



Implementación de una pala y una pluma hidráulicas en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Martinez Torres, Carolina Elizabeth

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz

Ing. León Almedida, Jaime Eduardo

12 de marzo de 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Certificación

Certifico que la monografía, "Implementación de una pala y una pluma hidráulicas en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE" fue realizado por la señorita Martinez Torres, Carolina Elizabeth la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, marzo de 2021

Ing. León Almeida Jaime Eduardo

C.C 172009123-8

Resultado de análisis urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Martinez Final.pdf (D98583677)
Submitted: 3/16/2021 11:52:00 PM
Submitted By: cemartinez8@espe.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

12150-Flores Medina, Carlos Alejandro3.pdf (D40252559)
vcmc_1B_Núñez_D.docx (D11428415)
https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-24_05-58-1397499.pdf
<https://es.slideshare.net/Roberto061257/maquinaria-equipoconstruccion>
<https://www.politecnico metro.edu.co/biblioteca/obrasciviles/manual-maquinaria-pesada-equipo-liviano-construccion.pdf>

Instances where selected sources appear:

5

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "León Almeida Jaime Eduardo". The signature is written in a cursive style with some loops and is positioned above a horizontal line.

Ing. León Almeida Jaime Eduardo

C.C 172009123-8



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Yo, Martinez Torres, Carolina Elizabeth con cédula de ciudadanía n° 1725165045, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: *“Implementación de una pala y una pluma hidráulicas en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, marzo de 2021

.....
Martinez Torres, Carolina Elizabeth

C.C. 172516504-5



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Yo, Martínez Torres, Carolina Elizabeth autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: "Implementación de una pala y una pluma hidráulicas en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, marzo de 2021

.....
Martínez Torres, Carolina Elizabeth

C.C. 172516504-5

Dedicatoria

Este proyecto de titulación se lo dedico a mi Mamá, Aida Torres, por el amor que me brinda cada día, ha sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad a fin de poder honrarla con los conocimientos adquiridos, brindándome el futuro de su esfuerzo y sacrificio por ofrecerme un mañana mejor.

Por enseñarme que la libertad del ser humano está en la superación personal e intelectual, ser mi apoyo constante en la realización de mis metas y proyectos, con la bendición de Dios me encamina al éxito.

Una mujer muy valiente, quien con su ejemplo me enseñó a ser perseverante y esforzarme por cumplir mis objetivos buscando siempre el mejor camino, le doy las gracias el tiempo que me dedica, sus buenos consejos y motivación constante.

Por estar siempre presente en mi vida e ir celebrando cada logro alcanzado en el transcurso de mi vida, saber hacerme notar cuando me equivoco y corregirme, pero sobre todas las cosas, su cariño es y será la parte más importante en mi vida.

Carolina Martínez

Agradecimiento

Por ser quienes me brindaron su apoyo para volver realidad lo que empezó siendo un sueño y estaba lleno de miedos, les doy gracias a los angelitos que Dios manda a la tierra como mejores amigas, familiares y amigos. Hoy es una meta cumplida.

Los profesores de la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE quienes aportaron con su conocimiento, buenos consejos y sabiduría para seguir adelante en mi vida profesional.

Gracias también a mi Mamá que siempre tuvo las palabras correctas para darme ánimos, siempre una palabra de aliento y motivación para seguir luchando y esforzándome para cumplir mis objetivos tanto personales como profesionales.

Carolina Martínez

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Resultado de análisis urkund	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de figuras.....	12
Índice de tablas	17
Resumen	18
Abstract.....	19
Planteamiento del problema.....	20
Antecedentes	20
Planteamiento del problema.....	21
Justificación.....	22
Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos	23
Alcance	24

	9
Marco teórico.....	25
Maquinaria pesada	25
Aplicación de maquinaria pesada.....	26
Según el trabajo a efectuar	27
Capacidad de carga	27
Área disponible de trabajo	27
Tren de propulsión.....	28
Condiciones especiales	28
Clasificación de maquinaria pesada.....	28
Tractor de orugas.....	28
Tractor de ruedas	32
Buldócer	36
Escrepas	38
Motoniveladoras.....	42
Montacargas	47
Cargadora frontal	52
Aplanadora de rodillos	56
Grúas	63
Retroexcavadora	67
Desarrollo del proyecto	97
Diseño del circuito hidráulico de la pluma y pala de la retroexcavadora.....	97

	10
Diseño de las herramientas	102
Construcción de herramientas.....	110
Diseño del tanque.....	119
Selección de elementos	123
Selección de la bomba	123
Selección de mangueras hidráulicas	124
Selección de válvulas eléctricas	125
Montaje de elementos seleccionados	127
Montaje de bomba.....	127
Montaje de válvulas	127
Montaje de mangueras hidráulicas.	128
Prueba de funcionamiento	131
Prueba de funcionamiento de las válvulas hidráulicas.....	131
Prueba de funcionamiento de la bomba	132
Prueba de funcionamiento de herramientas	133
Marco administrativo	135
Recursos humanos	135
Recursos tecnológicos	135
Recursos materiales.....	136
Presupuesto	137
Conclusiones.....	138

Recomendaciones	11
Recomendaciones	139
Bibliografía	140
Anexos	146
Anexo A Diseño pala hidráulica	
Anexo B Simulación pala hidráulica	
Anexo C Diseño pluma hidráulica	
Anexo D Simulación pluma hidráulica	
Anexo E Planos estructurales	
Anexo F Planos cilindros	
Anexo G Catálogo de mangueras	
Anexo H Planos de la pala	

