

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRUEBA Y DIAGNÓSTICO DE
BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE EN
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR MODELO 416E Y SU
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EN TALLERES PARA
MAQUINARIA INDUSTRIAL AGRÍCOLA S.A. (TALLERES PMIASA)”.**

**Informe de Investigación presentada como requisito previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Julio Enrique Carvajal Barrera

TUTOR:

Ing. Wilson Chancusig

**Quito – Ecuador
2017**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Director del Proyecto: **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRUEBA Y DIAGNÓSTICO DE BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE EN RETROEXCAVADORA CATERPILLAR MODELO 416E Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EN TALLERES PARA MAQUINARIA INDUSTRIAL AGRÍCOLA S.A. (PMIASA)”** presentada por Julio Enrique Carvajal Barrera, para optar por el título de Ingeniero Industrial, CERTIFICO que dicho proyecto de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito, Marzo 2017

TUTOR

Ing. Wilson Chancusig
C.C.: 050140061-8

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Julio Enrique Carvajal Barrera, declaro ser autor del, Proyecto de Tesis, otros **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRUEBA Y DIAGNÓSTICO DE BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE EN RETROEXCAVADORA CATERPILLAR MODELO 416E Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EN TALLERES PARA MAQUINARIA INDUSTRIAL AGRÍCOLA S.A. (TALLERES PMIASA)”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de, Quito, a los 15 días del mes de Febrero de 2017, firmo conforme:

Autor: Carvajal Barrera Julio Enrique

Número de Cédula: 1723518823

Dirección: Julián Estrella y Pasaje S27A, sector Mariscal de Ayacucho

Correo Electrónico: myjulio-carvajal@hotmail.com

Teléfono: 2627-113 / 099-8177734

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, Marzo 2017

AUTOR

Julio Enrique Carvajal Barrera
C.C.: 172351882-3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO

Proyecto de aprobación de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Quito,.....

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

VOCAL 1

VOCAL 2

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, salud y por llenarme de sabiduría, entendimiento, y compromiso para la elaboración de este trabajo.

A toda mi familia por estar en cada etapa de mi vida.

A mi Abuelita, por su amor y gran ejemplo. A mis padres, por su guía, formación, y apoyo incondicional. A mis hermanos por su amistad y consejos. A todos mis sobrinos por hacerme saber que debo ser mejor día tras día.

A aquella mujer especial que me dejó entrar a su vida para brindarme su amor, paciencia y ayuda para no decaer. Contigo hasta el cielo, lejos y hasta las estrellas.

A Talleres PMIASA por permitirme formar parte de un gran equipo de trabajo y poder conocer a técnicos, maestros, amigos y compañeros que me ayudaron a crecer personalmente y profesionalmente; y por el apoyo brindado para poder culminar mis estudios.

DEDICATORIA

A DIOS

A MI ABUELITA ERCILDA LÓPEZ PAZMIÑO

A MI MADRE TERESA BARRERA LÓPEZ

A MI PADRE ÁNGEL CARVAJAL MENA

A MIS HERMANOS AMPARO, SANTIAGO,
DIEGO

Julio Carvajal Barrera

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
Tema	3
Planteamiento del problema	3
Contextualización	4
Árbol de problemas.....	8
Análisis crítico.....	9
Prognosis	10
Formulación del problema	10
Delimitación del objeto de investigación.....	11
Línea de investigación	12
Justificación.....	12
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II.....	15

Antecedentes investigativos	15
Fundamentación Técnica	17
Fundamentación Legal	19
Categorías Fundamentales.....	20
Gráficas de inclusión.....	20
Constelación de ideas.....	21
Señalamiento de variables	79
Definición de términos técnicos	79
CAPÍTULO III	83
Enfoque de la Investigación	83
Modalidad básica de la Investigación	83
Población y Muestra	84
Operacionalización de Variables	86
CAPÍTULO IV	91
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	91
Análisis.....	91
Verificación de Hipótesis y Objetivos	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
CAPÍTULO V	112
PROPUESTA	112
Título.....	112
Datos informativos.....	112
Objetivos de la propuesta	112
Justificación de la propuesta.....	113
Factibilidad	114
Estudio de Factibilidad.....	114
Factibilidad Legal	115
Metodología.....	117

Beneficios de la propuesta.....	132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
BIBLIOGRAFÍA	151
CITAS	154
NETGRAFÍA	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Símbolos de un diagrama de flujo.....	25
Tabla 2. Códigos ISO.....	32
Tabla 3. Herramientas para desarmado.....	34
Tabla 4. Herramientas para armado.....	44
Tabla 5. Valores estándar sistema hidráulico.....	55
Tabla 6. Tabla de valores de presión.....	58
Tabla 7. Diagrama de Flujo – Talleres PMIASA.....	78
Tabla 8. Valor de k para el nivel de confianza seleccionado.....	85
Tabla 9. Operacionalización de Variable Independiente: Proceso de pruebas y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable.....	87
Tabla 10. Operacionalización de Variable Dependiente: Productividad.....	88
Tabla 11. Recolección de la Información.....	89
Tabla 12. Interpretación de la correlación.....	90
Tabla 13. Máquinas atendidas en el periodo de estudio y máquinas parte de la muestra.....	91
Tabla 14. Productividad Febrero/2016.....	92
Tabla 15. Productividad Marzo/2016.....	93
Tabla 16. Productividad Abril/2016.....	94
Tabla 17. Productividad Mayo/2016.....	95
Tabla 18. Productividad Junio/2016.....	96
Tabla 19. Productividad Julio/2016.....	97
Tabla 20. Productividad Agosto/2016.....	98
Tabla 21. Productividad Septiembre/2016.....	99
Tabla 22. Productividad Octubre /2016.....	100
Tabla 23. Productividad Noviembre/2016.....	101
Tabla 24. Productividad Diciembre/2016.....	102
Tabla 25. Productividad Febrero/2017.....	103
Tabla 26. Máquinas con falla en bomba hidráulica de caudal variable (2016)...	104
Tabla 27. Cálculo de productividad.....	105
Tabla 28. Coeficiente de correlación.....	107
Tabla 29. Resolución de promedios.....	109

Tabla 30. Duración de actividades.....	117
Tabla 31. Diagrama de Gantt	118
Tabla 32. Cálculo de la ruta crítica.....	120
Tabla 33. Método para determinar la pérdida de flujo.....	127
Tabla 34. Ejemplo para determinar la pérdida de flujo	128
Tabla 35. Método para determinar el porcentaje de pérdida de flujo	128
Tabla 36. Ejemplo de determinación del porcentaje de pérdida de flujo.....	129
Tabla 37. Método para determinación de pérdida de flujo	130
Tabla 38. Método para determinar el porcentaje de pérdida de flujo	130
Tabla 39. Método para determinar la pérdida de flujo.....	131
Tabla 40. Método para determinar el porcentaje de pérdida de flujo	132
Tabla 41. Duración de actividades.....	139
Tabla 42. Cálculos	140
Tabla 43. Datos para la curva.....	142
Tabla 44. Costo de Materiales	144
Tabla 45. Costos Sistema Eléctrico	144
Tabla 46. Costos Instrumentos de medición	144
Tabla 47. Costos desarrollo del proyecto.....	145
Tabla 48. Tabla de amortización	146
Tabla 49. Costo del proyecto.....	147
Tabla 50. Análisis Costo – Beneficio Enero – Julio / 2017	148
Tabla 51. Análisis Costo – Beneficio Agosto - Diciembre / 2017	149
Tabla 52. Flujo de Caja, VAN, TIR.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas	8
Figura 2. Red de inclusiones conceptuales.....	20
Figura 3. Constelación de Ideas de la Variable Independiente	21
Figura 4. Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.....	22
Figura 5. Definición de proceso	24
Figura 6. Identificación de pernos y válvula	28
Figura 7. Aceites Hidráulicos	31
Figura 8. Aceites Hidráulicos	33
Figura 9. Identificación de pernos y válvula	34
Figura 10. Identificación de sello anular.....	35
Figura 11. Identificación de tapones.....	35
Figura 12. Identificación de advertencia.....	36
Figura 13. Identificación de tapones.....	36
Figura 14. Identificación de componentes	37
Figura 15. Identificación de pernos y cabeza	37
Figura 16. Identificación de orificios y tasa.	38
Figura 17. Identificación de cono de cojinete	38
Figura 18. Identificación del grupo giratorio	39
Figura 19. Identificación de pistones y retenedor.....	39
Figura 20. Identificación de cojinete	40
Figura 21. Identificación de pasadores	40
Figura 22. Identificación de retención	41
Figura 23. Identificación de componentes.	41
Figura 24. Identificación de eje y sello	42
Figura 25. Identificación de pistón y resorte.....	42
Figura 26. Identificación de componentes	43
Figura 27. Identificación de cojinetes.....	43
Figura 28. Identificación de anillo y cojinete.....	43
Figura 29. Identificación de anillo y cojinete.....	44
Figura 30. Identificación de anillo y cojinete.....	45

Figura 31. Identificación de anillo y cojinete.....	45
Figura 32. Identificación de advertencia.....	46
Figura 33. Identificación de anillo y cojinete.....	46
Figura 34. Identificación de anillo y cojinete.....	47
Figura 35. Identificación de anillo y cojinete.....	47
Figura 36. Identificación de anillo y cojinete.....	48
Figura 37. Identificación de anillo y cojinete.....	48
Figura 38. Identificación de anillo y cojinete.....	49
Figura 39. Identificación de anillo y cojinete.....	49
Figura 40. Identificación de anillo y cojinete.....	50
Figura 41. Identificación de anillo y cojinete.....	50
Figura 42. Identificación de anillo y cojinete.....	51
Figura 43. Identificación de anillo y cojinete.....	51
Figura 44. Identificación de anillo y cojinete.....	52
Figura 45. Identificación de anillo y cojinete.....	52
Figura 46. Identificación de anillo y cojinete.....	53
Figura 47. Identificación de anillo y cojinete.....	53
Figura 48. Identificación de anillo y cojinete.....	54
Figura 49. Identificación de pernos y plato.....	56
Figura 50. Identificación de pernos y guardas.....	56
Figura 51. Identificación de piso.....	57
Figura 52. Aceites Hidráulicos.....	63
Figura 53. Manómetro.....	64
Figura 54. Flujómetro o caudalímetro.....	64
Figura 55. Motor eléctrico asíncrono (Jaula de Ardilla).....	65
Figura 56. Partes constitutivas de un motor eléctrico.....	66
Figura 57. Variador de frecuencia.....	68
Figura 58. Conexión de motor eléctrico.....	69
Figura 59. Conexión de variador de frecuencia.....	70
Figura 60. Esquema de conexión del variador de frecuencia al sistema eléctrico.....	71
Figura 61. Protección de un sistema eléctrico.....	72
Figura 62. Sensor de presión.....	73

Figura 63. Sensor de RPM	74
Figura 64. Sensor de nivel.....	75
Figura 65. Mangueras hidráulicas.....	75
Figura 66. Acoplamientos hidráulicos	76
Figura 67. Banco de pruebas	77
Figura 68. Productividad Febrero/2016	92
Figura 69. Productividad Marzo/2016	93
Figura 70. Productividad Abril/2016	94
Figura 71. Productividad Mayo/2016	95
Figura 72. Productividad Junio/2016.....	96
Figura 73. Productividad Julio/2016.....	97
Figura 74. Productividad Agosto/2016	98
Figura 75. Productividad Septiembre/2016.....	99
Figura 76. Productividad Octubre/2016.....	100
Figura 77. Productividad Noviembre/2016.....	101
Figura 78. Productividad Diciembre/2016	102
Figura 79. Productividad Febrero/2017	103
Figura 80. Productividad de Talleres PMIASA.....	106
Figura 81. Gráfico de dispersión	108
Figura 82. Ruta crítica.....	119
Figura 83. Simbología – Fluidos de potencia.....	126
Figura 84. Símbolos de fluidos de Potencia	129
Figura 85. Curva del sistema	143

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRUEBA Y DIAGNÓSTICO DE BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE EN RETROEXCAVADORA CATERPILLAR MODELO 416E Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EN TALLERES PARA MAQUINARIA INDUSTRIAL AGRÍCOLA S.A. (PMIASA)”.

AUTOR: Julio Enrique Carvajal Barrera

TUTOR: Ing. Wilson Chancusig

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación está basado al análisis del proceso de pruebas y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en la retroexcavadora Caterpillar modelos 416E y su incidencia en la productividad en talleres PMIASA. El principal objetivo es proponer una alternativa que mejore los tiempos de reparación, reduzca el reproceso y reduzca los costos a la compañía; debido a que en un porcentaje significativo de los equipos reparados se ha identificado fallas en sus bombas hidráulicas de caudal variable, esto a causa de que no existe un equipo que permita probar las bombas antes del montaje a la retroexcavadora 416E.

DESCRIPTORES: Proponer una alternativa que mejore los tiempos de reparación, reduzca el reproceso y reduzca los costos a la compañía.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TOPIC: “ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF VARIABLE FLOW
HIDRAULIC PUMP OF 416E BACKHOE LOADER AND THEIR IMPACT
ON TALLERES PMIASA’S PRODUCTIVITY”.

AUTOR: Julio Enrique Carvajal Barrera

TUTOR: Ing. Wilson Chancusig

SUMMARY

This research work is based on testing and variable flow hydraulic pump diagnostic process of Caterpillar 416E backhoe loader and its incidence on Talleres PMIASA’s productivity. The main objective is to propose an alternative to improve repair times, reduce reprocessing and reduce cost to the company because an important part of the total repaired equipment have shown problems with the variable flow hydraulic pump due to there is no equipment to test the pumps before the assembly on 416E backhoe loader.

KEY WORDS: Propose an alternative to improve repair times, reduce reprocessing and reduce cost to the company.

INTRODUCCIÓN

Talleres PMIASA es la empresa autorizada a nivel nacional para el mantenimiento, reparación y preparación de equipos CATERPILLAR; siendo una empresa líder en el mercado no solo por la marca que representa sino también por la calidad de sus servicios, las certificaciones que mantiene y el personal calificado asignado en las diferentes actividades.

Dentro del mercado de equipos atendidos por Talleres PMIASA se puede mencionar excavadoras, mini-excavadoras, cargadoras, tractores de oruga, moto-niveladoras, mini-cargadores, rodillos-compactadores y retroexcavadoras. El presente estudio se enfocará en encontrar una mejora para pruebas de las bombas hidráulicas de caudal variable de las retroexcavadoras modelo 416E; ya que la empresa no cuenta con un banco de pruebas especializado para probar las bombas previas al montaje en el equipo.

El presente trabajo consta de 5 capítulos, los cuales están detallados de la siguiente manera:

CAPÍTULO I: Plantea el tema del trabajo de investigación a desarrollarse, así como las posibles causas que podrían generarlo mediante el árbol de problema y análisis crítico. Este capítulo detalla el alcance que tendrá la investigación mediante la definición de objetivo general y objetivos específicos.

CAPÍTULO II. Incluye el marco teórico y términos relacionados con el tema de tesis, así como la justificación técnica, tecnológica y legal. Adicionalmente, mediante las gráficas de inclusión se determinan las variables dependiente e independiente, las cuáles serán objeto de estudio en un capítulo posterior.

CAPÍTULO III. Establece la metodología de estudio, el tipo de investigación a realizar, establece una hipótesis y explica cómo se procesará la información recopilada de la respectiva fuente.

CAPÍTULO IV. Mediante el análisis y la ayuda de métodos estadísticos interpreta los resultados y verifica la hipótesis planteada. Posterior al análisis, plantea conclusiones y recomendaciones que permitan alcanzar los objetivos definidos en el Capítulo I.

CAPÍTULO V. Explica la propuesta implementada mediante la presentación de datos informativos, objetivos, justificación y análisis de factibilidad económica. Posterior a eso, detalla las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de desarrollar la solución planteada a la organización.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema

Análisis del funcionamiento de bomba hidráulica de caudal variable en retroexcavadora 416E y su incidencia en la productividad, en Talleres para Maquinaria Industrial Agrícola s.a. (Talleres PMIASA).

Planteamiento del problema

El proceso de pruebas y evaluación de una bomba de caudal variable en una retroexcavadora Caterpillar 416E no se realiza de manera especializada, aumentando así la posibilidad de que se presenten problemas puntuales, tales como baja presión o fugas de aceite hidráulico, las mismas que pueden ser identificadas solo hasta cuando la bomba hidráulica se encuentra acoplada al motor, en el interior de la máquina. Esto podría evitarse si existiera una herramienta que permita realizar la prueba y diagnóstico simulando que la bomba está operando en la retroexcavadora 416E, evitando que se generen reprocesos o tomando acciones correctivas antes del montaje en la máquina, logrando así optimizar los tiempos de trabajo.

Esta investigación se orienta en suplir la falta de un banco de pruebas para bombas de caudal variable de maquina Caterpillar 416E que servirá para verificar las condiciones del componente (bomba) con los estándares del fabricante o para la identificación y pronta corrección de problemas en las reparaciones realizadas en Talleres para la Maquinaria Industrial Agrícola S.A. (Talleres PMIASA)

Contextualización

Macro

Se determina que para la elevación de agua u otros fluidos se utilizan diferentes artefactos que ha sido una necesidad desde el inicio de la civilización y las soluciones han variado con el tiempo.

Dentro de estos artefactos las bombas volumétricas tuvieron un gran desarrollo durante la Revolución Científica colocando a las bombas centrífugas definitivamente con la Revolución Industrial.

Como el último avance de la hidráulica y su potencia se refleja en la maquinaria minera en América Latina produjo alrededor del 8% de la demanda global de maquinaria para la industria minera, según datos tomados de Future Market Insights y esto mismo resultó en el 15% de ventas de estos mega-equipos durante el 2013.

Adicionalmente, la región latina se ha convertido en el principal destino para la exploración e inversión de los mayores jugadores de la industria. Entre estos están Komatsu Limited, una empresa que se ha expandido por toda América Latina, Tecpalsa quienes son el principal competidor en Colombia, Tecmap y Tiesa dominan Panamá, Igaretta es el principal activo en Argentina, entre otros.

El mercado de equipos de minería en América Latina incluye maquinaria de procesamiento de minerales, equipos de minería de superficie, equipos de minería subterránea, simulacros de minería e interruptores, equipos de trituración y cribado; en donde todos los equipos representan una herramienta hidráulica importante para la operación.

Entre los principales competidores de maquinaria minera, se encuentran: Sandvik AB, Hitachi Construction Machinery, Komatsu Limited, Atlas Copco, Joy Global Inc., Breaker Technology, Astec Industries, Bucyrus International, Caterpillar Inc., China Coal Energy Company Limited, Tecpalsa, Tecmap, Tiesa e Igaretta.

Los principales países que han desarrollado su mercado en este tipo de industria han sido Argentina, Brasil, México, Chile, Panamá, Perú, Ecuador, Colombia, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Venezuela.

Se espera que la industria de la minería en América Latina crezca en los próximos seis años, la principal razón se debe al incremento de la demanda y el consumo de recursos naturales, principalmente de metales.

Otro promotor de este crecimiento han sido las inversiones extranjeras, principalmente de China, Estados Unidos, Canadá y Australia. Otras operaciones accionarias como Panama Stock Operation (PSO), actividades de muestra para próximos clientes; así como la introducción de nuevos equipos de minería han impulsado este desarrollo en la región. Ejemplo de ello ha sido la maquinaria de última generación de las empresas NREC y Caterpillar, quienes lanzaron la nueva generación de camiones Autonomous Haulage System (AHS).

Actualidad de la producción minera en Latinoamérica

En la actualidad, la región produce:

- 45% del cobre global
- 21% del zinc global
- 50% de la plata global
- 26% del molibdeno global

Las consecuencias de la explotación son iniciativas sociales y sustentables.

Dado al grado de explotación que vive la región, los competidores han invertido en la rehabilitación de áreas, en la promoción de la vivienda sustentable, y programas de concientización para la adopción de tecnología verde.

Asimismo, en los últimos años, la industria minera ha enfrentado una crisis económica en gran parte por el mantenimiento y el desplazamiento de equipo

minero, y por considerar un presupuesto gubernamental adicional para los desechos industriales.

Según la página web: www.businessreviewamericalatina.com/.../REPORTE-La-industria-de-la-maquinara.

Meso

El desarrollo vial y construcción en el Ecuador es uno de los íconos más visibles del progreso del país, el gobierno de turno se preocupó y llevo a cabo diferentes proyectos dentro estos se menciona la construcción del metro de la ciudad capital Quito.

Dentro de los equipos utilizados en la construcción están excavadoras, retroexcavadoras, cargadoras, mini cargadoras, tractores, motoniveladoras, camiones. Estos equipos fueron necesarios y de gran importancia para lograr estos objetivos las empresas para cuidar las maquinas deben llevar un mantenimiento reparación con personal técnico debidamente capacitado, para contar con herramientas de buena calidad, factibilidad de repuestos y la infraestructura adecuada para realizar los mantenimientos, evaluaciones y reparaciones eficientes y confiables.

Tenemos que tener en cuenta que la totalidad de los equipos necesarios para la construcción de vías, la principal característica son sus componentes hidráulicos dentro de estos se encuentra la bomba de pistones de caudal variable.

Micro

En Talleres para Maquinaria Industrial Agrícola S.A. ofrecemos servicio de mantenimiento y reparación para todas las máquinas que distribuimos.

Nuestras instalaciones en la Sierra Central cuentan con equipos de la más alta tecnología para realizar las reparaciones eficientemente.

Independientemente de la industria a la que pertenezcas o el proyecto que necesites realizar, tus equipos tendrán el mejor respaldo y servicio técnico.

Disponemos de dinamómetros y bancos de prueba que garantizan el correcto funcionamiento de los equipos reparados.

Nuestros talleres tienen certificaciones que aseguran la calidad (ISO 9001), el respeto al medio ambiente (ISO 14001) y la agilidad de procesos y seguridad industrial (OHSAS 18001).

Árbol de problemas

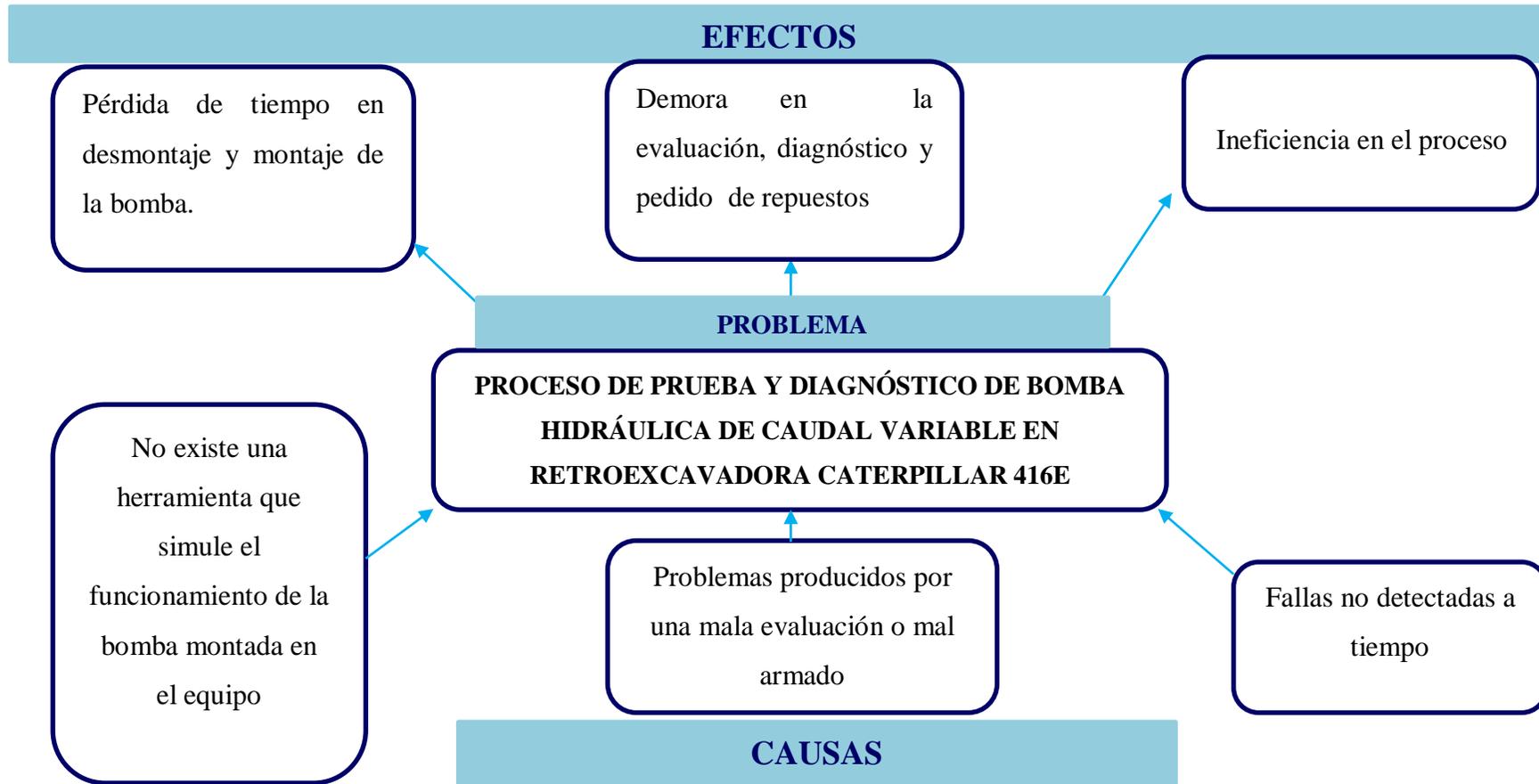


Figura 1. Árbol de problemas
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres para Maquinaria Industrial Agrícola S.A. PMIASA (2016)

Análisis crítico

Las retroexcavadoras Caterpillar 416E proporcionan capacidades superiores de excavación, apertura de zanjas, relleno y manipulación de materiales y se pueden utilizar para muchas aplicaciones, tales como: Construcción en general, demoliciones y excavaciones, paisajismo, rompimiento de asfalto y pavimentación, etc.

Una de sus ventajas es la potencia y manipulación precisa que ofrece para trabajar en áreas donde el uso de equipos más grandes no resulta práctico.

Debido al tamaño del bastidor (relativamente pequeño) y la versatilidad, las retroexcavadoras mejoran la productividad de la construcción y reducen los costos de operación de la máquina, por lo cual su demanda en el mercado es alta.

Uno de los componentes críticos de la máquina 416E es la bomba hidráulica de caudal variable, la cual genera un flujo de aceite independiente de la velocidad del motor, que se regula desde la cabina del equipo. El proceso de diagnóstico y pruebas de la misma se realiza únicamente cuando está montada en la maquina 416E, generando así posibilidad de que fallas importantes sean detectadas y su corrección tome más tiempo al estar instalada en la retroexcavadora.

La corrección de problemas de fugas de la bomba hidráulica de caudal variable ocasionan pérdida de tiempo en actividades del proceso como: desmontaje, desarmado, cambio de sellos, armado y montaje de la bomba hidráulica. Si la bomba no pudiese ser reparada, el tiempo de entrega del equipo dependerá de la disponibilidad de una bomba nueva; aumentando así tiempos improductivos al proceso e incluso inconformidad en el cliente.

Talleres PMIASA no cuenta con un equipo de pruebas, motivo por el cual, se puede detectar fallas en la bomba solo cuando ya ha sido montada en la retroexcavadora. La utilización de un banco de pruebas hidráulico facilitaría la prueba y pronto diagnóstico y corrección de cualquier falla importante en una bomba hidráulica de caudal variable; mejorando la productividad de la reparación en Talleres PMIASA.

Prognosis

Al continuar con el proceso de pruebas, diagnóstico de la bomba hidráulica de caudal variable una vez montada en la retroexcavadora Caterpillar 416E, el tiempo de entrega del equipo se incrementa, así como también la posibilidad de reprocesos en caso de existir una falla en la bomba.

Existe la posibilidad de que la falla no se detecte a tiempo sino hasta la prueba del equipo con todos los componentes montados.

Al no poder probar previamente componentes, como la bomba, aumenta la probabilidad de reproceso y posteriormente tiempos muertos para la producción del cliente. Sumado a esto otros tiempos muertos contemplando la disponibilidad de mano de obra, repuestos, etc. hasta la reparación y el montaje en el equipo.

En caso de no incluir una actividad que involucre una prueba del componente en un banco de pruebas para bombas hidráulicas de caudal variable, se obtendrá como resultado órdenes de trabajo fuera del estándar de fábrica, costos adicionales por pedido rápido de repuestos (emergencia), sanción por fechas de entrega incumplidas, inconformidad del cliente; factores que se relacionan de manera directa o indirecta a una disminución de la productividad.

Formulación del problema

¿Cómo incide el proceso de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en el proceso de reparación y/o mantenimiento de una retroexcavadora Caterpillar 416E en Talleres PMIASA?

Interrogantes de la investigación

¿Cuál es el proceso de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en retroexcavadora Caterpillar 416E?

¿Por qué debe existir un proceso de prueba y diagnóstico de bombas hidráulicas?

¿Cómo se realiza el proceso de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en retroexcavadora Caterpillar 416E en Talleres PMIASA?

Delimitación del objeto de investigación

Campo:	Ingeniería Industrial
Área:	Mantenimiento y reparación
Aspecto:	Prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable
Delimitación Espacial:	Instalaciones de Talleres para la Maquinaria Industrial Agrícola S.A. (Talleres PMIASA).
Delimitación Temporal:	Septiembre/2016 – Febrero/2017

Línea de investigación

El presente trabajo enmarca la línea de investigación en una metodología para mejorar la eficiencia del proceso de pruebas y diagnóstico de bombas hidráulicas de caudal variable en retroexcavadoras CATERPILLAR modelo 416E, con el fin de que el resultado obtenido de las pruebas incida de manera favorable en la productividad de dicho proceso.

Justificación

El análisis del proceso de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en la reparación de una retroexcavadora Caterpillar modelo 416E en las instalaciones de Talleres PMIASA es **trascendente** ya que se va a analizar de qué manera la productividad se ve afectada si no se cuenta con un método más especializado para probar el correcto funcionamiento de dichas bombas.

Es de fundamental importancia la productividad y eficiencia del proceso ya que, con ayuda de un equipo de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable, se puede simular que está operando en una retroexcavadora 416E; logrando así que se identifiquen y corrijan posibles fallas importantes, mejorando estándares de trabajo y asegurando la efectividad en la reparación.

La implementación de un banco de pruebas contribuiría a asegurar la reparación de bombas de otros equipos CATERPILLAR, mediante la utilización de accesorios (mangueras, acoples y/o tuberías) que dependerán del modelo que se esté utilizando.

La línea de investigación tiene como **factibilidad** acceder a la información, recursos tecnológicos, humanos, económicos, entre otros. Por tal motivo es factible incluir una actividad para prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en retroexcavadora Caterpillar 416E en las reparaciones de Talleres PMIASA.

Esta tesis será de gran utilidad teórica y práctica. Teórica porque permitirá transmitir al cliente la importancia de hacer un seguimiento de sus equipos y programar mantenimientos preventivos, evitando así paros en su maquinaria; mejorando así el rendimiento. Y práctica porque, al contar con equipo de pruebas y diagnóstico de bombas hidráulicas de caudal variable permitirá reducir costos obteniendo como resultado eficiencia y madurez al proceso de reparación.

La investigación **beneficiará** a Talleres PMIASA, porque podrá garantizar al cliente una correcta reparación al incluir una actividad que permitirá identificar y corregir fallas en las bombas hidráulicas en menor tiempo.

