



Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros

Types of maintenance in oil well production measurement units

Tipos de manutenção em unidades de medição da produção de poços de petróleo

Roger Medina

Artículo recibido el 23 de noviembre 2021 | Aceptado el 20 de enero 2022 | Publicado el 21 de enero 2022

Resumen

El propósito de la investigación fue identificar los tipos de mantenimiento aplicados a las unidades de medición de producción de pozos petroleros. La investigación fue descriptiva, con un diseño de campo, no experimental-transeccional. La población estuvo conformada por cinco superintendentes y diez supervisores, todos del área de mantenimiento, que laboran en las distintas Unidades de Producción que conforman el Distrito Lago Sur de la industria petrolera. Para la recolección de los datos se empleó la técnica de la encuesta, mediante la aplicación de un instrumento tipo cuestionario, conformado por 7 ítems con escala de frecuencia. La validez se realizó a través del juicio de cinco expertos, y para calcular su confiabilidad se empleó el método del Coeficiente Alfa de Cronbach, cuyo valor obtenido fue de 0,84. El análisis de los datos se realizó mediante la estadística descriptiva, a través del estudio de la media aritmética. Se determinó la aplicación del mantenimiento correctivo y una debilidad de la estructuración y aplicación de planes de los mantenimientos preventivo y predictivo.

Palabras clave: Mantenimiento correctivo; mantenimiento predictivo; mantenimiento preventivo; pozos petroleros; unidades de medición

Abstract

The purpose of the investigation was to identify the types of maintenance applied to the oil well production measurement units. The research was descriptive, with a field design, not experimental-transectional. The population was made up of five superintendents and ten supervisors, all from the maintenance area, who work in the different Production Units that make up the South Lake District of the industry oil. For the data collection, the survey technique was used, through the application of a questionnaire-type instrument, consisting of 7 items with a frequency scale. Validity was carried out through the judgment of five experts, and the Cronbach Alpha Coefficient method was used to calculate its reliability, whose value was 0.84. The data analysis was carried out using descriptive statistics, through the study of the arithmetic mean. The application of corrective maintenance and a weakness of the structuring and application of preventive and predictive maintenance plans were determined.

Key words: Corrective maintenance; predictive maintenance; preventive maintenance; oil wells; measurement units

Roger Medina

medinarog@gmail.com
Orcid: 0000-0001-5785-3141

Universidad del Zulia, Núcleo Costa Oriental del Lago- Cabimas, Venezuela

Ingeniero mecánico, egresado de la Universidad del Zulia Núcleo Costa Oriental del Lago Venezuela. Maestría en Gerencia de Empresas, Mención Gerencia de Operaciones. Universidad del Zulia. Núcleo Costa Oriental del Lago.

Resumo

O objectivo da investigação era identificar os tipos de manutenção aplicados às unidades de medição da produção de poços de petróleo. A investigação foi descritiva, com um desenho de campo, não experimental-transeccional. A população era constituída por cinco superintendentes e dez supervisores, todos da área de manutenção, que trabalham nas diferentes unidades de produção que compõem o Distrito do Lago Sur da indústria petrolífera. Para a recolha de dados, foi utilizada a técnica de inquérito, através da aplicação de um instrumento do tipo questionário, constituído por 7 itens com uma escala de frequência. A validade foi avaliada pelo julgamento de cinco peritos, e para calcular a sua fiabilidade foi utilizado o método do Coeficiente Alfa Cronbach, com um valor de 0,84. A análise dos dados foi realizada utilizando a estatística descritiva, através do estudo da média aritmética. Foi determinada a aplicação de manutenção correctiva e uma fraqueza na estruturação e aplicação de planos de manutenção preventiva e predictiva.

Palavras-chave: Manutenção correctiva; manutenção predictiva; manutenção preventiva; poços de petróleo; unidades de medição

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, las empresas han evolucionado en pro de ser competitivas; lo que ha conllevado a los gerentes a optimar continuamente los sistemas, métodos y procedimientos existentes en sus organizaciones, para poder cumplir con los estándares, garantizando la competitividad de las mismas. La tendencia al empleo de metodologías y procedimientos, ha hecho que las organizaciones reestructuren su manera de considerar la actividad productiva y establecer tipos de mantenimiento que avalen la operatividad y eficiencia del sistema productor.

Así las cosas, el mantenimiento ha llegado a convertirse en una función importante para que toda organización logre un máximo de rentabilidad, donde cada una de las operaciones inmersas dentro de este, permitan dar un uso adecuado

a los activos fijos logrando alargar su vida útil, convirtiendo las actividades de trabajo para que sean más rápidas y eficaces. Puede entonces conceptualizarse al mantenimiento, de acuerdo a Becerra (2005), como el conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual, el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía cumpliendo hasta el momento en que se dañó, en caso que haya sufrido alguna rotura que hizo que necesite del pertinente mantenimiento y arreglo.

