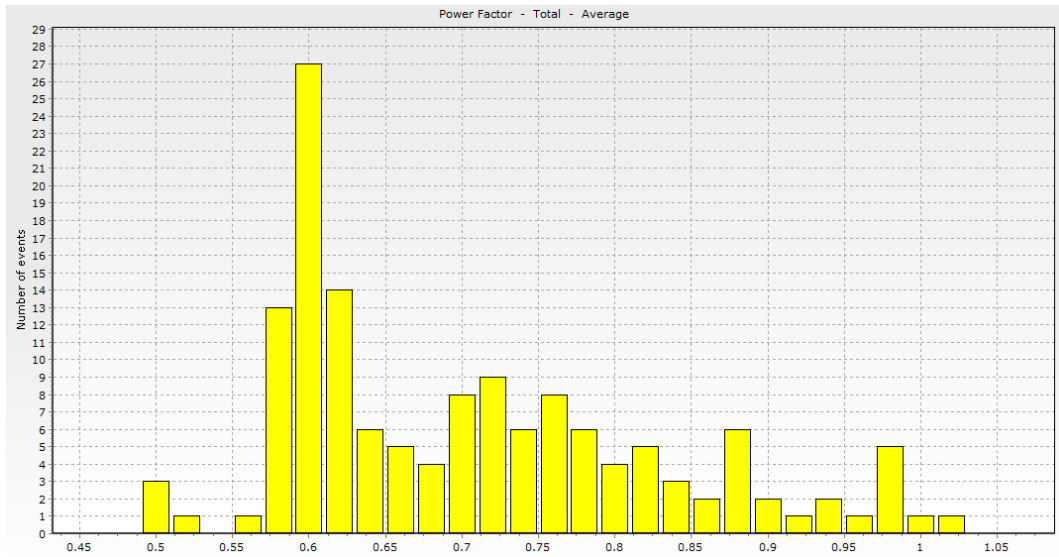


Figura 73 Factor de Potencia

Por las razones ya citadas del tipo de cargas utilizadas en el proceso de perforación el factor de potencia obtenido a lo largo del estudio es inferior a uno; resultando un valor medio de 0,66, a continuación observaremos una gráfica de los valores medidos en el transcurso de las operaciones de perforación.

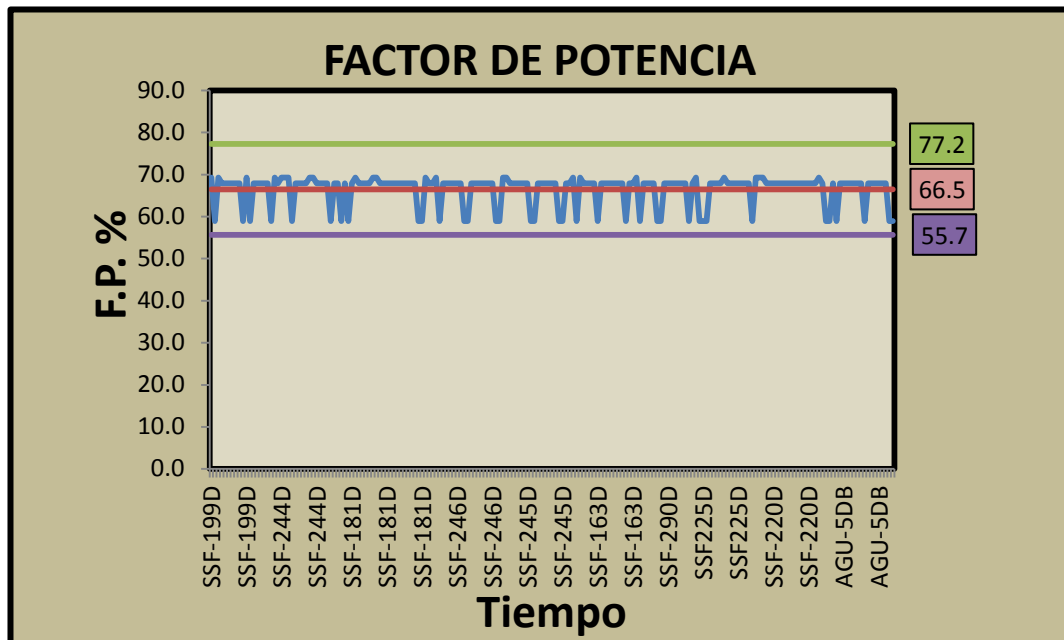


Figura 74 Figura de control del Factor de Potencia

En este gráfico encontramos que el valor máximo es de 0,693 y el mínimo es de 0.590 y como habíamos citado anteriormente el promedio de todos los valores de 0,665.

Este factor de potencia de 66,5% es nuestro indicador de aprovechamiento o eficiencia en el uso de la energía producida y claramente nos indica que estamos aprovechando solamente el 66,5% de la energía generada y el 33.5% no está siendo aprovechada; esta energía no aprovechada es la energía reactiva producida por la cargas inductivas que tenemos en el equipo de perforación.

En las tablas siguientes podemos ver las cargas del sistema de un taladro de perforación y se verifica claramente que existe una gran cantidad de cargas inductivas las cuales producirán reactivos que se traducirán en pérdidas de energía y también componentes armónicas las cuales serán analizadas más adelante

Tabla 12: Mayores consumidores

DISTRIBUCION DC		
MP1	DC EMD 79	800 HP
	DC EMD 79	800 HP
MP2	DC EMD 79	800 HP
	DC EMD 79	800 HP
MP3	DC EMD 79	800 HP
	DC EMD 79	800 HP
DRAWWORKS	GE 752	1000 HP
	GE 752	1000 HP
ROTARY TABLE	GE 752	1000 HP

CARGAS CON VARIADOR DE FRECUENCIA		
TDS11SA	AC RIALANCE	400 HP
	AC RIALANCE	400 HP

Tabla 13 Cargas Auxiliares

Transformador 600V – 480V	1000 KVA
Transformador 600V – 220V – 110V	300 KVA

4.4.3 Corrección del Factor de Potencia.

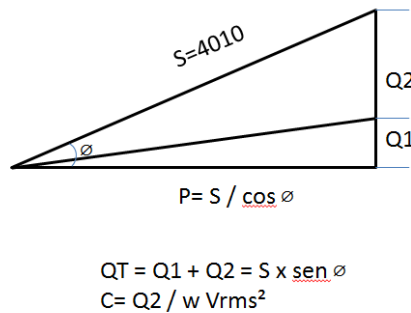


Figura 75: Corrección del Factor de Potencia

Con los valores obtenidos de S la potencia aparente y el factor de potencia que deseamos mejorar de 0.66 a 0.98 realizamos los cálculos del valor de la capacitancia que se debe instalar para mejorar el rendimiento del sistema.

Tabla 14: Cálculo de corrector de F.P.

Calculo de Corrector de Factor de Potencia								
S inicial	FP inicial	FP Final	P	QT	S Final	Q1	Q2	C
4010.17	0.66	0.98	2646.712	3012.703	2700.727	537.4378	2475.265	1.82384E-05

Mediante una hoja de cálculo y con la ayuda de las formulas listadas anteriormente se ha realizado el cálculo del valor de la capacitancia necesaria para mejorar el factor de potencia en el sistema, este valor lo llevamos al simulados para validar la información y los cálculos obtenidos.

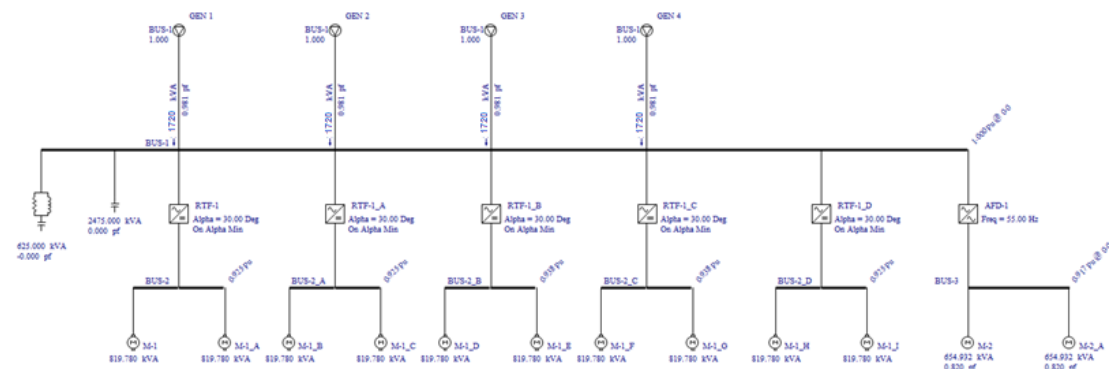


Figura 76: Simulación de Corrección de F.P.

En la Figura 67 observamos que los resultados de la simulación fueron satisfactorios, se aplicó el valor calculado de reactancia capacitiva y el factor de potencia incrementó su valor al calculado 0.98.

Es importante señalar que las cargas son dinámicas por lo tanto la propuesta está orientada a la adquisición de un corrector de factor de potencia dinámico ya que las cargas varía de acuerdo a las operaciones, se ha simulado el peor de los escenarios de carga para ratificar la viabilidad del proyecto, si se han obtenido valores razonables del corrector de factor de potencia con las posibilidades más extremas de carga es claro que para valores inferiores es viable el proyecto.

4.4.4 Usos innecesarios de energía.

En el transcurso del estudio se han determinado ciertos usos innecesarios de energía eléctrica, tales como mantener el sistema de iluminación pública encendida las 24 horas del día durante todo el período de estadía del Rig en el sitio, estos son pequeños valores energéticos desperdiciados pero que al final afectarán al costo total del consumo energético; en términos de energía y en período en análisis el valor que no se consumiría al término de 1 año sería a continuación se adjuntan las cargas que permanecen 24 horas por día encendidas y que su uso es solamente necesario 12 horas.

La energía usada en la iluminación no necesaria en un taladro de perforación calculada al término de un año es de 95.5 MWh energía que representa gastos de combustible no necesarios y más que eso emisiones de gases

contaminantes y de efecto invernadero al medioambiente; efectos prácticamente no subsanables que afectan en forma global a la humanidad.