La **misión** va directamente relacionada en contribuir con el desarrollo económico del país, mediante la seguridad de que cualquier actividad en pro de la comunidad será realizada con equipo 100% garantizado.

La **visión** se enfoca en que la empresa pueda ser un aliado estratégico del cliente a través del tiempo, mediante la búsqueda de mejora continua en sus procesos.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el proceso de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable en retroexcavadora Caterpillar modelo 416E y su incidencia en la productividad, en Talleres para la Maquinaria Industrial Agrícola S.A. (Talleres PMIASA).

Objetivos específicos

- Determinar cómo los equipos que presentan falla en la bomba hidráulica de caudal variable afectan a la productividad del proceso de reparación de retroexcavadora 416E; mediante información recopilada en un periodo determinado (Febrero 2016 a Febrero 2017; exceptuando el mes de Enero por ser mes atípico).
- Establecer el nivel de incidencia de las fallas de bomba hidráulica de caudal variable en la productividad del proceso de reparación de retroexcavadora 416E; mediante la información recopilada y la aplicación de herramientas estadísticas.
- Identificar una oportunidad de mejora que permita a la organización lograr consistencia en los estándares establecidos en el proceso de reparación de retroexcavadora 416E.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes investigativos

Como parte del desarrollo del presente estudio se ha identificado el requerimiento de desarrollar un análisis sobre los antecedentes investigativos relacionados sobre el presente tema a ser ejecutado, por lo cual se ha identificado los siguientes referentes:

Catrileo Muñoz, E. A., & Leal, M. (2011). Control de presión en banco hidráulico para demanda variable de flujo (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería).

El estudio se refiere a la gran importancia de los sistemas que utilizan bombeo hidráulico para la industria, ya que gracias a estos sistemas se transporta líquido a distintas alturas y diferentes lugares en una planta, dependiendo de la demanda de caudal de la bomba.

Generalmente operan a la velocidad de giro nominal del motor independiente de la demanda de caudal que no necesariamente es constante, disminuyendo la eficiencia de la instalación, lo que conlleva pérdidas de energía, que a lo largo del tiempo se traducen en pérdidas económicas.

Por lo dicho, es a veces necesario considerar un sistema de control que mantenga la presión (altura) que entrega la bomba para demandas variables de caudal.

Velásquez Pérez, D. J., & Córdova Lascano, M. R. (2010). Instalación y Montaje de un Banco de Pruebas de Caudal, para el Laboratorio de Instrumentación de la FACULTAD DE MECÁNICA (Bachelor's thesis).

En el estudio se refiere a la importancia de construir e instalar un Banco de Pruebas de Caudal, con el propósito de comprender la teoría con la práctica a través de pruebas utilizando los instrumentos de caudal adquiridos.

Y realizar el análisis de cada uno de los catálogos de los instrumentos para conocer el principio de operación, especificaciones, instalación, instrucciones de operaciones, mantenimiento y resolución de problemas.

Conocidas sus características fue necesario generar caudal volumétrico y másico, para tener estos tipos de caudal se procedió a la instalación de sistemas de aire y agua, estos sistemas se han instalado en una estructura al igual de los equipos e instrumentos.

Como resultado se comprobó el principio de funcionamiento del instrumento y objetivos específicos como conocer ventajas y desventajas, programar y operar al instrumento con la ayuda a entender los fenómenos físicos que produce al medir la variable caudal de un fluido; se recomienda al estudiante leer la Guía de Laboratorio y la de Mantenimiento para realizar los laboratorios.

Cortés, C., Fabricio, R., Escobar, N., & Adriano, T. (2005). Construcción de un banco hidráulico para pérdidas localizadas e implementación de sistema automatizado de medición (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización).

El estudio se refiere al objetivo es Construir un banco hidráulico e implementar su sistema automático de medición, para cuantificar las pérdidas en accesorios, poder implementarlo debemos conocer que es la mecánica de fluidos.

Los fluidos desempeñan un interés excepcional en la técnica, y en primer lugar el agua y el aire: sin el estudio del primero no se puede dar un paso en las conducciones hidráulicas, estructuras hidráulicas, estaciones de bombeo, control y transmisión hidráulica, etc.

Un sistema de adquisición de datos es un equipo que permite tomar señales físicas del entorno y convertirlas en datos que posteriormente se pueden procesar y presentar.

Fundamentación Técnica

ISO 9001 2008

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que determinar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Manual de la calidad

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

“El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.

Para el sistema de gestión de la calidad, existen procedimientos documentados establecidos. Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.” (ISO.ORG, 2014)

El Ecuador se rige bajo normas internacionales de Estados Unidos como es el American National Standards Institute emite las normas de la maquinaria y de los equipos para los EE.UU. ANSI B11.2 da las normas ANSI para las prensas

hidráulicas que incluyen requisitos para la protección contra el contacto accidental con las partes de una prensa hidráulica móvil.

Normas SAE

DIN 51524 y DIN 51525 los aceites hidráulicos son divididos por sus características y composición:

- HL
- HLP
- HV
- H (Hidráulico)+aditivos código viscosidad (DIN 51517)
- HLP 68; cuyos significados son:

H: aceite hidráulico

L: con aditivos para protección de corrosión y/o estabilidad

P: aditivos para reducir o incrementar su habilidad para portar cargas.

68: código de viscosidad según DIN 51517

Fundamentación Legal

Según el Consejo de Educación Superior, el estado promueve en el Art. 350.-

El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

“Esta norma técnica INEN ISO para la producción está basada en desarrolla los siguientes puntos. Modelo de Producción del Ecuador describe y define el conjunto de fases y procesos homologados y estandarizados necesarios para producir estadísticas oficiales, el mismo que constituye el marco metodológico para la ejecución de todas las operaciones estadísticas de base. Fases del proceso de producción estadística:

- i) Planificación
- ii) Diseño
- iii) Construcción
- iv) Recolección
- v) Procesamiento
- vi) Análisis
- vii) Difusión y
- viii) Evaluación

Como parte del amplio trabajo que realiza el INEN por la Calidad, se encuentra el Sello de Calidad INEN que constituye el reconocimiento oficial que otorga el Gobierno Nacional del Ecuador a los productos que cumplen permanentemente con los requisitos de una Norma Técnica de referencia de cada producto. Este Sello garantiza al consumidor un producto confiable y fortalece las exportaciones. El INEN, durante estos 42 años, ha contribuido con el desarrollo del país, su objetivo ha sido siempre construir un Ecuador más industrial, moderno y productivo asegurando el bienestar de los ciudadanos. La norma INEN es una guía que la empresa toma para desarrollar proyectos futuros ya que explica las fases para realizar los mismos con la planificación,

Categorías Fundamentales

Gráficas de inclusión

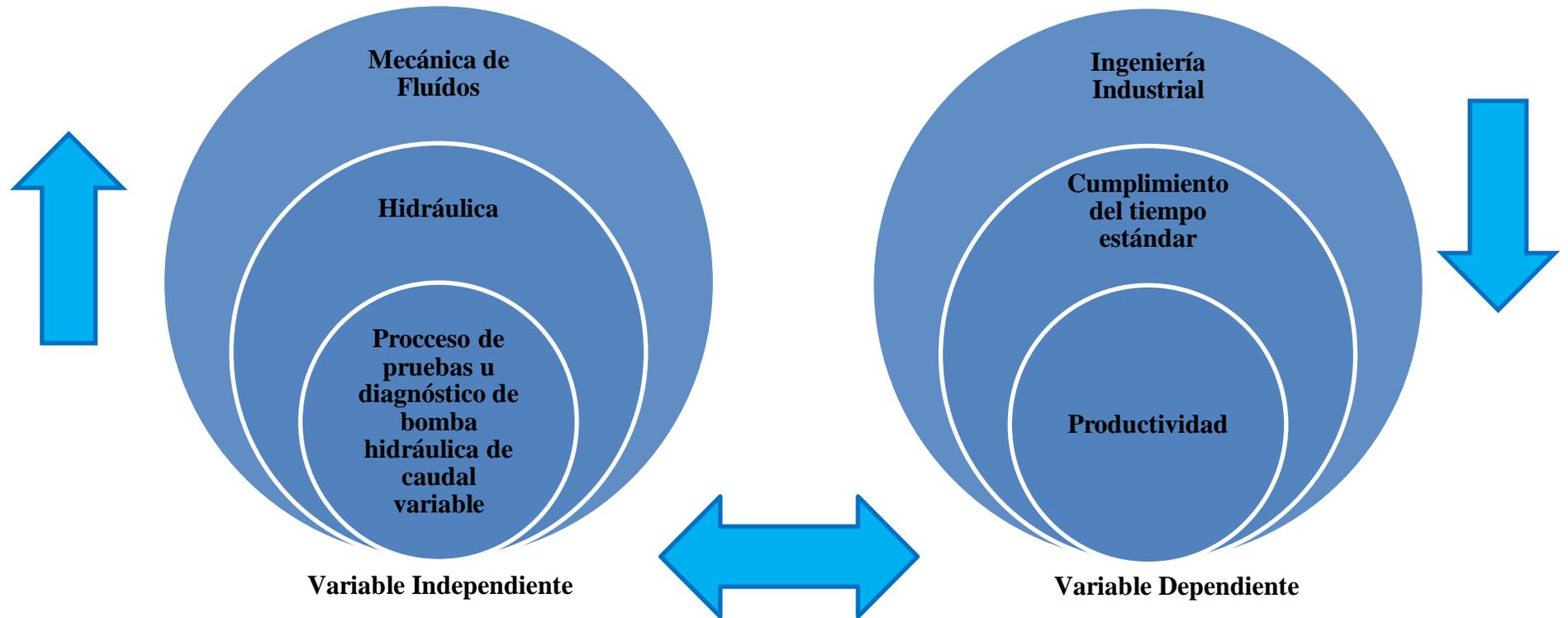


Figura 2. Red de inclusiones conceptuales
Elaborado por: El Investigador
Fuente: talleres PMIASA

Constelación de ideas

Variable Independiente:

Constelación de Ideas de la Variable Independiente

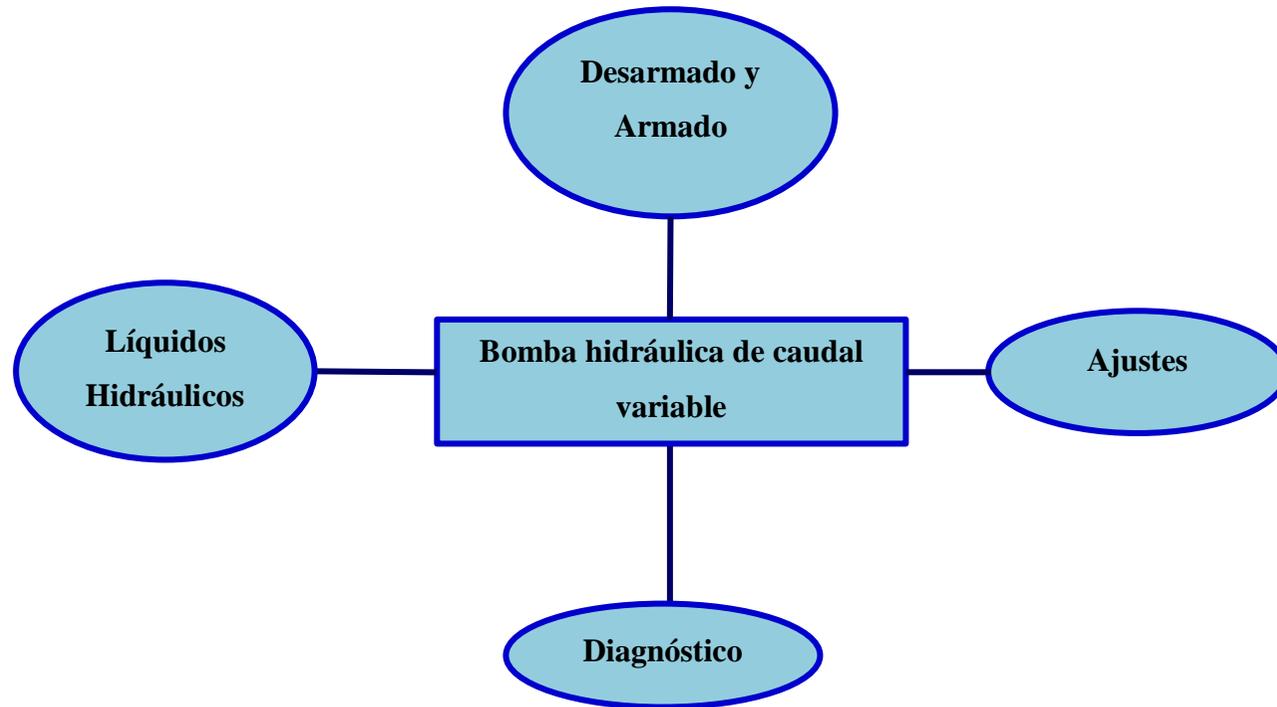


Figura 3. Constelación de Ideas de la Variable Independiente
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

Variable dependiente:

Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

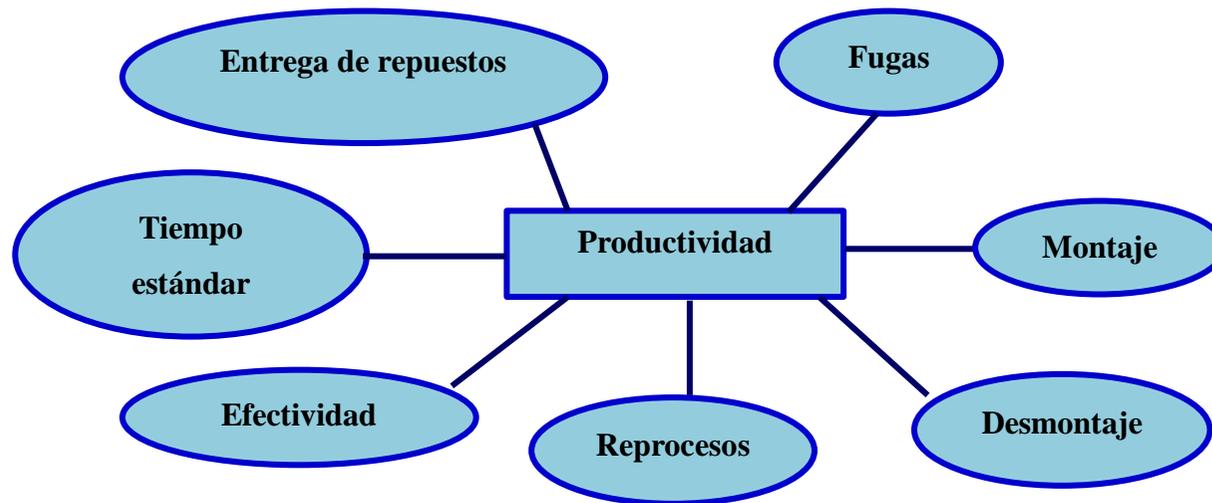


Figura 4. Constelación de Ideas de la Variable Dependiente
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

CONSTELACIÓN DE IDEAS

MECÁNICA DE FLUIDOS

La mecánica de fluidos es una rama de la física, que estudia el movimiento de los fluidos (gases y líquidos); así como las fuerzas que lo provocan.

La característica fundamental que define a los fluidos es su incapacidad para resistir esfuerzos cortantes (lo que provoca que carezcan de forma definida). También estudia las interacciones entre el fluido y el contorno que lo limita.

HIDRÁULICA

La hidráulica es la rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en función de sus propiedades específicas, es decir estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a las que son sometidos.

Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y a las condiciones a las que esté sometido el fluido, relacionadas con la viscosidad de este.

PROCESO

Un proceso es el desarrollo de un conjunto de pasos ordenados en el cual se pueden realizar una o varias tareas a la vez relacionadas entre sí; con el fin de un resultado común; sea un bien o un servicio.

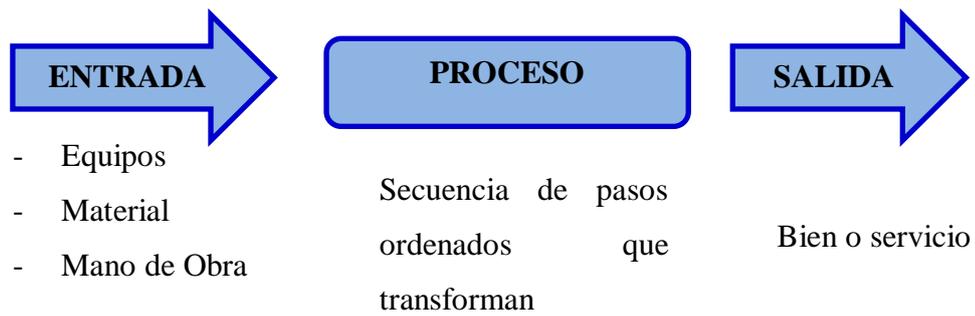


Figura 5. Definición de proceso
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

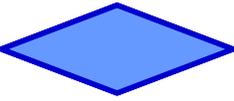
DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un proceso, de la misma manera en que se ejecuta, es decir, de manera secuencial y ordenada. Estos diagramas están representados mediante símbolos que representan las tareas y se conectan mediante flechas al inicio y al fin del proceso.

Símbolos

Los principales símbolos que se utilizan en un diagrama de flujo son:

Tabla 1. Símbolos de un diagrama de flujo

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Inicio /Fin del proceso		Actividad llevada a cabo en el proceso
	Decisión: Bifurcación del tipo SI/NO		Presentación de un documento.
	Inspección		Multidocumento
	Base de datos		Línea de flujo

Elaborado por: El Investigador

Existen varias pautas para la elaboración de un diagrama de flujo, las cuales son consideradas normas de trabajo para la elaboración de un proceso:

- Un diagrama tiene un único punto de inicio y un único punto de cierre.
- Debe establecer las actividades principales y secundarias.
- Debe establecer los participantes del proceso.
- Define objetivo del proceso.

Para elaborar un diagrama de flujo se debe:

- Establecer alcance el proceso (definir inicio y fin).
- Identificar principales actividades y su orden.
- Identificar puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando orden de las tareas.
- Utilizar los símbolos adecuados
- Asignar título al diagrama
- Verificar el diagrama antes de la difusión.

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ingeniería Industrial es una rama de la Ingeniería que tiene por objetivo el diseño, la instalación y el perfeccionamiento de sistemas integrados por personas, materiales, equipos, recursos financieros y de información, que da una solución adecuada a necesidades reales que presenta la sociedad.

Mediante la aplicación de la Ingeniería Industrial se pretende mejorar los procesos para reducir los riesgos de contaminación ambiental y los riesgos de accidentes en los diferentes lugares de trabajo.

Este objetivo se logra por medio del uso de destrezas y conocimientos especializados, relacionados a las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto a los principios de diseño y análisis propios de la ingeniería. En conjunto permite especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de tales sistemas, implementándose así los cursos de acción más adecuados.

TIEMPO ESTÁNDAR

Se define como el tiempo requerido para que un operador promedio, correctamente calificado y trabajando a ritmo normal, lleve a cabo determinada operación. Entre sus ventajas se tiene:

- Ayuda a la planificación de la producción, de manera que se puedan identificar desviaciones y tomar medidas preventivas durante el proceso.
- Facilita la supervisión del proceso. De esta manera se asegura que cada etapa del proceso cuente con los recursos necesarios para no afectar la operación.
- Ayuda a determinar un costo estándar pues se determina la cantidad de recursos necesarios para determinada producción.
- Contribuye a una cultura de trabajo pues el capital humano se esforzará a alcanzar la producción en el tiempo establecido.

PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Es decir, relaciona las entradas y salidas de un proceso, para determinar qué tan factible será su producción con los recursos utilizados.

Puede considerarse como entradas: mano de obra, materia prima, maquinaria. Y las salidas son el bien o producto generado.

Puede calcularse la productividad de maquinaria, insumos o mano de obra; dependiendo de las necesidades de una organización.

Hay varias maneras de mejorar la productividad:

- Una mayor salida con las mismas entradas.
- Idéntica salida con menores entradas.
- Incrementar la salida con menores entradas.
- Incrementar salida en mayor proporción que las entradas.
- Disminuir la salida en menor proporción que las entradas.

CONSTELACIÓN DE IDEAS DE VARIABLE INDEPENDIENTE: PROCESO DE DIAGNÓSTICO Y PRUEBA DE BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE

BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE

Las bombas de pistones axiales son el ejemplo de su mejora a través del tiempo son ocupadas a nivel mundial y en diferentes tipos de Industria las diversas aplicaciones se observan en diferentes tipos de máquinas eje: mini cargadora, montacargas, retroexcavadoras, etc.

La bomba de pistones es de tipo volumétrico, es decir, generan un cierto caudal de aceite en cada rotación completa de la misma. Su principio de funcionamiento es simple a la vez que ingenioso, está basado en el movimiento axial, paralelo al eje

de la bomba, producido por un pistón dentro de su alojamiento o cilindro en cada rotación de la bomba.

Este desplazamiento se consigue mediante el deslizamiento de la base del pistón sobre una placa que permanece inclinada mientras el pistón gira, solidario con el eje de la bomba, alrededor del centro de la placa.

El fluido a bombear llega a la bomba por el lado de baja presión que no es más que aquel sector en el que los pistones realizan la aspiración y es transportado hacia el lado de alta presión.

Para aumentar la eficiencia de la bomba, suministrando más volumen por vuelta, la bomba se compone no de uno si no de varios pistones que simultáneamente bombean el fluido hidráulico en cada vuelta de la misma.

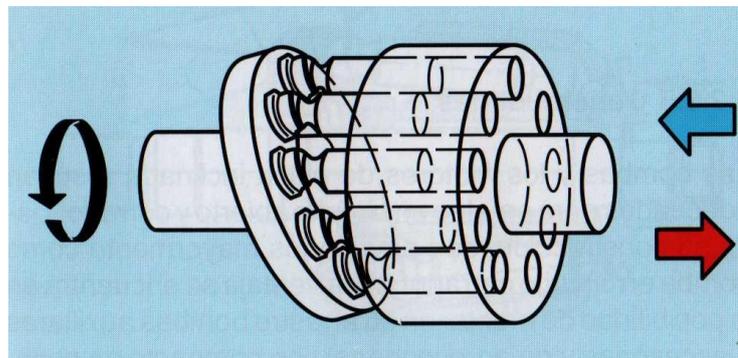


Figura 6. Identificación de pernos y válvula
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://areamecanica.files>).

Ahora bien, la cilindrada o volumen aportado por la bomba en cada vuelta está influenciada principalmente por el ángulo α de inclinación de la placa estacionaria.

Cuanto mayor es éste mayor es el volumen desplazado por el pistón ya que su carrera será mayor.

Aunque no es el caso que nos ocupa, cabe mencionar que existen modelos de bombas en los cuales la placa inclinada está mecanizada directamente sobre la carcasa de la bomba, sin posibilidad alguna de variación de su ángulo de inclinación, se trata por supuesto de bombas de caudal constante.

En caso de que la placa se encuentre totalmente vertical, es decir $\alpha = 0^\circ$, la bomba no aportará ningún caudal. Por tanto, podemos variar el caudal de aceite hidráulico simplemente variando el ángulo de inclinación de la placa estacionaria.

FLUIDOS HIDRÁULICOS

Fluidos hidráulicos son un grupo grande de líquidos compuestos de muchos tipos de sustancias químicas. Son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos y servodirección, vehículos para levantar cargas, tractores, niveladoras, maquinaria industrial y aviones. Los tres tipos de fluidos hidráulicos más comunes son: aceite mineral, éster de organofosfato, y polialfaolefina.

ACEITE

Sustancia de consistencia grasa que posee menor densidad que el agua y que no se pueden disolver en ella. Los aceites pueden tener origen animal, vegetal o mineral. Los aceites tienen aplicaciones diversas, desde la alimentación hasta aplicaciones mecánicas e industriales como los aceites combustibles.

ACEITES HIDRÁULICOS

Existe un tipo de aceites en particular que se utiliza en la transmisión de potencia hidráulica en determinados mecanismos, éstos se llaman aceites hidráulicos.

Los aceites hidráulicos cumplen la función de transmitir la potencia hidráulica que se genera al interior de un motor mediante una bomba hacia cada uno de los componentes del mecanismo.

Sus funciones principales son: lubricar, enfriar, disipar calor, limpiar; entre sus partes móviles mecánicas.

Los aceites hidráulicos deben contar con una serie de características específicas que garanticen su calidad, por ejemplo:

- **Viscosidad:** Resistencia interna de las moléculas a deslizarse unas sobre otras. Esta característica le da las propiedades lubricantes que requiere el aceite hidráulico.
- **Capacidad anticorrosiva:** Capacidad de reducir los efectos de la humedad en las superficies metálicas.
- **Punto de inflamación:** Los aceites hidráulicos comienzan a inflamarse al entrar en contacto con una flama. Una vez que se retira la flama, estos dejan de arder.
- **Punto de congelación:** Es importante que el aceite hidráulico pueda seguir siendo fluido aunque se someta a bajas temperaturas, (por ejemplo, aplicaciones con tuberías que están a temperaturas bajo cero). Si su resistencia a la congelación es demasiado baja entonces pierden fluidez y dejan de circular por el mecanismo.
- **Capacidad de filtración:** Los aceites hidráulicos deben tener una gran capacidad de filtración, ya que se les puede aplicar cualquier tipo de mecanismo filtrante.
- **Compresibilidad.** Podría ser la característica más importante de los aceites hidráulicos, ya que deben soportar altas presiones. La intensidad de la presión a la que se someterán los aceites hidráulicos dependerá de la distancia entre el punto de origen (inyector) y el receptor del aceite.

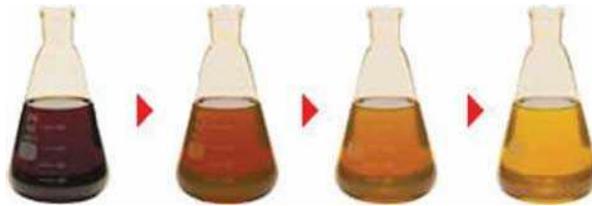


Figura 7. Aceites Hidráulicos
Elaborado por: El Investigador
Fuente: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images>

Los contaminantes son unos de los principales causantes del desgaste acelerado de los componentes internos de un sistema hidráulico.

Para determinar el nivel de contaminación en un fluido, en este caso un aceite hidráulico, se puede utilizar el método de conteo de partículas, el cual es una prueba cuantitativa que determina el número de partículas de suciedad por una unidad de volumen específica (ml). De acuerdo a la ISO 3938, se determina el código ISO de los aceites en dos escalas X/Y; en donde X representa la cantidad de partículas superior a 5 micrones e Y representa la cantidad de partículas superior a 15 micrones.

La ISO 4406 establece cuántas partículas tiene cada escala. De esta manera se puede identificar qué tan contaminado está un fluido.

Talleres PMIASA maneja una certificación con CATERPILLAR, la cual establece que un fluido limpio debe cumplir un código ISO de 16/13.

La tabla 2 muestra cuántas partículas de suciedad tiene cada código ISO en un ml de fluido.

Tabla 2. Códigos ISO
ISO 4406:1999 Code Chart

Range Code	Particles per milliliter	
	More than	Up to / Including
24	80000	160000
23	40000	80000
22	20000	40000
21	10000	20000
20	5000	10000
19	2500	5000
18	1300	2500
17	640	1300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.3	2.5
7	0.64	1.3
6	0.32	0.64

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <https://www.http://www.qtrue.com.ar>

Por ejemplo:

Si un conteo de partículas da como resultado el código ISO 18/13 significa que:

- El número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 1.300 y 2.500, y
- la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 40 y 80.

Importante notar que aunque el grado aumente solo en un número, el rango de cantidad de partículas se duplica. Es por eso que Talleres PMIASA acepta solo aceites con código ISO 16/13 y no un +/- 1 porque esto implique que se duplique la cantidad de partículas contaminantes.

FILTRADO DEL ACEITE

Una alternativa para mejorar el código ISO de un fluido (y liberar partículas contaminantes) es el filtrado de aceite. Con esto, los fluidos hidráulicos se mantienen mayormente limpios y se evitan desgastes en los componentes y obstrucciones y por consiguiente, fallas de funcionamiento del sistema. Para

cumplir la función de limpieza se utilizan los filtros y los coladores que retienen las impurezas, contaminantes del aceite.

Los coladores se fabrican de un material metálico y se instalan generalmente en la boca de llenado del depósito mientras que los filtros son construidos de un material filtrante poroso en su interior no permite el ingreso de contaminantes al paso del fluido.

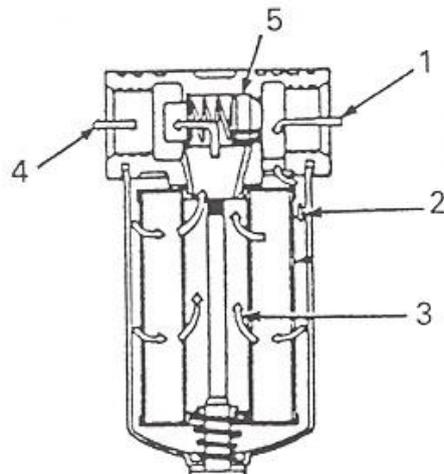


Figura 8. Aceites Hidráulicos
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Efa móratelas. 1º electromecánica de vehículos.

En la figura 8 puede verse un esquema de un filtro, donde el aceite ingreso por el conducto (1) y rodea al elemento filtrante (2), a través del cual alcanza el conducto central (3) y la salida (4).

Este tipo de filtro dispone de una válvula de seguridad (5), la cual tiene una presión establecida, de manera que cuando la dificultad de paso a través del elemento filtrante es excesiva (saturación), la válvula se abre permitiendo el paso directo del aceite desde el conducto de entrada al de salida. Esto quiere decir que el filtro no está cumpliendo su función de retener suciedad y lo recomendable es reemplazarlo para alcanzar un código ISO apropiado de acuerdo al fluido.

El tiempo de filtrado de un fluido dependerá de varios factores. Por ejemplo: viscosidad, temperatura, código ISO inicial, tipo de filtro utilizado (micraje).

DESARMADO Y ARMADO DE BOMBA HIDRÁULICA

Dentro del proceso de reparación se tiene el armado y desarmado de la bomba hidráulica, los cuales están detallados a continuación

PROCEDIMIENTO DE DESARMADO

Tabla 3. Herramientas para desarmado

Herramientas necesarias			
Herramienta	Número de pieza	Descripción de la pieza	Cant.
A	1P-1857	Alicates para Anillo de Retención	1

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Comience:

Quite la bomba. Consulte Desarmado y armado Bomba de pistones, "- Quitar".

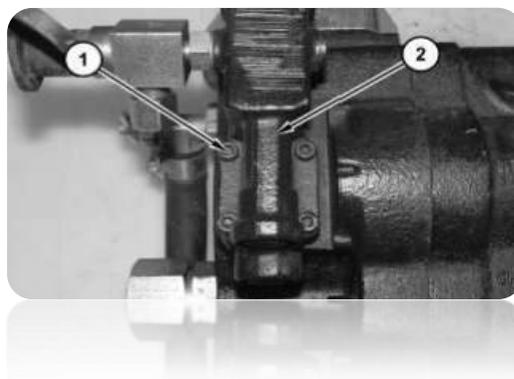


Figura 9. Identificación de pernos y válvula

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

1.- Quite los pernos (1) y la válvula (2).