Índice de figuras

Figura 1 <i>Maquinaria Pesada</i>	25
Figura 2 <i>Clasificación de Maquinaria Pesada</i>	26
Figura 3 <i>Tractor agrícola</i>	29
Figura 4 <i>Tractor de orugas</i>	30
Figura 5 <i>Orugas</i>	31
Figura 6 <i>Primer Tractor agrícola a ruedas</i>	33
Figura 7 <i>Tractor de ruedas</i>	34
Figura 8 <i>Partes del tractor de ruedas</i>	35
Figura 9 <i>Historia del Buldócer</i>	36
Figura 10 <i>Partes del buldócer</i>	38
Figura 11 <i>Escrepas de Fresno</i>	39
Figura 12 <i>Escrepas</i>	40
Figura 13 <i>Partes de la Escrepa</i>	41
Figura 14 <i>Motoniveladora</i>	43
Figura 15 <i>Partes de la Motoniveladora</i>	45
Figura 16 <i>Partes de la motoniveladora</i>	46
Figura 17 <i>Primer Modelo de Montacargas</i>	48
Figura 18 <i>Evolución del montacargas</i>	49
Figura 19 <i>Montacargas Actual</i>	50
Figura 20 <i>Componentes del montacargas</i>	51
Figura 21 <i>Cargadora Frontal Antigua</i>	52
Figura 22 <i>Cargador Frontal Actual</i>	54

	13
Figura 23 <i>Componentes y Accesorios Del Cargador Frontal CAT 950G</i>	55
Figura 24 <i>Rodillo de la Compactadora</i>	57
Figura 25 <i>Rodillo Liso de un solo Eje</i>	59
Figura 26 <i>Rodillo Pata de Cabra</i>	60
Figura 27 <i>Rodillo de Pisones</i>	61
Figura 28 <i>Compactador Neumático de dos Ejes</i>	62
Figura 29 <i>Partes de la Compactadora</i>	62
Figura 30 <i>Principio de Funcionamiento de la Grúa</i>	63
Figura 31 <i>Grúa</i>	64
Figura 32 <i>Partes de una Grúa</i>	66
Figura 33 <i>Draga de Retro excavación</i>	67
Figura 34 <i>Pala</i>	70
Figura 35 <i>Pluma y cucharón</i>	70
Figura 36 <i>Chasis de neumáticos y de cadena</i>	71
Figura 37 <i>Bastidor</i>	71
Figura 38 <i>Retroexcavadora</i>	72
Figura 39 <i>Circuito de potencia</i>	73
Figura 40 <i>Tanque Presurizado</i>	74
Figura 41 <i>Simbología de un tanque presurizado</i>	75
Figura 42 <i>Tanque no presurizado</i>	76
Figura 43 <i>Simbología de un tanque no presurizado</i>	76
Figura 44 <i>Simbología de una tubería en la parte superior del depósito</i>	77
Figura 45 <i>Simbología de una tubería en la parte inferior del depósito</i>	77

	14
Figura 46 Bombas Hidráulicas	78
Figura 47 Bombas de Émbolo	79
Figura 48 Bomba de Pistón	80
Figura 49 Bomba de Paletas	81
Figura 50 Bombas de Lóbulos	82
Figura 51 Bomba de Engranajes	82
Figura 52 Bomba Centrífuga	83
Figura 53 Filtro de succión	84
Figura 54 Filtro de alta presión	85
Figura 55 Filtros de retorno	85
Figura 56 Filtro fuera de línea	86
Figura 57 Tipos de filtros	87
Figura 58 Válvula distribuidora	90
Figura 59 Válvula de control de flujo	91
Figura 60 Válvula reguladora de presión	91
Figura 61 Válvulas electrohidráulicas	92
Figura 62 Mangueras Hidráulicas	93
Figura 63 Acoples	94
Figura 64 Cilindro de simple efecto	94
Figura 65 Cilindros de una retroexcavadora	95
Figura 66 Cilindro de doble efecto	96
Figura 67 Gráfico del Circuito de Potencia	97
Figura 68 Conexión del sistema hidráulico Pala	98

	15
Figura 69 Mandos de control de la Pala.....	99
Figura 70 Circuito de conexiones de la pluma	99
Figura 71 Mando de control de la pluma.....	100
Figura 72 Diagrama de conexión de herramientas de la retroexcavadora	101
Figura 73 Conexión de mandos de los componentes.	102
Figura 74 Diseño de la pala ensamblada.....	103
Figura 75 Pala con puntos de sujeción y cargas.....	104
Figura 76 Mallado de la estructura.....	104
Figura 77 Resultados de la deformación.....	105
Figura 78 Factor de seguridad.....	106
Figura 79 Diseño de la Pluma.....	107
Figura 80 Puntos de sujeción y apoyo en la pluma.....	108
Figura 81 Mallado de la estructura.....	108
Figura 82 Análisis estático.....	109
Figura 83 Factor de seguridad.....	110
Figura 84 Planchas de acero	111
Figura 85 Preparación del material antes de ensamblar.	111
Figura 86 Ensamble de los brazos de la pluma	112
Figura 87 Puntos de anclaje	113
Figura 88 Construcción del cucharón	113
Figura 89 Construcción de la pluma	114
Figura 90 Cilindros.....	114
Figura 91 Pluma y cilindros ensamblados.....	115