Tabla 15 Cargas diarias de Iluminación del Rig

ILUMINACIÓN	KW
TORRE	1.60
MESA DEL TALADRO	2.00
SUPERVISIÓN	0.83
SUB BASE	2.80
PLANCHADA	0.80
ACUMULADOR	0.42
TANQUES DE SUCCIÓN	1.76
TANQUES DE RESERVA	0.96
TANQUES DE RETORNO	0.68
ZARANDAS	0.54
TANQUES DE VIAJE	0.40
EMBUDOS	0.56
GENERADORES	2.24
BOMBAS DE LODOS	1.20
DESARENADOR	0.28
TANQUES DE DIESEL	0.40
SOLDADOR	1.22
BODEGAS	2.28
CAMPAMENTO	0.84
TOTAL	21.82

ENERGÍA ELÉCTRICA USADA EN ILUMINACIÓN NO NECESARIA
95,5 MWh

4.5. CONCLUSIONES

1. Se ha realizado un análisis del consumo energético eléctrico en el proceso de perforación del cual se obtuvo un resultante de 4702 MWh que fueron necesarios para perforar los 10 pozos petroleros durante el período 2012–2013.
2. Con los resultados del análisis se determinó los aspectos técnicos como un bajo factor de potencia de 66%; para este caso se tuvieron que generar 7346,9 MVAh de los cuales solo 4702 MWh fueron aprovechados, este FP se puede mejorar hasta alcanzar un 98% con este valor de FP tendremos que generar 4847,5 MVAh de los cuales se aprovecharán los 4702 MWh para realizar el mismo trabajo pero mucho más eficiente.
3. En base a la aceptación de la gerencia obtenida en las encuestas se podrán establecer oportunidades de mejora técnica como la implementación de correctores del factor de potencia.
4. Se identificaron varios puntos de ineficiencia tales como técnicos, de organización e incluso sociales como una deficiencia de conocimiento de los miembros de la empresa en los temas de cultura energética será necesario incluir en el plan acciones para mejorar la gestión de la energía eléctrica.
5. El análisis del consumo energético eléctrico de la iluminación no utilizada en el período en estudio determinó una oportunidad de mejora inmediata en las instalaciones de los taladros de perforación proponiendo la implementación de sistemas automáticos para el control de la iluminación.
6. Se obtuvo un valor de 1123545.4 como costo total del consumo energético eléctrico en el proceso de perforación durante el período 2012 – 2013, proyectando a disminuir este valor en al menos un 30% con la propuesta.

4.6. RECOMENDACIONES

1. Realizar la implementación del plan para mejorar la gestión energética eléctrica en el proceso de perforación.
2. Paralelamente a la aplicación del plan de mejoras en la gestión evaluar los beneficios obtenidos para así implementar en otros equipos similares.
3. Proponer al cliente este plan de mejoras y retroalimentarlo en un período corto los resultados obtenidos para demostrar los beneficios alcanzados.

CAPITULO V: LA PROPUESTA

5.1- TITULO DE LA PROPUESTA

Plan de gestión energética eléctrica para mejorar la eficiencia del consumo eléctrico en los procesos de perforación en la empresa Helmerich and Payne del Ecuador.

5.2- JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Para mejorar los costos por consumo eléctrico en los procesos de perforación es necesario tomar acción mediante este plan de gestión energética el cual está enfocado a actuar sobre los factores determinados en el capítulo IV señalando oportunidades de mejora y la forma de implementarlos.

Este plan estará ajustado a las operaciones, una vez propuesto y aprobado por las gerencias tendrá que ser implementado sin afectar la productividad de los equipos.

5.3- OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Reducir los costos del consumo energético eléctrico en los procesos de perforación de la compañía Helmerich and Payne del Ecuador.

5.4- ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

El Plan de gestión energética eléctrica para mejorar la eficiencia del consumo eléctrico en los procesos de perforación en la empresa Helmerich and Payne del Ecuador tendrá la siguiente estructura.

1. Valoración Técnica – Económica y Ambiental.
2. Simulación del sistema actual y de los resultados obtenidos con la implementación de los aspectos técnicos propuestos.
3. Valoración Económica de la propuesta.

4. Valoración Ambiental de la propuesta.
5. Oportunidades Administrativas.
6. La planificación del mantenimiento de los equipos para evitar los tiempos no productivos o Down time.
7. Factores socioculturales como aspecto fundamental para el ahorro energético eléctrico y el entrenamiento al personal para mejorar la gestión energética.
8. Oportunidades de mejora al talento humano para optimizar el consumo de combustible en las máquinas.

5.5- DESARROLLO DE LA PROPUESTA

5.5.1. Valoración Técnica

Mejoramiento del Factor de Potencia

Los resultados de los análisis técnicos de los sistemas de generación, rectificación, inversión han arrojado un factor importante para mejorar la eficiencia en el uso de la energía generada. Los análisis nos indican que el sistema eléctrico del taladro de perforación trabaja bajo cargas altamente inductivas las cuales están directamente involucradas en la generación de reactivos.

El factor de potencia con el cual opera el sistema en promedio es de 66.5% esto significa que del total de energía producida por los grupos electrógenos solamente el 66,55 está siendo aprovechado para realizar el trabajo mientras que el 33,5 % se pierde en reactivos.

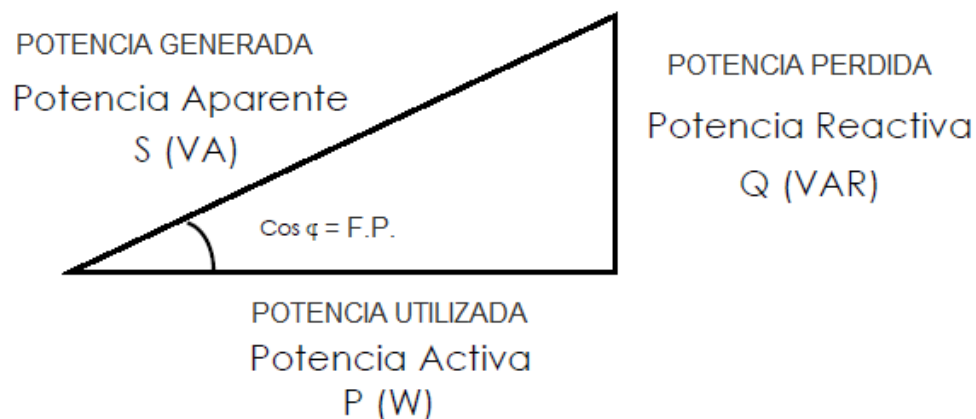


Figura 77 Triangulo de Potencias

En la gráfica se puede apreciar las potencias involucradas en el triángulo de potencias y su descripción; la potencia aparente es la resultante del triángulo, la potencia real o utilizada es el cateto adyacente y la potencia reactiva es el cateto opuesto y el coseno del ángulo que se forma entre el cateto adyacente y la resultante es el Factor de Potencia; como dato adicional mencionaremos que el coseno del ángulo es inversamente proporcional a la magnitud del ángulo es decir que mientras crece el ángulo en magnitud el coseno decrece es decir que tendremos un valor de FP alto cuando tengamos un ángulo bajo y para lograr esto nuestro cateto adyacente tiene que ser bajo; en otras palabras el FP tenderá a ser 1 si los reactivos del sistema tiendan a cero; a continuación se escribirán las fórmulas que corresponden a cada una de estas magnitudes.

Potencia Activa

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi$$

Potencia Reactiva

$$Q = V \cdot I \cdot \text{Sen } \varphi$$

Potencia Aparente

$$S = V \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$fp = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} = \frac{V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi}{V \cdot I} = \text{Cos } \varphi$$

Como podemos apreciar en la formula la potencia activa depende en una forma directamente proporcional a la potencia aparente lo que es lógico al factor de potencia es decir mientras más alto es el factor de potencia mayor será la potencia aprovechada por los sistemas.

El factor de potencia del sistema analizado es relativamente bajo y con el conocimiento y los valores obtenidos sabemos que es producido por el tipo de cargas que usamos en los procesos de perforación que son netamente inductivas; para incrementar este valor de acuerdo a la información teórica debemos implementar un banco de capacitores para crear una carga capacitiva comparable con la carga inductiva que tenemos en el sistema; hay que mencionar que la carga aplicada al sistema no es fija y varia con respecto a la demanda de operaciones por lo tanto es una carga inductiva variable para compensar este tipo de carga necesitamos que la carga capacitiva sea también variable y dependiente del valor de FP a corregir.

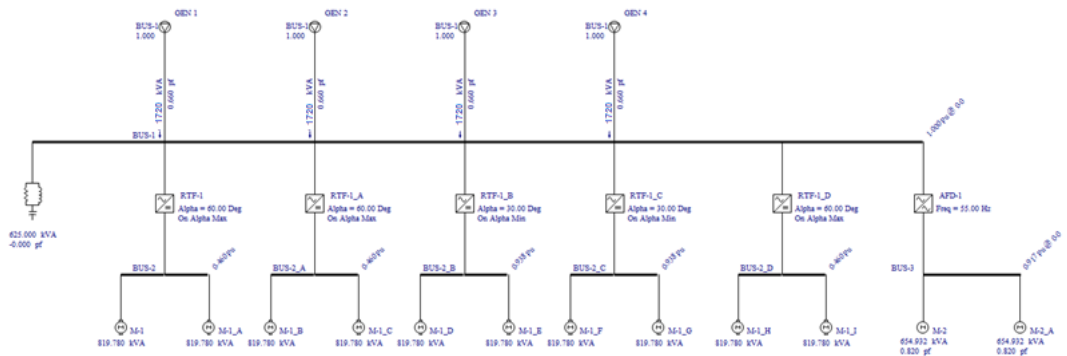


Figura 78: Simulación sistema sin corrección de FP

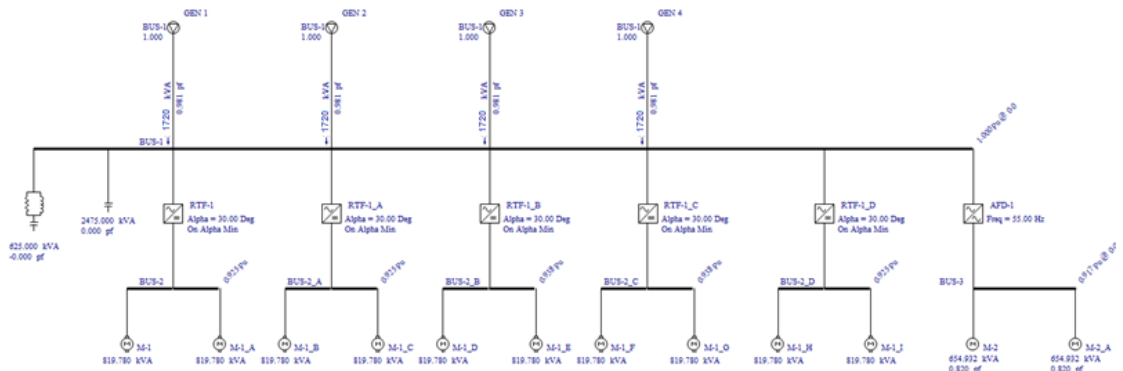


Figura 79: Simulación sistema con corrección de FP

Una vez realizada la simulación del sistema sin el corrector de factor de potencia observamos un FP equivalente al 0,66 con este valor estamos utilizando el 66% de la energía total generada, y el 32% no está siendo aprovechada; este porcentaje de energía se está perdiendo en forma de reactivos y estas pérdidas energéticas se traducen en pérdidas económica; a continuación incluimos una tabla en la cual se reflejan los costos totales del proceso de perforación un FP=66% y la diferencia con FP=98%.