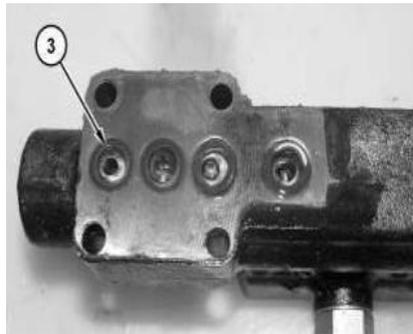


Figura 10. Identificación de sello anular
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

1. Quite los sellos anulares (3).

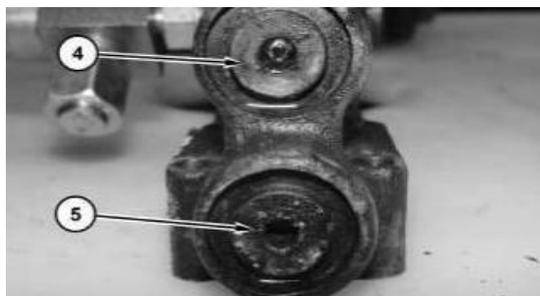


Figura 11. Identificación de tapones
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

- Quite el tapón (4) y el tapón (5).



Se pueden producir lesiones personales si es golpeado por piezas impulsadas por una fuerza elástica.

Asegúrese de llevar puestos todos los equipos protectores necesarios.

Siga el procedimiento recomendado y use todas las herramientas recomendadas para aliviar la fuerza elástica.

Figura 12. Identificación de advertencia
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993)

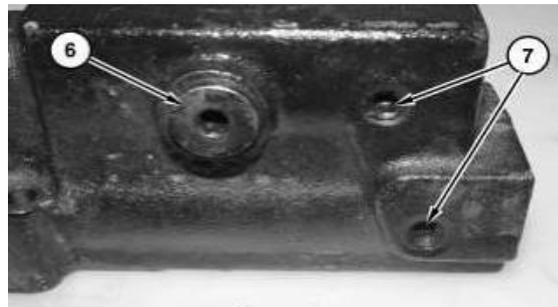


Figura 13. Identificación de tapones
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

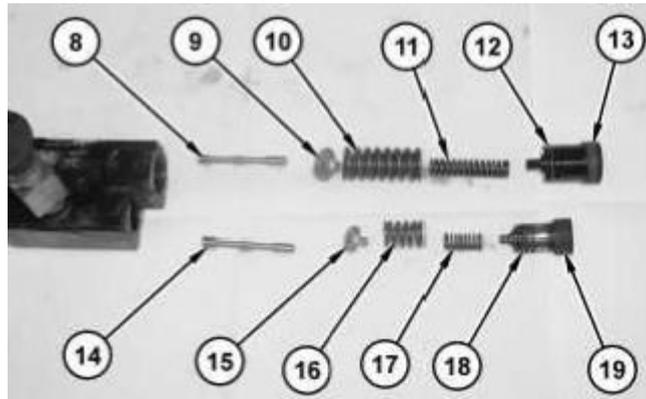


Figura 14. Identificación de componentes

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

3. Quite el tapón (13), el sello anular (12), el resorte (11), el resorte (10), el retenedor (9), y el carrete (8).
4. Quite el tapón (19), el sello anular (18), el resorte (17), el resorte (16), el retenedor (15), y el carrete (14).

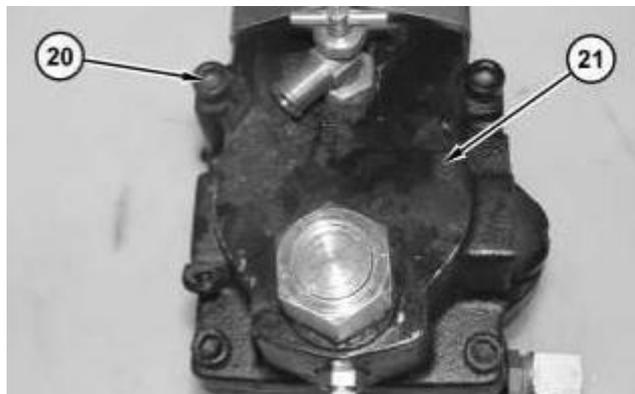


Figura 15. Identificación de pernos y cabeza

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

5. Quite los pernos (20) y la cabeza (21).

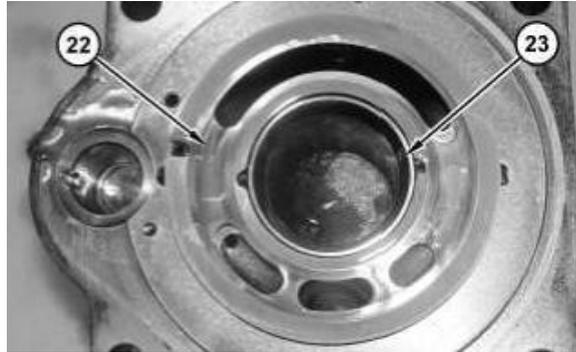


Figura 16. Identificación de orificios y tasa.
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

6. Quite la placa de orificios (22) y la taza de cojinete (23).

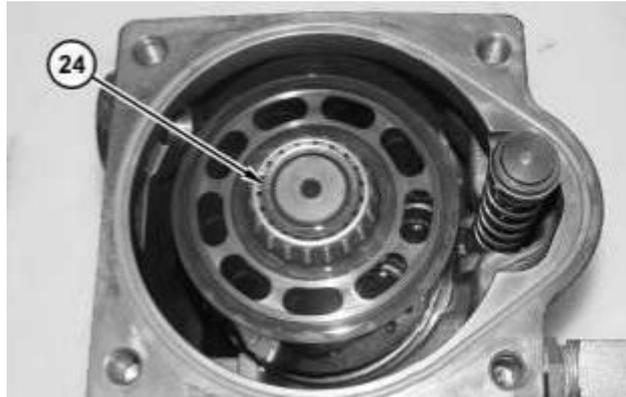


Figura 17. Identificación de cono de cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

7. Quite el cono de cojinete (24).

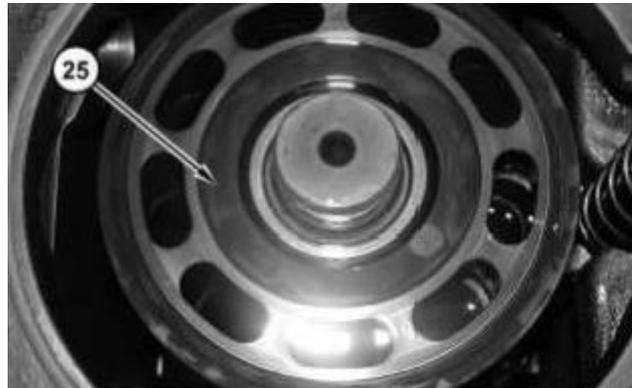


Figura 18. Identificación del grupo giratorio
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

8. Quite el grupo giratorio (25).

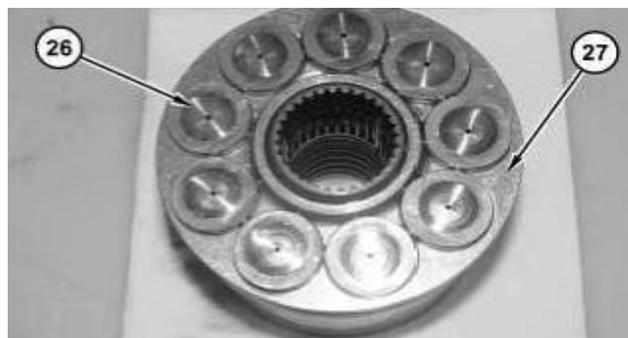


Figura 19. Identificación de pistones y retenedor
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

9. Quite los pistones (26) y el retenedor (27).

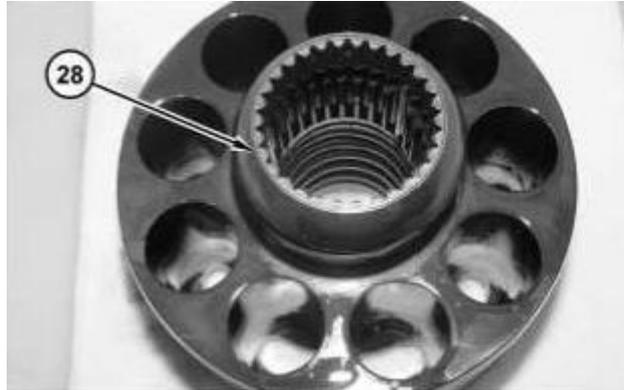


Figura 20. Identificación de cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

10. Quite el cojinete (28).

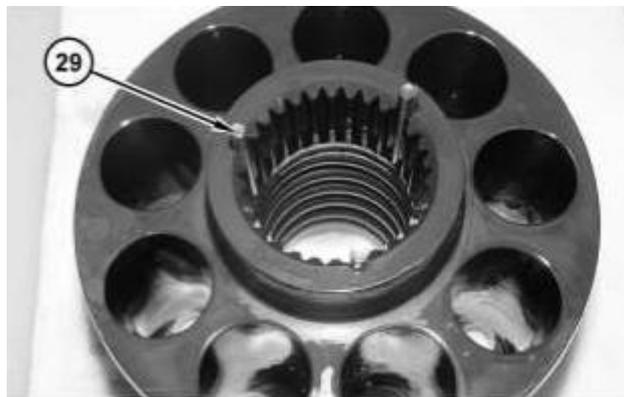


Figura 21. Identificación de pasadores
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

11. Quite los pasadores (29).

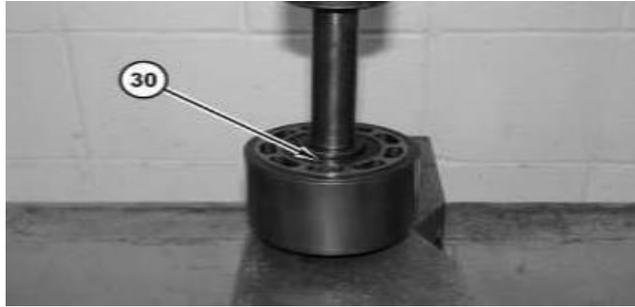


Figura 22. Identificación de retención
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

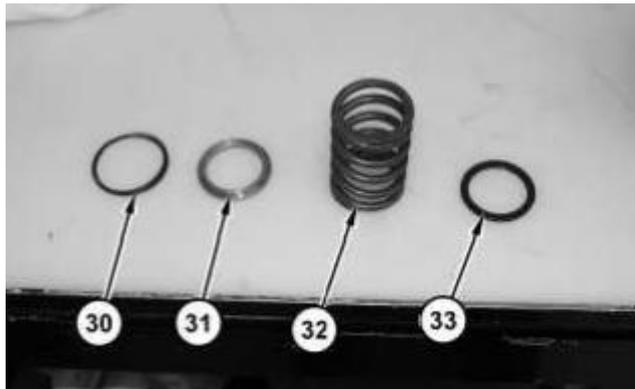


Figura 23. Identificación de componentes.
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993)

12. Utilice una prensa apropiada para quitar el anillo de retención (30).

13. Quite la arandela (31), el resorte (32) y la rejilla (33).

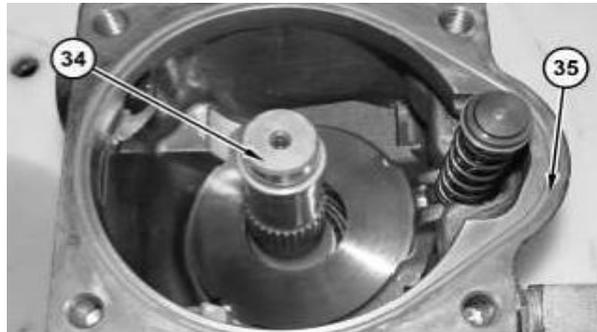


Figura 24. Identificación de eje y sello
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

14. Quitar el eje (34) y el sello anular (36).

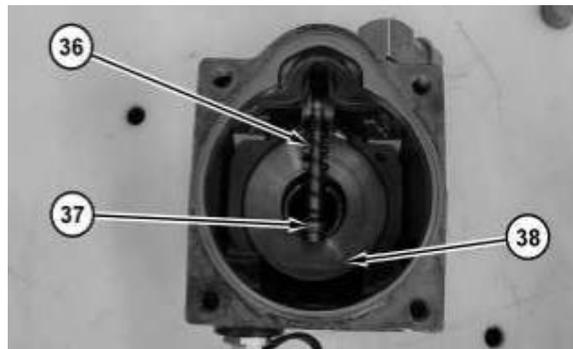


Figura 25. Identificación de pistón y resorte
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

15. Comprima el resorte (36). Coloque el pistón (37), como se muestra.
16. Quite el plato oscilante (38).

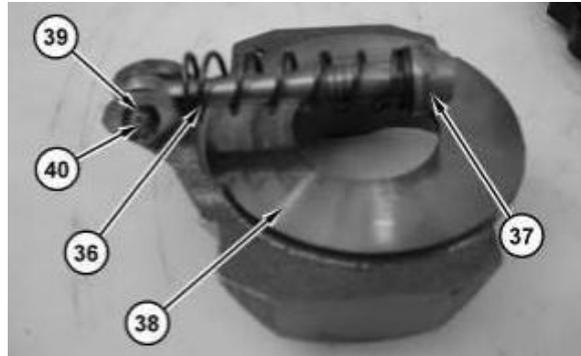


Figura 26. Identificación de componentes
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

17. Quite el anillo de retención (39), el pasador (40), el resorte (36) y el pistón (37) del plato oscilante (38).

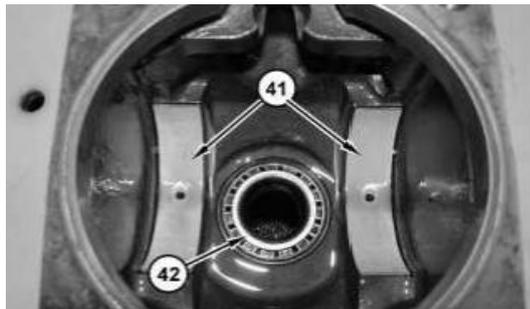


Figura 27. Identificación de cojinetes
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

18. Quite el cojinete (41) y el cono del cojinete (42).

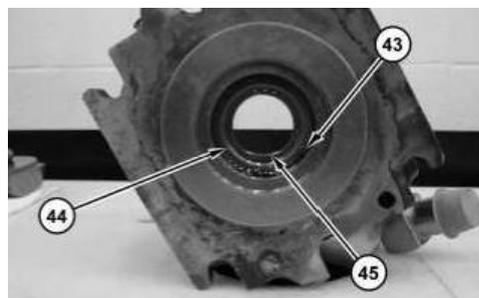


Figura 28. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

19. Utilice la herramienta (A) para quitar el anillo de retención (43.)

20. Quite el sello de labio (44) y la taza de cojinete (45).

PROCEDIMIENTO DE ARMADO

Tabla 4. Herramientas para armado

Herramientas necesarias			
Herramienta	Número de pieza	Descripción de la pieza	Cant.
A	1P-1857	Alicates para Anillo de Retención	1

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

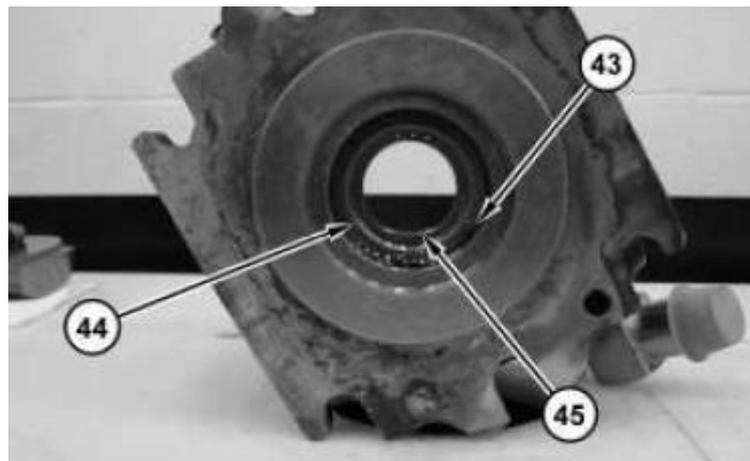


Figura 29. Identificación de anillo y cojinete

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

1. Instale taza de cojinete (45) y sello de labio (44).
2. Utilice la herramienta (A) para instalar el anillo de retención (43).

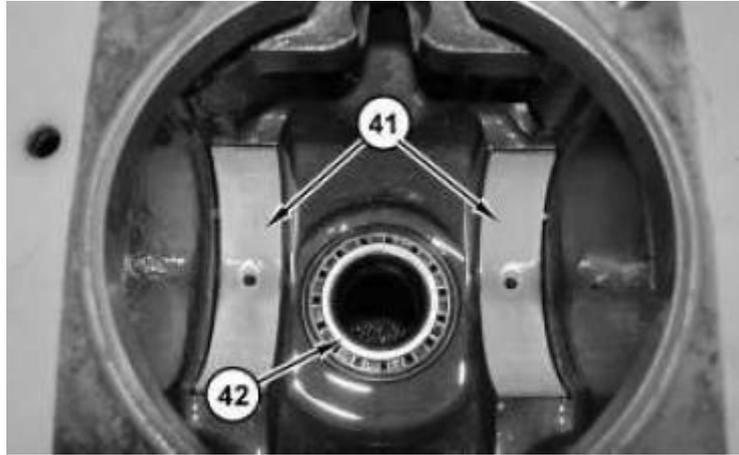


Figura 30. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

3. Instale los cojinetes (41) y el cono del cojinete (42).

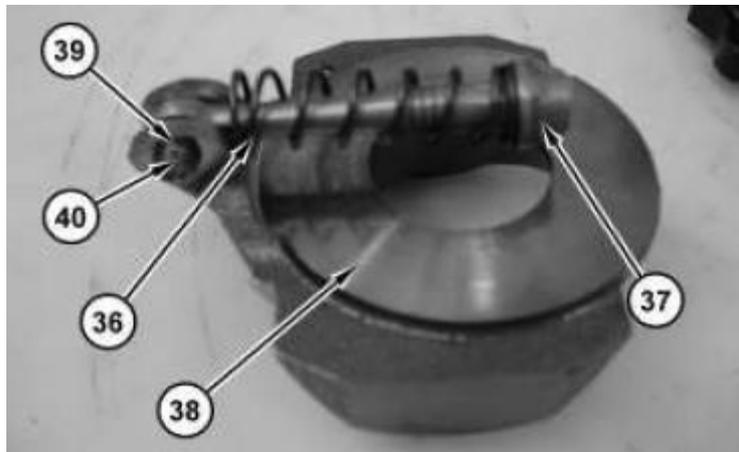


Figura 31. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

ADVERTENCIA

Un armado inadecuado de las piezas accionadas por resorte puede causar lesiones personales.

Para evitar posibles lesiones personales, siga el procedimiento de armado establecido y use los equipos de protección.

Figura 32. Identificación de advertencia
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

4. Quite el anillo de retención (39), el pasador (40), el resorte (36) y el pistón (37) del plato oscilante (38).

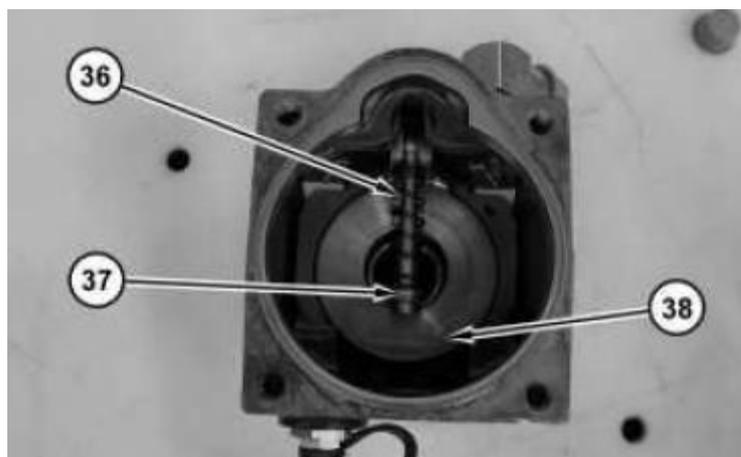


Figura 33. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

5. Quite el plato oscilante (38).

6. Comprima el resorte (36). Instale pistón (37) en la posición original.

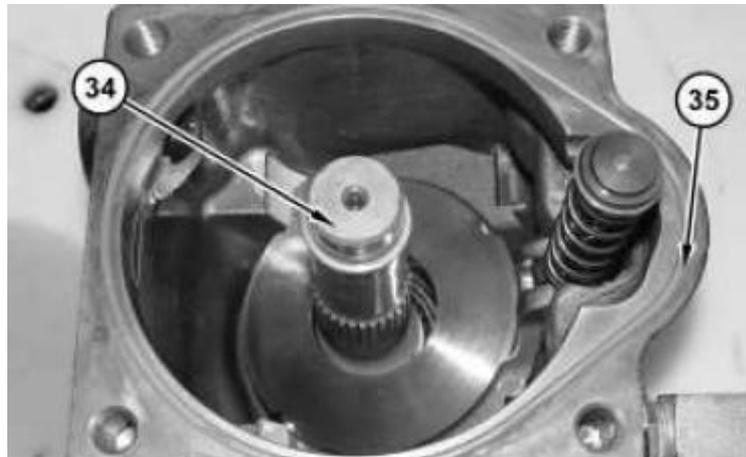


Figura 34. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

7. Instale el eje (34) y el sello anular (36).

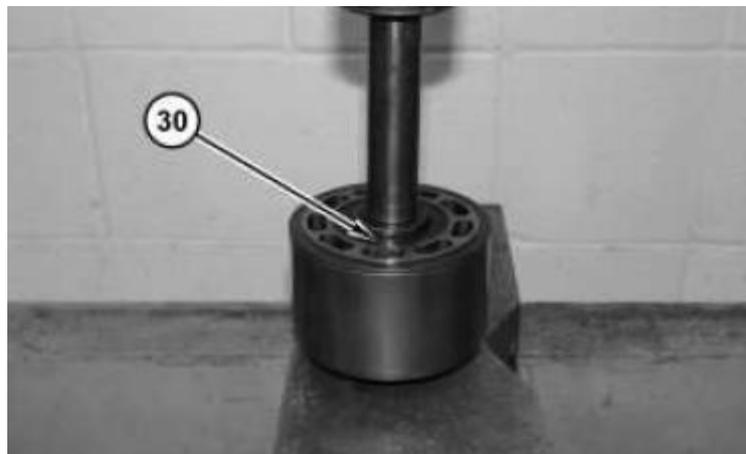


Figura 35. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

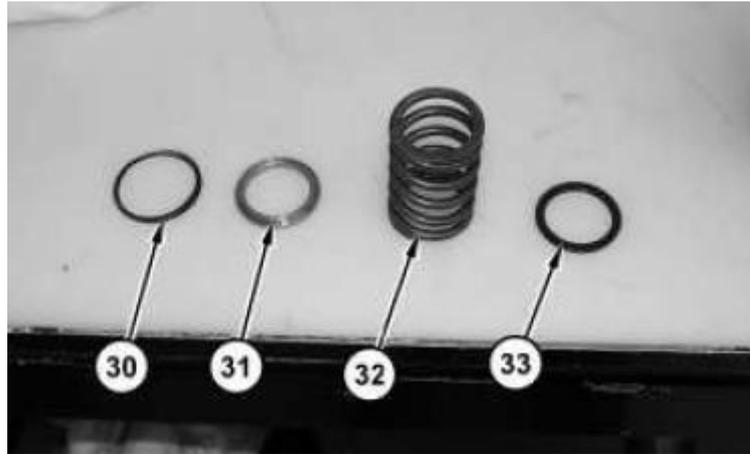


Figura 36. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

8. Instale la arandela (33), el resorte (32) y la arandela (31).
9. Utilice prensas adecuadas para instalar el anillo de retención (30).