En este contexto, están inmersas las organizaciones petroleras, dado el compromiso de Petróleos de Venezuela S. A., en el cumplimiento de sus objetivos, la mantención del mecanismo productivo de la misma conduce a la búsqueda constante de procedimientos estratégicos a nivel gerencial que permitan lograr la eficiencia y efectividad de los procesos en la industria petrolera, donde dichas estrategias pudieran ser componentes para elaborar lineamientos conducentes a la consecución de los objetivos propuestos en el negocio petrolero. En atención a las funciones de procesamiento y manejo de la producción de fluidos, la industria petrolera cuenta con una compleja infraestructura, que incluye instalaciones recolectoras de los hidrocarburos extraídos, donde son separados, tratados y cuantificados con el objetivo de garantizar que las variables operativas se mantengan en los valores óptimos, al igual que el análisis y ajuste de las mismas.

En este sentido, Rodríguez (2008) expone la importancia del mantenimiento como uno de los ejes fundamentales dentro de la industria, el cual ha estado sujeto a diferentes cambios con el paso del tiempo, viendo en la actualidad el mantenimiento

como una inversión que ayuda a mejorar al igual que mantener la calidad en la producción. Adicionalmente, la capacidad de producción depende directamente de la disponibilidad de equipos, y si esta disminuye por averías o mal funcionamiento, provocará el incumplimiento de metas y objetivos. En el caso de las unidades de medición de producción de pozos a nivel de las instalaciones petroleras, a juicio del investigador por la experiencia que le otorga el trabajar en estas áreas durante once años, están propensas a sufrir daños por: la operatividad diaria, insuficiencia de los mantenimientos aplicados y la expiración de la vida útil de los componentes que lo conforman, al igual que la infraestructura diseñada para la cuantificación del volumen de crudo y gas que aporta la medición, condiciones que pueden llegar a generar comportamientos irregulares y/o fallas en las señales y tendencias de producción.

Dichas circunstancias crean incertidumbre en los valores reales de producción diaria de los pozos analizados, generando un problema en el seguimiento y control de la producción. En concordancia con los planteamientos anteriores, surge el presente artículo cuyo propósito se centra en identificar los tipos de mantenimiento aplicados a las unidades de medición de producción de pozos petroleros que conforman el Distrito Lago Sur.

El mantenimiento y sus tipos

Zambrano y Leal (2006), opinan que la gestión del mantenimiento es un proceso sistémico donde a través de una serie de medidas organizativas se pueden planear las acciones de las actividades de mantenimiento por medio de procedimiento que lleven un orden o secuencia lógica de esta función

a fin de conseguir un constante y adecuado desempeño de los equipos pertenecientes al sistema productivo, esto con la finalidad de identificar los pasos a seguir y prever las posibles desviaciones que se puedan presentar durante el desarrollo de estas actividades de mantenimiento.

En este mismo orden de ideas, Crespo (2007) la define como todas las actividades de la gestión que determinen los objetivos de mantenimiento o prioridades definidas como objetivos asignados y aceptados por el departamento de gestión y mantenimiento. Para el investigador, está definida como el marco administrativo, financiero y técnico que permite la evaluación y planificación de las operaciones de mantenimiento de forma programada, orientadas a la utilización eficaz de recursos, mano de obra, estrategias y mejoras de las actividades funcionales de mantenimiento de equipos.

Ahora bien, para Sánchez (2006), son varios los tipos de mantenimientos existentes diferenciados en cuanto a objetivos, planificación y recursos necesarios, entre otros, haciendo énfasis en que ninguno de estos tipos se utiliza exclusivamente, ya que se realiza un mantenimiento planificado que combina los diferentes tipos, con el objetivo de optimizar los costes globales y la disponibilidad de los equipos. Para el mencionado autor, los mantenimientos catalogados como proactivo, mantenimiento basado en la fiabilidad, mantenimiento productivo total son formas diferentes de enfocar la planificación del mantenimiento, sin embargo, aclara como tipologías básicas de mantenimiento ante fallo, el mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento predictivo.

Del mismo modo, Stephens (2010) señala que el mantenimiento puede ser dividido en tres complejos grupos o categorías, delimitadas de acuerdo al modo de planificación y ejecución de las mismas, divididas en: el mantenimiento correctivo o reactivo, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento predictivo. Para González (2005), citando algunas normas europeas (EN-13306 / AFNOR NFX 60-010); detalla que dichas normas engloban tres tipos de mantenimientos: El correctivo, el preventivo y el predictivo, y en algunos casos, este último inmerso como parte del mantenimiento preventivo.