	16
Figura 92 <i>Diseño y construcción de la pluma</i>	115
Figura 93 <i>Puntos de sujeción</i>	116
Figura 94 <i>Alineación de los brazos</i>	117
Figura 95 <i>Puntos de anclaje de la pala</i>	118
Figura 96 <i>Componentes de la pala</i>	118
Figura 97 <i>Fijación de los soportes</i>	119
Figura 98 <i>Soporte para bomba hidráulica</i>	127
Figura 99 <i>Válvulas 4/3</i>	128
Figura 100 <i>Estructura de la Pala</i>	129
Figura 101 <i>Estructura de la Pluma</i>	129
Figura 102 <i>Herramientas ensambladas totalmente en el Bastidor</i>	130
Figura 103 <i>Prueba de válvulas</i>	132
Figura 104 <i>Prueba de bomba hidráulica doble cámara</i>	133
Figura 105 <i>Pala en ascenso y en descenso</i>	134
Figura 106 <i>Ascenso y descenso de la pluma</i>	134

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Tipos de Rodillos de Compactadora</i>	58
Tabla 2 <i>Vías y posiciones de las válvulas</i>	88
Tabla 3 <i>Tipos de accionamiento de las válvulas</i>	89
Tabla 4 <i>Selección de bomba</i>	123
Tabla 5 <i>Selección de mancuernas hidráulicas</i>	124
Tabla 6 <i>Selección de Válvulas</i>	125
Tabla 7 <i>Recursos humanos</i>	135
Tabla 8 <i>Recursos Tecnológicos</i>	136
Tabla 9 <i>Recursos Materiales</i>	136
Tabla 10 <i>Presupuesto</i>	137

Resumen

El desarrollo del presente proyecto tiene como objeto implementar una pala y una pluma hidráulicas en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, para la construcción del mismo se tomó como base las medidas de una retroexcavadora JCB mismas, mencionadas medidas posteriormente se ingresaron en el software SolidWorks Student y se generaron los sólidos, posterior a esto se realizó una simulación de cargas que permitió obtener un análisis estructural de las herramientas, a continuación se realizó una consulta bibliográfica sobre los elementos que se deben utilizar para la construcción de las herramientas para poder realizar una selección correcta de válvulas, bombas, mangueras y cañerías que determinarán el correcto funcionamiento del sistema, cabe mencionar que las herramientas están diseñadas para soportar su propio peso, pero no para generar trabajo, mediante la ayuda del software Automation Studio se realizó una simulación que permitió dimensionar el sistema hidráulico y determinar su funcionamiento, para el proceso de construcción se realizó corte mediante laser, para la construcción de la estructura se utilizó acero estructural A-36 por su fácil acceso y por las prestaciones que brinda, para obtener mejores acabados y no generar un impacto estructural se utilizó soldadura MIC, por último se realizaron pruebas de funcionamiento de las herramientas verificando de esta manera que sus movimientos son similares a la de una retroexcavadora.

- Palabras clave:

-) **HERRAMIENTAS RETROEXCAVADORA**
-) **SIMULACIÓN**
-) **RETROEXCAVADORA**
-) **BANCO DE ENTRENAMIENTO**

Abstract

The development of this project aims to implement a hydraulic shovel and boom in a heavy machinery training bench, for the construction of the same the measurements of a JCB backhoe were taken as a basis, mentioned measurements were subsequently entered in the SolidWorks software Student and the solids were generated, after this a load simulation was carried out that allowed to obtain a structural analysis of the tools, then a bibliographic query was carried out on the elements that should be used for the construction of the tools to be able to carry out a correct selection of valves, pumps, hoses and pipes that will determine the correct operation of the system, it is worth mentioning that the tools are designed to support their own weight, but not to generate work, through the help of the Automation Studio software a simulation was carried out that allowed size the hydraulic system and determine its operation, for the construction process laser cutting was carried out, for the construction of the structure A-36 structural steel was used for its easy access and for the benefits it provides, to obtain better finishes and not generate a structural impact. MIC welding, finally, functional tests of the tools were carried out, thus verifying that their movements are similar to those of a backhoe.

KEY WORDS:

-) **BACKHOE TOOLS**
-) **SIMULATION**
-) **BACKHOE**
-) **TRAINING BENCH**

CAPÍTULO I

1 Planteamiento del problema

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PALA Y UNA PLUMA HIDRÁULICAS EN UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”

1.1 Antecedentes

En la investigación para realizar el presente proyecto se ha podido detectar que en las industrias existe un gran déficit en cuanto a la utilización de elementos Hidráulicos, y la utilización de los mismos podrían contribuir en diversas aplicaciones como lo es el caso maquinaria pesada en cuanto a los procesos de carga y descarga de materiales gracias a la aplicación de una pala y pluma hidráulicos. (Sinmaleza, 2012)

Según investigaciones realizadas con anterioridad se puede determinar que el brazo hidráulico (pala y pluma) es una estructura que se divide en 3 partes, que, al estar unidas entre sí, proporcionan una serie de movimientos a presión que en conjunto generan una función importante en el ámbito de maquinaria pesada y contribuye a facilitar el trabajo de su operario. (Partesdel.com, 2019)

Según (Aguiles, 2019)

“Los movimientos que han sido configurados se producen por medio de una presión ejercida mediante un líquido hidráulico”.

Se ha estudiado que a medida que aumente la presión en el sistema el brazo se extiende y por el contrario al disminuir su presión el brazo se contrae, para lo cual se debe dimensionar bien sus componentes.