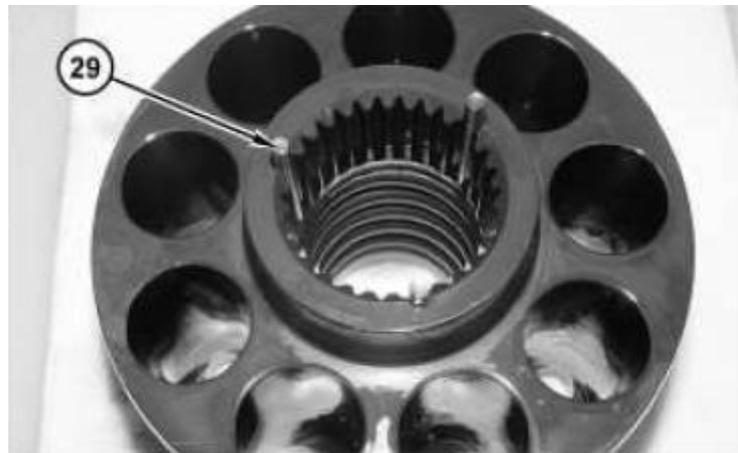


Figura 37. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

10. Instale los pasadores (29).

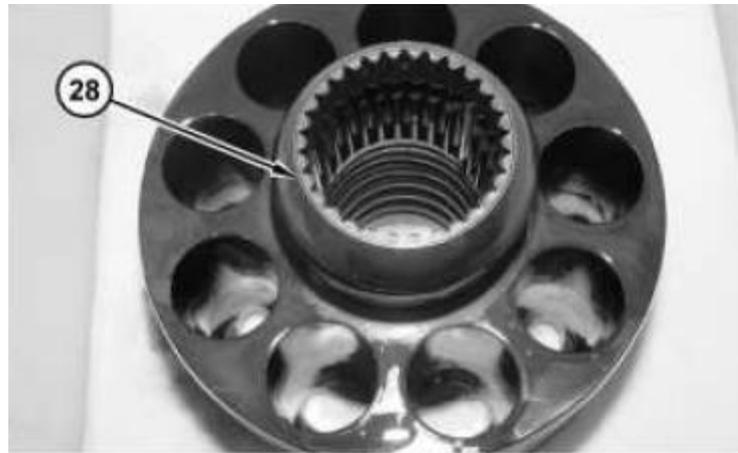


Figura 38. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

11. Instale el cojinete (28).

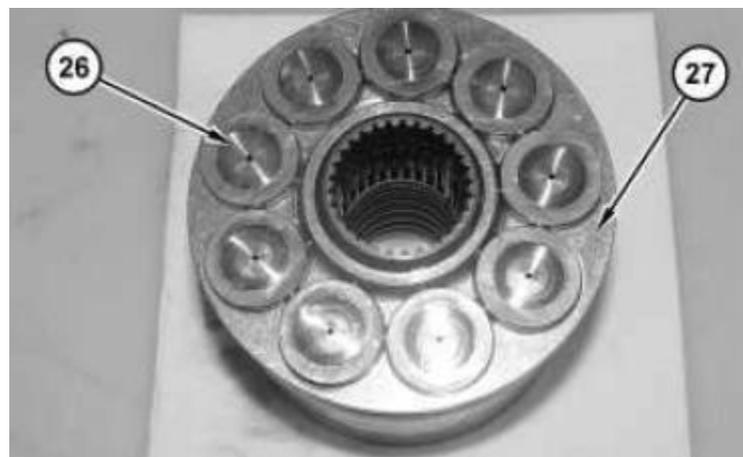


Figura 39. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

12. Instale el retenedor (27) y el resorte (26)

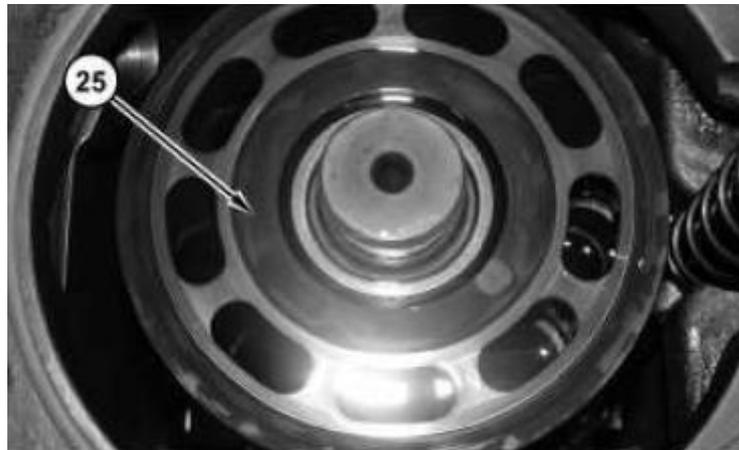


Figura 40. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

13. Instale grupo giratorio (25).



Figura 41. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

14. Instale el cono del cojinete (24).

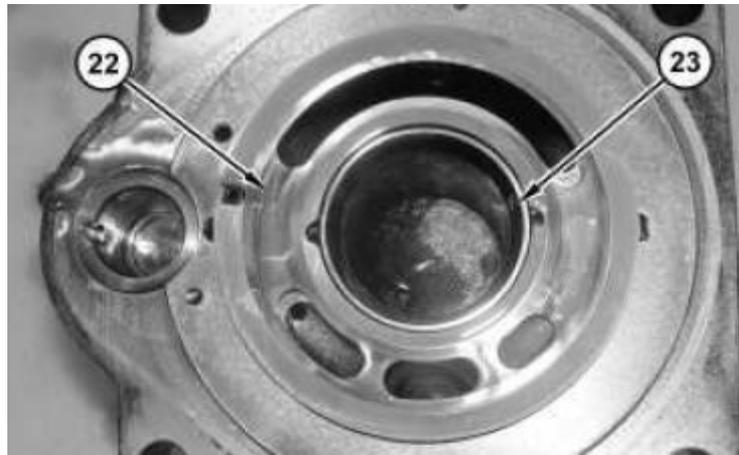


Figura 42. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

15. Instale taza de cojinete (23) y la placa de orificios (22).

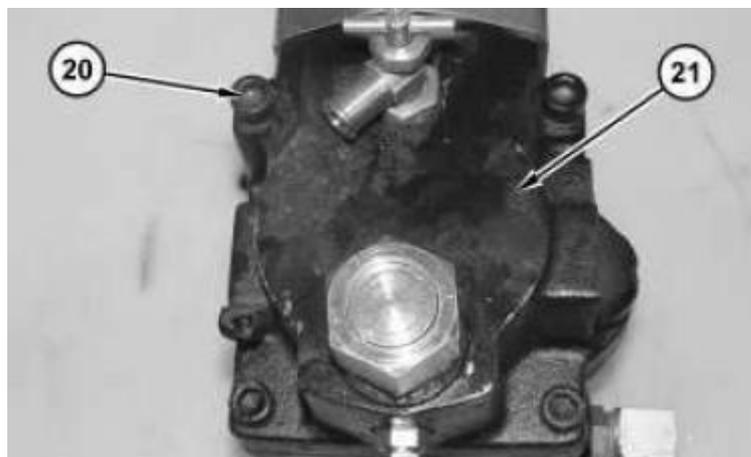


Figura 43. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

16. Instale la cabeza (21) y los pernos (20).

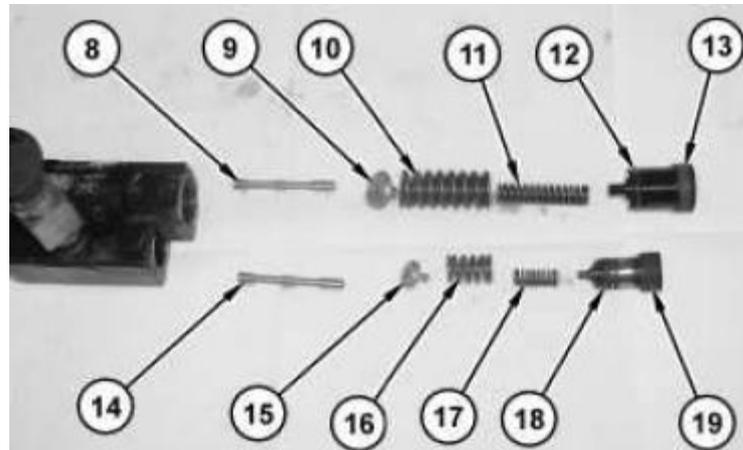


Figura 44. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

17. Instale el carrete (8), el retenedor (9), el resorte (10), el resorte (11), el sello anular (12), y tapón (13).

18. Instale el carrete (14), el retenedor (15), el resorte (16), el resorte (17), el sello anular (18), y tapón (19)

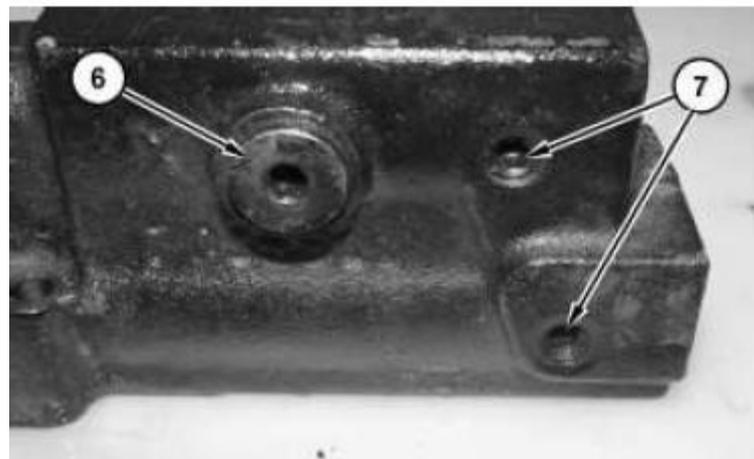


Figura 45. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

19. Instale el tapón (6) y los tornillos (7).

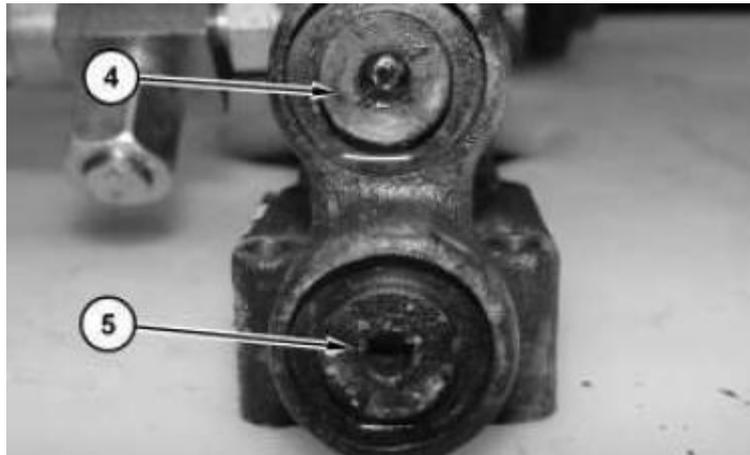


Figura 46. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

20. Instale los tapones (4) y (5).

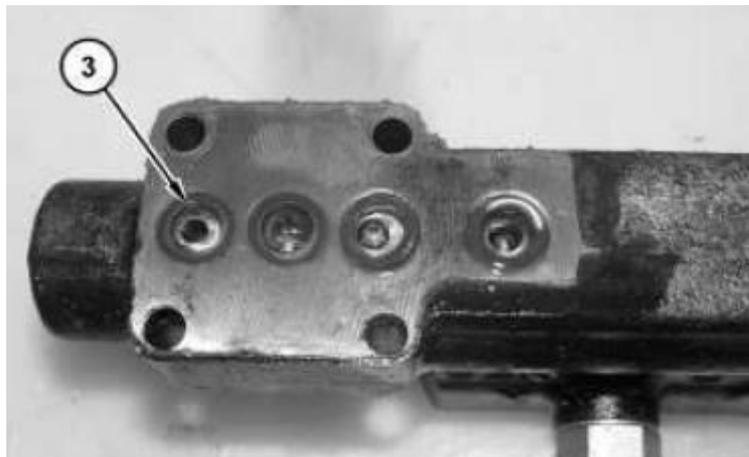


Figura 47. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

21. Instale los sellos anulares (3).

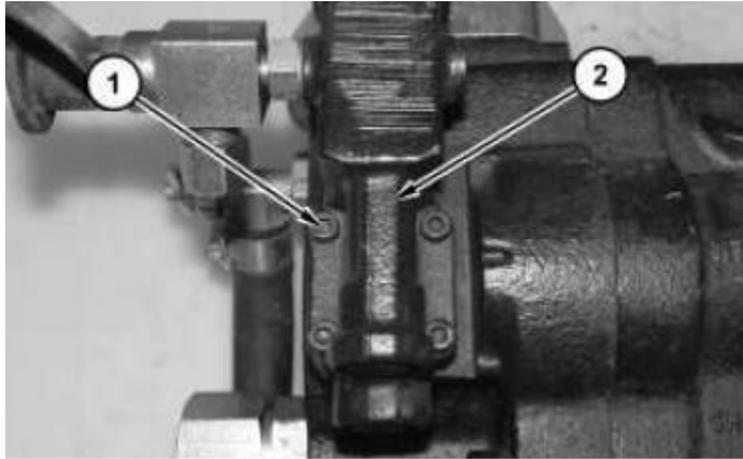


Figura 48. Identificación de anillo y cojinete
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

22. Instale la válvula (2) y los pernos (1).

Finalmente: Instale la bomba. Consulte Desarmado y armado Bomba de pistones, "- Instalar".

Pruebas de bomba hidráulica

Las pruebas del sistema hidráulico se verifican de acuerdo a la tabla de especificaciones.

Tabla 5. Valores estándar sistema hidráulico

TIPO DE CIRCUITO	Detección de carga, centro cerrado
CAPACIDAD DE LA BOMBA (A 2.200 RPM)	132.0 L/min
PRESIÓN DEL SISTEMA	22700.0 kPa
TIPO DE BOMBA	Flujo variable y pistón axial
TIPO DE DIRECCIÓN	Rueda delantera
SERVODIRECCIÓN	Hidrostática
CILINDRO DE 2WD: CALIBRE	65.0 mm
CILINDRO DE 2WD: CARRERA	120.0 mm
CILINDRO DE 2WD: DIÁMETRO DE LA VARILLA	36.0 mm
CILINDRO DE 4WD: CALIBRE	65.0 mm
CILINDRO DE 4WD: CARRERA	120.0 mm
CILINDRO DE 4WD: DIÁMETRO DE LA VARILLA	36.0 mm
SISTEMA DE FRENOS	Discos múltiples incorporados sumergidos en aceite

Elaborado por: El Investigador
 Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Diagnóstico

Baja Presión de prueba Presión de espera

1. Arranque el motor.
2. Mueva la herramienta de trabajo en la parte frontal de la máquina y los estabilizadores al suelo. Ponga el freno de estacionamiento. Parar el motor.
3. Mueva los controles manuales hidráulicos para todas las posiciones con el fin de liberar la presión del sistema.
4. Retire la placa del piso y la alfombra del piso.

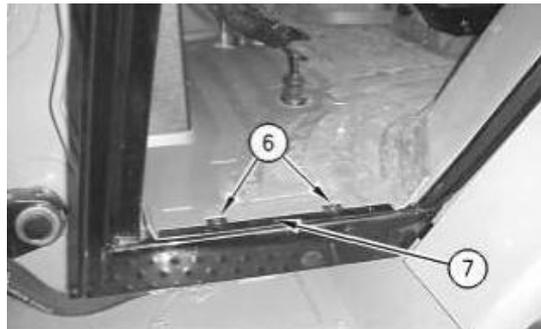


Figura 49. Identificación de pernos y plato
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

- a. Remover dos pernos (6) y plato (7).

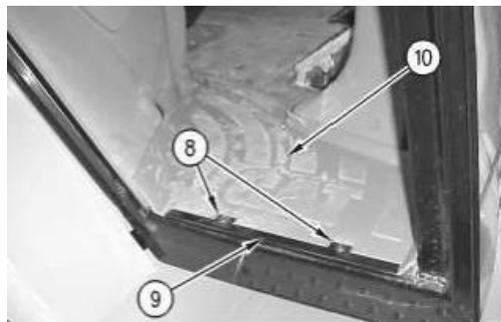


Figura 50. Identificación de pernos y guardas
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993)

- b. Remover dos pernos (8) y plato (9). Remover piso y guarda (10).

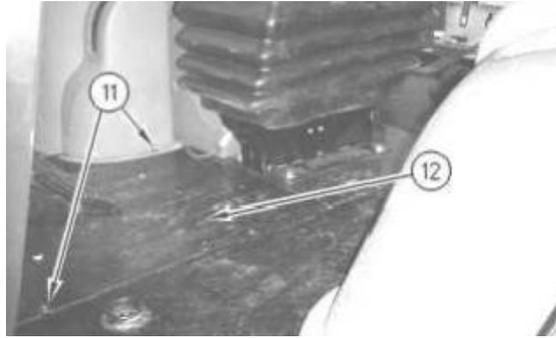


Figura 51. Identificación de piso
Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

PASOS DE EVALUACIÓN

Retire los seis pernos (11) desde el perímetro de la placa del piso (12). Conjunto placa del piso (12) a un lado.

5. Instalar los 8T-0856 Medidores de presión con un rango de 0 a 6000 kPa (0 a 870 psi) para cada conjunto de manguera. Instalar el conjunto de una manguera a la toma de presión (5) para la presión del sistema. Instalar un conjunto de manguera para indicar la toma de presión (4). Consulte la Figura 1 y Figura 2.
6. Arranque el motor. Hacer funcionar el motor a ralentí alto. Compruebe si hay fugas.

Nota: No mueva ningún tipo de control hidráulicas manuales ni mover el volante, mientras que los 8T-0856 Medidores de presión están instalados. Cuanto mayor sea la presión que se crea por la sobre presión la bomba dañará los medidores.
7. Bajar la velocidad del motor a 1.200 rpm.
8. La lectura en el medidor que se adjunta a la señal toma de presión (4) de presión debe ser de aproximadamente 500 kPa a 1600 kPa (70 psi a 230

psi). Esta presión es la presión de la señal de espera. La presión de la señal de espera no es ajustable. Si la presión de la señal de espera está en el rango, continúe con el paso 10.

Nota: La presión de la señal de espera variará con cada máquina.

9. Si la presión de la señal de espera está fuera del rango, retire el equipo de prueba y el ciclo de dirección. A continuación, realice la prueba de nuevo. Si la presión de la señal de espera está fuera de la gama, existe la posibilidad de un orificio conectado a la bobina de prioridad o en la bomba dosificadora.

10. No mueva los controles manuales hidráulicos ni mover el volante. La lectura en el medidor que se adjunta a la toma de presión (5) la presión es la baja presión de descarga de espera. La baja presión de descarga de espera debe ser de aproximadamente 2000 kPa a 3700 kPa (290 psi a 540 psi).

Tabla 6. Tabla de valores de presión

Hydraulic Circuit	416E
Loader Circuit	19700 kPa to 21700 kPa (2860 psi to 3150 psi)
Backhoe Circuit	21800 kPa to 23800 kPa (3160 psi to 3450 psi)

Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Nota: Si la presión de descarga de espera no es correcto realizar la "Prueba de Presión de margen".

11. Parar el motor.

12. Mueva los controles manuales hidráulicos para todas las posiciones con el fin de liberar la presión del sistema.

13. Retirar todos los equipos de prueba.

Nota: Si no se retiran las 8T-0856 Medidores de presión antes de realizar las siguientes pruebas hará que los indicadores sean destruidos, cuando se monta la bomba. Un manómetro de presión diferencial 1U-5793 se debe utilizar con el fin de realizar el "Margen de prueba de presión".

Margen de Prueba de Presión

1. Conectar la manguera 177-7860 al manómetro de presión diferencial 1U-5793 en (5) para determinar la presión de descarga de la bomba y al otro extremo de la manguera al manómetro de presión diferencial 177-7860 en (4).

2. Aplicar el freno de estacionamiento. Encender el motor. Mantener la máquina en punto muerto.

3. Hacer funcionar el motor a 1200 RPM.

4. Girar la dirección de las paradas en ambas direcciones durante tres ciclos. Gire el volante hacia la derecha hasta el tope.

Nota: es posible que haya aire en señal de la red, si hay una vacilación antes de llegar a la presión de alivio. Purgar las líneas de señal del cielo.

5. Lea la presión en el manómetro de presión diferencial. Esta es la presión en el margen. La presión en el margen debería ser 2150 kPa a 2450 kPa (312 psi a 355 psi). Si la presión en el margen está fuera de la especificación, a continuación, consulte "Ajuste del flujo de Compensador de cola" en "Ajustes para el controlador de bomba".

6. Vuelva a colocar el volante a la posición centrada.

7. Con el fin de verificar la presión, repita los pasos 4 y 5.

8. Hacer funcionar el motor a ralentí bajo. Parar el motor.

Nota: No hacer ajustes en el carrete compensador de presión.

9. Si la presión en el margen es correcto, vaya a la "alta presión de prueba de calado".

10. Bajo los implementos al suelo. Pare el motor y accione el freno de estacionamiento.

11. Retirar todos los equipos de prueba.

CONSTELACIÓN DE IDEAS DE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

ENTREGA DE REPUESTOS

Proveer al área de operaciones los repuestos requeridos para el proceso de reparación.

FUGA HIDRÁULICA

Es el escape o pérdida de fluido en un sistema que podría causar daños o averías en un equipo.

DESMONTAJE

Desarmar, desunir, separar las piezas de una cosa.

MONTAJE

Colocación o ajuste de las piezas de un aparato, máquina o instalación en el lugar que les corresponde.

REPROCESO

Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos establecidos.

EFFECTIVIDAD

Es el equilibrio entre eficacia y eficiencia.

EFICACIA

Es la capacidad de un proceso o individuo de lograr lo que se propone.

EFICIENCIA

La utilización de la menor cantidad de recursos para obtener los mismos logros.

PRODUCTO NO CONFORME

Un producto no conforme es todo aquel que no cumple con algún requisito determinado en el proceso. Es importante en un proceso definir o establecer actividades de inspección que permitan identificar desviaciones a tiempo, evitando así reprocesos o tiempos muertos que afecten al bien o servicio o a su calidad.

DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. Reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista. Es muy utilizado en la gestión de mantenimiento.

El éxito de un Diagrama de Gantt es enlistar todas las actividades, definir duración de las mismas y establecer prioridades.

Existen diferentes herramientas informáticas que facilitan la creación de un Diagrama de Gantt, iniciando desde Microsoft Excel, Microsoft Project o Microsoft Visio, hasta aplicaciones como Planner, KMkey, OpenProj.

MANTENIMIENTO

Se define el mantenimiento como el conjunto de acciones que tienen como objetivo preservar instalaciones o equipos, o para restaurarlos a su estado original; con el fin de corregir o prevenir fallas para que puedan cumplir las funciones para las cuales fueron diseñados.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

El **mantenimiento preventivo** es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

Se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento. Es decir, está basado en una programación previa que impacte a la producción en lo menor posible. Con esto, se reduce la probabilidad de paros no planificados; logrando así la eficiencia de equipos y del proceso.

Regularmente, las tareas de un mantenimiento preventivo se basan en las tareas recomendadas en el manual de fabricante, el cual indica qué actividad hacer y su frecuencia. Entre ellas: cambio de piezas por desgaste, cambios de aceite/lubricantes, limpieza interna, cambio/revisión de filtros. El registro de todas las actividades contribuye a llevar un seguimiento y trazabilidad de los equipos. Esto involucra también que los costos de mantenimiento sean planificados.

El **mantenimiento correctivo** es aquel corrige las anomalías identificadas en equipos o infraestructura. Es aquel que se realiza posterior a la ocurrencia de una falla y por su naturaleza, no pueden planificarse en el tiempo; causando de esta

manera paras en producción, no cumplimiento de tiempos estándar, incurriendo en costos de reparación no presupuestados, e incluso, inconformidad del cliente.

Después de que se realiza el mantenimiento correctivo, el responsable debe verificar el éxito de la reparación. La verificación para evitar la ocurrencia de las averías. Es importante además llevar una bitácora para que, en caso de repetirse la falla, se realice un análisis de causas y un plan de acción para corregir las desviaciones de manera definitiva.

DEPÓSITO EN LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS

El depósito sirve para almacenar el aceite de cualquier sistema de funcionamiento con un fluido y es necesario para el funcionamiento del sistema. El tanque de almacenamiento tener la capacidad suficiente como para facilitar el enfriamiento y la separación de contaminantes (filtrado).

Para la capacidad, mínimo debe almacenar la cantidad de fluido que requiere el sistema y, debe mantener un nivel lo suficientemente alto como para que no se produzcan torbellinos en la línea de aspiración de la bomba. De manera general, se diseñan depósitos que tienen 2-3 veces el caudal de la bomba (lit/min). Por ejemplo si la bomba tiene un caudal 1,5 lit/min el depósito que se utilice tendrá una capacidad entre 3 y 4.5 lit.



Figura 52. Aceites Hidráulicos
Elaborado por: El Investigador

Fuente: <https://www.google.com/search?q=reservorio+de+aceite>

MANÓMETROS

Los manómetros son instrumentos de medición de presión de fluidos o gases, que utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión manométrica.



Figura 53. Manómetro

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <https://www.google.com/search?q=manometros>

FLUJÓMETRO O CAUDALÍMETRO

Un Fluómetro o caudalímetro es un instrumento de medida que permite la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido, sea a aceite o cualquier fluido para la medición del gasto másico.

Los flujómetros se instalan normalmente en serie o en línea recta al circuito a medir, ya sea en las mangueras de entrada o salida de aceite de la bomba. Existen diversos tipos: mecánicos y eléctricos.



Figura 54. Fluómetro o caudalímetro

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://www.seincodelcentro.com/imgProd/iff360.jpg>

MOTOR ELÉCTRICO ASINCRÓNICO (JAULA DE ARDILLA)

Un motor eléctrico trifásico asincrónico genera un número de revoluciones (RPM) para un sistema eléctrico. Se le dice “jaula de ardilla” debido a que el rotor de este motor (o parte móvil del motor) parece o tiene la forma de rueda de un hámster.

Los motores eléctricos asincrónicos son llamados así porque existe un desfase entre la velocidad sincrónica y la velocidad rotacional; es decir, entre el número de revoluciones teórico versus el número de revoluciones que en realidad otorga al sistema.

Los motores eléctricos trifásicos son generalmente los más recomendados y más requeridos para el uso de bombas hidráulicas ya que otorgan ventajas como: gran número de revoluciones o el voltaje que estos producen.

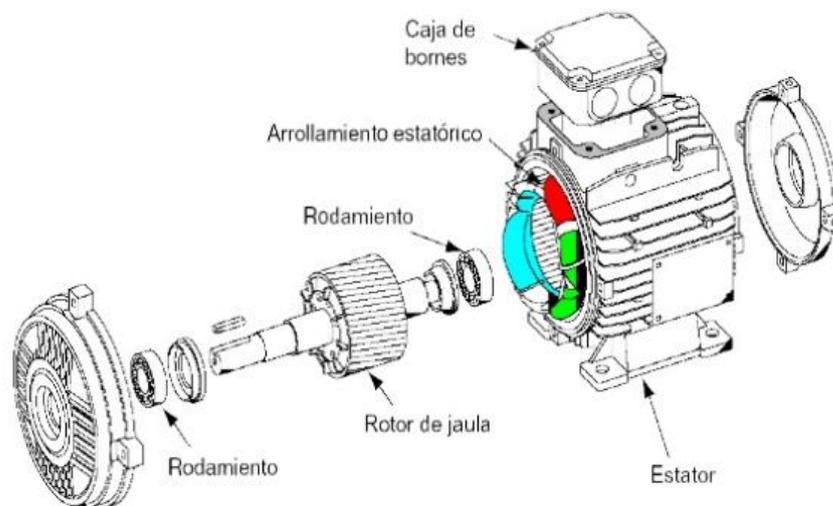


Figura 55. Motor eléctrico asincrónico (Jaula de Ardilla)

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

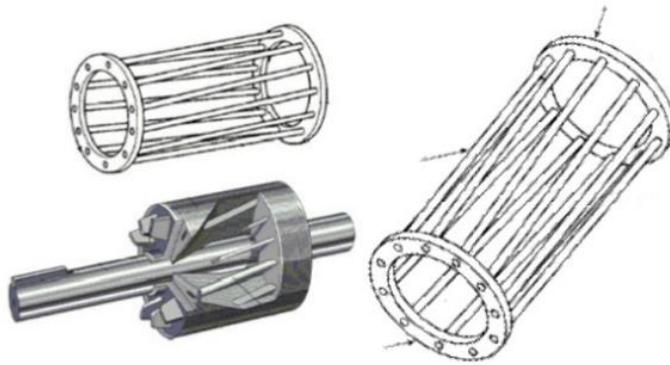


Figura 56. Partes constitutivas de un motor eléctrico

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

Los motores jaula de ardilla normalmente vienen dados en dos presentaciones que se limitan a las características de este motor:

- Pueden ser en jaula de ardilla, pero debido a esto el rotor y el campo magnético que produce el motor no rotarán a la misma velocidad, debido a un desfase de los campos magnéticos que producirán tanto el devanado del motor y el rotor.
- Pueden ser con núcleo devanado, lo cual otorga cierta ventaja sobre el motor jaula de ardilla, ya que esta gira al mismo número de revoluciones a las que giraría el campo magnético del motor, pero debido a que es una pequeña ventaja no es totalmente efectivo.

Un factor a considerar en este motor será que dependerá del número de polos con los que esté configurado, ya sea que el número de polos del motor sea 2, 4, 6 y hasta 8 pares de polos que son los más comunes en este motor.

Otro factor adicional muy importante a considerar será la frecuencia (frecuencia eléctrica) que se le esté suministrando al motor.

Entre las ventajas de utilizar este tipo de motores se tiene:

- La cantidad de revoluciones que alcanzaría conectado a una red trifásica normal.
- Conexión sencilla de realizar.
- Motores de tamaño generalmente manejable.
- No se necesita tener instalaciones complejas para suministrar al motor de energía eléctrica.

Sin embargo, utilizar estos motores también tiene sus desventajas:

- Los motores eléctricos asincrónicos presentan un ligero factor de pérdida de revoluciones debido a los campos magnéticos del rotor y el devanado, por lo que se deberá calcular para saber las revoluciones exactas que se generarán.
- Este tipo de motores suelen producir un gran número de vibraciones y presenta ruidos al momento de operar.

Sin duda los motores eléctricos trifásicos asincrónicos jaula de ardilla las condiciones operativas para el correcto desenvolvimiento con la bomba hidráulica. Se requiere un alto número de revoluciones (rpm) y estos motores las consiguen.

Normalmente, para conseguir con un variador de frecuencias que vaya a la par del número de polos del motor, se ha definido como estándar para este tipo de motores que se utilicen de 2 a 4 pares de polos.

VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencias es el dispositivo para el control de la velocidad rotacional que funciona mediante el principio de variaciones de voltajes en el dispositivo, esto ayudará a regular la cantidad de revoluciones que se desea que el motor eléctrico alcance.

Todo esto relacionado con el número de polos del motor, el cual determinará a cuántas revoluciones (rpm) girará el motor.

La ecuación anterior presenta el cálculo de revoluciones del motor, en donde:

- N_s = Revoluciones por minuto a calcular
- f = frecuencia de suministro AC (Hertz)
- p = Número de pares de polos del motor

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

f: frecuencia de alimentación (Hz)
P: Número de polos del estátor

En resumen, el variador de frecuencia ayuda a aumentar la velocidad rotacional del motor y está estrechamente relacionado al número de polos del motor, dado a que este dispositivo ayudará a controlar las revoluciones del motor.

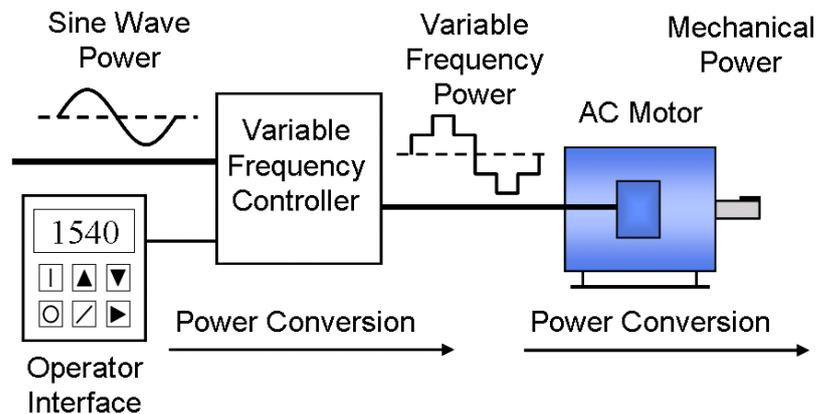


Figura 57. Variador de frecuencia

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

CONEXIONES PARA EL MOTOR JAULA DE ARDILLA

Se debe tener en cuenta que para la conexión de motores eléctricos existen varios tipos de conexiones que permitirán un mejor desempeño del motor, entre las cuales se tiene:

- Conexión en estrella
- Conexión en triángulo
- Conexión en estrella- triángulo

Esta última conexión, da la facilidad de que al momento del arranque el motor no necesite gran cantidad de corriente en relación a la que necesitará para funcionar, lo cual permite que el motor sea más efectivo para distintas aplicaciones.

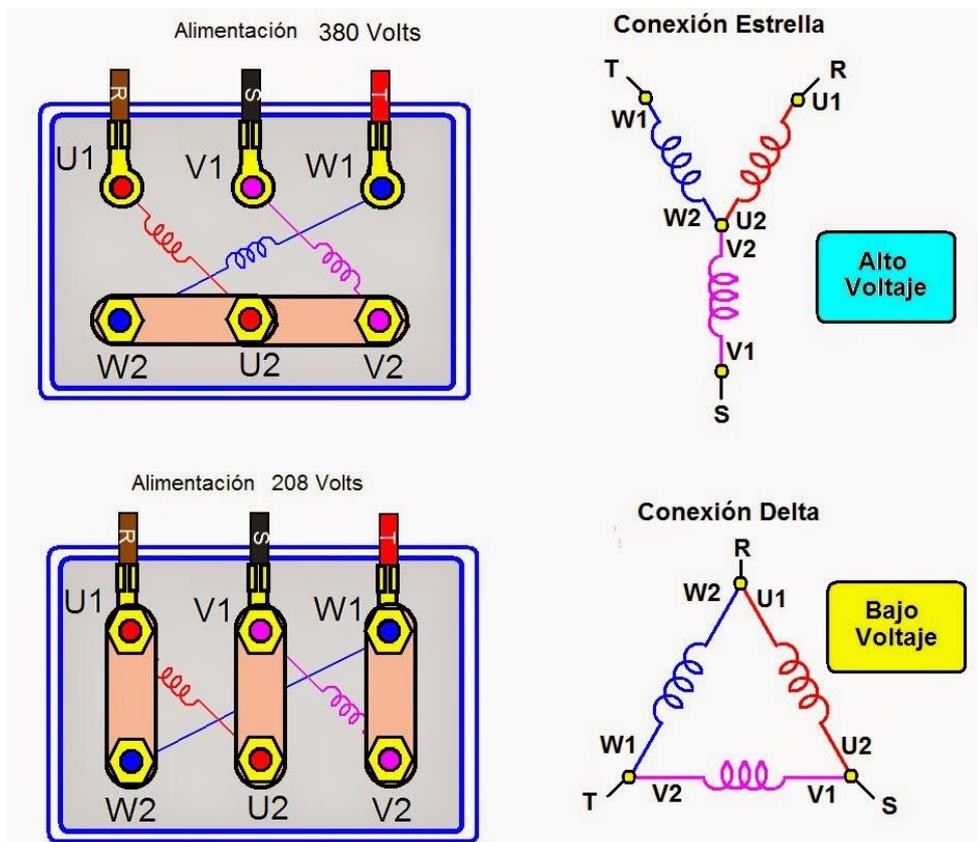


Figura 58. Conexión de motor eléctrico

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

CONEXIÓN DE VARIADOR DE FRECUENCIA

Se puede hacer mediante contactores o mediante PLCs. Debido a las características del circuito, es recomendable utilizar una interfaz digital para el uso industrial del variador de frecuencias o también se podrá utilizar perillas o selectores para el momento de la operación del variador.

Así mismo, como el motor requiere de una red eléctrica para ser alimentado, el variador de frecuencias también requiere estar conectado a una red que podrá ser trifásica.

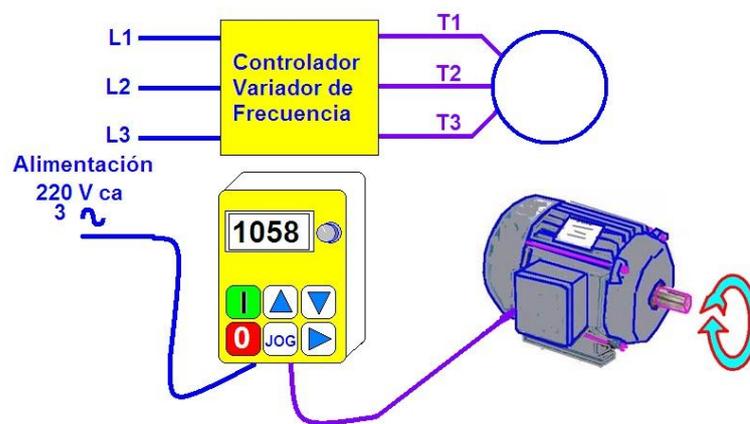


Figura 59. Conexión de variador de frecuencia

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA AL SISTEMA ELÉCTRICO

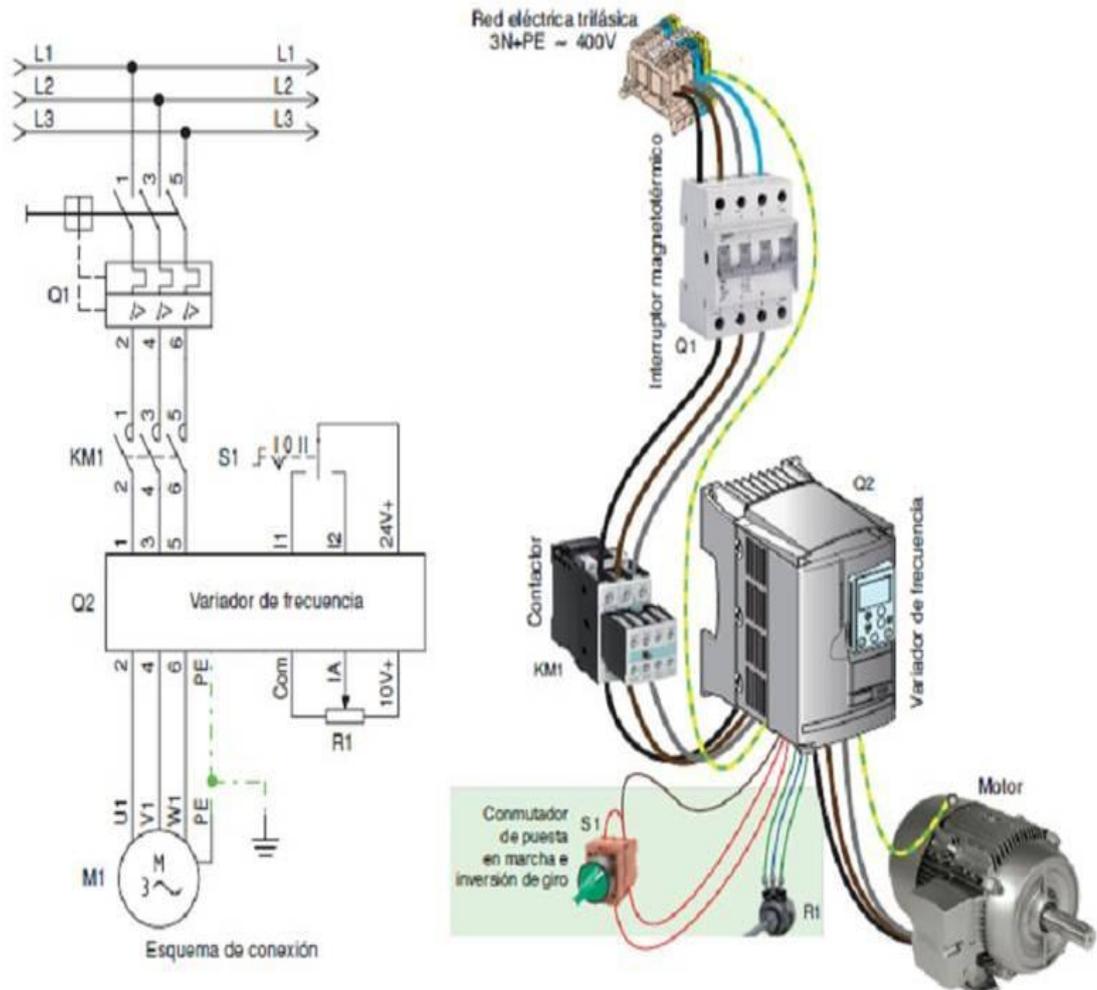


Figura 60. Esquema de conexión del variador de frecuencia al sistema eléctrico

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

PROTECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Es siempre muy importante disponer de un sistema de protección para los diferentes componentes del sistema. Para esto, se puede disponer de disyuntores tanto mono-polares como tripolares, fusibles y, para la protección del motor es recomendable usar relees magneto térmico, que son capaces de proteger al motor en caso de un circuito o sobrecarga.