Becerra (2005) en su investigación, aclara la importancia que el mantenimiento tiene dentro de una empresa, y la necesidad de promover

una gestión de mantenimiento. Citando la Norma Venezolana COVENIN 3049-93 con base a conceptos de mantenimiento, esta norma, establece que los tipos de mantenimientos pueden ser: mantenimiento rutinario, mantenimiento programado, mantenimiento por avería, mantenimiento correctivo, mantenimiento circunstancial y mantenimiento preventivo. En el mismo orden, Mobley (2004) señala la existencia de tres tipos principales de mantenimiento, que son: el mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento de mejora. Además, indica tres divisiones principales para el mantenimiento preventivo, tal y como puede apreciarse en la Figura 1.

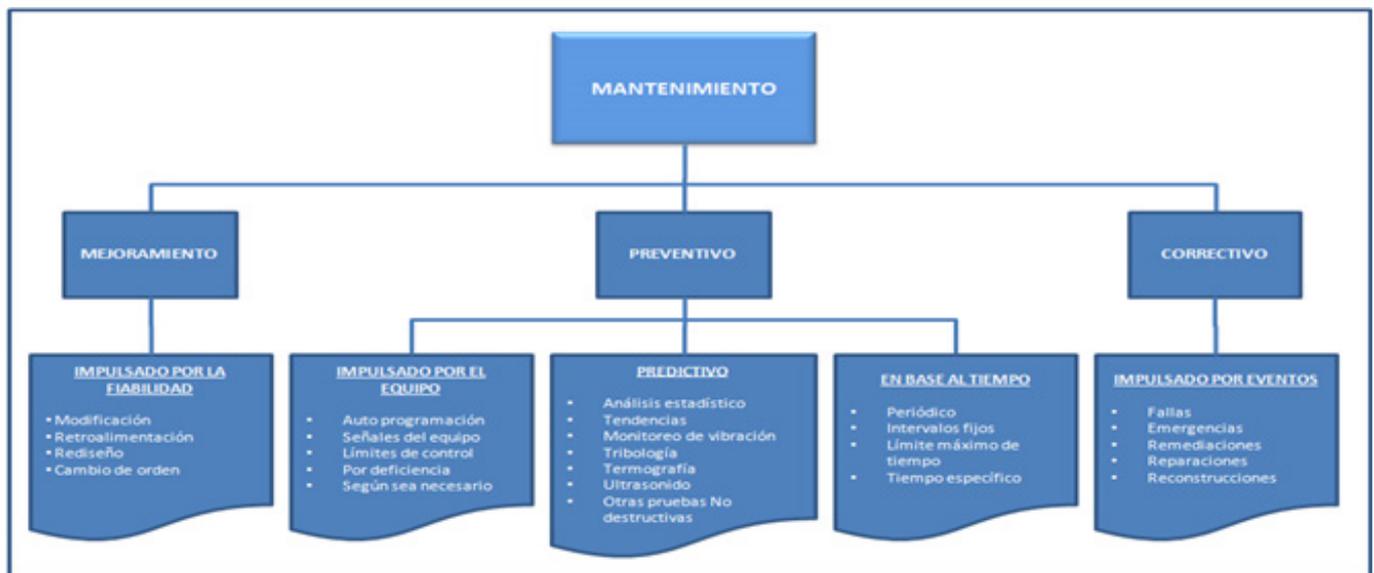


Figura 1. Tipos de Mantenimientos.

Fuente: Mobley (2004)

A la luz de las definiciones expuestas, el investigador deduce que, existen diversas definiciones sobre los tipos de mantenimiento en las situaciones operacionales, lo cual, hace difícil unificar criterios al respecto. Sin embargo, independientemente de la percepción de cada

autor, el tipo de mantenimiento se establece en función de las estrategias de mantenimiento que relacionan el momento de ocurrencia de las fallas y el momento de ejecución de la labor. A continuación, se presentan los tipos de mantenimiento considerados en la investigación,

y que se apegan a la clasificación propuesta por Stephens (2010), quien las clasifica en tres grupos, delimitadas de acuerdo al modo de planificación y ejecución de las mismas, divididas en: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo.

Mantenimiento correctivo

Según Stephens (2010), el mantenimiento correctivo, denominado de igual forma “reactivo”, está definido como el trabajo de reparación requerido después de ocurrido el fallo de un equipo. Acota de igual manera, que este tipo de mantenimiento provoca interrupciones, retrasan la producción, y requieren reparaciones inesperadas y no planificadas, por lo tanto, son el tipo más caro y costoso de la actividad de mantenimiento. Para Kobbacy (2008), el mantenimiento correctivo está definido como las acciones de reparación o restauración posteriores a una avería o pérdida de funcionalidad de un equipo. Estas acciones son naturalmente del tipo reactivo, lo que implica simplemente esperar que produzca la falla para luego reparar, siendo las acciones correctivas difíciles de predecir debido al imprevisto de las averías.