La información recopilada en cuanto al funcionamiento de una pala y una pluma hidráulicas, sirve de guía para determinar a detalle cómo dimensionarlas, construir las y montarlas sobre el bastidor establecido específicamente de una manera correcta, con sus demás sistemas que proporcionarán un buen funcionamiento al banco de mantenimiento a escala.

1.2 Planteamiento del problema

En el Ecuador, se ha logrado identificar un gran déficit en cuanto a la cantidad de herramientas hidráulicas que forman parte de la estructura de una retroexcavadora, que proporcionen la facilidad de aprendizaje de un alumno que se especialice en el campo laboral establecido, provocando una insuficiencia de conocimientos prácticos; Es un

problema que de no solucionarse provocaría un desempeño pésimo en el trabajo realizado en cuanto a maquinaria pesada.

1.3 Justificación

La implementación de dicho proyecto contribuiría notablemente como apoyo didáctico, teniendo, así como principales beneficiarios aprendices o técnicos Automotrices, haciéndolos aptos para desenvolverse adecuadamente en el ámbito laboral.

Su principal ventaja es proporcionar mejoras en cuanto a métodos de estudio y fomentar un aprendizaje de calidad ya que se tendrá un mayor acceso a la realización de prácticas en el banco de entrenamiento de maquinaria pesada, el cual proporcionará conocimientos necesarios acerca del funcionamiento y ensamblaje de los sistemas hidráulicos, principalmente al realizar la implementación de una pala y pluma del mismo y adicionalmente sus otros sistemas que también serán de gran ayuda.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

IMPLEMENTAR UNA PALA Y UNA PLUMA HIDRÁULICAS EN UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE.

1.4.2. Objetivos específicos

-) Realizar una investigación bibliográfica del sistema hidráulico que se requiere para la implementación de una pluma y una pala para un banco de mantenimiento de maquinaria pesada.
-) Dimensionar las componentes de una pala y pluma hidráulica a escala, en base a las investigaciones bibliográficas realizadas con anterioridad, para poder seleccionar el tipo de componentes que van a utilizar para su construcción.
-) Implementar el sistema hidráulico en cuanto a la pluma y pala en un banco de mantenimiento de maquinaria pesada con su respectiva guía de funcionamiento y mantenimiento.

1.5 Alcance

El alcance de este proyecto es implementación de una pluma y pala hidráulica para un banco de entrenamiento de maquinaria pesada, por lo tanto en la parte estructural para la construcción de la pluma se necesitará válvulas reguladoras, cilindros de inclinación del cucharón, cilindro de extensión del brazo, cilindro de elevación de la pluma, estructuras para la articulación, estabilizadores, estructura de articulación del cucharón, brazo, pluma, líquido hidráulico, mangueras, bombas, y para la pala hidráulica se necesita un cilindro de levantamiento del brazo, cilindro de inclinación, cucharón cargador, brazo de levantamiento, que permitirán a los tecnólogos en mecánica automotriz, explicar de mejor manera el funcionamiento y posibles fallas en sistema hidráulico implementado en un banco de mantenimiento de maquinaria pesada, permitiendo adquirir mayores conocimientos en el tema.

El banco de entrenamiento en el que se implementa la pluma y la pala con accionamiento hidráulico va a ser creado para utilizar en prácticas como material didáctico teniendo como objetivo final la creación de una excavadora a escala.

CAPÍTULO II

2 Marco teórico

2.1. Maquinaria pesada

En maquinaria pesada se utiliza un gran consumo de combustible para que pueda ser accionada por su respectivo conductor, estas máquinas han sido creadas con diferentes funciones como por ejemplo movimiento de tierra, levantamiento de objetos pesados, demolición, excavación o el transporte de material. Pero con un mismo propósito, el de facilitar el trabajo en el que requiere la aplicación de fuerza excesiva al ser humano. (Gutierrez, 2018)

Figura 1

Maquinaria Pesada



Nota: maquinaria pesada y sus diferentes funciones en la industria. Tomado de: (Gutierrez, 2018)

2.2 Aplicación de maquinaria pesada

Para la maquinaria pesada se deben tomar en cuenta las diferentes especificaciones mostradas en la siguiente imagen

Figura 2

Clasificación de Maquinaria Pesada



Nota: en la imagen se puede observar la clasificación de maquinaria pesada. Tomado de: (Ilonto, 2009)

Según el diagrama mostrado anteriormente en la figura 1 se puede tomar en cuenta la primera clasificación

2.2.1 Según el trabajo a efectuar

Según (Ilonto, 2009) los trabajos que pueden efectuar son:

-) Movimiento de tierras
-) Compactación de materiales
-) Izaje y Manipulación de cargas
-) Preparación de Materiales
-) Transporte de materiales
-) Demolición y Derribo
-) Mediciones y Ensayos
-) Otros

2.2.2. Capacidad de carga

Según (Ilonto, 2009) la capacidad de carga que poseen según el tipo de máquina es baja, media y alta capacidad.

2.2.3. Área disponible de trabajo

Según (Ilonto, 2009) Existe un área sensible a movimientos, traslados y operaciones que es sin Rotación Giro limitado y con Rotación Tipo Tornamesa

2.2.4. Tren de propulsión

Según (Ilonto, 2009) existen: Montaje sobre llantas y estático

2.2.5. Condiciones especiales

Según (Ilonto, 2009) dentro de las condiciones especiales se debe tomar en cuenta su tipo de trabajo, equipos y aditamentos auxiliares:

-) Aditamentos especiales como barredoras, taladros, remolques, et.
-) Entrega de energía vibraciones o golpes etc.