Es importante también utilizar señalización eléctrica al momento de montar un sistema eléctrico, la cual servirá para indicar si el sistema se encuentra operando o para saber si se presentó una falla en el mismo y contribuirá a la prevención de inconvenientes al momento de operar el sistema eléctrico.

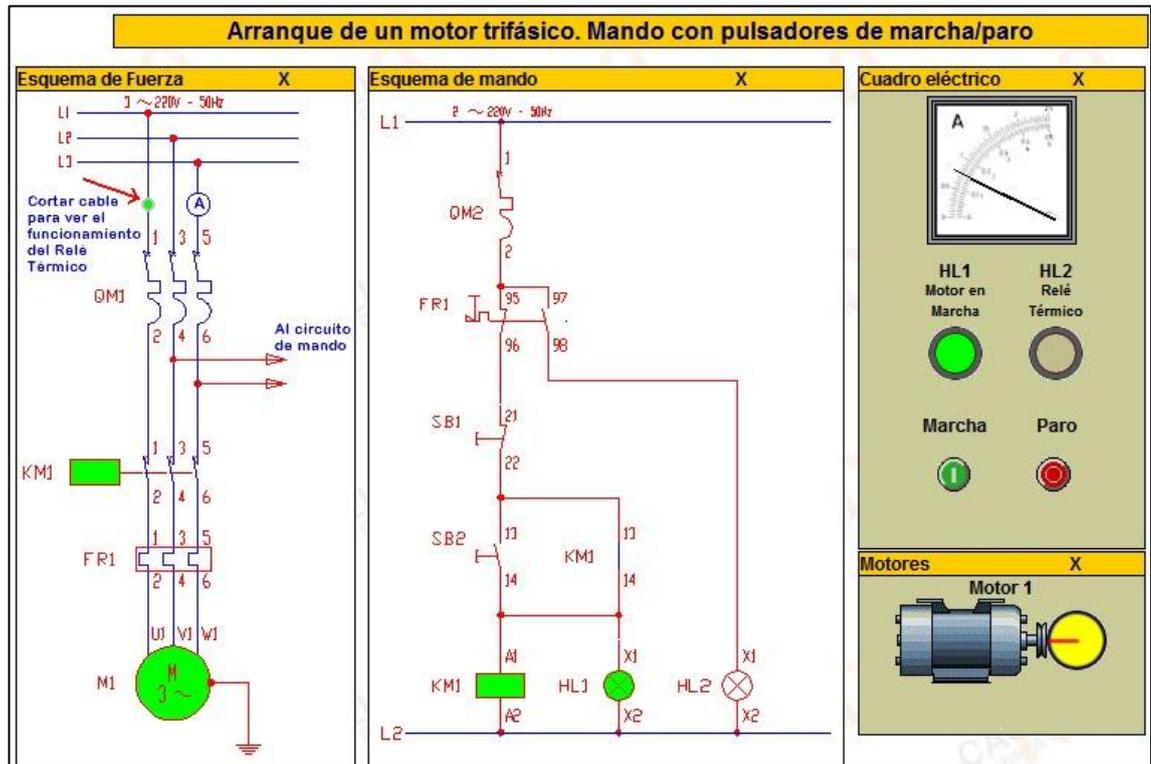


Figura 61. Protección de un sistema eléctrico

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://es.slideshare.net/jorge72396836/maquinas-de-induccion>

RECOMENDACIONES

En el momento que se instale el sistema eléctrico es importante distribuir el cableado y los instrumentos de manera que los instrumentos y los componentes del sistema eléctrico estén bien definidos. Para esto, se podrá separarlo en dos partes, el circuito de mando y el circuito de maniobra, con el fin de hacer más efectivas las operaciones del sistema eléctrico.

SENSOR DE PRESIÓN

Los sensores de presión son elementos eléctricos que realizan la transformación de la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica reflejada como un valor.

Los rangos de medida son muy amplios, desde unas milésimas hasta miles de PSI.



Figura 62. Sensor de presión
Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://img.interempresas.net/fotos/sensordepression>

SENSOR DE RPM O PICK UP

Los sensores de velocidad del motor son los encargados de informar a la ECM cuando se ha dado una revolución completa del motor, estos pueden ser de tipo óptico los cuales trabajan por medio de interrupciones de luz, la cual es generada por un diodo led.

Los sensores ESS que trabajan produciendo frecuencia, son por lo regular hoy en día los más comunes ya que por su naturaleza son más exactos. Estos sensores cuentan por lo regular con 2 cables, los cuales por ser de naturaleza inductiva no tienen tierra, es de esperar que entre sus terminales se produzca una frecuencia que será directamente proporcional a las revoluciones del motor, es decir que entre más rápido gire el motor, mayor será la frecuencia producida, debemos tener cuidado ya que como lo hemos comentado anteriormente este producirá un voltaje

mayor a medida que aceleramos el motor, recuerden que la ECM no le preocupa esto debido a que está protegida y solo toma en cuenta la frecuencia generada.

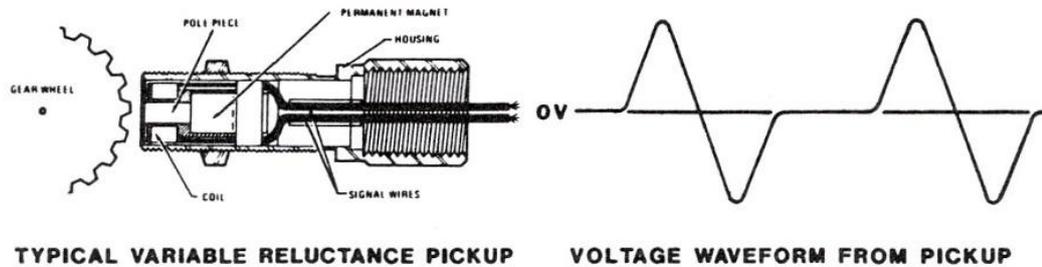


Figura 63. Sensor de RPM
Elaborado por: El Investigador
Fuente: <https://www.flightsystems.com/images/sensor+de+rpm>

SENSOR DE NIVEL

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Integral para el control de procesos en muchas industrias, los Sensor de nivel se dividen en dos tipos principales.

Los Sensor de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual.

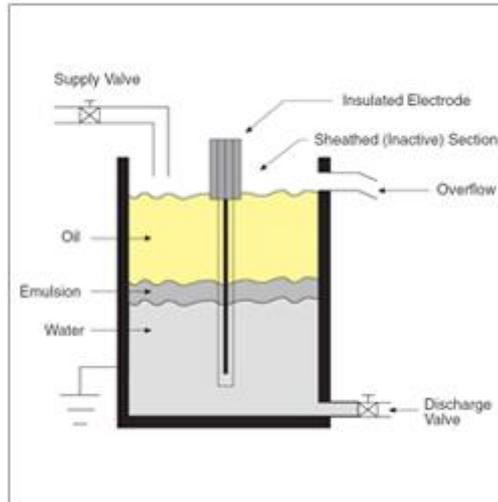


Figura 64. Sensor de nivel
Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://www.omega.co.uk/prodinfo/images/level-measurement.jpg>

MANGUERAS HIDRÁULICAS

Una manguera hidráulica es un caucho de alta presión, sintético, termoplástico o de teflón reforzado, que transporta un fluido para transmitir fuerza dentro de la maquinaria hidráulica.

El desarrollo de las mangueras hidráulicas flexibles abre aún más el camino para el desarrollo de una amplia gama de nuevas máquinas, de alta potencia basado en la tecnología de punta.



Figura 65. Mangueras hidráulicas
Elaborado por: El Investigador

Fuente: <https://thumbs.dreamstime.com/z/mangueras-hidraulicas>

ACOPLAMIENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Aunque a veces es posible diseñar flechas de transmisión útiles que en toda su longitud no tenga modificaciones en el diámetro de la sección, lo más común en las flechas es que tengan una diversidad de escalones o resaltos u hombros donde cambia el diámetro, a fin de adaptarse a elementos sujetos como cojinetes, ruedas dentadas, engranes, etcétera, como se aprecia en la figura 23, que muestra todo un abanico de procedimientos de uso común para sujetar o localizar elementos sobre una flecha. Los escalones o los hombros son necesarios para conseguir una ubicación axial, precisa y consistente de los elementos sujetos, así como para obtener el diámetro correcto, adecuado a piezas estándar como los cojinetes. Se suele recurrir a cuñas, chavetas circulares o espigas atravesada para asegurar elementos que deban ir sujetos a la flecha, con el fin de transmitir el par de torsión requerido o para fijar una pieza axialmente.

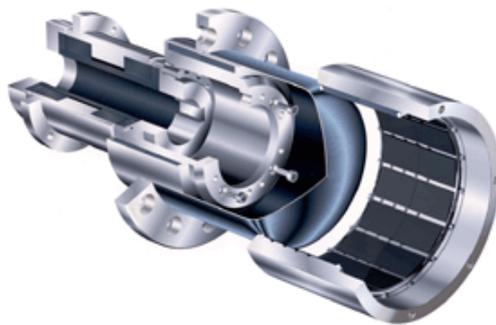


Figura 66. Acoplamiento hidráulico

Elaborado por: El Investigador

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos14/acoplamiento>

BANCO DE PRUEBAS

Tal y como su nombre lo indica, es un mecanismo que permite evaluar el correcto funcionamiento de un componente, antes de instalarlo en el aparato original.

Un banco de pruebas es una plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo. Los bancos de pruebas brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas, elementos computacionales, y otras nuevas tecnologías.

El banco de pruebas se emplea tanto para la obtención de datos importantes sobre la puesta a punto de prototipos como para la determinación de ciertos datos fundamentales necesarios para la prueba de un componente mecánico.

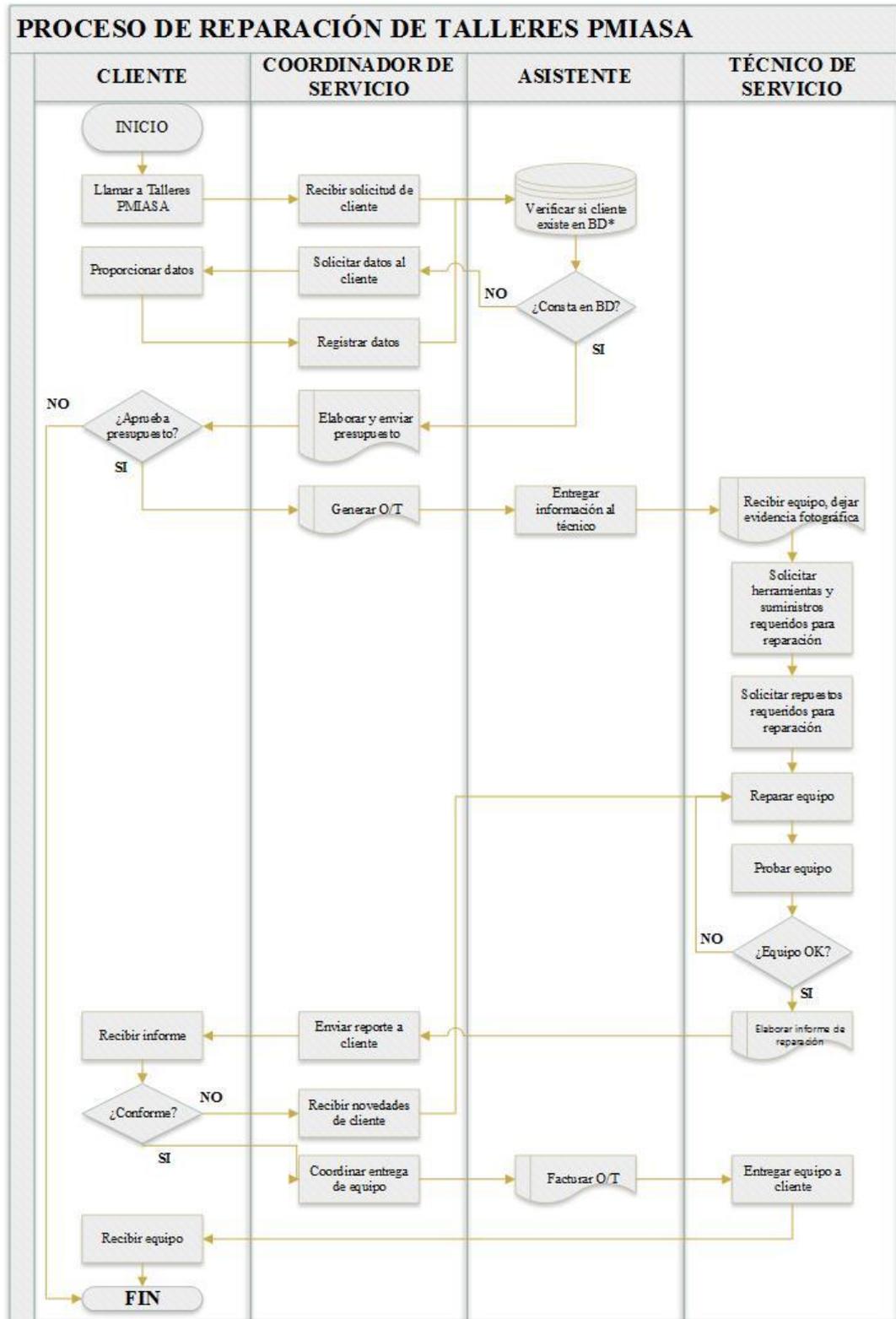


Figura 67. Banco de pruebas
Elaborado por: El Investigador

Fuente: <https://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P79113.jpg>

Talleres PMIASA cuenta con su proceso de reparación de equipos, el cual contempla tanto el trabajo administrativo como el trabajo operativo.

Tabla 7. Diagrama de Flujo – Talleres PMIASA



Elaborado por: El Investigador

Hipótesis

Si el proceso de prueba y diagnóstico de una bomba hidráulica de caudal variable no funciona correctamente, incide en la productividad de Talleres para Maquinaria Industrial Agrícola S.A.

Señalamiento de variables

Variable Independiente: Proceso de prueba y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable.

Variable Dependiente: Productividad.

Definición de términos técnicos

Acoplamiento: Dispositivo que conecta dos mangueras o tuberías, o conecta las mangueras a los receptáculos de la válvula.

Bomba: Dispositivo que convierte la fuerza mecánica en potencia de fluido hidráulico. Los diseños básicos de bombas son las de engranajes, de paletas y de pistones.

Bomba de caudal fijo: Bomba en la que no varía la salida por ciclo.

Bomba de caudal variable: Bomba en la que puede variar la salida por ciclo.

Cilindro: Dispositivo para convertir la potencia de un fluido en un movimiento lineal o circular. Un “accionador”.

Circuito: Serie de componentes conectados unos a otros por tuberías o conductos. Generalmente, hace parte de un “sistema”.

Conducto: Tubería cuyo diámetro externo es estándar en rosca.

Controlador: Microprocesador que controla las funciones de la válvula electrohidráulica.

Depósito: Recipiente para mantener un suministro de fluido de trabajo de un sistema hidráulico.

Diagrama de símbolos: Representación abreviada en dibujos de los componentes del sistema hidráulico.

Derivación: Camino alternativo para un flujo de fluido.

Energía: Se presentan tres tipos de energía en los sistemas hidráulicos modernos (del tipo hidrostático normal):

Flujómetro: Dispositivo de medida de la velocidad de flujo, del flujo total o de ambos.

Fricción: Resistencia al flujo de un fluido en un sistema hidráulico. (Pérdida de energía, en términos de rendimiento de potencia).

Fuerza: Acción de aplicar presión a un cuerpo. En un cilindro hidráulico es el producto de la presión en el fluido multiplicado por el área efectiva del pistón del cilindro. Se expresa en libras o en toneladas.

Hidráulica: Ciencia de la Ingeniería que estudia la presión y el flujo de los líquidos. (En este manual, el interés principal se centra en el uso del aceite hidráulico para producir trabajo en planos lineales y rotatorios).

Hidrodinámica: Ciencia de la Ingeniería que estudia la energía de la presión y el flujo de los líquidos.

Hidrostática: Ciencia de la Ingeniería que estudia la energía de los líquidos en reposo. (Los sistemas vistos en este manual funcionan con base en el principio hidrostático).

Impulsos: Fluctuaciones pequeñas sucesivas de presión de un circuito.

Manguera: Tubería flexible.

Motor hidráulico: Dispositivo para convertir la energía de un fluido en fuerza mecánica y movimiento, generalmente movimiento rotatorio. Los diseños básicos incluyen unidades de engranajes, de paletas y de pistones.

Pistón: Pieza cilíndrica que se mueve en un cilindro y transmite o recibe movimiento para realizar un trabajo.

Potencia de fluido: Energía transmitida y controlada que produce un fluido presurizado.

Presión: Fuerza de un fluido por unidad de área. Generalmente, se expresa en unidades de libra por pulgada cuadrada (lb/pulg²), kilo pascales (kPa) o bar (bar).

Presión de retorno: Presión encontrada en el lado de retorno de un sistema.

Presión nominal: Presión de operación recomendada por el fabricante para un componente o sistema.

Presión estática: Presión de un fluido en reposo. (Una forma de “energía potencial”).

Presión de succión: Presión absoluta del fluido en el lado de entrada de la bomba.

Presión del sistema: Presión que alcanza la resistencia total de un sistema. Incluye todo el trabajo útil y las pérdidas del sistema.

Presión de trabajo: Presión que alcanza la resistencia del dispositivo de trabajo.

Restricción: Área de sección transversal reducida en una tubería o conducto, que produce normalmente una caída de presión. (Ejemplos, tuberías estrechas o conductos taponados, o un orificio diseñado en un sistema).

Sistema: Una o más piezas conectadas una con otra. Generalmente, consta de dos o más “circuitos”.

Tubería: Tubo o manguera que se usa para conducir un fluido.

Válvula: Dispositivo que controla la presión o el fluido, la dirección del fluido o el caudal de flujo.

Válvula de alivio: Válvula que limita la presión en el sistema generalmente sacando el aceite en exceso.

Válvula de control de presión: Válvula cuya función principal es controlar la presión. (Incluye las válvulas de alivio, las válvulas reductoras o de secuencia y las válvulas de descarga).

Velocidad de flujo: Volumen de fluido que pasa por un punto en un tiempo determinado.

Viscosidad: Medida de la resistencia de un fluido a fluir.

Volumen: Cantidad de fluido por unidad de tiempo. Generalmente, se expresa en litros por minuto (l/min) o galones de los Estados Unidos por minuto (gal EE.UU/min).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación

El presente estudio está enfocado en analizar el proceso de prueba y diagnóstico de las bombas hidráulicas de pistones de caudal variable en la retroexcavadoras Caterpillar 416E y su incidencia en la productividad de talleres PMIASA , será de carácter cuantitativo, ya que se conseguirá la información técnica del proceso de prueba y de diagnóstico, a través de las ordenes de trabajo y hojas de campo este proceso se comparará con los datos estandarizados de fábrica, y de esta manera establecer la eficiencia del proceso, gastos y los diferentes factores que afectarían al mencionado proceso

Modalidad básica de la Investigación

Bibliográfica – Documental y de Campo.

En este análisis de datos se realizara la investigación bibliográfica documental ya que se va a conseguir registros de las ordenes de trabajo y hojas de campo y llevarlos a un análisis con respecto a las horas gastos que son intrínsecas en el proceso que se relaciona estrechamente con los objetivos de la investigación, luego de su interpretación se realizara un informe con los procedimientos necesarios de acuerdo a los problemas presentados en la investigación de los resultados documentados respectivamente y dar una solución definitiva al problema o inconveniente presentado en el banco de pruebas.

Asociación de Variables por Correlación

La correlación entre las dos variable permite encontrar la relación que existe estas es decir hay que observar si la distribución de los valores de una de las variables

difiere con la otra variable, en este caso las variables del estudio será el proceso de prueba y diagnóstico de las bombas hidráulicas de caudal variable en la retroexcavadora Caterpillar 416 E y su incidencia en la productividad de Talleres PMIASA lo que determinara el coeficiente de correlación entre las variables.

Población y Muestra

Para la muestra se ha considerado la cartera de clientes que han tenido algún tipo de problema dentro del sistema hidráulico dispuesto en los últimos 3 años en donde se considera alrededor de 105 máquinas 416E en donde se determinara el costo total de para de cada una de estas máquinas, y su relación directa con la bomba hidráulica de pistones de caudal variable.

Muestra: El cálculo del tamaño de la muestra es una de las consideraciones a concretar como cementación de la investigación esta determina el grado de confiabilidad que concederemos a los resultados obtenidos.

Para determinar el tamaño de una muestra se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 pqN}{e^2 * N - 1 + k^2 pqN}$$

Donde;

N: es el tamaño de la población o universo.

k: es una constante que depende del nivel de confianza que se asigne. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de una investigación sean ciertos. Por ejemplo, un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que la probabilidad es de 4,5%. La siguiente tabla muestra el valor de *k* dependiendo del nivel de confianza seleccionado.

Tabla 8. Valor de k para el nivel de confianza seleccionado

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

Elaborado por: El Investigador

Fuente: (<https://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculador.html>, 2017)

e : es el error muestral deseado

p : es la proporción de elementos que poseen en la población la característica de estudio.

Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$; que es la opción más segura.

q : es la proporción de elementos que no poseen esa característica en la población, es decir: $(1-p)$

n : es el tamaño de la muestra (número de datos a analizar).

Para efectos de desarrollo del siguiente trabajo se tienen los siguientes datos:

$k= 1.96$ (Nivel de confianza de 95%)

$N= 105$

$e = 5 \%$

$p= 0,5$

$q=0,5$

Aplicando la fórmula de muestra se tiene entonces:

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.5 * 0.5 * 105)}{0.05^2 * 105 - 1 + (1.96)^2 * (0.5 * 0.5 * 105)}$$

$$n = 89$$

El número total de la muestra a analizar es de 89 equipos.

Operacionalización de Variables

En el proceso investigativo la Operacionalización de las respectivas variables las cuales son la independiente el proceso de pruebas y diagnóstico de la bomba de caudal variable, y dependiente la productividad en Talleres PMIASA la estructura del análisis se caracteriza de la siguiente forma:

Tabla 9. Operacionalización de Variable Independiente: Proceso de pruebas y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítem Básico	Técnicas e Instrumentos
El proceso de pruebas y diagnóstico de bomba hidráulica de caudal variable es uno de los pasos finales en la reparación de la retroexcavadora 416E.	Fallas no detectadas a tiempo representan reproceso o demoras no programadas	Número de máquinas con fallas en bomba hidráulica de caudal variable	¿Qué cantidad de retroexcavadoras 416E presentaron problemas en la bomba posterior a la reparación?	<ul style="list-style-type: none"> * Reportes de servicio * Fallas en la bomba hidráulica de caudal variable * Quejas del cliente

Elaborado por: El Investigador

Tabla 10. Operacionalización de Variable Dependiente: Productividad

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítem Básico	Técnicas e Instrumentos
<p>Productividad está definida como la relación entre la cantidad de productos obtenida y los recursos utilizados para obtener dicha producción. En Talleres PMIASA, la productividad es la relación entre las ventas totales sobre los costos totales; cuyos recursos utilizados para la reparación son: mano de obra, repuestos y suministros menores.</p>	<p>No cumplimiento del tiempo estándar</p>	<p>Productividad</p>	<p>¿Cómo incide el no cumplimiento de tiempo estándar en la productividad de talleres PMIASA?</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Reporte de producción * Costos y costo de venta * Tiempos de reparación

Elaborado por: El investigador

Recolección de la Información

Para la recolección de la información se va a considerar 89 máquinas, seleccionadas aleatoriamente de una población de 105 retroexcavadoras 416E. Esta información fue tomada de un periodo de 12 meses, considerados de Febrero a Diciembre del 2016 y el mes de Febrero del 2017, exceptuándose los meses de Enero del 2016 y Enero del 2017 por ser meses atípicos en los que la demanda es baja en este tipo de mercado.

Se evaluará cuántas de las 89 máquinas sufrieron reproceso por fallas hidráulicas, afectando directamente a la productividad del proceso de reparación.

La tabla a continuación detalla cuántas máquinas en total fueron atendidas mes a mes:

Tabla 11. Recolección de la Información

MES	CANT. MÁQUINAS ATENDIDAS EN 2016	CANT. MÁQUINAS DE MUESTRA
Febrero/2016	6	6
Marzo/2016	5	4
Abril/2016	10	9
Mayo/2016	9	8
Junio/2016	13	7
Julio/2016	10	10
Agosto/2016	11	10
Septiembre/2016	8	7
Octubre/2016	6	4
Noviembre/2016	15	13
Diciembre/2016	4	3
Febrero/2017	8	8
TOTAL	105	89

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

Procesamiento de la Información

El procesamiento de la información obtenida de los diagnósticos se realizará mediante un análisis de correlación, a través del cual se podrá determinar la relación inversa existente entre la cantidad de bombas con problemas recibidas en el taller y la productividad de talleres PMIASA. Dependiendo del valor obtenido se determinará la incidencia de estas fallas en la productividad de las reparaciones; en cuyo caso será necesario recomendar mediante un informe entregado con el propósito de evitar tiempos muertos, reprocesos e inconformidad de clientes.

El índice de correlación o coeficiente de correlación de Pearson se calcula a través del indicador llamado “r”, mismo que mide el grado de relación entre las dos variables, para determinar la fuerza de relación entre ambas.

Los valores obtenidos van de -1 a +1 existiendo correlación si el valor obtenido se acerca a -1 o a +1 y mientras más se acerca a cero, se demuestra que no existe correlación. La siguiente tabla muestra la interpretación de la correlación dependiendo del valor obtenido.

Tabla 12. Interpretación de la correlación

VALOR	SIGNIFICADO
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Elaborado por: El Investigador

Fuente: [http\\:monografias.com](http://monografias.com)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Análisis

De acuerdo a la cantidad calculada de la muestra (89 equipos), se realizará un análisis mes a mes de la productividad de dicho mes, la cual se calculó considerando la venta versus los costos incurridos para cada una de las reparaciones.

Se analizará además, de manera gráfica, qué porcentaje de la muestra cumplió con el target que la organización ha definido para la productividad (0.95).

La siguiente tabla muestra el total de máquinas atendidas en 2016 y la cantidad de máquinas que se tomarán como muestra mes a mes, cuyo valor fue determinado a través de un cálculo matemático; las cuáles serán parte del presente análisis.

Tabla 13. Máquinas atendidas en el periodo de estudio y máquinas parte de la muestra

MES	CANT. MÁQUINAS ATENDIDAS EN 2016	CANT. MÁQUINAS DE MUESTRA
Febrero/2016	6	6
Marzo/2016	5	4
Abril/2016	10	9
Mayo/2016	9	8
Junio/2016	13	7
Julio/2016	10	10
Agosto/2016	11	10
Septiembre/2016	8	7
Octubre/2016	6	4
Noviembre/2016	15	13
Diciembre/2016	4	3
Febrero/2017	8	8
TOTAL	105	89

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

FEBRERO/2016

De 6 máquinas tomadas de la muestra, se puede notar que solo dos de ellas no alcanzaron la productividad de acuerdo a la meta establecida. Sin embargo el promedio mensual da 0.95, lo cual iguala el target de 0.95; logrando el cumplimiento del indicador en el mes de Febrero/2016.

Como muestra la figura N° 50 el 33% de la muestra no cumple con el indicador, mientras que el 67% cumple el estándar.

Tabla 14. Productividad Febrero/2016

N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	FEBRERO/2016		
			Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$3,631.24	\$3,563.53	0.98	SI	0.95
2	\$3,198.45	\$1,966.33	0.61	NO	
3	\$1,680.76	\$1,959.87	1.17	SI	
4	\$1,957.60	\$2,127.48	1.09	SI	
5	\$4,017.39	\$1,835.49	0.46	NO	
6	\$1,328.28	\$1,844.68	1.39	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

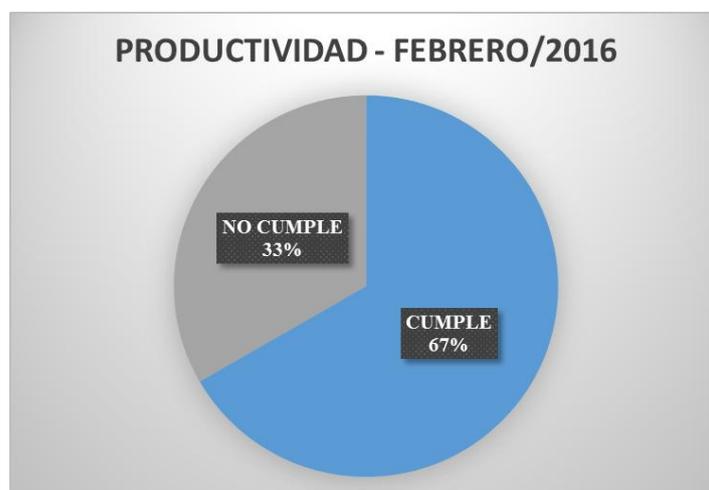


Figura 68. Productividad Febrero/2016

Elaborado por: El Investigador

MARZO/2016

Tres de cuatro retroexcavadoras 416E analizadas de la muestra no cumplen con el indicador, lo cual significa que apenas el 25% de los equipos analizados cumplen con la métrica, y el 75% no obtiene la productividad deseada; como muestra la figura N° 51. Esto causa también que el promedio mensual no alcance el target establecido (0.74).