En ese mismo orden de ideas, Torres (2005) acota que el mantenimiento correctivo consiste en la acción de reparar las averías a medida que se van produciendo en un sistema. Adicionalmente, refiere el autor que las características del mantenimiento correctivo son: se basa en la intervención rápida, después de ocurrida la avería; conlleva a una discontinuidad en los flujos de producción y logísticos; tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada y posee un bajo nivel de organización.

En referencia a lo anterior, Mobley (2004) agrega que el mantenimiento correctivo está

definido como un subconjunto que forma parte del programa integral de mantenimiento preventivo, con un enfoque proactivo. Según el autor, el objetivo fundamental de este enfoque es eliminar averías, desviaciones de las condiciones óptimas de operación y reparaciones innecesarias, optimizando la eficacia de todos los sistemas críticos de la planta; siendo la característica clave del mantenimiento correctivo, que las reparaciones apropiadas y todos los problemas incipientes se hacen sobre una base necesaria.

En otro orden de ideas, para Sánchez (2006), la función del mantenimiento correctivo no se limita solo a reparar la máquina averiada sino también a buscar, diagnosticar y corregir la causa real que provocó el fallo. Adicionalmente, agrega que, sólo es aplicable cuando existe una disponibilidad suficiente de equipos de repuesto con una sustitución rápida, económica, y no supone interrupciones ni perjuicios en el proceso productivo. Esto suele ser así en el caso de máquinas sencillas y baratas y de las cuales existen varias unidades en la planta industrial, lo que permite con una cantidad reducida de repuestos cubrir gran parte de los eventuales fallos. En estos casos, probablemente el mantenimiento correctivo sea más económico y eficiente que cualquier otro.

El mantenimiento correctivo para el investigador queda definido como el conjunto de acciones necesarias para la realización de reparaciones o cambios de emergencia a nivel de los sistemas funcionales de una empresa o sistemas productivos, al verse afectada la funcionalidad de un equipo o de subsistemas, ya sea por interrupción de sí misma o por la simple falla de equipos auxiliares de apoyo a la maquinaria principal.

Mantenimiento preventivo

Para Mobley (2004), las tareas de mantenimiento preventivo tienen por objeto impedir el desarrollo de un tiempo de inactividad no programada o daños prematuros a un equipo, lo que daría lugar a actividades correctivas o de reparación. Este punto de vista, es predominante en la gestión de mantenimiento debido a la ejecución de actividades impulsadas por fechas o tareas repetitivas donde se deseen mantener niveles aceptables de fiabilidad y disponibilidad; adicionalmente, un programa integral de mantenimiento preventivo incluirá el mantenimiento predictivo.

En este mismo sentido, Venkataraman (2007) cataloga el mantenimiento preventivo como primordial en la jerarquía de mantenimiento planificado. El propósito es minimizar las averías y la depreciación excesiva de un equipo. En su forma más simple, el mantenimiento preventivo debe incluir lo siguiente: las pruebas no destructivas; la inspección periódica; las actividades de mantenimiento planificado y el mantenimiento para corregir las deficiencias encontradas a través de pruebas o inspecciones.

Para Sánchez (2006), el mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento cuyo objetivo consiste en prevenir el fallo. El mantenimiento preventivo más común es el planificado basándose en el establecimiento de una rutina de sustitución de piezas a intervalos periódicos de tiempo, tratando de evitarse los fallos inesperados. Según el autor citado, el éxito del método radica en una adecuada elección de los intervalos de sustitución de las piezas, siendo la ventaja primordial frente al mantenimiento correctivo, que la planificación del mantenimiento es más sencilla, produciéndose un menor número de imprevistos y paradas no programadas de producción.

Este tipo de mantenimiento también incluye las operaciones preventivas que se ejecutan aprovechando alguna coyuntura (máquina parada por cuestiones de producción o máquina parada por avería de otra pieza, entre otras) que permita obtener un beneficio al realizar en ese momento la sustitución de la pieza a la que se aplica prevención (mantenimiento preventivo de oportunidad). Adicionalmente, reduce la necesidad de almacenamiento de repuestos, ajustando la adquisición de los mismos a los períodos planificados de inspección. El método es especialmente indicado para aquellos componentes que tienen una curva de deterioro claramente dependiente de un número de ciclos.

Según Stephens (2010), el mantenimiento preventivo toma medidas para prevenir y corregir problemas antes de que ocurran fallas. Estos pasos pueden incluir el diseño, instalación y montaje de equipos, mantener una historia exacta de rendimiento de los equipos y las reparaciones; inspecciones de rutina programados y realizar el mantenimiento y el servicio necesario, y la limpieza programada, la lubricación o la revisión. El mantenimiento preventivo es una estrategia basado en la sustitución, revisión o remanufactura de un elemento a intervalos fijos o adaptativos, de los equipos independientemente de su condición en el momento. Estos modelos de operaciones de mantenimiento se pueden caracterizar como políticas de mantenimiento a largo plazo. El mantenimiento preventivo para el investigador queda definido como el conjunto de acciones o labores de mantenimiento que puedan ser previstas con suficiente anticipación, de tal forma que se planifiquen o se programen adecuadamente tanto en la forma como en el tiempo de ejecución.