Tabla 16: Consumos por Pozo Perforado

Pozo	Energía en el proceso MW/h	FP = 66%			FP= 98%			Ahorro por mejoras
		MVA	Consumo (GALONES)	Costo Proceso Perforacion	MVA	Consumo (GALONES)	Costo Proceso Perforacion	
SSF-199D	409.9	640.5	32572.0	100973.2	422.6	21490.8	66621.5	34351.7
SSF-244D	406.2	634.7	32706.0	101388.6	418.8	21579.2	66895.6	34493.0
SSF-181D	588.8	920.0	46044.0	142736.4	607.0	30379.5	94176.6	48559.8
SSF-246D	476.8	745.0	37191.0	115292.1	491.6	24538.4	76069.0	39223.1
SSF-245D	428.5	669.6	34060.0	105586.0	441.8	22472.6	69665.0	35921.0
SSF-163D	475.1	742.4	33296.0	103217.6	489.8	21968.5	68102.3	35115.3
SSF-290D	442.8	691.9	33865.0	104981.5	456.5	22343.9	69266.1	35715.4
SHS-225D	475.2	742.5	36617.0	113512.7	489.9	24159.7	74895.0	38617.7
SHS-220D	506.4	791.2	38453.0	119204.3	522.0	25371.1	78650.3	40554.0
AGU-5DB	492.2	769.1	37630.0	116653.0	507.5	24828.0	76966.9	39686.1
TOTALES	4702.0	7346.9	362434.0	1123545.4	4847.5	239131.7	741308.3	382237.1

Es evidente que mejorando el factor de potencia y el manejo del mismo alcanzaremos eficiencia en los sistemas y en la producción obteniendo importantes ahorros económicos en lo que se refiere al consumo de combustible.

Control de componentes armónicas

Se ha realizado la simulación de los filtros para mitigar la potencia de las componentes armónicas, el resultado fue satisfactorio logrando disminuir las componentes armónicas de orden 5 y 7 de valores superiores al 4% que estaba fuera de normativa a magnitudes inferiores al valor determinado por la normativa IEEE 519.

Esta simulación a la vez determinó que la inclusión de este tipo de filtrado no modifica considerablemente el FP por lo que es necesaria la instalación del filtrado de absorción y el corrector de factor de potencia para tener las mejoras planificadas.

Entre los factores que afectan al rendimiento de la maquinaria y por ende al resultado final de las operaciones se ha determinado que el THD resultante es superior al recomendado por la normativa; nuestro THD es ligeramente superior al 10% siendo. En normativa de IEEE se recomienda un valor del 5% por lo tanto dentro del plan de manejo energético se propone realizar un estudio dedicado a la influencia de las componentes armónicas y la viabilidad de implementación de correctores para estos efectos adversos para la calidad de la energía:

- Implementación de cargas perturbadoras al inicio de la red.
- Agrupando cargas perturbadoras.
- Separación de fuentes a cargas lineales y no lineales.

- Implementación de filtros pasivos serie y/ shunt
- Implementación de filtros activos serie y paralelo.
- Implementación de filtros híbridos serie y paralelo.

Los procesos aplicados en un taladro de perforación demandan de diferentes cargas y cambios en las mismas es por esta situación que el FP es variable por esta razón es recomendable realizar el estudio enfocados a la instalación de un filtro híbrido activo ya que este se ajustaría a las necesidades de las condiciones operativas de los taladros de perforación.

Efecto de los armónicos

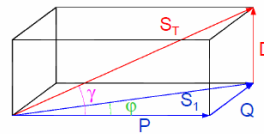
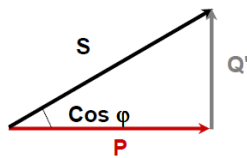
• Factor de potencia

□ Sin armónicos:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

□ Con armónicos:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}}$$



$$\cos \varphi \neq PF$$

Figura 80: Efecto de Armónicos

Automatización de sistemas.

Un factor importante que influye en el consumo eléctrico en los taladros de perforación de la compañía Helmerich and Payne es la falta de automatismos en sistemas auxiliares, uno de los sistemas que no es automatizado en la empresa es el sistema eléctrico dedicado a la iluminación, conocemos que el 100% de luminarias externas esta encendido las 24 horas del día; realizando un estudio de cargas el cual es presentado a continuación observamos que a pesar de no aparentar un consumo excesivo o representativo la suma de horas de estos equipos encendidos afectan indirectamente a los costos finales de combustible y reflejados como costos no relacionados con las operaciones de perforación.

Realizando un cálculo aproximado el total de luminarias para permanecer encendidas las 24 horas necesitan de un promedio de 36 galones de combustible diario aproximadamente 1,5 galones por hora; mitigando este consumo al 50% con la implementación de automatismos el consumo aproximado se reducirá a la mitad 0,75 Galones por hora y en un día 18 galones; con esta adecuación en los sistemas de iluminación diariamente tendremos un ahorro aproximado de 55,8 USD sumando el total de días activos del estudio realizado del taladro de perforación en los pozos que es de 301 días el total no gastado por ahorros incrementando la eficiencia en iluminación llegamos a un aproximado de 16795,8 USD.

La implementación de sistemas sencillos y muy bajos en costo nos dan como resultado grandes ahorros de energía eléctrica la cual es reflejada al final del período y a su vez aportamos con emisiones no necesarias realizadas al medio ambiente.

5.5.2. Valoración Económica.

A continuación se listan los valores proyectados para la adquisición e instalación del equipo corrector de factor de potencia, en esta tabla se incluyen costos de adquisición, de importación, transporte, montaje y de mano de obra.

Tabla 17: Valoración Económica

Cantidad	Descripción	Parcial	Total
1	Adquisición de Equipos	420250	420250
1	12% Gastos Importación	50430	50430
1	Gastos transporte/Montaje	5050	5050
1	Consumibles	8236	8236
5	Ing. Eléctrico	150	750
5	Técnico Eléctrico	40	200
5	Ayudante	26	130
			485046

El costo total proyectado para esta inversión es de 485046 USD a este valor podemos agregarle un 3% por imprevistos.

CTI = C Inversión + C Imprevistos.

CTI = 485046 + 3% * (485046).

CTI = 499597.38 USD

Tiempo de recuperación de la inversión.

El tiempo de recuperación de la inversión es calculado por la relación entre la inversión y el ahorro que va a producir.

Para este caso el valor total de inversión es CTI = 499597.38 USD y el valor del ahorro al término de 1 año es de 382237; con estos datos calculamos el tiempo requerido para recuperar la inversión.

$$T = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro}} \quad 5.1$$

$$T = \frac{499597.38}{382237} \quad 5.2$$

$$T = 1,30 \text{ Años} \quad 5.3$$

Valor actual neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0 \quad 5.4$$

Vt - Flujo de carga en cada período t.

I₀ - Valor del desembolso Inicial.

n - Numero de períodos considerados

k - Interés

Tomando en cuenta que la inversión será recuperada en el transcurso de 1,30 años y con un TIR de 15% realizamos el cálculo del VAN para analizar la viabilidad económica del proyecto.

Vt 382237
Io 499597.38
n 2
k 15%

Vida útil del equipo 15 años

$$VAN = \left(\frac{382237}{(1+0.15)} + \frac{382237}{(1+0.15)^2} \right) - 499597.38 \quad 5.5$$

$$VAN = 121808.707$$

El valor del VAN es mayor a cero para un período de 2 años por lo que el proyecto es viable económicamente.

Análisis Técnico Económico

- Con la implementación del corrector de factor de potencia se logra un ahorro considerable en el gasto de combustible al final de un año de 382237 USD.
- La implementación de los filtros armónicos hacen que los sistemas trabajen más eficientemente dentro de la normativa vigente extendiendo la vida útil de la maquinaria.
- La aplicación de la propuesta hará que la empresa sea más competitiva en el mercado de la perforación petrolera.

5.5.3. Valoración Ambiental.

La eficiencia energética obtenida por la aplicación de esta propuesta tendrá un ahorro de combustible de aproximadamente 123302 galones de diesel no consumidos en un año, el cual representa a 1274.43 toneladas de CO2 que no se emitirán al medio ambiente, se realiza un simulación para validar estos datos mencionados.

Creates: 1274.43928 tonnes of CO2			
Volume of CO2:	m ³	ft ³	Height in m ³ units
	721587.520	25482617.941	721587.520

Yellow table above displays results

Liquid Fuels	Liters	Gallons
Gasoline ⓘ	0 <-Calc!	0 <-Calc!
Conventional Diesel ⓘ	0 <-Calc!	123302 <-Calc!

Figura 81: Simulación de emisiones

5.5.4. Oportunidades de Mejora administrativa.

Mejoras en la planificación.

En el desarrollo del estudio se ha observado que en varias ocasiones se tienen tiempos perdidos o no productivos los cuales también influyen en los costes finales del producto que en el caso de Helmerich and Payne es la prestación de servicios de perforación de pozos petroleros; se ha determinado que estos tiempos pueden ser mejorados con una mejor planificación para el proceso de perforación, en este aspecto la empresa puede ser influyente y retroalimentar al cliente de los valores perdidos por faltas en la planificación; además otro aspecto importante para el análisis es el mejoramiento de los mantenimientos a los equipos ya que en varias ocasiones se tuvieron tiempos perdidos por mantenimientos; en este aspecto Helmerich and Payne podría mejorar la gestión de los mantenimientos a las diferentes maquinarias para hacer de ellas mucho más confiables y evitar estos atrasos en la perforación.

5.5.5. Oportunidades de mejora en la sociedad laboral

El análisis de consumo energético eléctrico nos ha demostrado también que uno de los factores que afecta indirectamente al consumo eléctrico es en como la energía es aprovechada por los integrantes de la empresa, para esta evaluación se han realizado encuestas la cual estuvo encaminada a determinar el conocimiento que tiene la sociedad laboral en lo que respecta al uso de la energía y su importancia.