Tabla 15. Productividad Marzo/2016

N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	MARZO/2016	
			Target <=0.95 PRODUCTIVIDAD (venta/costo)	CUMPLIMIENTO DE TARGET
1	\$2,202.55	\$1,117.00	0.51	NO
2	\$2,972.10	\$1,353.95	0.46	NO
3	\$1,094.10	\$892.78	0.82	NO
4	\$1,510.57	\$1,784.62	1.18	SI
PROMEDIO MENSUAL: 0.74				

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

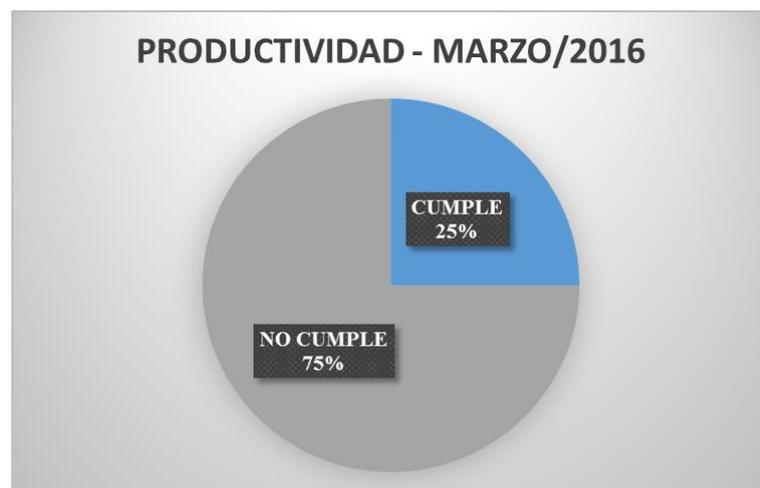


Figura 69. Productividad Marzo/2016
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA MARZO/2016

ABRIL/2016

En este mes se cumplió con el target y se logró superar el valor establecido (0.99), a pesar de que solo el 67% de la muestra cumplió con un valor mayor a 0.95 de la productividad. Como se puede notar en la tabla# 15, los 3 valores que no cumplieron se vieron afectados porque el costo es mayor que la venta. Esto suele suceder porque los equipos ingresaron a modo de garantía o hubo demora en la fecha de entrega, por lo que la empresa debe asumir costos que afectan directamente a su ingreso neto y a su productividad.

Tabla 16. Productividad Abril/2016

ABRIL/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$1,424.26	\$1,708.80	1.20	SI	0.99
2	\$2,019.15	\$2,270.22	1.12	SI	
3	\$1,134.84	\$1,317.69	1.16	SI	
4	\$2,283.25	\$1,238.09	0.54	NO	
5	\$1,642.19	\$2,072.83	1.26	SI	
6	\$3,374.39	\$1,317.13	0.39	NO	
7	\$1,227.66	\$1,134.73	0.92	NO	
8	\$1,028.25	\$1,191.64	1.16	SI	
9	\$1,166.32	\$1,339.77	1.15	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

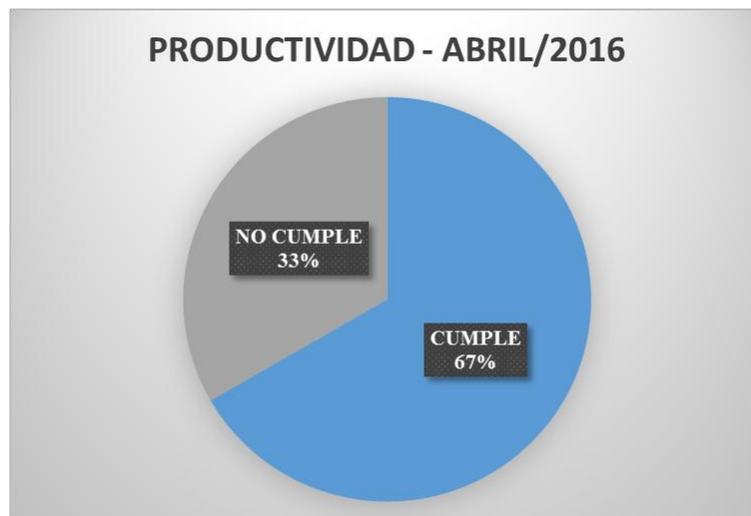


Figura 70. Productividad Abril/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

MAYO/2016

La productividad promedio del mes de Mayo fue de 0.80; valor que no alcanza el valor de 0.95 (meta); valor afectado porque 5 de 8 equipos de la muestra no cumplen con el indicador, siendo el porcentaje de mayor proporción en el análisis de este mes (63%).

Tabla 17. Productividad Mayo/2016

N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	MAYO/2016		PROMEDIO MENSUAL
			Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$1,858.66	\$1,592.55	0.86	NO	0.80
2	\$842.75	\$1,005.29	1.19	SI	
3	\$2,518.78	\$2,216.53	0.88	NO	
4	\$1,411.76	\$1,569.38	1.11	SI	
5	\$7,740.27	\$2,211.13	0.29	NO	
6	\$1,337.88	\$1,620.46	1.21	SI	
7	\$3,382.87	\$1,440.41	0.43	NO	
8	\$3,152.32	\$1,471.04	0.47	NO	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

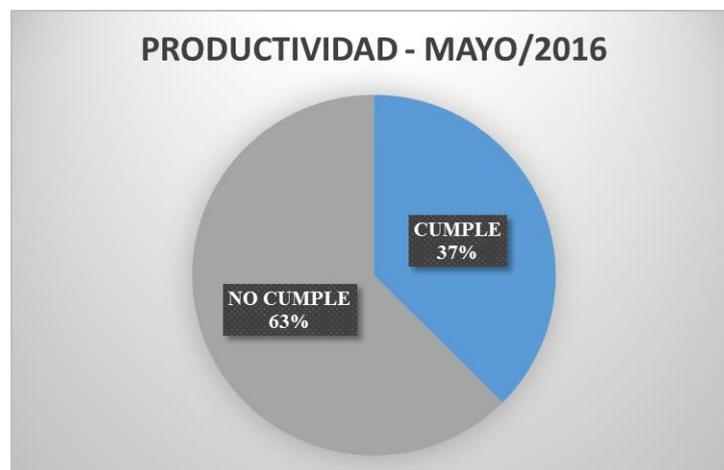


Figura 71. Productividad Mayo/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

JUNIO/2016

Este mes la proporción de cumplimiento (29%) y no cumplimiento (71%) muestran que existe una diferencia significativa que no permiten que se alcance el target sino un valor de 0.85 como productividad, siendo así, otro mes que no alcanza la meta.

Tabla 18. Productividad Junio/2016

JUNIO/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$3,009.44	\$1,618.50	0.54	NO	0.85
2	\$3,588.94	\$2,388.13	0.67	NO	
3	\$2,969.20	\$1,616.54	0.54	NO	
4	\$1,629.51	\$1,898.02	1.16	SI	
5	\$1,614.10	\$1,482.32	0.92	NO	
6	\$1,555.88	\$1,337.26	0.86	NO	
7	\$1,578.83	\$1,987.84	1.26	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

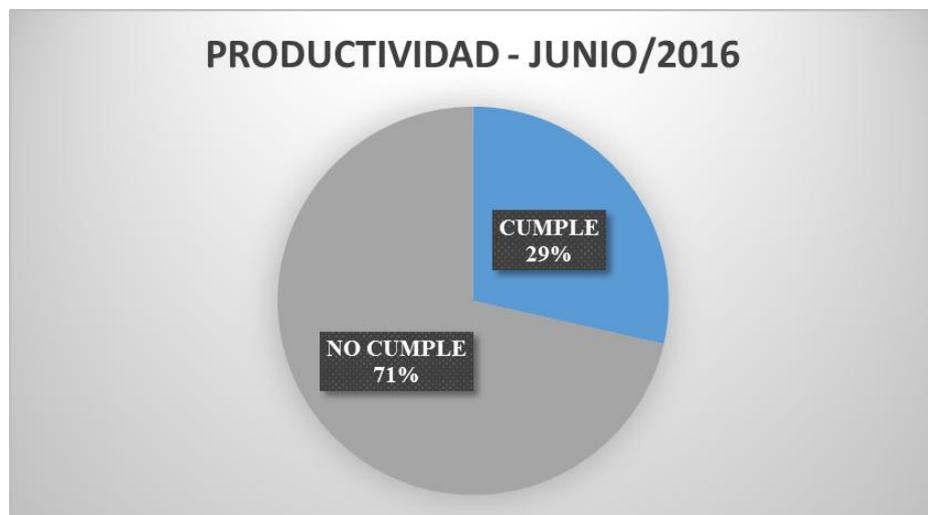


Figura 72. Productividad Junio/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

JULIO/2016

Como se puede observar en el gráfico 55, el 90% de la muestra cumple con el indicador de productividad, lo cual impacta de manera positiva en el promedio mensual pues el valor obtenido es de 1.01; teniendo solo 1 equipo fuera de target.

Tabla 19. Productividad Julio/2016

JULIO/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$983.74	\$1,040.28	1.06	SI	1.01
2	\$1,193.77	\$1,238.74	1.04	SI	
3	\$1,241.58	\$1,307.73	1.05	SI	
4	\$4,191.33	\$3,482.06	0.83	NO	
5	\$1,396.05	\$1,492.94	1.07	SI	
6	\$2,349.83	\$2,424.21	1.03	SI	
7	\$1,751.21	\$1,778.37	1.02	SI	
8	\$1,572.65	\$1,602.25	1.02	SI	
9	\$1,270.31	\$1,253.45	0.99	SI	
10	\$1,342.68	\$1,379.66	1.03	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

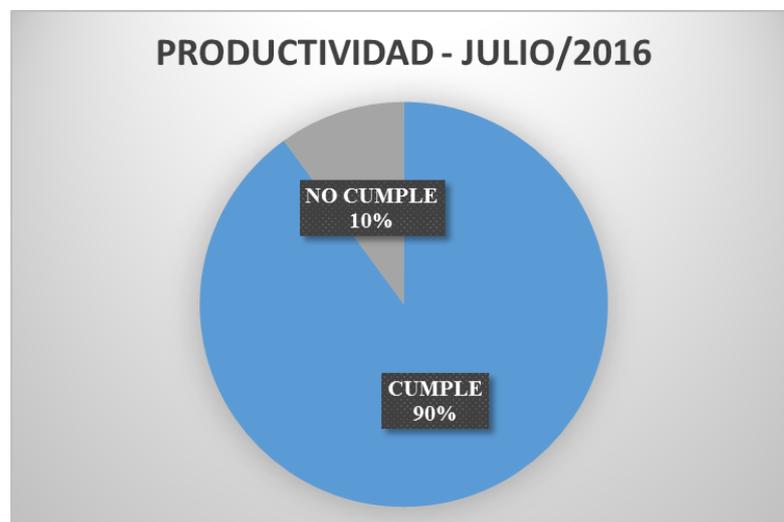


Figura 73. Productividad Julio/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

AGOSTO/2016

Al igual que en el mes de Julio, el valor obtenido en la productividad del mes de Agosto fue de 1.01, lo cual indica que cumple con el target establecido. El gráfico 56 muestra que, del total de la muestra, el 30% no cumple con el indicador y el 70% cumple con la productividad; de un total de 10 equipos evaluados.

Tabla 20. Productividad Agosto/2016

AGOSTO/2016					
# BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$3,704.33	\$5,000.85	1.35	SI	1.01
2	\$255.62	\$349.76	1.37	SI	
3	\$230.66	\$106.93	0.46	NO	
4	\$813.97	\$365.67	0.45	NO	
5	\$2,802.15	\$1,136.75	0.41	NO	
6	\$2,437.88	\$2,858.82	1.17	SI	
7	\$186.42	\$212.93	1.14	SI	
8	\$2,076.55	\$2,388.03	1.15	SI	
9	\$129.25	\$169.70	1.31	SI	
10	\$176.11	\$228.36	1.30	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

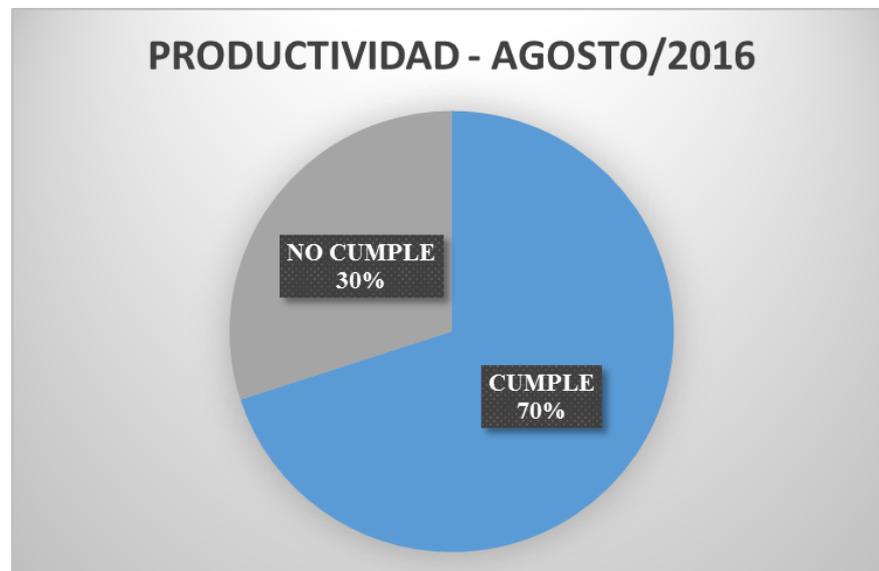


Figura 74. Productividad Agosto/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

SEPTIEMBRE/2016

El porcentaje de cumplimiento de este mes es de 14% que corresponde a 1 equipo. El 86% que corresponde al no cumplimiento corresponde a 6 de las 7 retroexcavadoras 416E de la muestra, dando una productividad de 0.91 y dejando el indicador fuera de target.

Tabla 21. Productividad Septiembre/2016

SEPTIEMBRE/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$2,443.62	\$2,241.00	0.92	NO	0.91
2	\$1,575.68	\$1,426.15	0.91	NO	
3	\$1,950.73	\$1,444.95	0.74	NO	
4	\$1,879.34	\$1,769.73	0.94	NO	
5	\$1,992.98	\$1,879.93	0.94	NO	
6	\$1,879.57	\$1,762.15	0.94	NO	
7	\$1,714.39	\$1,631.07	0.95	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

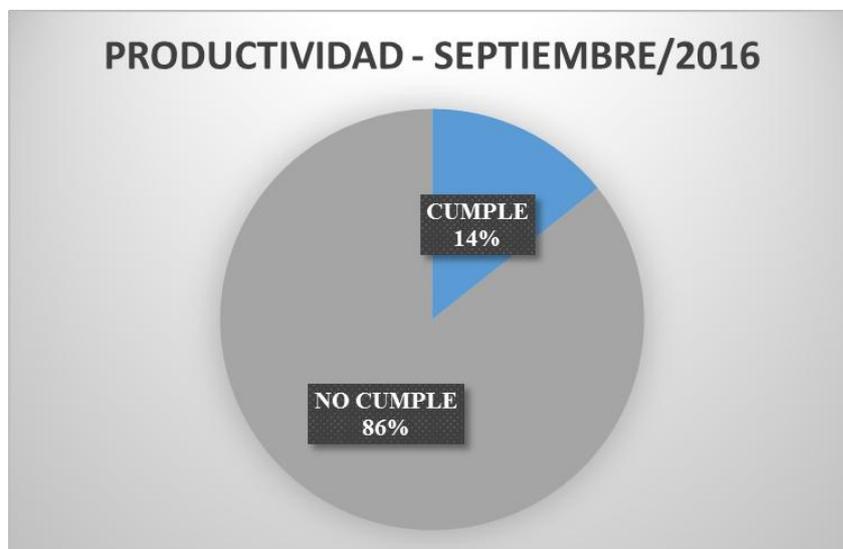


Figura 75. Productividad Septiembre/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

OCTUBRE/2016

El valor de productividad del mes de Octubre se ve afectado directamente porque el 75% de los equipos no alcanzan el indicador. Solo 1 de 4 equipos analizados en la muestra alcanza una productividad de 0.99; mientras que los equipos 1,2, y 3 tienen una productividad de 0.45, 0.61 y 0.85; respectivamente.

Tabla 22. Productividad Octubre /2016

OCTUBRE/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$5,913.43	\$2,681.30	0.45	NO	0.73
2	\$2,750.98	\$1,685.52	0.61	NO	
3	\$1,548.22	\$1,313.38	0.85	NO	
4	\$2,931.73	\$2,896.49	0.99	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

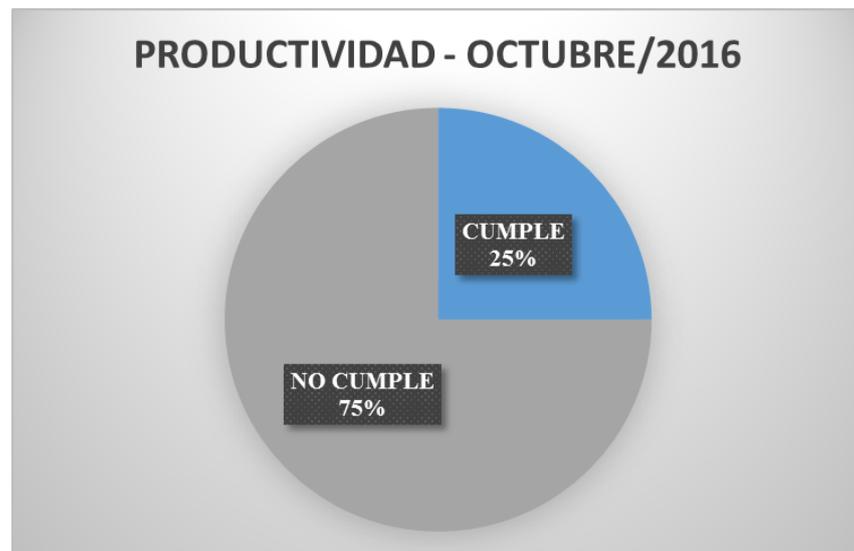


Figura 76. Productividad Octubre/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

NOVIEMBRE/2016

Este mes el valor alcanzado fue de 0.99; cumpliendo el mínimo establecido como target (0.95). Como se puede observar en el gráfico 59, el 77% de la muestra (de un total de 13 equipos) cumple con el indicador, incidiendo de manera positiva con el cumplimiento del indicador.

Tabla 23. Productividad Noviembre/2016

NOVIEMBRE/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target $\leq 0.95 + Y182$	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$1,631.49	\$1,692.14	1.04	SI	0.99
2	\$472.36	\$654.46	1.39	SI	
3	\$457.49	\$617.37	1.35	SI	
4	\$336.29	\$444.15	1.32	SI	
5	\$160.24	\$208.84	1.30	SI	
6	\$1,853.23	\$1,872.05	1.01	SI	
7	\$903.77	\$1,134.98	1.26	SI	
8	\$256.15	\$272.60	1.06	SI	
9	\$528.70	\$505.68	0.96	SI	
10	\$2,186.89	\$2,407.62	1.10	SI	
11	\$2,232.18	\$530.28	0.24	NO	
12	\$194.90	\$67.14	0.34	NO	
13	\$108.20	\$54.60	0.50	NO	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

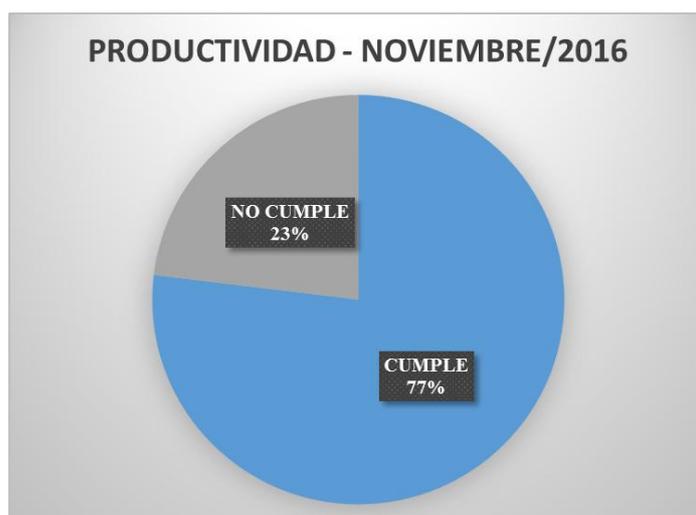


Figura 77. Productividad Noviembre/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

DICIEMBRE/2016

El 0.80 de productividad del mes de Diciembre, no alcanza el 0.95 establecido como meta. El 67% de la muestra que no cumple con este indicador está representado por 2 de las 3 máquinas analizadas en el presente estudio.

Tabla 24. Productividad Diciembre/2016

DICIEMBRE/2016					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$2,680.58	\$2,729.64	1.02	SI	0.80
2	\$2,014.11	\$1,497.08	0.74	NO	
3	\$2,341.45	\$1,526.66	0.65	NO	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA



Figura 78. Productividad Diciembre/2016

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

FEBRERO/2017

A pesar de que el 38% de la muestra no cumple con el indicador, estas 3 máquinas incidieron directamente en que la productividad promedio sea de 0.93, sin que se logre cumplir con el mínimo establecido, debido al valor de la productividad de los equipos 1,2 y 7 con valores de 0.41, 0.35 y 0.49; respectivamente.

Tabla 25. Productividad Febrero/2017

FEBRERO/2017					
N° BOMBAS DE LA MUESTRA	TOTAL COSTO	TOTAL VENTA	Target <=0.95	CUMPLIMIENTO DE TARGET	PROMEDIO MENSUAL
			PRODUCTIVIDAD (venta/costo)		
1	\$1,138.47	\$469.29	0.41	NO	0.93
2	\$3,693.93	\$1,281.19	0.35	NO	
3	\$172.78	\$198.49	1.15	SI	
4	\$274.52	\$357.13	1.30	SI	
5	\$681.32	\$993.33	1.46	SI	
6	\$636.97	\$650.07	1.02	SI	
7	\$129.70	\$63.70	0.49	NO	
8	\$155.71	\$193.67	1.24	SI	

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

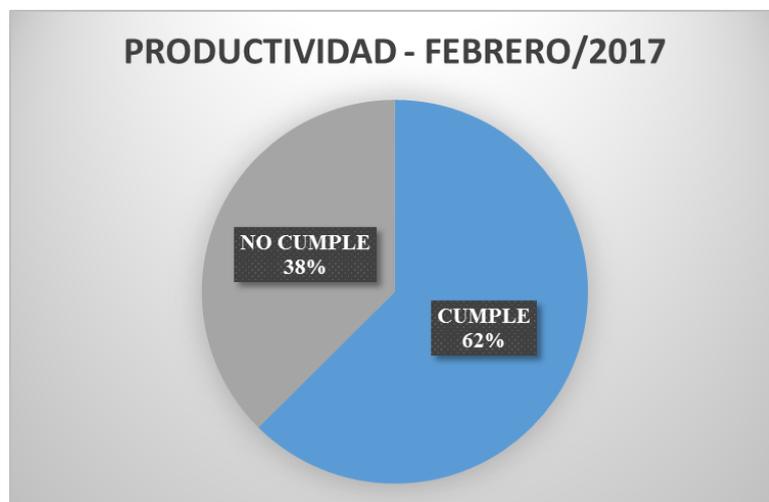


Figura 79. Productividad Febrero/2017

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Talleres PMIASA

De una muestra de 89 retroexcavadoras 416E, se identificó que 36 de ellas tuvieron un tipo de problema relacionado con la bomba hidráulica de caudal variable, afectando directamente a la productividad de Talleres PMIASA.

La siguiente tabla detalla cuántas máquinas presentaron este problema en cada mes del año.

Tabla 26. Máquinas con falla en bomba hidráulica de caudal variable (2016)

MES	MÁQUINAS CON FALLAS EN BOMBA HIDRÁULICA DE CAUDAL VARIABLE
Febrero/2016	1
Marzo/2016	3
Abril/2016	3
Mayo/2016	5
Junio/2016	6
Julio/2016	2
Agosto/2016	3
Septiembre/2016	2
Octubre/2016	3
Noviembre/2016	3
Diciembre/2016	2
Febrero/2017	3
TOTAL	36

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

Adicionalmente se calculó la productividad promedio del periodo a analizar, para compararla con el estándar definido por la organización (0.95). En este caso, el valor por cada máquina se determinó mediante la relación de la venta versus los costos incurridos en el trabajo realizado.

$$productividad = \frac{Venta}{Costo}$$

La siguiente tabla detalla el cálculo la productividad mes a mes, y el valor promedio, y se puede determinar que existe un problema puesto que no todos los meses se alcanza la meta establecida por la organización.

Tabla 27. Cálculo de productividad

MES	PRODUCTIVIDAD
Febrero/2016	0.95
Marzo/2016	0.74
Abril/2016	0.99
Mayo/2016	0.80
Junio/2016	0.85
Julio/2016	1.01
Agosto/2016	1.01
Septiembre/2016	0.91
Octubre/2016	0.73
Noviembre/2016	0.99
Diciembre/2016	0.80
Febrero/2017	0.93
PROMEDIO	0.89

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

A continuación, se muestra gráficamente el comportamiento de la eficiencia en el año 2016 y su promedio, de acuerdo a la información detallada anteriormente.

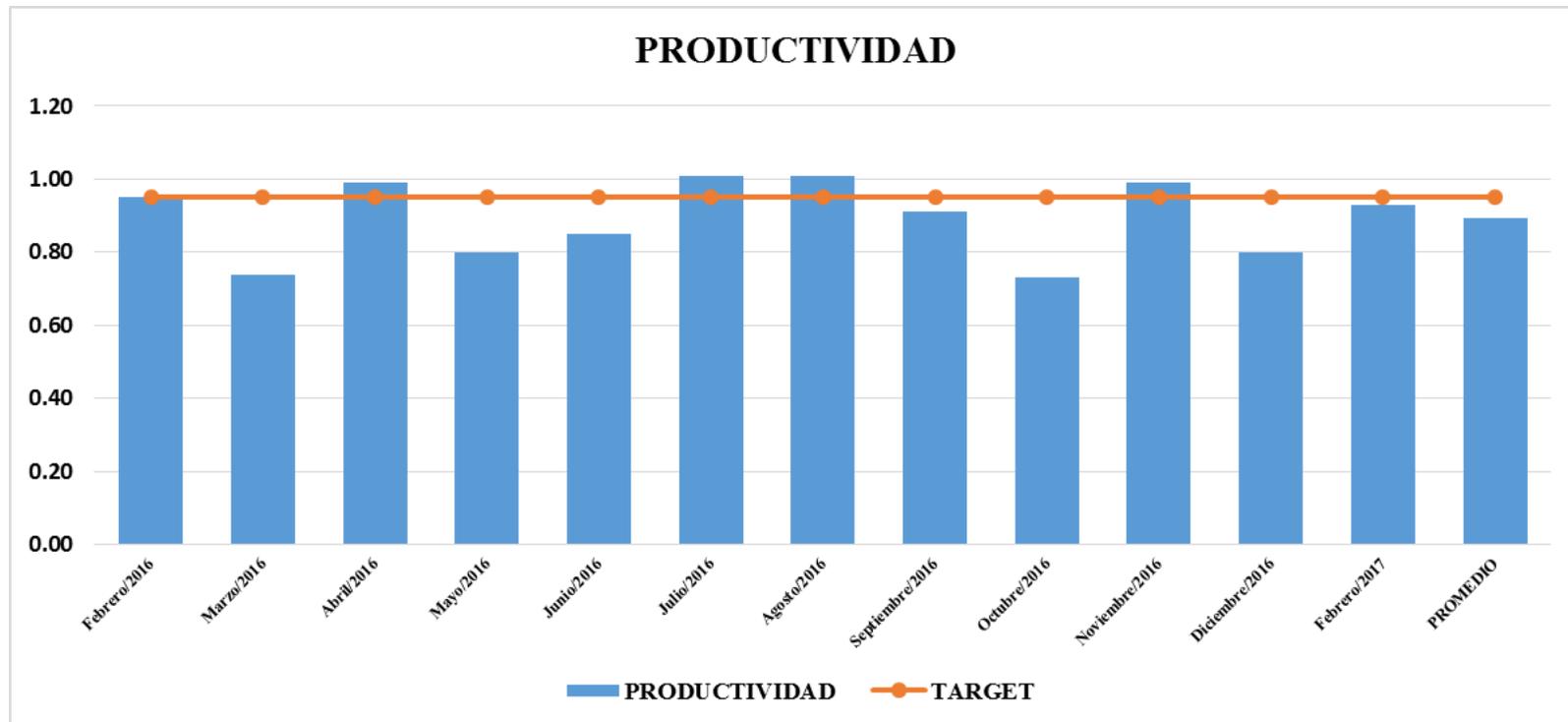


Figura 80. Productividad de Talleres PMIASA
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

Verificación de Hipótesis y Objetivos

Para verificar la variable independiente el proceso de diagnóstico y pruebas se relaciona directamente con el número de máquinas que presentan problemas.

Para valorar el cumplimiento de la hipótesis se ha considerado la correlación de Pearson como método más apropiado.

Este método permite estudiar la relación de dos variables existiendo dos datos: el de (x) y el de (y); siendo (x) la cantidad de máquinas con fallas en bombas hidráulicas de caudal variable en cada mes (36), e (y) la eficiencia promedio obtenida en cada mes.

Para determinar la correlación entre dos variables se puede utilizar herramientas informáticas que facilitan el cálculo. En este caso, se ingresaron los valores de (x) e (y) en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Posteriormente se utilizó la función “*COEF.DE.CORREL (xx)*”, dando un valor de 0.80; lo cual indica que es una correlación positiva alta.

Tabla 28. Coeficiente de correlación

MES	Nº MÁQUINAS DE MUESTRA	PRODUCTIVIDAD
Febrero/2016	6	0.95
Marzo/2016	4	0.74
Abril/2016	9	0.99
Mayo/2016	8	0.80
Junio/2016	7	0.85
Julio/2016	10	1.01
Agosto/2016	10	1.01
Septiembre/2016	7	0.91
Octubre/2016	4	0.73
Noviembre/2016	13	0.99
Diciembre/2016	3	0.80
Febrero/2017	8	0.93
COEF. CORRELACIÓN		0.80

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

Con dichos valores, se insertó un gráfico de dispersión y se mostró la línea de tendencia y la respectiva ecuación con el valor de R^2 .