Mantenimiento predictivo

Para Mobley (2008), el mantenimiento predictivo es una técnica que utiliza la evaluación periódica de las condiciones de funcionamiento reales de los equipos de una planta, sus sistemas de producción y funciones de la gestión, para optimizar el funcionamiento total de la misma. Refiere el autor que, la tecnología predictiva permite la evaluación precisa de todos los grupos funcionales, entre estos, el mantenimiento general, dentro de la empresa. Utilizándose correctamente, el mantenimiento predictivo puede identificar no solo la mayoría, si no todos, los factores que limitan la eficacia y la eficiencia total de la planta.

De la misma manera, para Wireman (2005), el mantenimiento predictivo permite el pronóstico de fallos a través del análisis de la condición del equipo. El análisis se lleva a cabo generalmente a través de alguna forma de tendencia o seguimiento de un parámetro, tal y como la vibración, la temperatura o el flujo; siendo la diferencia entre el mantenimiento preventivo y el predictivo, que el preventivo se centra en tareas manuales, mientras que el mantenimiento predictivo utiliza algún tipo de tecnología.

Acota el autor que, el mantenimiento predictivo permite que el equipo sea reparado en horarios que no interfieran con los programas de producción, eliminando así uno de los mayores factores de costo por tiempo de inactividad. Algunas plantas tienen el sistema de automatización de la producción conectado directamente a un sistema informático con el fin de monitorear la condición del equipo en un modo de tiempo real, permitiendo el desarrollo de un mantenimiento más rentable.

En el mismo orden de ideas, Torres (2005) define el mantenimiento de tipo predictivo como el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo de un equipo

o sistema antes de que este tenga consecuencias más graves. Adicionalmente, la característica primordial de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta durante su aplicación.

Según el autor citado, la inspección de los parámetros se puede realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores, como son: el tipo de planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiera realizar, obteniendo los siguientes beneficios: la reducción del tiempo de parada al conocerse exactamente el elemento que falla; el seguimiento de la evolución de un defecto en el tiempo; la optimización de la gestión del personal de mantenimiento; el uso de una plantilla de mantenimiento más reducida; la elaboración de un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional útil; el conocer con exactitud el tiempo límite de funcionalidad que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto; la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos y garantizar la elaboración de estrategias internas para el funcionamiento de sistemas de equipos, o de ser necesario, define la necesidad de adquisición de nuevos equipos.

De igual manera, para Stephens (2010), las herramientas estadísticas y diversos instrumentos y pruebas, como análisis de vibraciones, análisis químicos de lubricantes, termografía, herramientas ópticas y medidores de audio, se utilizan para predecir posibles fallos del equipo. El mantenimiento predictivo se desarrolla en un sistema de producción eficiente y confiable. Los rendimientos de estas inversiones son directos y significativos, ya que incluyen mejoras de calidad, una larga y fiable vida útil del equipo, y una mayor seguridad. El mantenimiento predictivo se traducirá en un aumento en la moral de los empleados por

la reducción en el número de averías y tiempos muertos, menor tiempo de inactividad, menores necesidades de repuestos, y la reducción de los costos generales de mantenimiento.

Igualmente, Kobbacy (2008) cataloga el mantenimiento predictivo como una estrategia de mantenimiento basada en la política de limitación al fallo, en el que se realiza el mantenimiento sólo cuando la tasa de falla, o de otros índices de fiabilidad de una unidad, alcanza un nivel predeterminado. Esta estrategia de mantenimiento se ha implementado como parte del mantenimiento basado en la condición (MBC) en la mayoría de los sistemas de producción, donde ciertos índices de rendimiento son periódicamente o continuamente monitoreados. Siempre que un indicador asociado cruza un umbral predefinido, se realizan acciones de mantenimiento para restaurar el equipo a su estado original, o a una condición donde el valor retorne a un nivel satisfactorio en comparación con el patrón de referencia.

Agrega Kobbacy (2008) que, se debe analizar la evolución de los parámetros físicos medidos comparándolos con los límites de ingeniería,

a efectos de detectar, analizar y corregir un problema antes de que ocurra una falla. Un plan de mantenimiento debe ser diseñado con base a los resultados de la predicción derivada de la vigilancia basada en la condición, siendo costoso al principio de un plan de mantenimiento preventivo debido al hardware adicional de monitoreo y la inversión en software, herramientas y la capacitación que se requiere para establecer un programa de mantenimiento predictivo. Sin embargo, proporciona una base para el diagnóstico de fallos y operaciones de mantenimiento, ofreciendo una mayor fiabilidad de los equipos y un avance significativo en la información para mejora de la planificación.