Este estudio ha determinado que el personal no tiene un conocimiento concreto y claro de la influencia del ser humano en el ahorro energético; para aportar con la mejora en el manejo energético se propone una campaña dedicada al aprendizaje de temas de eficiencia energética el temario para esta campaña es el listado a continuación:

1. La cultura en el uso de la energía.
2. Que es energía
3. Fuentes de energía.
4. Identificación de deficiencias energéticas.
5. Influencia del ser humano en la eficiencia energética.
6. Principales dispositivos consumidores de energía.
7. Consumo eléctrico en la empresa.
8. Manejo de los Generadores.
9. Emisiones causadas por el uso de energía.
10. Ahorro de la energía en su área de trabajo.
11. Fuentes de energía.
12. Uso racional de energía y la influencia en el medio ambiente.
13. El efecto invernadero.
14. Protocolo de Kioto.

Herramientas de control.

Para la implementación y control de este plan se debe crear herramientas de control administrativo las cuales se proponen a continuación.

- Evaluación técnica de los sistemas a ser implementados tales como reguladores del factor de potencia, correctores de armónicos y automatismos.
- Entrevista a los empleados antes de implementar la campaña de aprendizaje de eficiencia energética.
- Entrevista después de la campaña de aprendizaje.
- Evaluación económica del consumo en un período de 3 y 6 meses.
- Evaluación de emisiones de los generadores en un período de 3 y 6 meses.

5.6. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.

- Un sistema de gestión aporta a la productividad de la empresa, realizar el mismo trabajo con la utilización óptima de recursos hace que la empresa sea productiva y eficiente.
- El estudio energético eléctrico dio resultados positivos identificando los verdaderos problemas que causaban ineficiencia en el uso de la energía eléctrica.
- Este estudio servirá de guía para ser aplicado en otros lugares de trabajo de la empresa y por qué no en la industria de la perforación.
- El estudio no ha indicado que hay varias industrias similares que si aplican sistemas de gestión de energía y hace de ellas empresas eficientes, con buena imagen para el cliente y amigables con el medio ambiente.

5.7. CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA.

- Un sistema de gestión energética aporta a la productividad y le da mayor competitividad dentro del mercado de la perforación petrolera a la empresa.
- La propuesta técnica es económicamente viable con un valor de TIR del 15% y con un período de 1 año se obtuvo un VAN razonable tomando en cuenta que la vida útil del equipo es de 10 años.
- El estudio energético clarificó la deficiente gestión energética eléctrica en empresa Helmerich and Payne; mediante análisis técnico se determinó que podemos mejorar la eficiencia del uso de la energía un 32%.
- Las empresas de perforación petrolera que operan en el Ecuador deberían realizar una auditoría energética para determinar las oportunidades de mejora como las que se han obtenido de este trabajo de investigación.
- En varias empresas petroleras dedicadas a procesos diferente tales como producción petrolera ya se están aplicando conceptos de eficiencia energética.
- La propuesta mejora la calidad energética y el impacto ambiental que las emisiones causan al medio ambiente, previniendo que se emitan 1274,4 toneladas de CO₂ al medio ambiente.

5.8. RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA.

- Llevar la propuesta a niveles de gerencia para la aprobación y aplicación de la misma.
- Difundir las mejoras logradas para impulsar el ahorro energético a nivel nacional y concientizar el cuidado medioambiental.
- Realizar estudios de mejoras en el consumo de energéticos no solo orientados al nivel eléctrico.
- Realizar auditorías continuas para medir resultados de la propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dr. DIWANE, P & Mr. MOHAMMED, Y. (2010). *Energy Management* Noida Special Economic Zone. (p. 59)

JHON, K. (2004). *Guía práctica para Gestión de la Energía* JDM associates, Washinton College. (p. 11)

MOSS, K. (1997). *Energy Management and Operating Cost* E and FN Spon, London. (p. 23)

CENTRO DEL ESTUDIOS DE ENERGIA. *Técnicas de Conservación Energética en la Industria/Ahorro en Proceso*. Tomo II. Editorial. ISBN 84-7474-168-8.

GONZALES, J.C. Tivelli M. Quintanilla H. & Cummino, G. (1998). *DST Experience in High Performance Line Pipe and Flowlines for Sour Services*. 40th MWSP Conference.

PAVÓN, J & HIDALGO, A. (1997). *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*. Ediciones Pirámides S.A

SIPM, EP. (1980). *Casing Design Manual*. Shell Exploration and Production.

VARELA, R. *Innovación Empresarial*. Prentice Hall, Segunda edición 001.

VARIOS AUTORES. (2000). *Manual de Eficiencia Energética*. Ministerio de Energía y Minas / Programa de Ahorro Energético.

VAZQUEZ, L & SALTOS, N. (2007-2008). *Ecuador su realidad*. Artes Gráficas Silva, Edición actualizada

Wauquier, J. P. (2007). *El refino del petróleo, productos petrolíferos, esquemas de fabricación*. España: Ediciones Díaz de Santos.

Woods, H. B. (2003). *API Drilling and Production Practices*.

Fluke. (2013). *Fluke 430 seriesII Analizador de energía y calidad de potencia trifásica*, Datos técnicos. Recuperado en:

http://support.fluke.com/find-sales/download/asset/4124644_6112_C_W.PDF

Bidiskan. (1994). *Automatización de los equipos de climatización del centro comercial*. Recuperado en:

<http://www.monografias.com/trabajos13/anaco/anaco.shtml>.

Bidiskan. (1994). *Generación de tecnología*. Recuperado en:

<http://www.monografias.com/trabajos55/ahorro-de-energia/ahorro-de-energia2.shtml>

González. (1998). *Programa de Ahorro de Electricidad (PAEC)*. Recuperado en:

<http://www.monografias.com/trabajos13/anaco/anaco.shtml>

Ortiz. (1993). *Diseño, operación, mantenimiento y uso tendente a disminuir los costos totales del consumo eléctrico*. Recuperado en:

<http://www.monografias.com/trabajos55/ahorro-de-energia/ahorro-de-energia2.shtml>

Santana. (1995). *Ahorro de energía en la empresa CORPOVEN*. Recuperado en:

<http://www.monografias.com/trabajos13/anaco/anaco.shtml>

Veltri. (1996). *Gerencia de Operaciones del Complejo Petroquímico*.

Recuperado en:

<http://www.monografias.com/trabajos55/ahorro-de-energia/ahorro-de-energia2.shtml>

ANEXOS

ANEXO 1

SURVEY APLICADO A GERENCIA

1. Do you agree that while we more save energy; we more are taking care of our environment and improving the economy?

YES NO

2. Do you consider that H&P could improve its process in order to save energy without affecting its results?

YES NO

3. Would H&P be interested in improving its energy consumption during operations?

YES NO

4. Do you consider that being more efficient on energy consumption H&P would be more competitive in the drilling business?

YES NO

5. Do H&P people know about the benefits of saving energy?

YES NO

6. Do you consider that HP could apply a program to improve its energy consumption?

YES NO

7. How often H&P develop energy audits?

3 Months 6 Months 1 Year None

8. Does H&P have an energy management program?

YES NO

ANEXO 2.

ENCUESTA APLICADA A LA SOCIEDAD LABORAL

ENCUESTA PARA TECNICOS Y USUARIOS USO DE ENERGIA

ITEM	PREGUNTAS	PUNTOS
1	Empleo de aparatos eléctricos eficientes en sus instalaciones	
2	Mantenimiento en los equipos eléctricos	
3	Aislamiento termico en las instalaciones	
4	Informativos de un buen hábito de consumo de energía	
5	Utilizacion de energía alternativa en alguna de las áreas del Rig	
6	Se usan bombillas ahorradoras de energía en las instalaciones del Rig	
7	Utiliza baterías y pilas recargables para sus aparatos portables	
8	En la lavandería utilizan de forma optima las maquinas lavadoras y secadoras	
9	Apaga las luces y aire acondicionado cuando abandona las oficinas?	
10	Apaga la pantalla del ordenador cuando no lo está utilizando?	
11	Deja el TV y DTV encendido cuando no lo está usando?	
12	Comparte con sus compañeros de trabajo prácticas de ahorro energético?	

PUNTAJE	VALOR
3	Excelente / Si
2	Bueno / Frecuente
1	Regular / Muy poco
0	Inexistente

ANEXO 3
DATOS DE CONSUMO POR MES

CONSUMO TOTAL DE DIESEL EN PERFORACION														
	MES	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Aug-13	
DIA														
1			3394	822	659	1268	2835	2520	2617	2858	3142	1556	262	
2			2499	986	518	1100	2263	2129	3399	3938	1632	2254	234	
3			1264	719	569	1217	2764	1281	2359	1494	913	2490	688	
4		1139	1019	1564	560	1852	3391	1049	1787	1218	3545	3606	2375	
5		536	1485	3489	165	1374	2483	1714	1411	3841	3073	3706	775	
6		449	1380	3866	4178	1310	3099	4067	2425	2571	3641	3151	587	
7		859	1009	2967	180	1280	1197	3012	3301	3877	3163	5162	1149	
8		485	853	2116	178	859	1923	2264	2150	1688	2722	2687	910	
9		376	1397	882	2297	1239	1894	3374	2400	3497	3827	1643	1747	
10		638	1269	1165	400	850	1067	3735	4430	3572	2428	869	1085	
11		552	870	2431	693	990	1176	1278	2006	1401	1093	2655	2954	
12		538	1064	2971	1330	724	977	1219	3411	1197	1133	1562	1692	
13		391	1062	2503	1487	180	1138	1477	1686	1650	1771	1273	3578	
14		509	1813	3441	1077	175	1363	1265	1372	1077	1427	1038	3777	
15		493	1049	1281	2724	170	1199	1244	2119	1162	2694	1368	2536	
16		1066	1736	2743	3752	1407	715	997	1125	1190	1323	1139	1438	
17		1169	591	1629	2768	1140	862	869	2844	711	1077	1438	1341	
18		2370	538	1398	2582	865	1010	1287	1142	586	1432	798	994	
19		1855	537	1931	1114	1143	596	1078	959	444	880	1240	2335	
20		3197	540	1097	864	851	2219	614	1206	190	680	2094	4650	
21		2614	533	1465	1797	838	1140	422	681	180	966	499	3978	
22		2656	538	1278	2930	1241	801	178	746	180	2069	946	2459	
23		2426	544	1549	3370	1686	759	180	1033	190	647	676	3269	
24		1592	479	972	1400	3523	1058	180	785	479	495	728	2617	
25		1148	334	1119	1924	2778	1381	179	871	730	1363	533	1250	
26		932	164	828	3074	2667	2745	288	737	717	1457	425	967	
27		1108	158	992	1811	3966	2414	631	612	1141	3321	389	1683	
28		2720	154	728	2982	1804	1897	2096	1300	1362	3940	575	1825	
29		2739	390	734	3242	1020		526	1828	1554	2829	414	1518	
30		4020	530	735	3377	1160		945	3599	3481	1560	250	1570	
31			552		3010	2998		1067		3980		244	1515	
Total Diesel		38577	29745	50401	57012	43675	46366	43165	56341	52156	60243	47408	57759	582848
Total USD		119588.7	92209.5	156243.1	176737.2	135392.5	143734.6	133811.5	174657.1	161683.6	186753.3	146964.8	179052.9	1806828.8