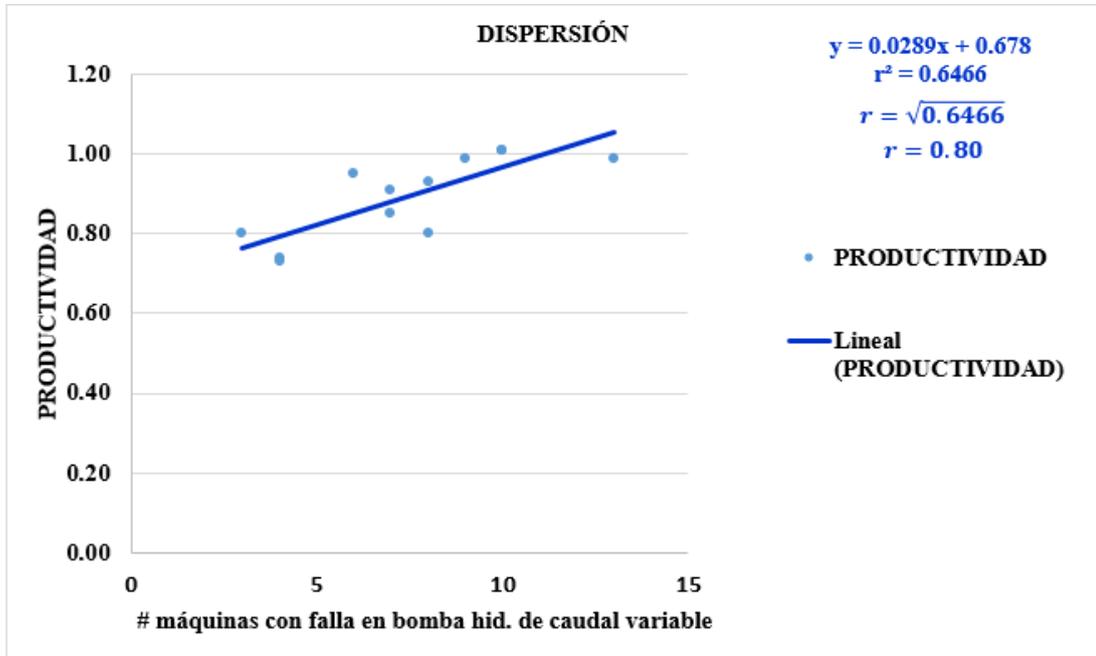


Figura 81. Gráfico de dispersión
Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

El coeficiente de correlación de Karl Pearson se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{xy}{x^2 y^2}$$

Dónde:

r = Coeficiente producto-momento de correlación lineal.

$x = X - \bar{X}$, e

$y = Y - \bar{Y}$

Con los promedios de los datos obtenidos en las mediciones se determinará el tipo de correlación que existe entre las variables mediante el coeficiente Pearson.

Tabla 29. Resolución de promedios

MES	X	Y	x= X - X prom	y= Y - Y prom	X ²	Y ²	x.y
ENERO	6	0.95	-1.42	0.06	2	0.00331	-0.081
FEBRERO	4	0.74	-3.42	-0.15	12	0.02326	0.521
MARZO	9	0.99	1.58	0.10	3	0.00951	0.154
ABRIL	8	0.80	0.58	-0.09	0	0.00856	-0.054
MAYO	7	0.85	-0.42	-0.04	0	0.00181	0.018
JUNIO	10	1.01	2.58	0.12	7	0.01381	0.304
JULIO	10	1.01	2.58	0.12	7	0.01381	0.304
AGOSTO	7	0.91	-0.42	0.02	0	0.00031	-0.007
SEPTIEMBRE	4	0.73	-3.42	-0.16	12	0.02641	0.555
OCTUBRE	13	0.99	5.58	0.10	31	0.00951	0.544
NOVIEMBRE	3	0.80	-4.42	-0.09	20	0.00856	0.409
DICIEMBRE	8	0.93	0.58	0.04	0	0.00141	0.022
	7	0.89			93	0.12023	2.69
	Xprom	Yprom			$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Talleres PMIASA

Aplicando la fórmula de r :

$$r = \frac{xy}{x^2 y^2}$$

$$r = \frac{2.69}{(93)(0.12023)}$$

$$r = 0.80$$

Se puede concluir entonces que las variables tienen una *correlación positiva alta*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los equipos que presentan falla en la bomba hidráulica de caudal variable afectan a la productividad en algunos meses el estándar definido por la organización (0.95) durante un periodo específico (Febrero/2016 a Febrero/2017 exceptuando el mes de Enero en ambos años), cuyo resultado promedio fue de 0.89, estando fuera del objetivo establecido y siendo los meses de Marzo y Octubre los más críticos con una productividad menor a 0.75.
- El nivel de incidencia de las fallas de la bomba hidráulica se realizó cálculo por coeficiente de correlación de Karl Pearson entre el número de equipos tomado como muestra (89) y la productividad de cada uno de los 12 meses y se obtuvo un valor de 0.80; lo cual indica que estas variables tienen una *correlación positiva alta*.
- La oportunidad de mejora se detecta en los problemas relacionados con la bomba hidráulica de caudal variable durante la reparación de la retroexcavadora 416E, pues presentan generalmente demora en los tiempos de reparación, los cuales afectan al cumplimiento del estándar; retrasando la entrega y causando insatisfacción del cliente.

RECOMENDACIONES

- Llevar un control mensual de los equipos probados y cuyas órdenes de trabajo se encuentren dentro del estándar definido por la organización.
- Se propone un formato de control para verificar la productividad en Talleres PMIASA mensualmente.
- Se propone la implementación de un banco de pruebas para bombas hidráulicas de caudal variable; cuya función es simular su funcionamiento de la

misma manera que cuando está montada en el equipo para determinar fallas importantes a tiempo, evitando así pérdida de tiempo en desmontaje, reparación, montaje e improductividad.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

Título

Diseño de un banco de pruebas para bomba hidráulica de pistones de caudal variable Caterpillar número de parte 350-0666.

Datos informativos

Institución Ejecutora:	Universidad Tecnológica Indoamérica
Beneficiario:	Talleres PMIASA
Ubicación:	Panamericana norte Km 7 ½.
Equipo Técnico responsable:	Julio Enrique Carvajal Barrera
Periodo inicial de propuesta:	Noviembre/2016
Periodo final de propuesta:	Febrero/2017
Costo:	Aproximadamente \$5,000 ^{oo}

Objetivos de la propuesta

Objetivo General

Realizar el diseño de un banco de pruebas para bombas hidráulicas de caudal variable de la retroexcavadora 416E.

Objetivos Específicos

- Calcular las pérdidas de potencia del sistema hidráulico diseñado.
- Evaluar el impacto financiero de la propuesta implementada.
- Reducir errores en el procedimiento de prueba y diagnóstico de la bomba hidráulica.

Justificación de la propuesta

Para efectos del presente estudio, de un total de 105 retroexcavadoras 416E atendidas entre los meses de Febrero/2016 y Febrero/2017 (exceptuando Enero), se tomó una muestra de 89 equipos, en los cuales se tiene como resultado que 36 de estos presentaron fallas en la bomba hidráulica de caudal variable.

La información proporcionada del periodo analizado sirvió para comparar la productividad mes a mes y notar la incidencia de estas 36 máquinas en no lograr el estándar definido por la organización, con un promedio de 0.89.

Es por ello que se recomienda la implementación de un banco de pruebas de bomba hidráulica de caudal variable, que permitirá mejorar los tiempos de producción, evitar reprocesos y tiempos muertos; pero sobretodo, impactar positivamente en la mejora de la productividad y la satisfacción del cliente.

La función principal del banco de pruebas será simular el funcionamiento de la bomba hidráulica de caudal variable y poder identificar fallas importantes como fugas hidráulicas o desgastes, para que estas puedan corregirse antes del montaje a la retroexcavadora 416E; asegurando que, una vez montada, la bomba cumplirá con su función sin inconveniente alguno.

Con la implementación del banco de pruebas, los tiempos de reparación estarán próximos al tiempo estándar, o lo alcanzarán; reduciendo así costos y logrando alcanzar el estándar de productividad definido.

Es de total interés de Talleres PMIASA la construcción del banco de pruebas de bomba hidráulica de caudal variable, con el fin de alcanzar mejoras en su productividad e incrementar la satisfacción de sus clientes

Factibilidad

Según la página web:

“Factibilidad se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto”.

Fuente: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/factibilidad.php>

En la ejecución de cualquier proyecto debe analizar las ventajas y desventajas de llevarlo a cabo y para ello se analiza qué tan factible es disponer de uno o más recursos con el fin de que los resultados sean favorecedores para quien lo ejecuta.

Estudio de Factibilidad

Según la página web:

“El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación”.

Fuente:<http://www.gestiopolis.com/que-es-el-estudio-de-factibilidad-en-un-proyecto/>

De un estudio de factibilidad se puede esperar o aceptar un proyecto, o abandonarlo por no ser lo suficientemente viable para una organización; salvo que se mejore, teniendo en cuenta las sugerencias y/o recomendaciones realizadas por quienes elaboran el estudio. Entre los principales objetivos de un estudio de factibilidad, se puede mencionar: verificar la existencia de una necesidad no satisfecha y demostrar factibilidad en diferentes aspectos (técnico, legal, económico).

Factibilidad Legal

Según la página web:

“Se refiere a que el desarrollo del proyecto o sistema no debe infringir alguna norma o ley establecida a nivel local, municipal, estatal, federal o Mundial. Es una evaluación que demuestre que el negocio puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente”.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Factibilidad>

El presente estudio cumple con los requerimientos necesarios para minimizar el impacto ambiental que se genera por la descarga de aceite usado, proveniente de las pruebas de las bombas hidráulicas de caudal variable, basado en la Ordenanza Municipal 098 del 15 de Septiembre del 2003 de la Comisión de Medio Ambiente, Riesgos Naturales e Higiene; relacionada con el manejo adecuado de aceites usados.

Talleres PMIASA cuenta con un área disponible para el almacenamiento de desechos y cuenta con gestores ambientales autorizados, que aseguran una correcta disposición de desechos peligrosos y no peligrosos, reduciendo así el impacto ambiental y cumpliendo con la normativa legal ambiental aplicable; que es un requisito de la norma ISO 14001:2014, certificación de un Sistema de Gestión Ambiental, la cual mantiene la empresa.

Factibilidad Científica – Técnica

Según la página web:

“Indica si se dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo de métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto. Además indica si se dispone del equipo y herramientas para llevarlo a cabo, y de no ser así, si existe la posibilidad de generarlos o crearlos en el tiempo requerido por el proyecto”.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Factibilidad>

El equipo que implementará la propuesta cuenta con las aptitudes, actitudes y conocimientos para llevar a cabo el proyecto y obtener resultados exitosos. Basados en requisitos técnicos y especificaciones para el diseño del banco de pruebas y

materiales (estructurales, eléctricos, cuchillas de corte, moto reductora, etc.) según normas, ya sean nacionales o internacionales, como por ejemplo:

Norma: AISI 1040, 4140, 4340, 4640, 5150, 6150 Y 8650 -Para aceros.

CE MARK FCC - Para diseño electrónico

Norma NEMA (National Electrical Manufacturers Association) - motores y mando de control.

NEMA 1 - Instalaciones Eléctricas, sistemas eléctricos y sistemas de alimentación aplicables.

Factibilidad Económica Financiera

Según la página web:

“Se refiere a que se dispone del capital en efectivo o de los créditos de financiamiento necesarios para invertir en el desarrollo del proyecto, mismo que deberá haber probado que sus beneficios a obtener son superiores a sus costos en que incurrirá al desarrollar e implementar el proyecto o sistema; tomando en cuenta la recesión económica y la inflación para determinar costos a futuro. Los estudios de factibilidad económica incluyen análisis de costos y beneficios asociados con cada alternativa del proyecto. Con análisis de costos/beneficio, todos los costos y beneficios de adquirir y operar cada sistema alternativo se identifican y se hace una comparación de ellos. Primero se comparan los costos esperados de cada alternativa con los beneficios esperados para asegurarse que los beneficios excedan a los costos. Después la proporción costo/beneficio de cada alternativa se compara con las proporcionan costo/beneficio de las otras alternativas para identificar la alternativa que sea más atractiva en su aspecto económico. Una tercera comparación, por lo general implícita, se relaciona con las formas en que la organización podría gastar su dinero de modo que no fuera en un proyecto de sistemas, para la inversión privada en especial”.

El objetivo fundamental de la evaluación económica-financiera es tomar la decisión del camino de la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de evaluación de proyectos.

Para poder realizar el diseño y posteriormente la implementación de la propuesta, se debe tener el apoyo económico de la entidad beneficiada, en este caso, Talleres

PMIASA, y que la organización esté consciente de que el proyecto les traerá beneficios, no solo económicos sino comerciales, pues al reducir tiempos de entrega incrementa su productividad y la satisfacción del cliente. La importancia de presentar al beneficiario todos los costos a incurrir para evitar imprevistos durante la ejecución.

Metodología

Se empezará la propuesta de acuerdo al cronograma planeado y presentado a Talleres PMIASA y se presentarán avances semanales con el fin de que la organización conozca el cumplimiento de dicho cronograma.

Programación

De acuerdo al cronograma, se establece como fecha de inicio del proyecto desde Septiembre del 2016 y su fecha de culminación en Febrero del 2017.

Cronograma de Actividades

Se detallarán y enlistarán todas las actividades en un Diagrama de Gantt para identificar de manera sencilla cada una de las etapas del proyecto, su duración y fecha de ejecución.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

La tabla N ° 29 muestra el diagrama de Gantt de la siguiente propuesta y la siguiente tabla un resumen de todas las actividades.

Tabla 30. Duración de actividades

ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD ANTERIOR	TIEMPO EN SEMANAS
A	Recopilación de datos Técnicos	(-----)	4
B	Analizar datos	A	4
C	Presentar propuesta para el diseño	B	2
D	Aprobación de la propuesta	C	3
E	Realizar calculos técnicos para el diseño	D	3
F	cción del motor eléctrico y componentes para el dis	E	2
G	Diseño de banco y componentes	F	3
H	Elaboración de planos	G	2
I	Presentar la propuesta diseñada	H	2
J	Aprobación de la propuesta diseñada	I	2
	TOTAL =		27

Elaborado por: El Investigador

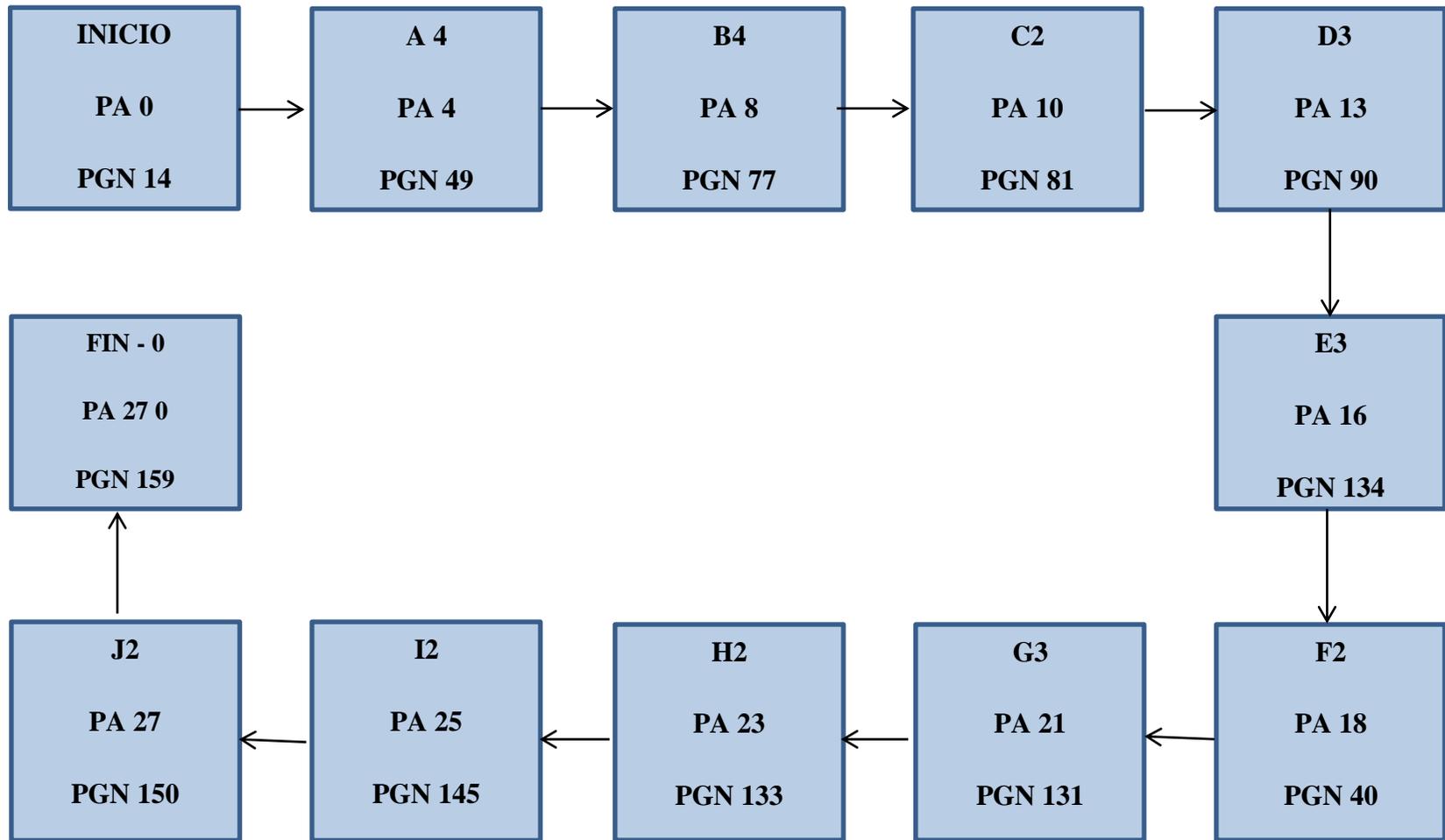


Figura 82. Ruta crítica
Elaborado por: El Investigador

Tabla 32. Cálculo de la ruta crítica

ACTIVIDAD	ACTIVIDAD PRECEDENTE	DURACIÓN	HOLGURA	PASOS ADELANTE		PASOS ATRÁS	
				INICIO	FIN	INICIO	FIN
A	(----	4	0	0	4	4	0
B	A	4	0	4	8	8	4
C	B	2	0	8	10	10	10
D	C	3	0	10	13	13	12
E	D	3	0	13	16	16	15
F	E	2	0	16	18	18	18
G	F	3	0	18	21	21	20
H	G	2	0	21	23	23	23
I	H	2	0	23	25	25	25
J	I	2	0	25	27	27	27

Elaborado por: El Investigador

Desarrollo de la propuesta

Fundamentación Científica-Teórica

El fundamento científico y teórico de la propuesta está basado en la aplicación de la física e hidráulica, a través de cálculos, diseños y principios establecidos por físico-matemáticos para la construcción de un banco de pruebas que cumpla la función para la cual ha sido diseñado.

Argumentación Científica

Instalaciones Hidráulicas

Los sistemas hidráulicos tienen muchas aplicaciones en el circuito automotriz, entre ellas: grupo de frenos, suspensión, dirección, etc.

El fin de utilizar un fluido en un circuito hidráulico es atenuar los esfuerzos que es preciso aplicar para obtener ciertos movimientos. Por ejemplo, el esfuerzo que hace el conductor sobre el volante es multiplicado por el sistema hidráulico de asistencia para orientar las ruedas, de manera que las maniobras de aparcamiento puedan realizarse con un mínimo de esfuerzo sobre el volante de la dirección.

Composición de las instalaciones hidráulicas

Las instalaciones hidráulicas tienen como función transmitir energía por medio de un líquido a presión, basándose en la incompresibilidad del mismo.

Una instalación hidráulica consta de tres partes:

1. Grupo de abastecimiento: Bomba, depósito, filtro aceite y aceite.
2. Sistema de mando (o regulación): Válvulas distribuidoras, válvulas de caudal, reguladores.
3. Grupo de trabajo: Motores, cilindros simple efecto, cilindros doble efecto, embragues.

Características de los fluidos hidráulicos

El fluido utilizado en hidráulica es el aceite mineral, procedente de la destilación del petróleo, al cual se le añaden aditivos para mejorar la resistencia al envejecimiento y la pérdida de viscosidad.

Los aceites vegetales no son utilizados porque se descomponen fácilmente. Los requisitos que deben cumplir los fluidos utilizados son:

- Transmisión de potencia
- Lubricación
- Refrigeración
- Estanqueidad
- Calidad del aceite

A continuación, se detallarán estas características de manera detallada:

Transmisión de potencia: El fluido debe circular con facilidad por las canalizaciones y elementos de la instalación hidráulica para evitar pérdidas de carga. Debe ser lo más incompresible posible para conseguir una acción instantánea en el actuador, de manera que, cuando se ponga en marcha una bomba o se active una válvula, la acción sea instantánea.

Lubricación: El fluido hidráulico lubrica los componentes internos de los distintos elementos interponiendo una película de aceite entre las partes móviles que atenúa el desgaste por rozamiento de las mismas.

Para que esta lubricación sea perfecta es necesario añadir unos aditivos para que sigan lubricando aún con grandes presiones y altas temperaturas de funcionamiento.

Refrigeración: La circulación de aceite por la instalación y alrededor de las paredes del depósito va disipando parte del calor generado en el sistema. En las instalaciones hidráulicas no deben superarse los 60° C y los depósitos deben tener un volumen de al menos cinco veces el caudal de la bomba. En algunas ocasiones se coloca un refrigerador adicional de aceite.

Estanqueidad: Para que el cierre entre los componentes hidráulicos sea estanco y no haya fugas se cumplirán 2 requisitos: Buen ajuste mecánico de las piezas y adecuada viscosidad del aceite.

Calidad del aceite: El fluido hidráulico debe cumplir unos requisitos de calidad tales que impida la formación de lodos, gomas y barnices, así como de espuma, al tiempo que debe mantener un índice de viscosidad estable aunque varíe la temperatura, impidiendo la oxidación y corrosión de los elementos en contacto.

La oxidación del aceite se produce por contacto del oxígeno (O₂) del aire con las moléculas de carbono e hidrógeno (C y H) del aceite, sobre todo a altas temperaturas.

La causa de formación de espuma en el aceite es la absorción del aire que se produce en la aspiración de la bomba (falta estanqueidad) o formación de remolinos en el depósito de aceite.

La viscosidad es la característica fundamental de los aceites, es la resistencia del fluido a la circulación, es decir, la resistencia que ofrece una capa de fluido para deslizarse sobre otra.

Si un fluido circula con facilidad, decimos que es poco viscoso y en caso contrario que su viscosidad es elevada.

Una viscosidad elevada da una buena estanqueidad entre superficies adyacentes pero tiene el inconveniente de un mayor rozamiento, que a su vez produce aumento de temperatura y pérdida de carga, funcionamiento más lento de los elementos y dificultad de separación del aire del aceite, por el contrario la viscosidad baja en exceso propicia fugas y pérdidas de presión con el consiguiente mayor desgaste de elementos.

Efectos de la presión en los circuitos hidráulicos

En todo circuito hidráulico, la presión se origina cuando el caudal enviado por la bomba encuentra resistencia, la cual puede generarse debido a la carga del actuador o a una restricción en las tuberías.

Una característica de los líquidos en los circuitos hidráulicos es que siempre toman el camino de menor resistencia. De esta manera, cuando las derivaciones para distintos circuitos ofrecen resistencias diferentes, la presión aumenta solamente en la medida requerida para circular por el camino de menor resistencia.

Cuando en un circuito hidráulico tiene varias válvulas o actuadores conectados en paralelo, el que requiere menos presión es el primero en moverse.

Cuando los elementos están en serie, las presiones se suman.

Velocidad de desplazamiento en los circuitos hidráulicos

Al hablar de velocidad de desplazamiento hay que distinguir entre velocidad de desplazamiento de un cilindro o émbolo y velocidad de desplazamiento de un fluido..

La primera está relacionada con el caudal que es capaz de suministrar la bomba y con el tamaño del émbolo. Así, cuanto mayor es el caudal de la bomba y más pequeño el diámetro del émbolo, mayor será la velocidad de desplazamiento del actuador.

Velocidad de desplazamiento del líquido: Es mayor que la anterior y depende esencialmente del diámetro de las tuberías. La velocidad del fluido será tanto mayor cuanto menor sea la sección de paso.

Hay que distinguir entre velocidad en la línea de aspiración de la bomba (0'6-1'2 m/s) y velocidad en la línea de impulsión (2-5 m/s).

Estas velocidades no se deben sobrepasar porque aumentan considerablemente las pérdidas de carga por las turbulencias creadas.

Grupo generador de presión

En las instalaciones hidráulicas, la generación de la presión necesaria para el accionamiento de los diferentes mecanismos la realiza una bomba hidráulica, que efectúa la conversión de la energía mecánica del motor que la acciona en energía hidráulica de presión del líquido que se bombea.

Es necesario resaltar que una bomba, cualquiera que sea su tipo, no genera por sí misma presión alguna; ésta se produce en el circuito cuando el fluido encuentra resistencia a su paso.

Las bombas utilizadas en hidráulica son las mismas que las utilizadas en neumática, aunque, por varias razones, las más utilizadas son las de engranajes, las de paletas y la bomba de pistones.

SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA

Cada uno de los componentes de las instalaciones hidráulicas o neumáticas se representa esquemáticamente mediante un símbolo normalizado, de manera que se facilite la interpretación de los esquemas y se deduzca el funcionamiento del circuito.

FLUID POWER SYMBOLS



BASIC COMPONENT SYMBOLS						
PUMP or MOTOR	FLUID CONDITIONER	SPRING	CONTROL VALVES	RESTRICTION	LINE RESTRICTION (FIXED)	2-SECTION PUMP
VARIABILITY	SPRING (ADJUSTABLE)	LINE RESTRICTION (VARIABLE)	PRESSURE COMPENSATION	HYDRAULIC ENERGY TRIANGLES	PNEUMATIC TRIANGLES	ATTACHMENT
PUMP: VARIABLE and PRESSURE COMPENSATED						
VALVE ENVELOPES			VALVES		VALVE PORTS	
ONE POSITION	TWO POSITION	THREE POSITION	TWO-WAY	THREE-WAY	FOUR-WAY	
CONTROL VALVES			CHECK VALVES			
NORMAL POSITION	SHIFTED POSITION	INFINITE POSITION	BASIC SYMBOL	SPRING LOADED	SHUTTLE	PILOT CONTROLLED
FLUID STORAGE RESERVOIRS						
VENTED	PRESSURIZED	RETURN ABOVE FLUID LEVEL	RETURN BELOW FLUID LEVEL			
MEASUREMENT			ROTATING SHAFTS			
PRESSURE	TEMPERATURE	FLOW	UNIDIRECTIONAL	BIDIRECTIONAL		
COMBINATION CONTROLS						
SOLENOID	SOLENOID or MANUAL	SOLENOID and PILOT	SOLENOID and PILOT or MANUAL	SERVO	THERMAL	DETENT
MANUAL CONTROL SYMBOLS						
PUSH-PULL LEVER	MANUAL SHUTOFF	GENERAL MANUAL	PUSH BUTTON	PEDAL	SPRING	
RELEASED PRESSURE		PILOT CONTROL SYMBOLS			REMOTE SUPPLY PRESSURE	
EXTERNAL RETURN	INTERNAL RETURN	SIMPLIFIED	COMPLETE	INTERNAL SUPPLY PRESSURE		
ACCUMULATORS		CROSSING AND JOINING LINES			HYDRAULIC AND PNEUMATIC CYLINDERS	
SPRING LOADED	GAS CHARGED	LINES CROSSING	LINES JOINING		SINGLE ACTING	DOUBLE ACTING
HYDRAULIC PUMPS		HYDRAULIC MOTORS			INTERNAL PASSAGEWAYS	
FIXED DISPLACEMENT UNIDIRECTIONAL	VARIABLE DISPLACEMENT NON-COMPENSATED UNIDIRECTIONAL	FIXED DISPLACEMENT BIDIRECTIONAL	VARIABLE DISPLACEMENT NON-COMPENSATED BIDIRECTIONAL		INFINITE POSITIONING	THREE POSITION
FIXED DISPLACEMENT BIDIRECTIONAL	VARIABLE DISPLACEMENT NON-COMPENSATED BIDIRECTIONAL				FLOW IN ONE DIRECTION	PARALLEL FLOW
					CROSS FLOW	TWO POSITION
					FLOW ALLOWED IN EITHER DIRECTION	

Figura 83. Simbología – Fluidos de potencia
 Elaborado por: El Investigador
 Fuente: <https://sisweb.cat.com/>, 1993

Hoja de simbología hidráulica más común utilizada en la máquina excavadora 416 E.

El fallo de la bomba generalmente comenzará con la pérdida de eficiencia en ralentí bajo y en condiciones de alta temperatura de funcionamiento del aceite. Si la eficiencia de la bomba mejora después de aumentar la velocidad del motor, o después de que el aceite se deje enfriar, se debe probar primero la bomba.

Para cualquier prueba de la bomba a una determinada cantidad de RPM dadas, el flujo de la bomba a 690 kPa (100 psi) será mayor que la bomba.

La diferencia entre el caudal de la bomba de las dos presiones se define como pérdida de flujo.

Tabla 33. Método para determinar la pérdida de flujo

Method for determining flow loss		
	Pump flow at 690 kPa (100 psi)	
–	Pump flow at 6900 kPa (1000 psi)	
	Flow loss	

Elaborado por: El Investigador
Fuente: <https://sisweb.cat.com/>, 1993

Para poder determinar si la bomba presenta una pérdida de flujo estos valores mínimos determinados por fábrica de presión en bajas y altas rpm (revoluciones por minuto), respectivamente y en donde se diagnosticara una pérdida o exceso de flujo en la bomba.

Tabla 34. Ejemplo para determinar la pérdida de flujo

Example of determining flow loss		
	99 L (26 US gal)	
-	95 L/min (25 US gpm)	
	4 L/min (1 US gpm)	

Elaborado por: El Investigador
 Fuente: <https://sisweb.cat.com/>, 1993

Para poder determinar si la bomba presenta una pérdida de flujo se lo realizara porcentualmente así se obtendrá los valores de la tabla N° 34 la especificación es 26 gpm y lo medido es 25 gpm, no es la pérdida de 1 gpm, si no 4 % de perdida de flujo.

La pérdida de flujo se utiliza para medir el rendimiento de la bomba. La pérdida de flujo se expresa como un porcentaje de la bomba

Tabla 35. Método para determinar el porcentaje de pérdida de flujo

Method of determining percent of flow loss				
Flow loss (L/min or US gpm)	×	100	=	Percent of flow loss
Pump flow at 690 kPa (100 psi)				

Elaborado por: El Investigador
 Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Tabla 36. Ejemplo de determinación del porcentaje de pérdida de flujo

Example of determining percent of flow loss				
4 L/min (1 US gpm)				
	×	100	=	4%
99 L (26 US gal)				

Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Prueba de la retroexcavadora 416E

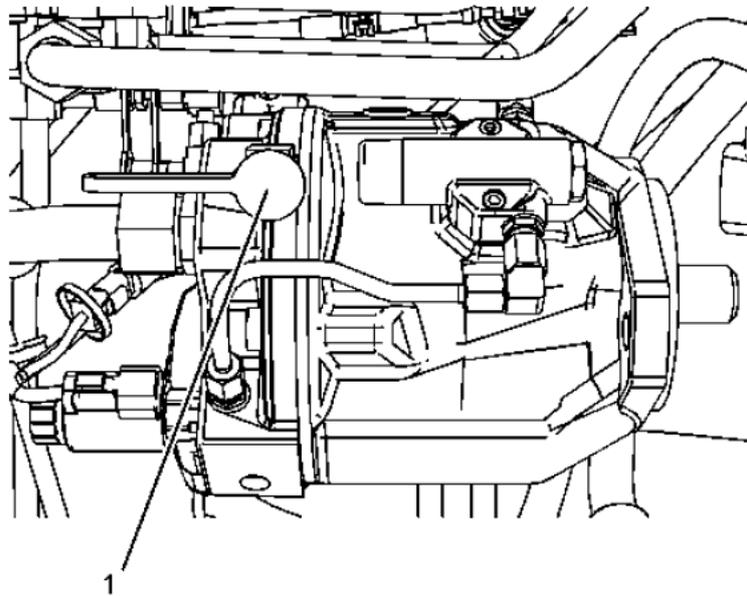


Figura 84. Símbolos de fluidos de Potencia

Elaborado por: El Investigador
Fuente: <https://sisweb.cat.com/>, 1993

El grifo de presión del sistema (1) se encuentra en el bloque para la presión de descarga de la bomba. El acceso se obtiene desde la parte inferior de la máquina.