Para Venkataraman (2007), muchas de las técnicas de predicción se pueden utilizar para comprobar un mismo problema o falla, a través de una verificación cruzada utilizando dos o más tecnologías predictivas, dejando clara la decisión correcta a tomar, siguiendo una cadena de fases para la ejecución del análisis predictivo del mantenimiento, como se ilustra en la Figura 2.

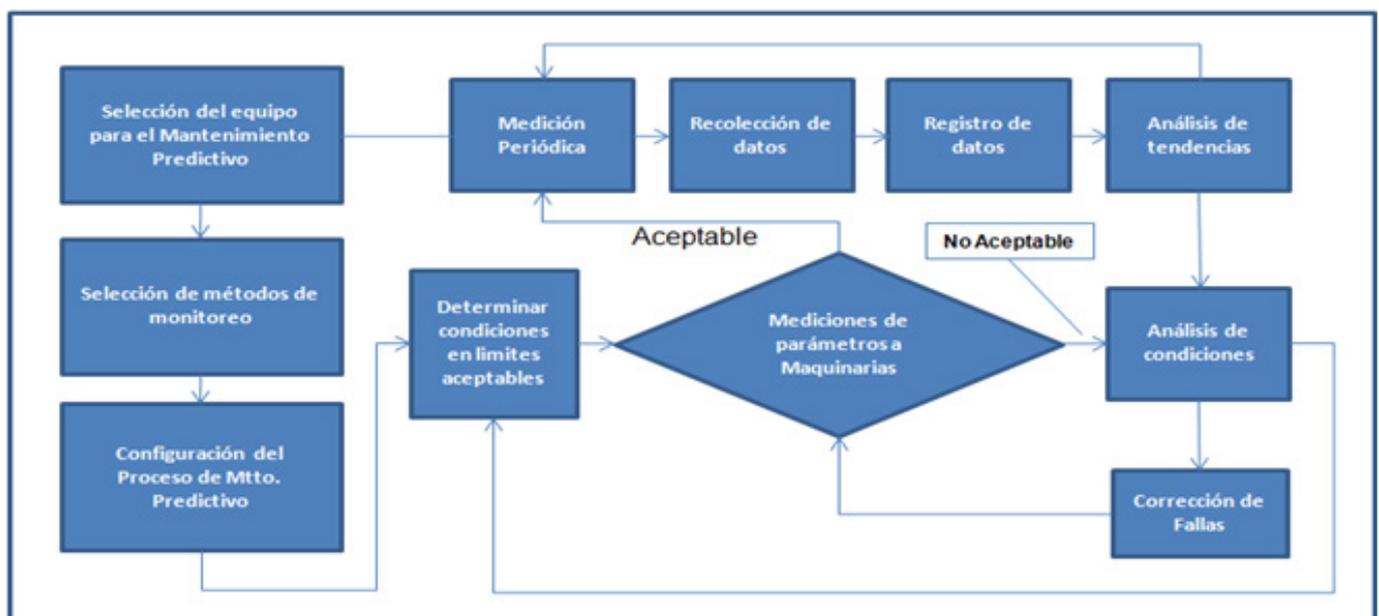


Figura 2. Diagrama de flujo del mantenimiento predictivo.

Fuente: Venkataraman (2007).

En general, para el investigador, el mantenimiento predictivo consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, comúnmente, con alguna ayuda tecnológica, para así determinar en qué período de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo no genere consecuencias negativas para los índices de productividad y eficiencia.

MÉTODO

La metodología empleada fue de tipo descriptiva, con un diseño no experimental, transeccional y de campo. La población estuvo

conformada por los superintendentes y supervisores de mantenimiento que laboran en las distintas Unidades de Producción que conforman el Distrito Lago Sur de la industria petrolera.

La técnica aplicada para la recolección de datos fue la encuesta, utilizando para ello como instrumento un cuestionario con 7 ítems. Se utilizó la escala de frecuencia considerando las opciones: siempre, casi siempre, a veces, casi nunca y nunca. El mismo respondió a una confiabilidad de 0,84 bajo el coeficiente Alfa de Cronbach, considerado de muy alta confiabilidad, previa validación por expertos. Para interpretar los resultados de la media aritmética se construyó un baremo, el cual se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Accesibilidad de los puntos venta y razón de compra.