Fuente: Reportes de consumo diarios del Rig (2012 – 2013)

ANEXO 4
DATOS DE CONSUMO EN EL RIG

CONSUMO DE DIESEL EN EL RIG												
MES	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Aug-13
DIA												
1		3154	587	480	1058	2655	2285	2332	2678	2692	1331	0
2		2184	782	338	920	1969	1947	3179	3628	1440	2074	0
3		946	511	413	672	2564	1063	2140	1014	613	2166	509
4	969	766	1184	382	1612	3211	812	1569	834	2365	3312	495
5	381	1235	3019	0	1145	2303	1487	1071	2840	2844	3516	560
6	262	1142	3669	0	1104	2774	2882	2210	2390	3461	2386	407
7	636	761	2326	0	1026	970	2832	2841	3562	2892	3587	956
8	363	656	1644	0	689	943	2066	1970	1444	2342	2507	732
9	216	1207	540	315	690	1716	3089	2084	3267	3592	1333	1568
10	484	907	784	222	666	835	2380	3188	2532	2198	689	850
11	406	660	2057	577	820	888	1043	1656	1209	913	1975	2558
12	335	842	2651	1067	554	742	965	3011	1017	761	1222	1505
13	262	790	2249	1300	0	748	1297	1216	1308	1593	1093	3333
14	346	1493	3120	801	0	1023	1093	1192	837	1187	858	3379
15	279	851	1101	2411	0	919	948	1834	727	1371	1030	2346
16	377	554	2355	2658	174	535	694	945	1010	1085	962	1258
17	1000	388	1323	2494	962	562	690	1029	436	827	1015	1103
18	693	358	1113	2402	630	380	1066	962	406	1030	547	759
19	1636	361	1691	868	974	416	899	668	274	628	918	2086
20	2937	360	856	550	679	438	443	666	0	440	1864	3290
21	2368	350	1120	1617	600	994	250	440	0	596	321	3626
22	2396	358	1008	2618	1061	621	0	562	0	1189	686	2234
23	2181	336	814	3191	1456	524	0	853	0	467	324	2222
24	1358	327	742	1220	2788	819	0	491	277	315	548	2050
25	853	167	842	1746	2558	1205	0	691	500	1043	353	1003
26	720	0	581	2892	2388	2455	107	558	427	1257	244	772
27	922	0	810	1631	2803	2141	452	307	961	2931	216	1493
28	2542	0	434	2765	1574	1675	316	873	1122	3570	322	1363
29	2490	230	554	2942	840		341	1543	1161	2604	134	1271
30	1814	359	554	2634	926		765	3419	3101	1390	0	1268
31		360		2830	2808		697		3732		0	1162
Consumo por pozo	45273		41501	49553	45955	37458	41468	36439	47030	49841		44187

Nombre del Pozo	SSF-199D	SSF-244D	SSF-181D	SSF-246D	SSF-245D	SSF-163D	SSF-290D	SHS-225D	SHS-220D	AGU-SDB	TOTALES		
Costo del consumo por pozo	140346.3	128653	153614	142461	116120	128551	112961	145793	154507	136980	1359986		
Total Diesel por Mes	29226	22102	41021	43364	34177	37025	32909	45500	42694	49636	37533	46158	461345
Total USD por Mes	90600.6	68516.2	127165.1	134428.4	105948.7	114777.5	102017.9	141050	132351.4	153871.6	116352.3	143089.8	1430169.5

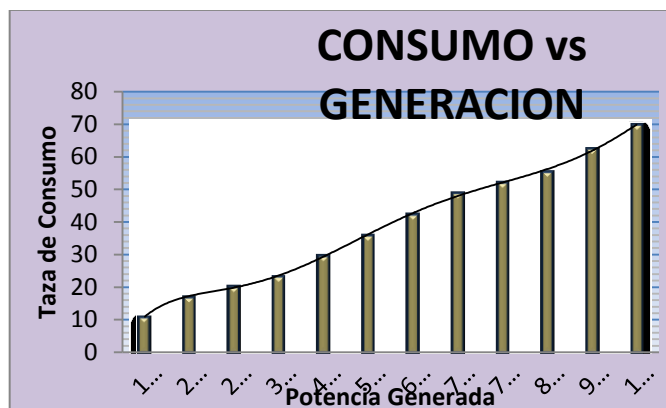
Fuente: Reportes de consumo diarios del Rig (2012 – 2013)

ANEXO 5

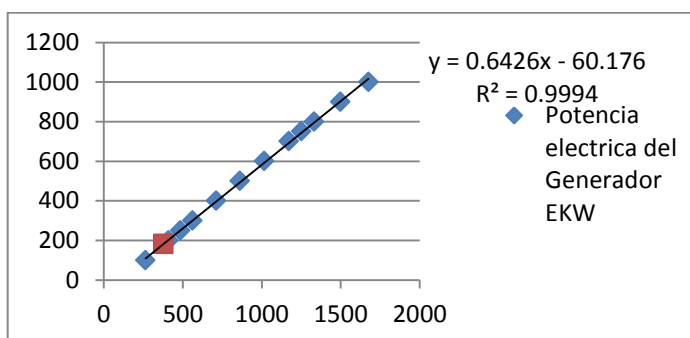
DATOS DE GENERACIÓN Y CURVA DE RENDIMIENTO

CONSUMO Y POTENCIA GENERADA 3512 DITA					
Porcentaje de carga	Potencia de la maquina HP	Potencia electrica del Generador EKW	TAZA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE GPH	TAZA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE GPD	Potencia electrica del Generador EKW
10	170.241	100	11	264.1270	100
20	315.416	200	17	408.8889	200
25	386.595	250	20	485.0794	250
30	456.836	300	23	561.2698	300
40	594.638	400	30	712.3810	400
50	728.954	500	36	862.2222	500
60	866.890	600	42	1015.8730	600
70	1005.362	700	49	1172.0635	700
75	1075.067	750	52	1251.4286	750
80	1144.638	800	55	1331.4286	800
90	1284.718	900	62	1497.7778	900
100	1426.273	1000	70	1675.5556	1000
				377.0000	182.0842

Fuente: Manual de servicio CAT 3512 A (2000)



Fuente: Manual de servicio CAT 3512 A (2000)

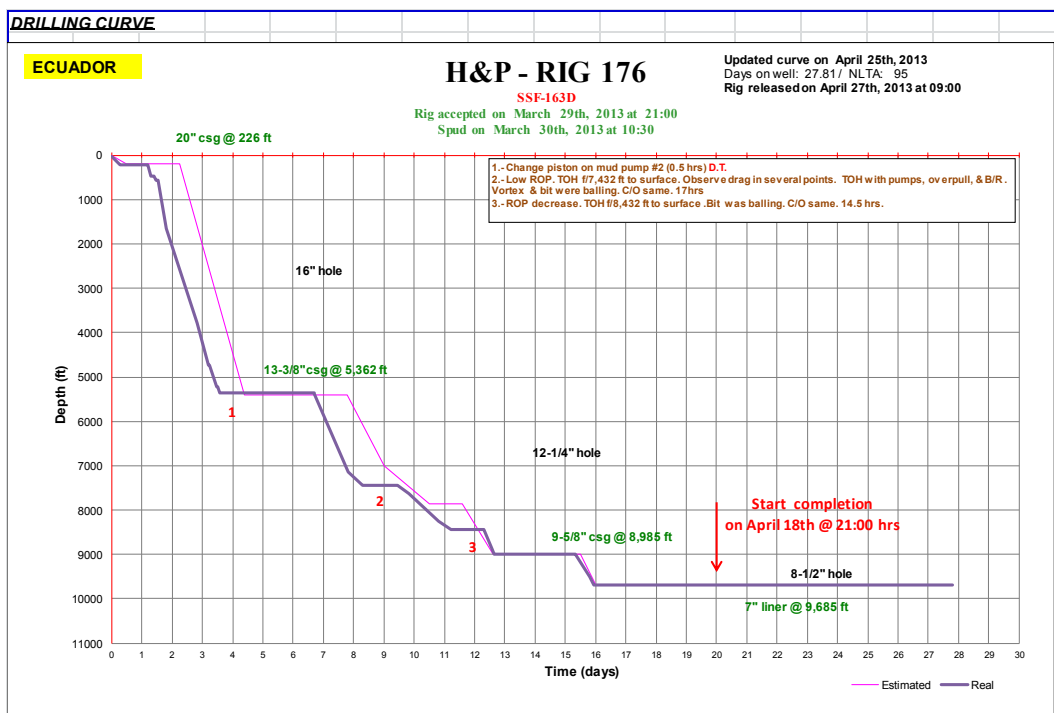


Correlación Consumo – Potencia CAT 3512 A

Fuente: Datos Manual de Servicio (Excel)

ANEXO 6

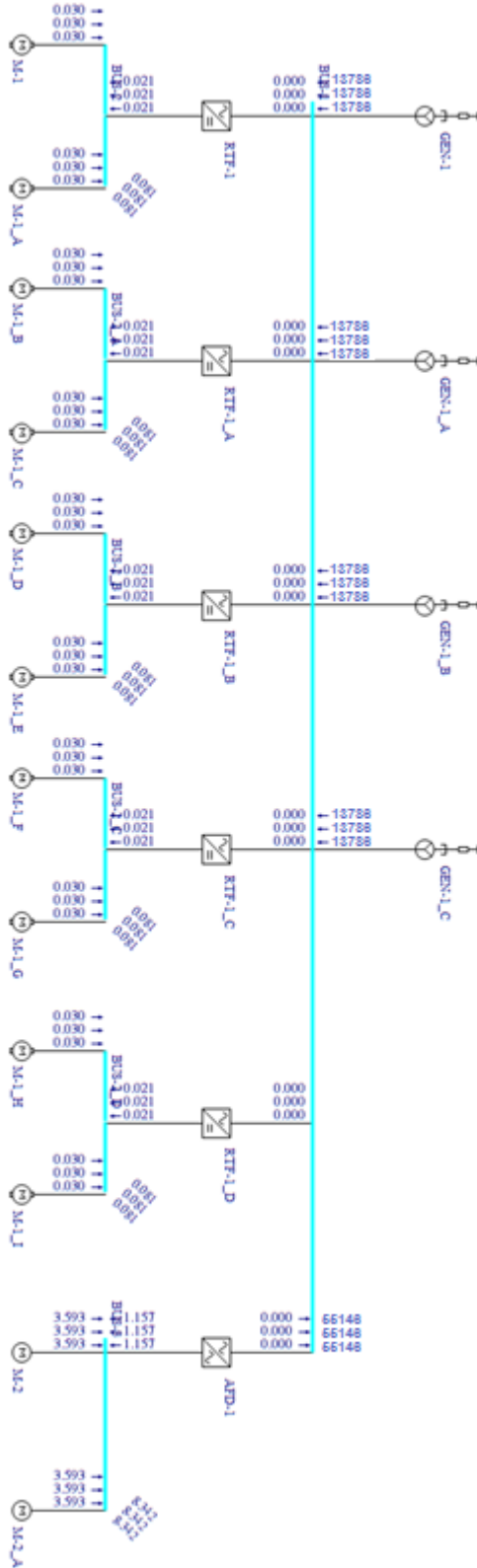
EJEMPLO DE DISEÑO DE POZOS PETROLEROS



Fuente: Reporte de plan de pozo proyectado y alcanzado (2013)