Las presiones de descarga de la bomba son valores conocidos. Las presiones de descarga de la bomba se pueden probar durante dos condiciones específicas.

- Baja presión en ralentí
- Alta presión estática

Instalar el caudalímetro con una válvula de aguja entre los puertos de trabajo de las paletas A y B. La palanca necesita

Estar en pleno funcionamiento mientras ejecuta esta prueba. Hacer funcionar el motor a ralentí alto.

Medir el flujo de la bomba en 3500 kPa (507 psi) ya 10000 kPa (1450 psi). Utilizar estos valores para determinar la pérdida de flujo.

Tabla 37. Método para determinación de pérdida de flujo

Method for determining flow loss		
	Pump flow at 3500 kPa (507 psi)	
-	Pump flow at 10000 kPa (1450 psi)	
	Flow loss	

Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Determinar el porcentaje de pérdida de flujo.

Tabla 38. Método para determinar el porcentaje de perdida de flujo

Method of determining percent of flow loss				
Flow loss (L/min or US gpm)				
Pump flow at 3500 kPa (507 psi)	×	100	=	Percent of flow loss

Elaborado por: El Investigador
Fuente: (<https://sisweb.cat.com/>, 1993).

Si el porcentaje de pérdida de flujo es superior al 5 por ciento, se debe reemplazar la bomba.

PRUEBA

La prueba de banco debe realizarse a RPM de la bomba completa, con el fin de determinar el porcentaje de pérdida de flujo.

Si la prueba de banco no puede ejecutarse a RPM de la bomba completa, hacer funcionar el eje de la bomba a 1000 RPM.

Medir la bomba flujo a 690 kPa (100 psi) ya 6900 kPa (1000 psi). Utilizar estos valores en la fórmula de la Tabla 41. Ejecutar.

El eje de la bomba a 2000 rpm. Medir el caudal de la bomba a 690 kPa (100 psi). Utilice este valor en la

Fórmula que se encuentra en la Tabla N°40.

Tabla 39. Método para determinar la pérdida de flujo

Method for determining flow loss		
	Pump flow at 690 kPa (100 psi)	
–	Pump flow at 6900 kPa (1000 psi)	
	Flow loss	

Elaborado por: El Investigador
Fuente: <https://sisweb.cat.com/>, 1993

Tabla 40. Método para determinar el porcentaje de pérdida de flujo

Method of determining percent of flow loss				
Flow loss (L/min or US gpm)	×	100	=	Percent of flow loss
Pump flow at 690 kPa (100 psi)				

Elaborado por: El Investigador
 Fuente: <https://sisweb.cat.com/>, 1993

**SILA PÉRDIDA DE FLUJO ES SUPERIOR AL 5%, LA BOMBA NO
 FUNCIONA CORRECTAMENTE**

Beneficios de la propuesta

- Mejora en la productividad.
- Reducción de tiempos muertos
- Satisfacción del cliente
- Ventaja competitiva

**CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE POTENCIA
 FORMULA DE PÉRDIDA DE POTENCIA EN ACCESORIOS PRIMARIOS**

$$h = f \frac{LE}{D} \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

h= Pérdida de carga

f= Coeficiente de fricción de aceite SAE10

LE= Longitud equivalente

D= Diámetro

g= Gravedad –constante-

v= Velocidad

**CÁLCULO DE PÉRDIDA DE POTENCIA EN ACCESORIOS DE
MANGUERA DE ENTRADA**

2 1/2"

$$h_1 = f_1 \frac{LE_1}{D_1}$$

$$h_1 = 0,018 * \frac{3,427 \text{ m}}{0,06 \text{ m}} * \frac{(0,00774 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$h_1 = 0,018 * 57,11 * \frac{5,99 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2}{19,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_1 = 0,018 * 57,11 * (3,05 \times 10^{-6} \text{ m})$$

$$h_1 = 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}$$

**CÁLCULO DE PÉRDIDA DE POTENCIA EN ACCESORIOS DE
MANGUERA DE SALIDA DE BOMBA**

1"

$$h_2 = 0,023 * \frac{3,048 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} * \frac{(0,00774 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$h_2 = 0,023 * 120 * \frac{5,99 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2}{19,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_2 = 0,023 * 120 * (3,05 \times 10^{-6} \text{ m})$$

$$h_2 = 8,42 \times 10^{-6} \text{ m}$$

FÓRMULA DE PÉRDIDA DE POTENCIA EN ACCESORIOS SECUNDARIOS

$$h = k \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

k = Coeficiente de pérdida

v = Velocidad

g = Gravedad –constante–

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE POTENCIA EN LA MANGUERA DE SALIDA DE LA BOMBA.

1”

$$h_3 = k_3 \left(\frac{v_3^2}{2g} \right)$$

$$h_3 = 0,22 * \left(\frac{(0,00774 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_3 = 0,22 * \frac{5,99 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2}{19,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_1 = 0,22 * (3,05 \times 10^{-6} \text{ m})$$

$$h_3 = 6,72 \times 10^{-7} \text{ m}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE POTENCIA EN LA MANGUERA DE ENTRADA DE LA BOMBA

2 1/2”

$$h_4 = k_4 \left(\frac{v_4^2}{2g} \right)$$

$$h_3 = 0,28 * \left(\frac{(0,00774 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_3 = 0,28 * \frac{5,99 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2}{19,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_3 = 8,55 \times 10^{-7} \text{ m}$$

SUMATORIA DE TODAS LAS PÉRDIDAS

$$h_T = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

$$h_T = (3,14 \times 10^{-6} + 8,42 \times 10^{-6} + 6,72 \times 10^{-7} + 8,55 \times 10^{-7}) \text{ m}$$

$$h_T = 1,3087 \times 10^{-5} \text{ m}$$

CÁLCULOS DE VELOCIDAD A TRAVÉS DEL ÁREA DE LA MANGUERA

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

v= Velocidad

Q= Caudal

A= Área

D=Diámetro

$$Q = 132 \frac{\text{l}}{\text{m}} = 2,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA ENTRADA POR MEDIO DE EL ÁREA

2 1/2"

$$A_1 = \frac{\pi D_1^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3,1416 * (0,06 m)^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3,1416 * (0,06 m)^2}{4}$$

$$A_1 = 2,82 \times 10^{-3} m^2$$

$$v_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

$$v_1 = \frac{2,2 \times 10^{-3}}{2,82 \times 10^{-3} m^2}$$

$$v_1 = 0,78 m/s$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA SALIDA POR MEDIO DE EL ÁREA

1”

$$A_2 = \frac{\pi D_2^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{3,1416 * (0,0254m)^2}{4}$$

$$A_1 = 5,06 \times 10^{-4} m^2$$

2 1/2”

$$v_2 = \frac{Q}{A_2}$$

$$v_2 = \frac{2,2 \times 10^{-3}}{5,06 \times 10^{-4} m^2}$$

$$v_2 = 4,35 m/s$$

PRESIÓN HIDROSTÁTICA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

$$P_H = \rho g y$$

ρ = densidad de aceite SAE10

g= Gravedad –constante-

y= altura

$$P_H = (8,75 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3) * (9,81 \text{ m/s}^2) * (1,46 \text{ m})$$

$$P_{H1} = 1,25 \times 10^{-2} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

FÓRMULA DE PESO ESPECÍFICO

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma = (8,75 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3) * (9,81 \text{ m/s}^2)$$

$$\gamma = 8,5 \times 10^{-2} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$$

APLICACIÓN DEL TEOREMA DE BERNOULLI

$$\underbrace{PH_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1}_A = \underbrace{PH_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2}_B$$

A

$$1,25 \times 10^{-2} \frac{N}{m^2} + \frac{1}{2} (8,75 \times 10^{-4} \frac{kg}{m^3}) * (0,78 \frac{m}{s})^2 + (8,75 \times 10^{-4} \frac{kg}{m^3}) * (9,81 \frac{m}{s^2}) * (1,46m)$$

$$1,25 \times 10^{-2} \frac{N}{m} + 2,66 \times 10^{-4} \frac{N}{m} + 1,25 \times 10^{-2} \frac{N}{m} = 2,526 \times 10^{-2} \frac{N}{m}$$

B

$$PH_2 + \frac{1}{2} (8,75 \times 10^{-4} \frac{kg}{m^3}) * (4,35 \frac{m}{s})^2 + (8,75 \times 10^{-4} \frac{kg}{m^3}) * (9,81 \frac{m}{s^2}) * (1,25m)$$

$$PH_2 + 8,27 \times 10^{-3} \frac{N}{m} + 1,07 \times 10^{-2} \frac{N}{m} = PH_2 + 1,89 \times 10^{-2} \frac{N}{m}$$

$$A = B$$

$$2,526 \times 10^{-2} \frac{N}{m} = PH_2 + 1,89 \times 10^{-2} \frac{N}{m}$$

$$PH_2 = 2,526 \times 10^{-2} \frac{N}{m} - 1,89 \times 10^{-2} \frac{N}{m}$$

$$PH_2 = 0,636 \times 10^{-2} \frac{N}{m}$$

$$\Delta h = \Delta y + \frac{\Delta v^2}{2g} + \frac{\Delta P}{\gamma} + h_T$$

$$\Delta h = (y_2 - y_1) + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g} + \frac{(P_2 - P_1)}{\gamma} + h_T$$

$$\Delta h = 1,46 - 1,25 \text{ m} + \frac{(4,35 - 0,78 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} + \frac{(1,25 - 0,636 \times 10^{-2} \text{ N/m})}{8,5 \times 10^{-2} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}} + 1,3087 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\Delta h = 0,21 \text{ m} + \frac{12,74}{19,62} \text{ m} + \frac{0,614}{8,5} \text{ m} + 1,3087 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\Delta h = (0,21 + 0,649 + 0,072 + 1,3087 \times 10^{-5}) \text{ m}$$

$$\Delta h = 0,931 \text{ m}$$

TABLAS DE DATOS RECOPIRADOS

Tabla 41. Duración de actividades

ACCESORIOS	FACTOR k	L/D (in)	D (in)	NÚMERO DE ACC	E Equivale (in)	E Equivale (m)
CODOS DE 2 1/2"	0.54	8	2.5	3	60	1.524
VÁLVULA DE 2 1/2"	0.14	30	2.5	1	75	1.903
CODOS DE 1	0.69	30	1	4	120	3.048
						6.475

Elaborado por: El Investigador

Tabla 42. Cálculos

v1	v2	v1^2	v2^2	h1 (1")	h2 (2 1/2")	h3 (1")	h4 (2 1/2")	hT	VARIACIÓN v	H CALCULA	Q	Q Máx	Q Mín
0.00106	0.0059	0.00000113	0.00004	4.34E-06	6.704E-08	5.0025E-07	1.262E-08	4.919E-06	0.000034	71.771778	20	22	18
0.00177	0.0099	0.00000313	0.00010	1.21E-05	1.862E-07	1.3896E-06	3.507E-08	1.366E-05	0.000094	71.771790	30	33	27
0.00212	0.0118	0.00000450	0.00014	1.74E-05	2.682E-07	2.001E-06	5.049E-08	1.968E-05	0.000136	71.771798	40	44	36
0.00354	0.0197	0.00001251	0.00039	4.82E-05	7.449E-07	5.5583E-06	1.403E-07	5.465E-05	0.000377	71.771845	60	66	54
0.00460	0.0257	0.00002114	0.00066	8.15E-05	1.259E-06	9.3935E-06	2.37E-07	9.236E-05	0.000637	71.771896	80	88	72
0.00566	0.0316	0.00003202	0.00100	0.000123	1.907E-06	1.4229E-05	3.591E-07	0.0001399	0.000965	71.771961	100	110	90
0.00707	0.0395	0.00005003	0.00156	0.000193	2.98E-06	2.2233E-05	5.61E-07	0.0002186	0.001508	71.772067	120	132	108
0.00778	0.0434	0.00006054	0.00189	0.000233	3.605E-06	2.6902E-05	6.789E-07	0.0002645	0.001825	71.772129	132	145.2	118.8
0.06	0.0254	0.06	0.0254	0.0254	0.06								

<i>f</i>	0.018	LE1	3.427	2g (m/s^2)	19.62
<i>f</i>	0.023	LE2	3.048		

V. DE ALTURA	0.21
V. DE PRESIÓN	0.614
P. ESPECÍFICO	0.00858

k1	0.22
k2	0.28

Elaborado por: El Investigador

Curva del sistema

La curva del sistema es el resultado de reemplazar los datos de cálculos obtenidos de pérdidas de potencia en accesorios, longitudes y diámetros de tuberías, caudal; datos que se incluirán en la ecuación de la energía y en el Teorema de Bernoulli.

Los datos de la tabla N° 43 se generan en base al caudal inicial de $0,0022 \text{ m}^3/\text{s}$, calculados anteriormente con valores menores y mayores a dicho valor. A través de estos valores de caudal se obtiene el valor de la altura que desarrolla la bomba.

Al graficar los valores se obtiene la curva del sistema, tal como se puede ver en la figura 88. A través de esta curva se puede observar el rendimiento de la bomba, el cual muestra una tendencia exponencial.

Tabla 43. Datos para la curva

Q (m³/s)	Hbomba (m)
0	0.4500
0.0001	0.4509
0.0002	0.4535
0.0003	0.4579
0.0004	0.4640
0.0005	0.4718
0.0006	0.4814
0.0007	0.4928
0.0008	0.5059
0.0009	0.5207
0.0010	0.5373
0.0011	0.5556
0.0012	0.5757
0.0013	0.5975
0.0014	0.6211
0.0015	0.6464
0.0016	0.6734
0.0017	0.7022
0.0018	0.7328
0.0019	0.7651
0.0020	0.7991
0.0021	0.8349
0.0022	0.8724
0.0032	1.3437
0.0042	1.9896
0.0052	2.8100
0.0062	3.8050
0.0072	4.9745
0.0082	6.3186
0.0092	7.8372
0.0102	9.5304
0.0112	11.3981
0.0122	13.4404
0.0132	15.6573
0.0142	18.0487

Elaborado por: El Investigador

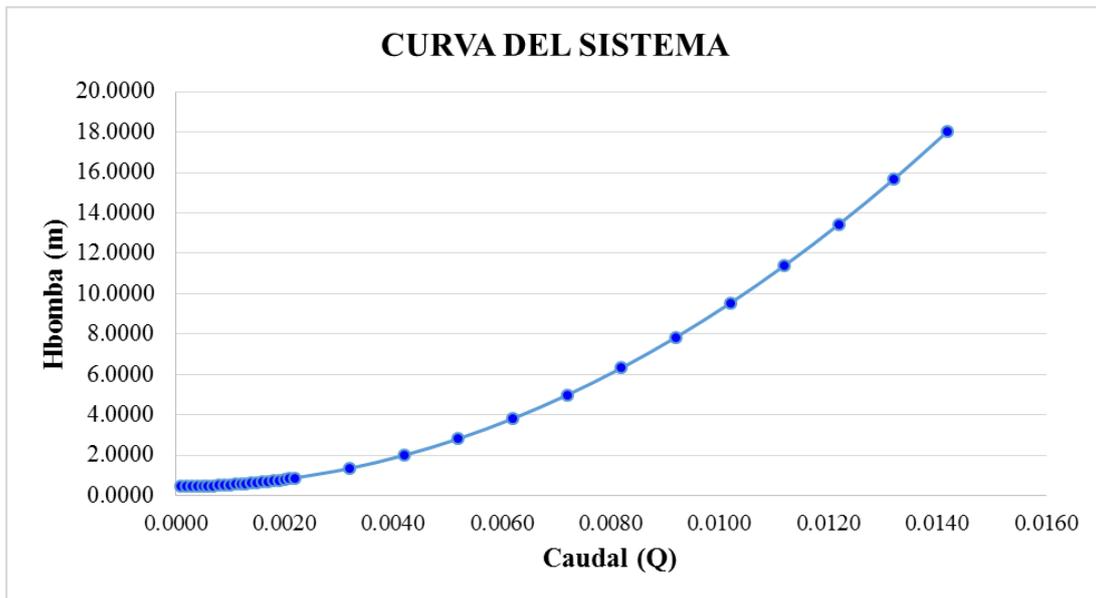


Figura 85. Curva del sistema
Elaborado por: El Investigador

Impacto Financiero

El análisis o evaluación Financiera de un proyecto se orienta en demostrar que las inversiones de la entidad son rentables y no presentan ningún tipo de riesgo para la empresa o para el diseñador del proyecto.

El costo total del diseño del proyecto es de \$ 5,000.00 dólares detallados en la tabla N° 47 con préstamo a un periodo de 36 meses con dividendos fijos detallado en la siguiente tabla de amortización.

Tabla 44. Costo de Materiales

COSTOS DE MATERIALES	VALORES
Plancha de acero	\$ 90.00
Perfiles de acero	\$ 55.00
Electrodos	\$ 40.00
Mangueras (2)	\$ 100.00
Acoplamiento	\$ 45.00
Acople de motor- bomba	\$ 200.00
Filtros	\$ 100.00
Aceite (50 Galones)	\$ 566.00
TOTAL	\$ 1,196.00

Elaborado por: El Investigador

TABLA DE COSTOS DE MATERIALES ELÉCTRICOS

Tabla 45. Costos Sistema Eléctrico

COSTOS SISTEMA ELECTRICO	VALORES
Motor Electrico	\$ 1.200,00
Varidores de Frecuencia	\$ 300,00
Sensor de Velocidad	\$ 100,00
Conexiones	\$ 50,00
Protecciones	\$ 25,00
TOTAL	\$ 1.675,00

Elaborado por: El Investigador

TABLA DE COSTOS DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Tabla 46. Costos Instrumentos de medición

COSTOS DE I. DE MEDICIÓN	VALORES
Manómetros (2)	\$ 150.00
Flujómetro	\$ 150.00
Conexiones	\$ 50.00
TOTAL	\$ 350.00

Elaborado por: El Investigador

**TABLA DE COSTOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DEL
PROYECTO**

Tabla 47. Costos desarrollo del proyecto

COSTO DEL PROYECTO	VALORES
Costo de Materiales	\$ 1,196.00
Costo sistema Electrico	\$ 1,675.00
Costo de i. de medición	\$ 350.00
Costo de mano de obra	\$ 500.00
Costos de Diseño	\$ 200.00
Costos de Improvistos	\$ 200.00
TOTAL	\$ 4,121.00

Elaborado por: El Investigador

TABLA DE AMORTIZACIÓN

Tabla 48. Tabla de amortización

PERIODO	SALDO INICIAL	CUOTA	INTERES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
1	\$ 4,121.00	\$ 433.86	\$ 420.75	\$ 13.10	\$ 4,107.90
2	\$ 4,107.90	\$ 433.86	\$ 419.42	\$ 14.44	\$ 4,093.45
3	\$ 4,093.45	\$ 433.86	\$ 417.94	\$ 15.92	\$ 4,077.54
4	\$ 4,077.54	\$ 433.86	\$ 416.32	\$ 17.54	\$ 4,060.00
5	\$ 4,060.00	\$ 433.86	\$ 414.53	\$ 19.33	\$ 4,040.67
6	\$ 4,040.67	\$ 433.86	\$ 412.55	\$ 21.31	\$ 4,019.36
7	\$ 4,019.36	\$ 433.86	\$ 410.38	\$ 23.48	\$ 3,995.88
8	\$ 3,995.88	\$ 433.86	\$ 407.98	\$ 25.88	\$ 3,970.00
9	\$ 3,970.00	\$ 433.86	\$ 405.34	\$ 28.52	\$ 3,941.48
10	\$ 3,941.48	\$ 433.86	\$ 402.43	\$ 31.43	\$ 3,910.05
11	\$ 3,910.05	\$ 433.86	\$ 399.22	\$ 34.64	\$ 3,875.41
12	\$ 3,875.41	\$ 433.86	\$ 395.68	\$ 38.18	\$ 3,837.23
13	\$ 3,837.23	\$ 433.86	\$ 391.78	\$ 42.08	\$ 3,795.15
14	\$ 3,795.15	\$ 433.86	\$ 387.48	\$ 46.37	\$ 3,748.78
15	\$ 3,748.78	\$ 433.86	\$ 382.75	\$ 51.11	\$ 3,697.67
16	\$ 3,697.67	\$ 433.86	\$ 377.53	\$ 56.33	\$ 3,641.34
17	\$ 3,641.34	\$ 433.86	\$ 371.78	\$ 62.08	\$ 3,579.27
18	\$ 3,579.27	\$ 433.86	\$ 365.44	\$ 68.41	\$ 3,510.85
19	\$ 3,510.85	\$ 433.86	\$ 358.46	\$ 75.40	\$ 3,435.45
20	\$ 3,435.45	\$ 433.86	\$ 350.76	\$ 83.10	\$ 3,352.36
21	\$ 3,352.36	\$ 433.86	\$ 342.28	\$ 91.58	\$ 3,260.77
22	\$ 3,260.77	\$ 433.86	\$ 332.92	\$ 100.93	\$ 3,159.84
23	\$ 3,159.84	\$ 433.86	\$ 322.62	\$ 111.24	\$ 3,048.60
24	\$ 3,048.60	\$ 433.86	\$ 311.26	\$ 122.60	\$ 2,926.01
25	\$ 2,926.01	\$ 433.86	\$ 298.75	\$ 135.11	\$ 2,790.89
26	\$ 2,790.89	\$ 433.86	\$ 284.95	\$ 148.91	\$ 2,641.99
27	\$ 2,641.99	\$ 433.86	\$ 269.75	\$ 164.11	\$ 2,477.88
28	\$ 2,477.88	\$ 433.86	\$ 252.99	\$ 180.87	\$ 2,297.01
29	\$ 2,297.01	\$ 433.86	\$ 234.52	\$ 199.33	\$ 2,097.68
30	\$ 2,097.68	\$ 433.86	\$ 214.17	\$ 219.68	\$ 1,877.99
31	\$ 1,877.99	\$ 433.86	\$ 191.74	\$ 242.11	\$ 1,635.88
32	\$ 1,635.88	\$ 433.86	\$ 167.02	\$ 266.83	\$ 1,369.04
33	\$ 1,369.04	\$ 433.86	\$ 139.78	\$ 294.08	\$ 1,074.96
34	\$ 1,074.96	\$ 433.86	\$ 109.75	\$ 324.10	\$ 750.86
35	\$ 750.86	\$ 433.86	\$ 76.66	\$ 357.19	\$ 393.66
36	\$ 393.66	\$ 433.86	\$ 40.19	\$ 393.66	\$ 0.00

Elaborado por: El Investigador

Tabla 49. Costo del proyecto

VALOR TOTAL DEL PROYECTO			
Unidad	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	T. DEPRECIACIÓN	COSTO TOTAL
1	Construcción de banco de pruebas		\$ 4,121.00
VALOR POR PRUEBAS Y AJUSTES			\$ 100.00
TIEMPO DE DEPRESIACION DEL EQUIPO (10 AÑOS)			
ANÁLISIS DEL COSTO DE PRUEBAS Y AJUSTES CON LA IMPLEMENTACION			
SALARIO DE TÉCNICO			\$ 375.00
VALOR DE LA HORA DE TRABAJO			\$ 1.56
CANTIDAD DE HORAS PARA PRUEBAS Y AJUSTES			3
COSTO DE PRUEBAS MANO DE OBRA			\$ 4.68
COSTO Kw/hr promedio			\$ 0.09
CONSUMO DE Kw/hr DEL EQUIPO (3 horas)			\$ 5.40
COSTO POR ELECTRICIDAD			\$ 0.49
COSTO DE DEPRECIACIÓN MENSUAL			\$ 34.34
COSTO DE DEPRECIACIÓN POR PRUEBA			\$ 4.90
COSTOS VARIOS			\$ 10.00
COSTO TOTAL POR PRUEBAS Y AJUSTES			\$ 20.07
VALOR ACTUAL POR PRUEBA Y AJUSTES			\$ 100.00

Elaborado por: El Investigador

Tabla 50. Análisis Costo – Beneficio Enero – Julio / 2017

ENERO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
FEBRERO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
MARZO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
ABRIL 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
MAYO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
JUNIO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
JULIO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	\$ 205.58
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	

Elaborado por: El Investigador

Tabla 51. Análisis Costo – Beneficio Agosto - Diciembre / 2017

AGOSTO 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		\$ 205.58
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
SEPTIEMBRE 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		\$ 205.58
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
OCTUBRE 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		\$ 205.58
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
NOVIEMBRE 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 150.00	\$ 800.00		\$ 205.58
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
DICIEMBRE 15 DEL 2017					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	INGRESOS	EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS
8	PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 100.00	\$ 800.00		\$ 205.58
8	COSTOS POR PRUEBAS Y AJUSTES	\$ 20.07		\$ -160.56	
1	CUOTA DE PRÉSTAMO	\$ 433.86		\$ -433.86	
COSTO TOTAL ANUAL			\$ 9,600.00	\$ -7,133.04	\$ 2,466.96

Elaborado por: El Investigador

Tabla 52. Flujo de Caja, VAN, TIR

FLUJO DE CAJA				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INGRESOS		\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00
EGRESOS		\$ 7,133.00	\$ 7,133.00	\$ 7,133.00
FLUJO	\$ 4,121.00	\$ 2,467.00	\$ 2,467.00	\$ 2,467.00

VAN =	\$ 2,014.06
TIR=	36%

Elaborado por: El Investigador

CÁLCULO DE VALOR PRESENTE Y VALOR FUTURO

Para calcular el monto final se necesita aplicar la formula con los siguientes indicadores:

M = Monto a invertir

Es la cantidad que debemos invertir para lograr su objetivo.

i = Interés por cada periodo que va a invertir

Se refiere al cobro o pago de intereses que aplicarán a su crédito o inversión en un periodo de tiempo.

N = Número de periodos que estará invertido el monto.

Sus inversiones o préstamos se realizarán por ciertos periodos: mensual, anual o cualquier otro, donde se aplicará la tasa de interés.

Después de conocer esta información y aplicando la siguiente fórmula, podrá calcular el monto futuro que obtendremos con una inversión inicial:

CALCULO DEL VALOR FINAL

$$VF = M (1 + i)^n$$

$$VF = 4121 (1+0,10)^2$$

$$VF = 4121 (1,21)$$

$$VF = 4986,41$$

CALCULO DEL VALOR PRESENTE

Para poder determinar el valor presente se identifican los datos como el valor futuro y el interés del proyecto a realizar.

$$VP = VF / i$$

$$VP = 4986,41 / 1,10$$

$$VP = 4533,1$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se realizaron los cálculos de pérdida de potencia en accesorios y tuberías para tener un valor de referencia del rendimiento del sistema hidráulico propuesto, que se debe tener en cuenta al momento de realizar la prueba en las bombas hidráulicas de caudal variable; dando como resultado $h = 0.931$ m
- Al realizar los análisis económicos del proyecto se determina el flujo neto efectivo de caja por los tres próximos años, siendo el VAN = \$2014,06, y el valor del TIR = 36%; demostrando que la propuesta planteada es viable y rentable.
- La implementación del proyecto tendrá impacto a nivel del cliente y taller con un grado de garantía al certificar el estado de la bomba hidráulica en pruebas, ajustes y diagnósticos en el momento de la prueba en el diseño propuesto; reduciendo tiempos de producción, reducir paras no programadas, aumentando productividad, la satisfacción del cliente y la confiabilidad en los trabajos realizados por Talleres PMIASA.

Recomendaciones

- Tomar en cuenta el cálculo de pérdida de potencia en el proceso de pruebas de bombas hidráulicas de caudal variable para retroexcavadora 416E para seguir este protocolo en el momento de la implementación.
- Dependiendo de la demanda de trabajo, la empresa puede reemplazar acoples y mangueras y ajustar el banco de pruebas base para bombas hidráulicas de otros modelos de la maquinaria CATERPILLAR.
- Llevar un control de mantenimiento basado en los datos de fábrica encontrados en el manual de servicio, para evitar paras de trabajo del banco de pruebas, y las bombas a probar.

- Revisar periódicamente los estándares establecidos de productividad, asegurándose de que estén alineados a la situación actual de la organización y a los recursos con que cuenta la compañía.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO SUÁREZ, J.A. (1987). Material complementario sobre esquema general de organización. Ciudad de la Habana: Ediciones CUJAE.
2. Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) (2000): Indicadores de Gestión para las Entidades Públicas. AECA. Madrid.
3. BUDYNASS, R. & NISBETT, J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (VIII). Hong Kong: McGraw-Hill.
4. GIL, Juan Carlos (2005). Manual de Mecánica Industrial
5. KEANNETH, Laudon, (2008), Sistemas de Información Gerencial, décima edición.
6. MOTT, R. & E.P. (2006). Diseño de elementos de máquinas (IV). México D.F. : Pearson.
7. PÉREZ GOROSTEGUI, E. (1991). Economía de la Empresa. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, S.A PIEGEL, Murray (1988). Estadística. 2ª. Edición. Editorial McGraw Hill. Madrid. Revista: CAPEIPI, (2009-2010), directorio del sector metalmeccánico eléctrico y electrónico del Ecuador.
8. Fernando Casanova Formación profesional, productividad y trabajo decente Boletín nº153 Cinterfor Mitevideo 2002.
9. H.L. Gantt, Work, Wages and Profit, published by The Engineering Magazine, Nueva York, 1, ISBN 0879600489.
10. Administración de operaciones, Roger G. Schroeder, McGraw Hill, Pág. 533.

CITAS

Catrileo Muñoz, E. A., & Leal, M. (2011). Control de presión en banco hidráulico para demanda variable de flujo (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería).

Velásquez Pérez, D. J., & Córdova Lascano, M. R. (2010). Instalación y Montaje de un Banco de Pruebas de Caudal, para el Laboratorio de Instrumentación de la FACULTAD DE MECÁNICA (Bachelor's thesis).

Cortés, C., Fabricio, R., Escobar, N., & Adriano, T. (2005). Construcción de un banco hidráulico para pérdidas localizadas e implementación de sistema automatizado de medición (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización).

“El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.

Para el sistema de gestión de la calidad, existen procedimientos documentados establecidos. Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.” (ISO.ORG, 2014)

NETGRAFÍA

http://www.ehscompliance.com/toolbox_topics/spanish/Hydraulic%20Leaks-Spanish.pdf

<http://www.monografias.com/trabajos14/bombas/bombas.shtml>

<http://noria.mx/lublearn/consejos-de-un-experto-para-el-montaje-de-bombas-hidraulicas-para-siempre/>

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/cálculo-del-tiempo-están>

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/cálculo-del-tiempo-están>

<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/101%29FLUIDOS%20HIDR%C3%81ULICOS.pdf>

https://sis.cat.com/sisweb/sisweb/techdoc/techdoc_print_page.jsp?returnurl=/sisweb/sisw..

<https://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculador.html>

[¿Cómo calcular el valor futuro de una inversión? - Finanzas](https://www.finanzaspracticass.com.co/finanzaspersonales/bancarios/.../calcular.php)

[Prácticas](https://www.finanzaspracticass.com.co/finanzaspersonales/bancarios/.../calcular.php)

<http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>

<http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>

<http://www.automotriz.biz/coches/auto-repair/auto-brakes/57913.html>

<https://www.hbm.com/es/2419/adt-rinck/>

http://www.qtrue.com.ar/download/Aceites_Hidraulicos-Codigo_ISO_de_limpieza

https://www.pall.com/pdfs/IndustrialManufacturing/POCKET_BOOK_ES_Standard