Alternativas	Opción de respuesta	Rango para la media	Nivel de respuesta para la variable
5	Siempre(S)	$4,20 \leq 5,00$	Muy alta aplicación
4	Casi siempre (CS)	$3,40 \leq 4,20$	Alta aplicación
3	A veces (AV)	$2,60 \leq 3,40$	Moderada aplicación
2	Casi nunca (CN)	$1,80 \leq 2,60$	Baja aplicación
1	Nunca(N)	$1,00 \leq 1,80$	Muy baja aplicación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se comenzó exponiendo el análisis de los resultados obtenidos, de acuerdo a los datos arrojados en la encuesta por la población bajo estudio, para el mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo, a fin de analizar la dimensión tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros.

Con respecto al indicador mantenimiento correctivo, según los resultados mostrados en la

Tabla 2, se aprecia una media de 3,70 ubicándolo en la categoría de alta aplicación, dada la percepción de los encuestados al considerar una alta aplicación con respecto a que las acciones de mantenimiento ejecutadas se realizan luego de ocurrida la falla del equipo (3,50) y que luego de una falla, se realiza un diagnóstico para definir la causa raíz de la misma (3,90).

Tabla 2. Tipo de mantenimiento correctivo.

Nº	ITEMS	X̄	CATEGORIA
1	Las acciones de mantenimiento ejecutadas se realizan luego de ocurrida la falla del equipo	3,50	Alta aplicación
2	Luego de una falla, se realiza un diagnóstico para definir la causa raíz de la misma	3,90	Alta aplicación
Promedio Indicador		3,70	Alta aplicación

Los resultados reflejan que el mantenimiento de tipo correctivo es altamente considerado en los departamentos de mantenimiento correspondientes a las unidades de medición de producción de pozos petroleros en la industria petrolera del estado Zulia. A criterio de Torres (2005), este tipo de mantenimiento consiste en la acción de reparar las averías a medida que se van produciendo en un sistema.

De manera que, a juicio del investigador este tipo de mantenimiento representa un conjunto de acciones necesarias para la realización de reparaciones o cambios de emergencia a nivel de los sistemas funcionales, al verse afectada la funcionalidad de un equipo, ya sea por interrupción

de sí misma o por la simple falla de equipos auxiliares de apoyo a la maquinaria principal, originando con ello una incidencia en los costos de mantenimiento por producción con un bajo nivel de organización.

Con respecto al indicador mantenimiento preventivo, se evidencia en la Tabla 3 un promedio de 1,25 ubicándolo en la categoría de muy baja aplicación. Este resultado refleja, desde la perspectiva de los encuestados, muy baja aplicación de las inspecciones periódicas a los equipos por parte de los mantenedores (1,50) y muy baja aplicación de acciones que permitan reemplazos de piezas a intervalos de tiempo fijos en los equipos (1,00).

Tabla 3. Tipo de mantenimiento preventivo.

Nº	ITEMS	X̄	CATEGORIA
3	Los mantenedores realizan inspecciones periódicas a los equipos	1,50	Muy baja aplicación
4	Se realizan reemplazos de piezas a intervalos de tiempo fijos en los equipos	1,00	Muy baja aplicación
Promedio Indicador		1,25	Muy baja aplicación

La baja presencia de este tipo de mantenimiento, es indicativo de que en las unidades de medición de producción de pozos petroleros son pocas las acciones ejecutadas a fin de minimizar las averías y la depreciación excesiva de un equipo con suficiente anticipación. Para el investigador el estatus actual de la aplicación del mantenimiento preventivo repercute negativamente en la operatividad de

las unidades de medición de producción de pozos petroleros, debido a que se producen un mayor número de imprevistos y paradas no programadas de producción debido a la baja presencia de este tipo de mantenimiento.

En consonancia con lo anterior, los resultados no alcanzan a validar la teoría de Mobley (2004), para quien las tareas de mantenimiento preventivo

tienen por objeto impedir el desarrollo de un tiempo de inactividad no programado o daños prematuros a un equipo, lo que daría lugar a actividades correctivas o de reparación. Para el indicador mantenimiento predictivo, se evidencia en la Tabla 4 un promedio de 1,57 ubicándolo en la categoría muy baja aplicación. Este resultado es producto de una baja aplicación al considerar los encuestados

que: al ejecutar acciones de mantenimiento a los equipos, se interrumpe el normal funcionamiento en las unidades (2,70) y muy baja aplicación con relación a que las actividades de mantenimiento ejecutadas incluyen análisis de vibraciones a los componentes asociados (1,00) y las actividades de mantenimiento ejecutadas incluyen análisis de corrosión a los componentes asociados (1,00).

Tabla 4. Tipo de mantenimiento predictivo.

Nº	ITEMS	X'	CATEGORIA
5	Al ejecutar acciones de mantenimiento a los equipos, se interrumpe el normal funcionamiento en las unidades	1,50	Muy baja aplicación
6	Las actividades de mantenimiento ejecutadas incluyen análisis de vibraciones a los componentes asociados	1,00	Muy baja aplicación
7	Las actividades de mantenimiento ejecutadas incluyen análisis de corrosión a los componentes asociados		
Promedio Indicador		1,57	Muy baja aplicación

Los resultados indican que, en las unidades de medición de producción de pozos petroleros, poco se planifican las intervenciones con tiempo suficiente, para que el fallo no genere consecuencias negativas para los índices de productividad y eficiencia, lo que demuestra la no aplicación del mantenimiento predictivo.