ANEXO 7

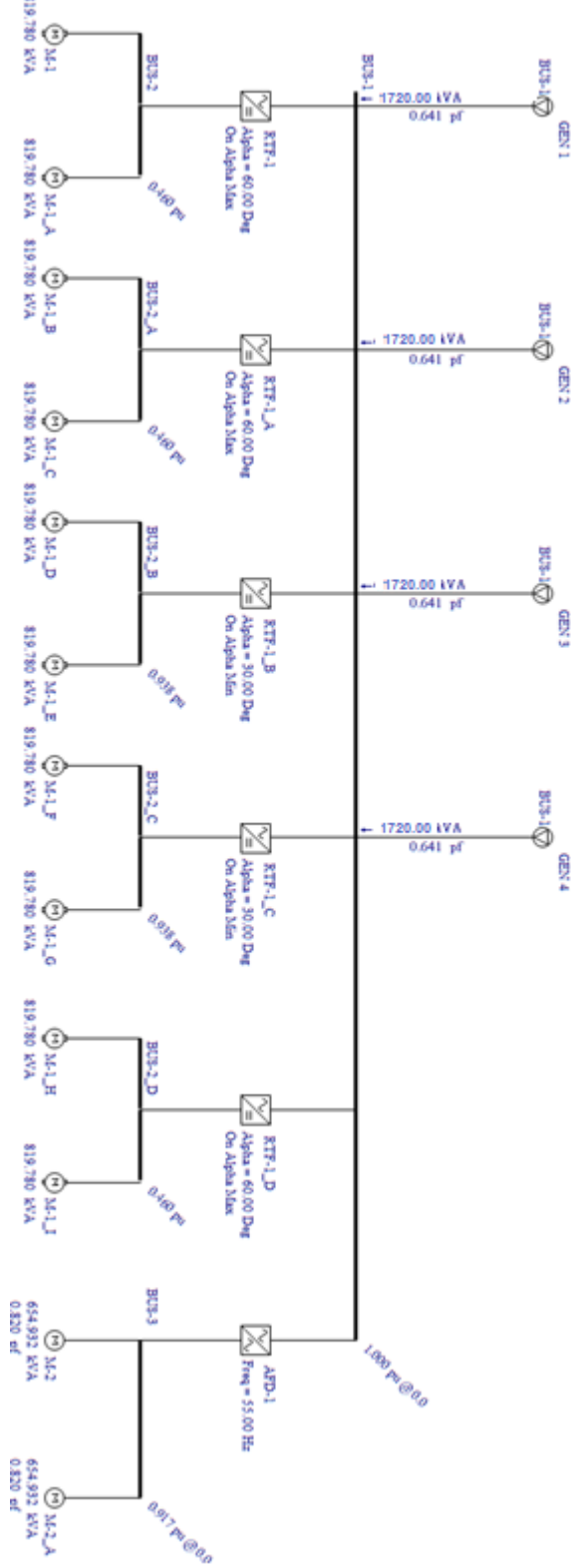
SIMULACIÓN DE CORTOCIRCUITO



Fuente: Easy Power (2014)

ANEXO 8

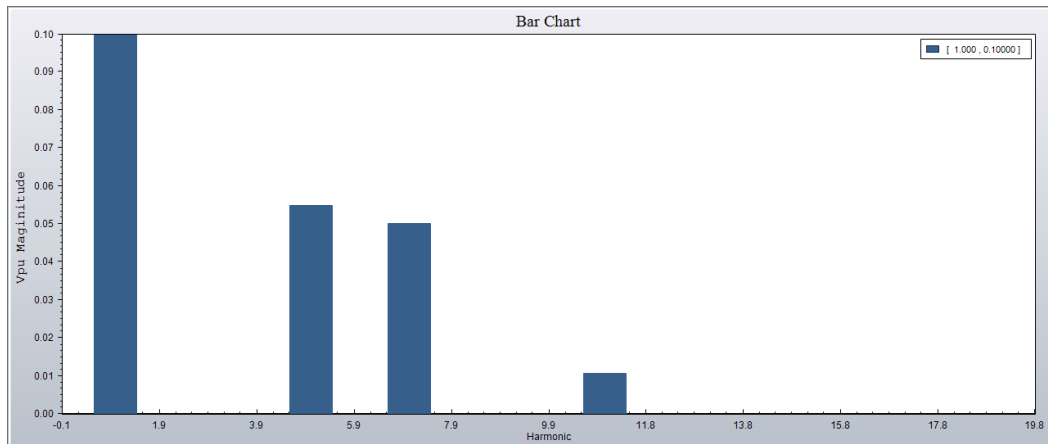
SIMULACIÓN DE SISTEMA UNIFILAR



Fuente: Easy Power (2014)

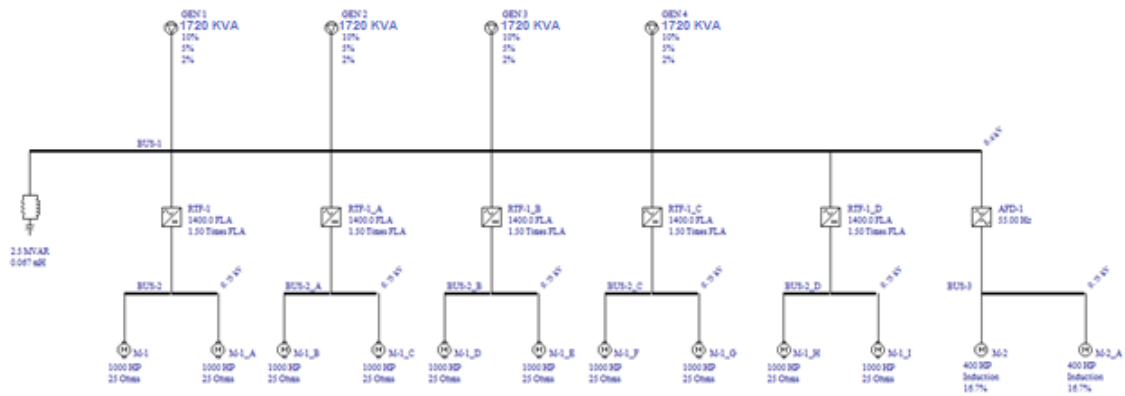
ANEXO 9

SIMULACIÓN DE ARMÓNICAS SIN CORRECTOR



Fuente: Easy Power (2014)

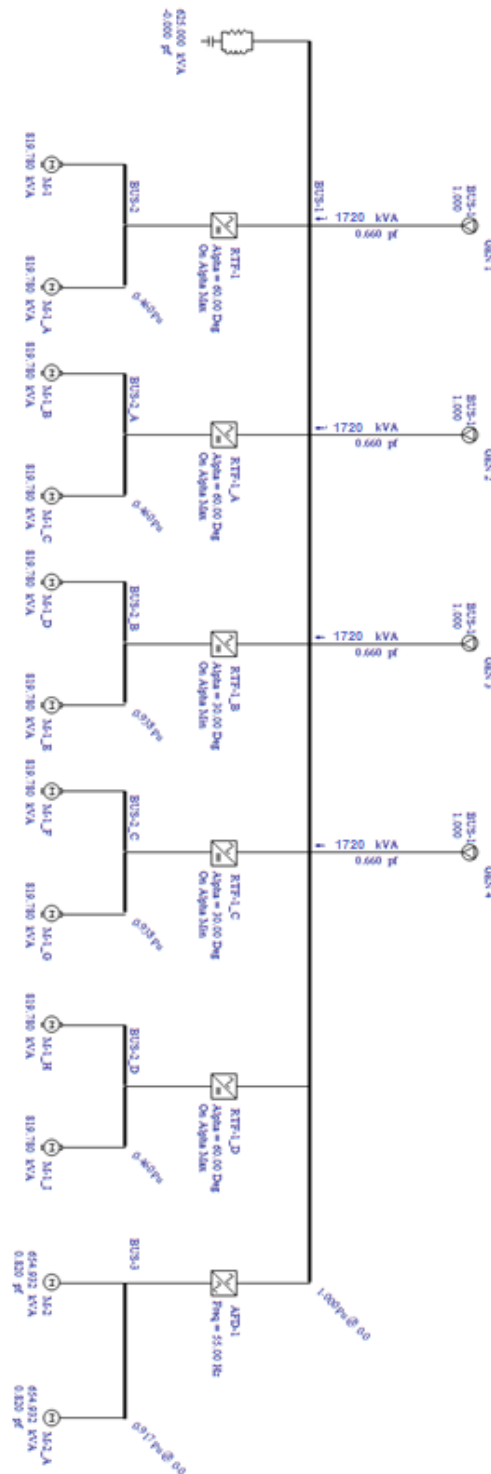
SIMULACIÓN CON CORRECTOR DE ARMÓNICAS



Fuente: Easy Power (2014)