2.3. Clasificación de maquinaria pesada

2.3.1. Tractor de orugas

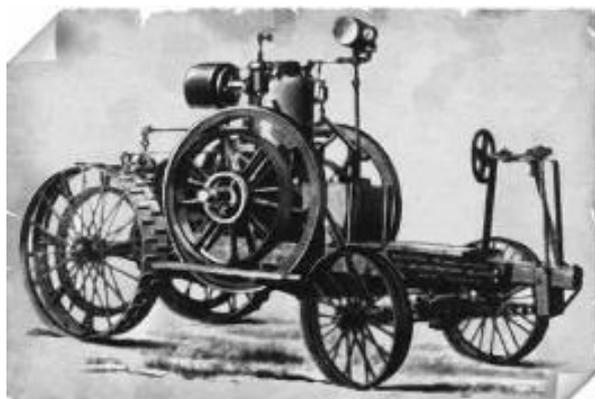
En estados unidos fue donde se realizaron innovaciones para disminuir la mano de obra, sus inicios fueron en la agricultura con la finalidad de cosechar y cultivar de una forma as eficiente sin dañar la salud de los obreros

La creación de los tractores con orugas tuvo una mejor tracción que los tractores con ruedas. Lombard Hornsby fue el fabricante de dos vehículos con orugas en Inglaterra, la patente de esto fue conseguida por Holt que logró darse a conocer como el creador de las orugas. La creación de Hornsby fue hecha para el ejército británico y lo cual fue inspiración para un tanque de guerra. (Gutierrez, 2018)

Al comienzo los tractores eran empujados por animales como caballos, toros, mulas o burros. Pero con el avance de la mecánica y se creó los primeros tractores de ruedas, los mismos que por su gran peso y dimensiones, así como su costo no fueron rápidamente acogidos, a pesar de ello con el transcurso del tiempo y el implemento de los motores de combustión interna como el corazón de funcionamiento de estas máquinas se pudieron obtener mejores resultados. (Perez, 2020)

Figura 3

Tractor agrícola



Nota: Tracto agrícola propulsado por animales. Tomado de: (Emilio, 2017)

Era una total pérdida de dinero utilizarlo en el campo o en terrenos lodosos y de difícil acceso debido a que las ruedas fácilmente se volvían un problema, por este motivo se requirió la invención de un sistema de orugas el cual permite tener una mejor tracción y tener en todo momento contacto con la superficie o suelo, logrando que la máquina (El tractor) pueda desplazarse libremente en los terrenos más difíciles, sin la necesidad de gastar más dinero en ruedas

La oruga como tal consiste en un conjunto de eslabones que van uno seguido de otro de manera continua, puede ser definida como un cinturón flexible que mantiene a los eslabones firmes y que permiten una correcta distribución del peso del tractor.

Figura 4

Tractor de orugas



Nota: Oruga con un conjunto de eslabones. Tomado de: (Truck1, 2013-2019)

Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los tractores son según (Perez, 2020):

-) Tractor agrícola: Se utiliza para desplazar remolques agrícolas.
-) Tractor de construcción: Generalmente con accesorios tales como palas o brazos de retroexcavadoras.

Principales componentes y herramientas del tractor de orugas.

Figura 5

Orugas



Nota: Partes externas del tractor de orugas. Tomado de: (Perez, 2020)

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.2. Tractor de ruedas

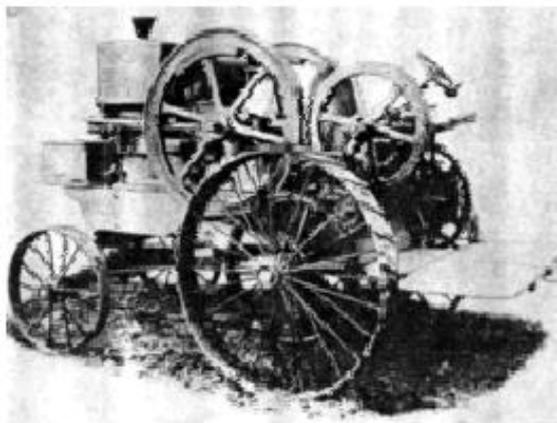
Sus comienzos fueron en estados unidos ya que fue donde se realizaron innovaciones para reducir la mano de obra, empezó en la agricultura para lograr cosechar y cultivar de una forma as eficiente.

El primer antecesor del tractor de oruga fue el invento de Frenchman M.D'Hermand, que creó un vehículo muy parecido al tractor de oruga moderno (11), aunque era jalado por cabras. En 1 el escritor e inventor inglés Richard Edgework, le proporcionó movimiento mediante energía por vapor. (Busesycamiones.pe, 11)

El tractor fue creado con el objetivo de sustituir a los animales en los trabajos de gran demanda de esfuerzo, el primero apareció en el año de 110. Sin embargo, su peso, así como su precio dificultaban que la gente lo adquiriera con facilidad.

Evolución

Con anterioridad se ha mencionado que los tractores principalmente fueron arreados por animales, los caballos siendo los más utilizados, y seguidos de otros animales como por ejemplo toros, mulas o burros. Sin embargo, con la evolución de la "mecánica" se puede apreciar a los primeros tractores a ruedas, los mismos que por su gran peso y dimensiones, así como su costo no fueron rápidamente acogidos por los clientes, pero, a pesar de ello con el transcurso del tiempo y el implemento de los motores de combustión interna a se pudieron obtener mejores resultados.