Los hallazgos no tienen similitud con lo expuesto por Mobley (2008), para quien el mantenimiento predictivo es una técnica que utiliza la evaluación periódica de las condiciones de funcionamiento reales de los equipos de una planta, sus sistemas de producción y funciones de la gestión, para optimizar el funcionamiento total de la misma. Tampoco valida la posición de Wireman (2005), al considerar que este tipo de mantenimiento permite el pronóstico de fallos a través del análisis de la condición del equipo.

Como se puede apreciar, en la Tabla 5 se presenta el resumen para la dimensión tipos de mantenimiento, el cual muestra un valor de 2,17 ubicándola en una categoría de baja aplicación. Evidenciándose una alta aplicación del mantenimiento de tipo correctivo en discrepancia con los mantenimientos de tipo preventivo y predictivo. En tal sentido, una marcada tendencia a la aplicación del mantenimiento correctivo contrasta de cierto modo con lo expuesto por Sánchez (2006), quien señala que este tipo de mantenimiento sólo es aplicable cuando existe una disponibilidad suficiente de equipos de repuesto con una sustitución rápida, económica y no supone interrupciones ni perjuicios en el proceso productivo.

Tabla 5. Tipo de mantenimiento.

INDICADORES	\bar{X}	CATEGORIA
Mantenimiento correctivo	3,70	Alta aplicación
Mantenimiento preventivo	1,25	Muy baja aplicación
Mantenimiento predictivo	1,57	Muy baja aplicación
Promedio dimensión	2,17	Baja aplicación

En virtud de los resultados, para el investigador, la situación descrita evidencia que, en las unidades de medición de producción de pozos petroleros, el tipo de mantenimiento no se establece en función de las estrategias de mantenimiento que relacionan el momento de ocurrencia de las fallas y el momento de ejecución de la labor de mantenimiento, siendo evidente la aplicación del mantenimiento correctivo.

CONCLUSIONES

Se identificaron los tipos de mantenimiento aplicados en las unidades de medición de producción de pozos petroleros en la industria petrolera del estado Zulia, evidenciándose fallas al momento de aplicar los tipos de mantenimiento, por cuanto se hace mayor énfasis en el mantenimiento correctivo, y no en la aplicación de planes de mantenimiento preventivo y predictivo, los cuales pudieran obtener una notoria presencia, con logros significativos; si se enlazaran con la pericia adquirida a través de las prácticas de diagnósticos de causas raíz de las fallas.

En el mismo sentido, se evidenciaron deficiencias en las inspecciones a los equipos, adicional a una mediana aplicación en el mantenimiento de tipo preventivo y una casi nula aplicación del mantenimiento de tipo predictivo; factores que incrementan drásticamente la posibilidad de la ocurrencia de una falla, truncando las posibilidades de predicción en la aparición de la misma.

REFERENCIAS

- Becerra, F. (2005). Gestión del Mantenimiento. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/notas/GestionBecerra.pdf>
- Crespo, A. (2007). The Maintenance Management Framework, Springer, Primera Edición, Sevilla, España
- González, F. (2005). Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Fundación Confemetal, Segunda Edición, Madrid, España
- Kobbacy, K. (2008). Complex System Maintenance Handbook. Springer, Primera Edición, Londres, Reino Unido
- Mobley, R. (2004). Maintenance Fundamentals. Segunda edición, Editorial Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, Reino Unido
- Mobley, R. (2008). Maintenance Engineering Handbook. Séptima Edición. The McGraw-Hill Companies. Estados Unidos
- Rodríguez, P. (2008). Manual de mantenimiento a la medida. FC Editorial. España
- Sánchez, F. (2006). Mantenimiento Mecánico de Máquinas. Universitat Jaume, Tercera Edición, Castellón de la Plana, España
- Stephens, M. (2010). Productivity and Reliability - Based Maintenance Management. Prensa de La Universidad de Purdue, Indiana, EEUU
- Torres, L. (2005). Mantenimiento, su implementación y su gestión. Universitat, Primera Edición, Libro Electrónico
- Venkataraman, K., (2007). Maintenance Engineering and Management, PHI. Cuarta Edición, Nueva Delhi, India

Wireman, T. (2005). Developing Performance Indicators for Managing Maintenance, Industrial Press Inc. Segunda Edición, New York, EEUU

Zambrano, S. y Leal, S. (2006). Manual práctico de gestión de mantenimiento. Fondo Editorial UNET. San Cristóbal, Venezuela