ANEXO 10

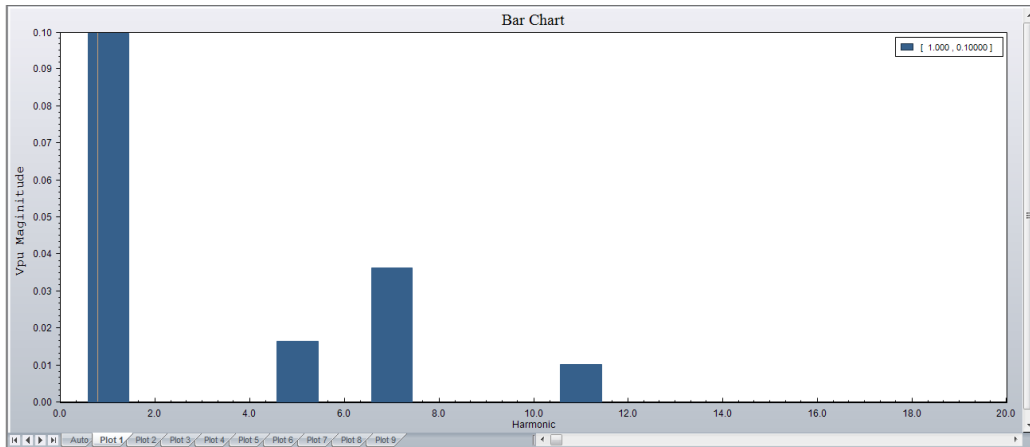
SIMULACIÓN SIN CORRECTOR DE FP



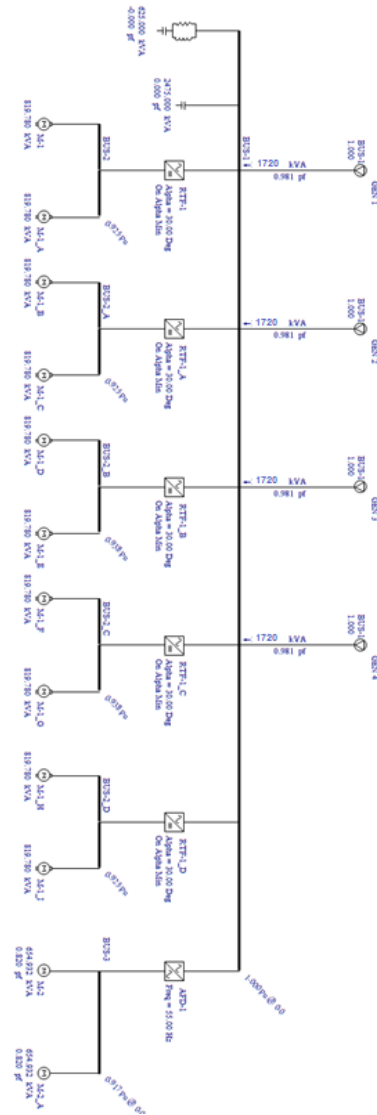
Fuente: Easy Power (2014)

ANEXO 11

SIMULACIÓN DE CORRECTOR DE FP



Fuente: Easy Power (2014)



Fuente: Easy Power (2014)

ANEXO 12
DESCRIPCIÓN DE CARGAS AUXILIARES

DISTRIBUCION 480 VAC - HP	
DWA Blower	10
DWB Blower	10
Charging Pump 1	50
Charging Pump 2	50
Charging Pump 3	50
MP1A Blower	10
MP1B Blower	10
MP2A Blower	10
MP2B Blower	10
MP3A Blower	10
MP3B Blower	10
MP1 Lub Pump	3
MP2 Lub Pump	3
MP3 Lub Pump	3
MP1 Liner Washer	5
MP2 Liner Washer	5
MP3 Liner Washer	5
Suction Agitators	20
Process Agitators	20
Return Agitators	10
Brake Cooling 1	25
Brake Cooling 2	25
Mud Mix 1	75
Mud Mix 2	75
Mud Mix 3	75
Desander Pump	75
Desilter Pump	75
Degaser	50
Mud Cleaner	10
Tip Tank	30
Shaker 1	5
Shaker 2	5
Shaker 3	5
Water Pump 1	25
Water Pump 2	25
HPU 1	50
HPU 2	50
Air Compressor 1	60
Air Compressor 2	60
Koomey Pump	50
EL MAGCO	60
Fuel Pumps	5
Engine Fan	5
High Pressure washer Pump	10
SCR A/C 1	25
SCR A/C 2	25

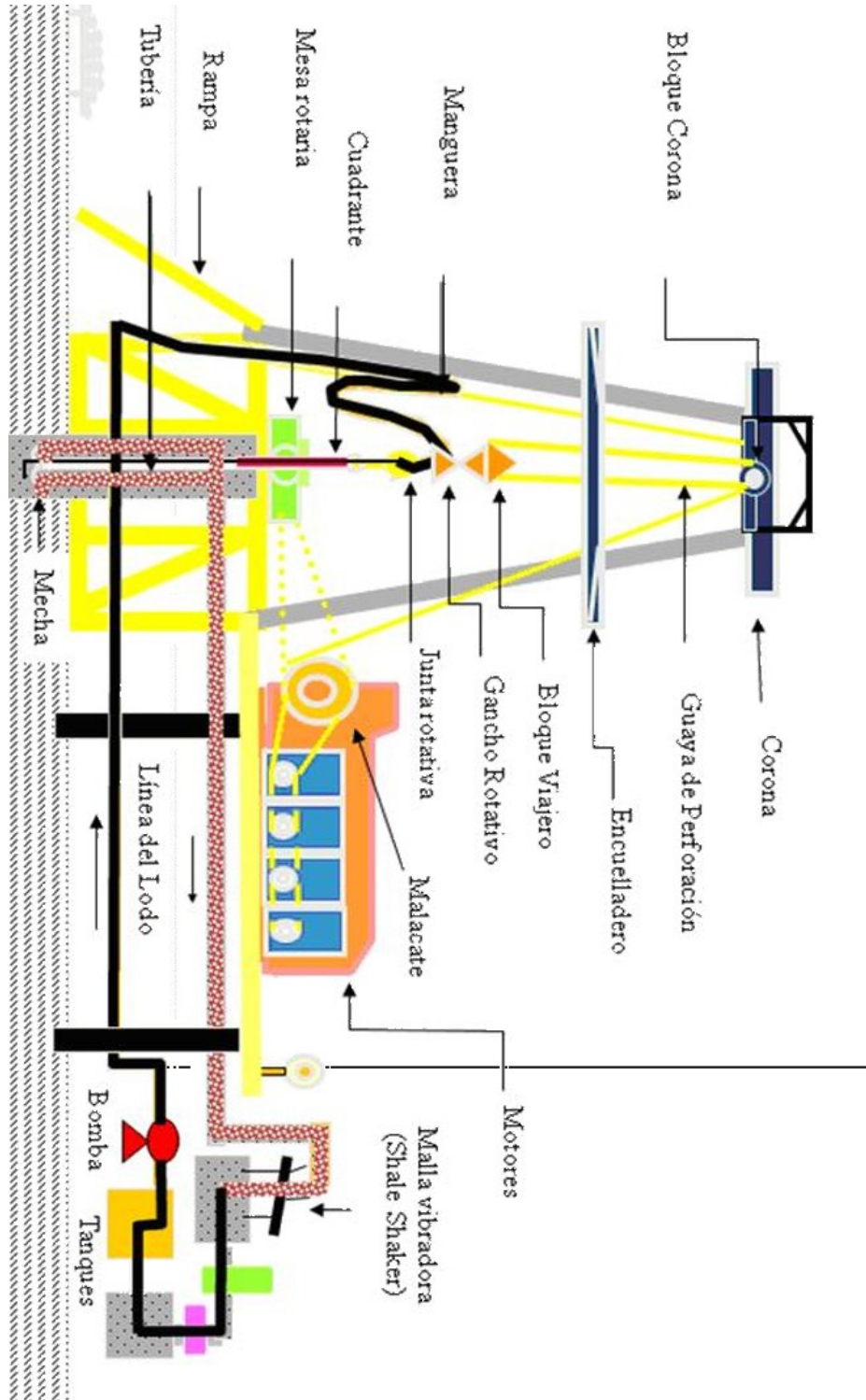
TOTAL	1284
--------------	-------------

DISTRIBUCION 220 / 110 - AMPERIOS	
Gen 1 Heater	30
Gen 2 Heater	30
Gen 3 Heater	30
Gen 4 Heater	30
MP1 Heater	30
MP2 Heater	30
MP3 Heater	30
DWA Heater	30
DWB Heater	30
LIGHTING	150
SCR Lights	30
Rig Floor	100
Engine 1 Lights	30
Engine 2 Lights	30
Engine 3 Lights	30
Engine 4 Lights	30
RIG CAMP LIGHTING	100

TOTAL	770
--------------	------------

Fuente: Tabla de Carga R176 (2013)

ANEXO 13 COMPONENTES DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN



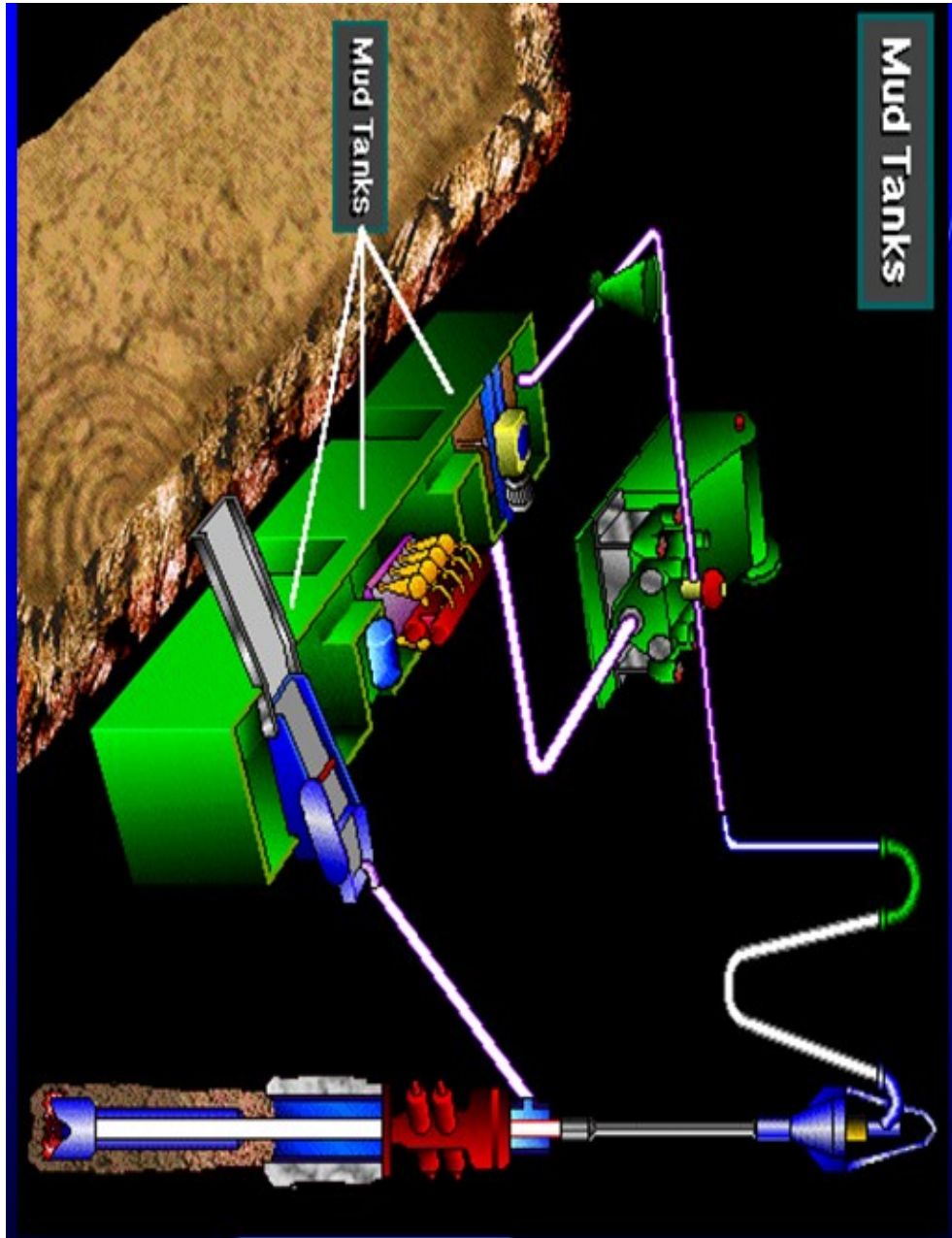
Fuente: <http://achjij.blogspot.com/2012/03/sistemas-del-equipos-de-perforacion.html>, (2013)