Figura 6*Primer Tractor agrícola a ruedas*

Nota: en la imagen se puede analizar cómo era un tractor agrícola en la antigüedad.
Tomado de (EcuRed, 2020)

Este tipo de tractores no se los puede utilizar en el campo o en terrenos lodosos y de difícil acceso esto se perdía totalmente debido a que las ruedas fácilmente se volvían un problema, por este motivo los tractores de ruedas en la actualidad están delegados únicamente para trabajos en carretera o en zonas donde el camino no sea demasiado dificultoso, ya que para este tipo de terrenos se emplean los tractores de orugas. (EcuRed, 2020)

Aplicaciones

Si bien este tipo de maquinaria pesada no difiere de las capacidades que tiene comparado con las de tipo oruga en cuanto a capacidad de carga o fuerza, si lo hace en cuanto al desplazamiento por el terreno, es decir por este “pequeño detalle” este tipo de maquinaria se ha visto designada a ser utilizada en terrenos donde no existan zanjas, o

caminos demasiado lodosos, por lo general su aplicación más destacada está en el campo de la construcción, y en el área agrícola en zonas poco lluviosas. (Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola, 2019)

-) Tractor agrícola: Se utiliza para desplazar remolques agrícolas.
-) Tractor de construcción: Generalmente con accesorios tales como palas o brazos de retroexcavadoras, son muy útiles para realizar diversas tareas por la facilidad que tiene para que se acoplen diversos accesorios.

Figura 7

Tractor de ruedas



Nota: se puede observar cómo es el tractor de ruedas en la actualidad. Tomado de (EcuRed, 2020)

Principales componentes y herramientas del tractor de ruedas

Sus componentes son en teoría iguales a los que se halla en un tractor convencional su diferencia radica en los siguientes componentes:

-) Neumáticos
-) Cucharón
-) Diferencial.
-) Suspensión
-) Cabina
-) Motor
-) Chasis
-) Caja de cambios
-) Sistema de dirección.

Figura 8

Partes del tractor de ruedas



Nota: en la imagen mostrada se puede reconocer las principales partes externas de un tractor. Tomado de (EcuRed, 2020)

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.3. Buldócer

La idea del buldócer surge a través de las sucesivas mejoras a los inventos anteriormente llevados a cabo en 11, se debe considerar que el buldócer es igual a un tractor sobre cadenas, aunque también se lo puede encontrar sobre ruedas.

Figura 9

Historia del Buldócer



Nota: en la imagen se puede notar como era el buldócer en la antigüedad. Tomado de (SALFA, 2018)

Características y Aplicaciones

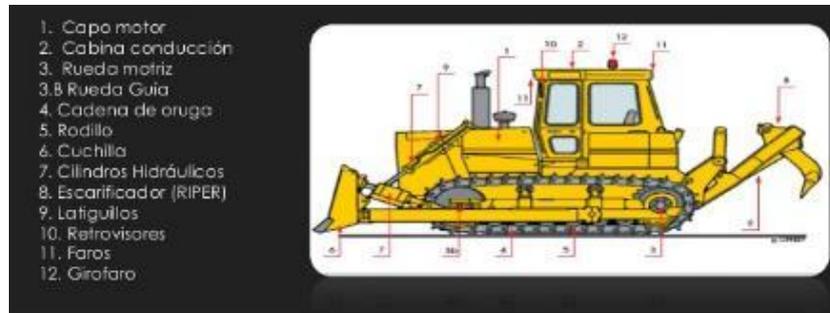
Son máquinas que permiten realizar diferentes trabajos en cuanto a la construcción y minería, ya que tiene la capacidad de roturación de terreno, excavaciones en línea recta, empuje de materiales sueltos, nivelación de pistas, extendido de tierras, rellenos, formación de pilas o remolcar grandes cargas o a otras máquinas. (SALFA, 2018)

Según (SALFA, 2018) Hoy en día el bulldozer tiene múltiples áreas en donde se lo puede aplicar, tales como:

-) La industria de la construcción
-) La industria de la minería
-) Proyectos de construcción de caminos y accesos
-) En proyectos militares
-) Empuje de materiales sueltos
-) Nivelación y recebo de pistas Rellenos
-) Formación de pilas o montones
-) Remolque de grandes cargas
-) Puede limpiar terrenos.

Principales componentes y herramientas del buldócer

Sus componentes son en teoría iguales a los que hallamos en un tractor convencional sea de ruedas o de orugas

Figura 10*Partes del buldócer*

Nota: en la figura mostrada se puede identificar las partes de un buldócer. Tomado de (Partesdeltractor, 2019)

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.4. Escrepas

La historia de las escrepas se remonta desde que el hombre inventó las escrepas de mano que se arrastraba gracias a cualquier medio de potencia, antiguamente el hombre era el que generaba el arrastre, luego se generaron las escrepas de fresno que era tirada por caballos (Gonzalez, 2015)

Figura 11*Escrepas de Fresno*

Nota: en la imagen se puede observar las características que posee una escrepa de fresno. Tomado de (Gonzalez, 2015)

Aplicaciones

Las escrepas son máquinas transportadoras que poseen la capacidad de excavar, auto cargarse, transportar y descargar materiales uniformemente.