ANEXO 14
RIG 176 – VISTA PANORÁMICA



Fuente: Helmerich and Payne (2012)

ANEXO 15
PROCESO DE PERFORACIÓN



Fuente:http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Energias/Fracking_en_el_cenit_del_petroleo_el_aumento_de_la_extraccion, (2014)

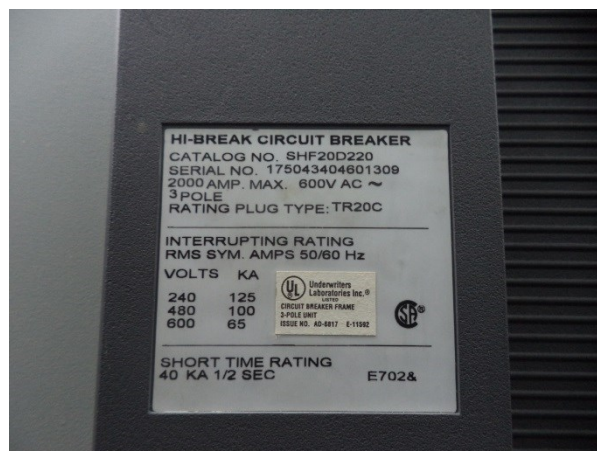
ANEXO 16 TABLERO Y PROTECCIÓN DE GENERADORES



Fuente: Helmerich and Payne (2014)



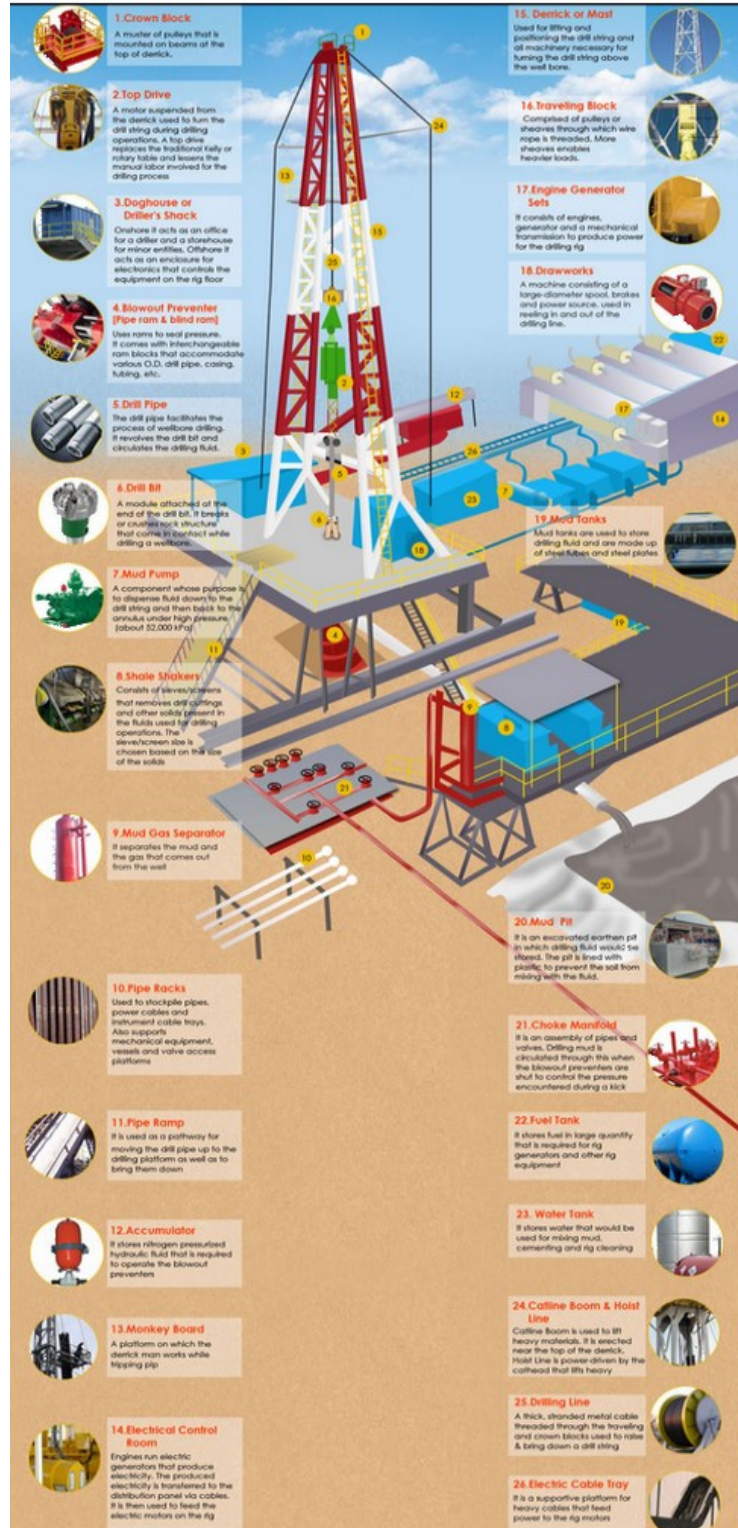
Fuente: Helmerich and Payne (2014)



Fuente: Helmerich and Payne (2014)

ANEXO 17

COMPONENTES DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN PETROLERA



Fuente: Libro Publicitario de Perforación (2013)

ANEXO 18
POWER FACTOR CORRECTOR/HARMONIC FILTER INFORMATION SHEET

Power Factor Corrector/Harmonic Filter Information Sheet



Please fill out the following information regarding your existing system. This information is needed to conduct an analysis of the system to determine the characteristics of the active components.

PFC PURPOSE (circle one): **Increase Vars.** or **Reduce Harmonics** or Other (specify) _____

Generator (s) Designation	Qty.	Size (KVA)	Trans. React. (X ² d)	Engine Size (KW/HP)/Type/Model
GENERATOR 1	1	1720		CAT 3512A
GENERATOR 2	1	1720		CAT 3512A
GENERATOR 3	1	1720		CAT 3512A
GENERATOR 4	1	1720		CAT 3512A

Motor Designation	Qty.	Motors/Unit	Operating Speed	Size (HP)/Type/Model
Mud Pump(s)	3	EMD 79		800 HP
Drawworks	1	GE 752		1000
TD/PS	1	MOTOR AC 400HP		400
Other				

Please indicate different loads and quantities.

Drilling	Qty. /Mtrs.	Operating Speed/Load
Drawworks	1/2X1000HP	
Mud Pumps	3/2X800HP	
TD/PS	1/2X400HP	
Other		
Reaming	Qty. / Mtrs.	Operating Speed/Load
Drawworks	1/2X1000HP	
Mud Pumps	3/2X800HP	
TD/PS	1/2X400HP	
Other		

Misc Transformer	Voltage	Size (KVA)	Operating Frequency
1	600/480	10000	60
1	600/220	500	60
600 V Circuit Breakers	Qty.	Size (AF)	Size (AT)

Fuente: NOV National Oilwell Varco (2014)

ANEXO 19
COTIZACIÓN DEL CORRECTOR DE FACTOR DE POTENCIA Y
FILTROS DE ARMÓNICAS

National Oilwell Varco
 10000 Richmond Ave
 Houston, Texas 77042
 U.S.A.

Tel: 713-346-7500

Proposal Number: **208254**
 Revision: 1
 Proposal Type: BDD
 Date: 31-Jul-2014

To: HELMERICH & PAYNE TULSA, OKLAHOMA	Date: 31-Jul-2014 Inquiry No.: Rig Name: 138 Rig Type: Other Land Destination: Ecuador
Attention: Marco Leon	

Summary – Power Factor Corrector, Rig 176

This is National Oilwell Varco's "Budgetary" offer for the specific equipment and services listed and described in this quotation. Unless explicitly proposed herein, National Oilwell Varco's standard product and documentation specifications apply. The quotation is not binding on National Oilwell Varco until a purchase order or contract is received and accepted by National Oilwell Varco. Standard product documentation will be delivered in English. Any deviation from our offer may affect scope, price or delivery.

All Prices in US Dollars (\$)

P#	Item Description	Qty	Unit Price	Total Price
1)	Id#659451, Rev.1 Major Systems			410,000.00
	1 Power Factor Corrector w/ house	1	410,000.00	410,000.00
	Shipping Preparation, Quotation Lump Sum			10,250.00
	Grand Total, FCA (SHP, Houston, TX)			420,250.00

(*) Total and subtotals do not include those items marked as "Optional", "Alternate", "NIC" (No Charge) or those shown with "(TBD)" (To Be Determined) as price. This quotation is provided for "Budgetary" purposes only and should not be used as a basis for commercial transactions. Please obtain a "Firm" quotation from National Oilwell Varco prior to placing your order.

Please Remit Orders To:
 National Oilwell Varco, L.P.
 10000 Richmond Ave
 Houston, Texas 77042
 U.S.A.

 Tel: 713-346-7500

www.nov.com



Fuente: NOV National Oilwell Varco (2014)