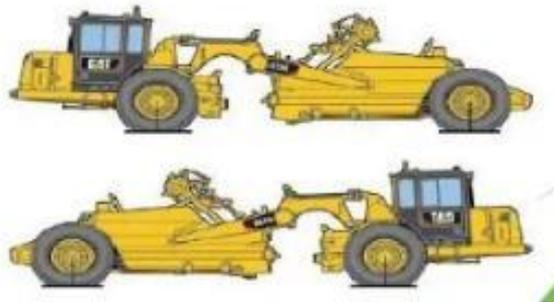
Partes

Pues es una caja montada sobre ruedas neumáticas que poseen un tamaño considerable y presiones bajas, posee una cuchilla frontal que ayuda a la excavación de

terreno e induce el material dentro de la caja mediante una abertura que se sitúa sobre la cuchilla que se controla mediante una compuerta móvil. (Emilio, 2017)

Figura 12

Escrepas



Nota: se puede observar las características de una escrepa. Tomado de (Emilio, 2017)

Las traíllas pueden tener múltiples aplicaciones como las siguientes según (Emilio, 2017):

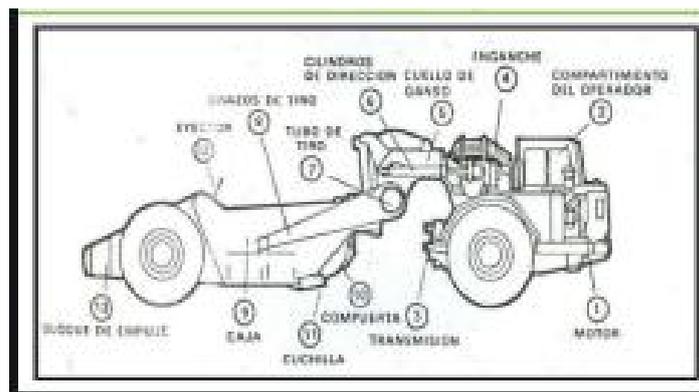
- En la agricultura.
- Como medio de transporte de tierra, para rellenar o igualar un terreno.
- Transporte y mezcla de concreto.
- Arar el suelo.
- Ciclo completo de movimiento de tierras
- Acarreo de bancos de préstamo
- Velación de plataformas

Principales componentes y herramientas de la moto-traílla

Sus componentes son en teoría iguales a los que hallamos en un tractor convencional a ruedas, aumentando los componentes de la traílla que se verán en la Figura 13

Figura 13

Partes de la Escrepa



Nota: en la imagen se puede apreciar las partes principales que posee una escrepa.
Tomado de (Mamani, 2019)

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.5. Motoniveladoras

La primera motoniveladora que se vio fue empujada por caballos en 1 en Estados Unidos, también fue conocida en base a los tractores y fue conocida como modelo 1, ésta máquina tenía 1 toneladas era alimentada por un motor de 1 hp de potencia, años después la motoniveladora ya estaba consolidada en el mercado en 111 se hizo el lanzamiento de una motoniveladora con transmisión mecánica cuyo modelo fue llamado VHK1 y así fueron evolucionando hasta llegar a las motoniveladoras de ahora como la G100 que tiene un peso de 1 toneladas o más, y posee una transmisión de 1 velocidades con motores sustentables. (Transporte Carretero, 2015)

Aplicaciones

Máquina muy versátil usada para mover tierra u otro material suelto. Tiene como función principal nivelar, modelar o dar la pendiente necesaria al material en que trabaja. Se considera como una máquina de terminación superficial. Su versatilidad está dada por los diferentes movimientos de la hoja, como por la serie de accesorios que puede tener. (JusticeMask5419, 2017)

Puede imitar todos los tipos de tractores, pero su diferencia radica en que la motoniveladora es más frágil, ya que no es capaz de aplicar la potencia de movimiento

ni la de corte del tractor. Debido a esto es más utilizada en tareas de acabado o trabajos de precisión. (Alave, 2017)

La motoniveladora es una máquina que se usa en ingeniería civil con el objetivo de nivelar el suelo por medio de movimientos de tierra para evitar que existan surcos, huecos u ondulaciones que podrían afectar la construcción. (EUSTON, 2019)

Figura 14

Motoniveladora



Nota: en la imagen se puede conocer como es una Motoniveladora. Tomado de (EUSTON, 2019)

La motoniveladora es una máquina muy funcional cuando de construcciones nos referimos, su función principal es nivelar, moldear o dar pendiente a los materiales de

tierra que se encuentran en determinado lugar, la construcción de carreteras, caminos, construcción y limpieza de canales y limpiar aludes de tierra en casos de emergencia por condiciones extremas del clima, realiza trabajos de nivelación de terrenos, es capaz de perfilar taludes en terraplenes y desmontes y en cunetas de caminos, con el grado de inclinación que se necesite, esto debido a que la cuchilla central puede ser inclinada a la derecha o izquierda, dependiendo de la necesidad. (EUSTON, 2019)

Según (JusticeMask5419, 2017) La motoniveladora permite:

-) Extender y nivelar materiales sueltos
-) Excavar las cunetas de una carretera, llevando los materiales extraídos hacia el eje de la carretera después de nivelarlos.
-) Regularizar los taludes de una excavación, nivelando los materiales extraídos sobre el fondo.
-) Conservar las pistas seguidas por las máquinas de movimiento de tierra. En arrancar mediante escarificador y eliminar los elementos demasiados gruesos mediante rastrillos para rocas.

Características

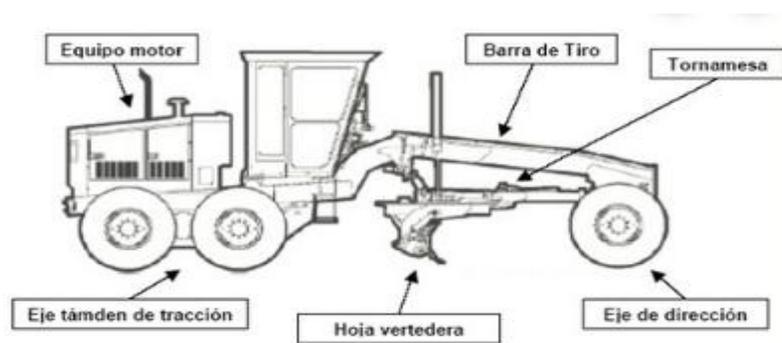
Según (EUSTON, 2019) las principales características

-) Generalmente tienen un motor con potencia de aproximadamente entre 1 a 1 hp.
-) La cuchilla con la que funciona es de un ancho de trabajo de 1,1 m.
-) Cuando tiene dientes traseros escarificadores, éstos pueden llegar a una profundidad de trabajo de 1 cm e incluso más.

Partes de una motoniveladora

Figura 15

Partes de la Motoniveladora



Nota: en la figura mostrada se puede ver las partes principales de una motoniveladora. Tomado de (Arquigrafico, 2019)

Las partes o componentes de la motoniveladora según (EUSTON, 2019) son las siguientes:

-) Pie de la hoja vertedera: es el extremo que se encuentra más próximo a las ruedas delanteras de la máquina.

-) Talón de la hoja vertedera: es el extremo que se encuentra más próximo a las ruedas de la máquina.
-) Giro del círculo: es la parte de la máquina que permite realizar una rotación de 11 grados del círculo para adaptar el ángulo de la hoja al tipo de material. El círculo se apoya en seis puntos por medio de tres placas de fijación y tres zapatas-guía ajustables, para obtener un máximo apoyo del círculo y una mejor distribución de la carga.
-) Bastidor: es el chasis de la máquina que sirve de soporte a las partes que llevan consigo una motoniveladora.
-) Eje delantero: son las ruedas de la parte delantera. En algunas máquinas van unidas al chasis por medio de un pivote y en otras esta unión se presenta en forma rígida.
-) Motor: funciona con diésel y se encuentra localizado en la parte de atrás de las máquinas.

Figura 16

Partes de la motoniveladora



Nota: en la figura se puede observar las partes de una motoniveladora. Tomado de (EUSTON, 2019)

-) Cabina: lugar en donde se ubica el conductor y está localizada en la parte central de la máquina.
-) Barra de tiro: es una viga que se encarga de transmitir el esfuerzo de la tracción del chasis al sistema de la hoja.
-) Hoja: es la cuchilla de la máquina encargada de realizar los cortes y de estar en contacto con el suelo.

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.6. Montacargas

Los montacargas son una versión mejorada de las carretillas de los camiones, las cuales en sus inicios eran de madera.

Con el pasar de los años, muchas compañías han ido innovando los modelos y diseños de los montacargas personalizándolas de acuerdo a su uso y espacio. Así como también por sus tipos de motor y clasificación de acuerdo a la superficie donde van a ser utilizadas. (GMV We Know How , 2019)

Figura 17

Primer Modelo de Montacargas



Nota: se puede observar en la figura de un montacargas en sus inicios. Tomado de (Montasa Honduras, 2016)

Evolución

Como ya es costumbre existió una competencia por idear una cargadora que cumpliera con las expectativas, entre los estados unidos e Inglaterra los fabricantes de equipos de labranza Ransomes, Sims y Jeffries de Ipswich fabricaron su propio montacargas "Stevedoing" tipo "B", "el cual tenía tres ruedas. Mientras que Clark lo llamo "Tructactor" también compuesto de tres ruedas, con una cama plana o una caja de carga descargable en forma manual. Clark Co. lanza el "Duat" de combustión interna con elevador de horquillas, modelo que es propiamente la primera combinación real del montacargas y un camión. Yale Co. también trabajo al mismo tiempo el camión eléctrico de mástil elevado, que incluía una plataforma elevada que tenía la capacidad de

levantar dos toneladas a una altura de 1 cm. Considerándose el primer montacargas que hoy en día ya conocemos. Con el pasar de los años, muchas compañías han ido innovando los modelos y diseños de los montacargas personalizándolas de acuerdo a su uso y espacio. Así como también por sus tipos de motor y clasificación de acuerdo a la superficie donde van a ser utilizadas.” (Montasa Honduras, 2016)

Figura 18

Evolución del montacargas



Nota: en la imagen se puede ver un montacargas con el pasar de los años. Tomado de (Montasa Honduras, 2016)

Con el transcurso de los años al igual que los otros tipos de maquinarias pesadas esta se fue adaptando y modificando hasta adquirir una buena estética sin perder de lado sus funciones principales tal como se puede apreciar en la Figura 19.

Figura 19*Montacargas Actual*

Nota: en la figura se muestra un montacargas en la actualidad. Tomado de (MUTH, 2019)

Aplicaciones

Este tipo de maquinaria es indispensable para elevar cargas de manera rápida y por un solo operador, reduciendo notablemente el esfuerzo y la mano de obra del personal. Esta máquina tiene las siguientes aplicaciones según (Crane and Machinery, 2019)

-) Movimiento de cajas pesadas.
-) Transporte de objetos de gran peso dentro de zonas de poco acceso donde no podría ingresar una máquina de izaje.

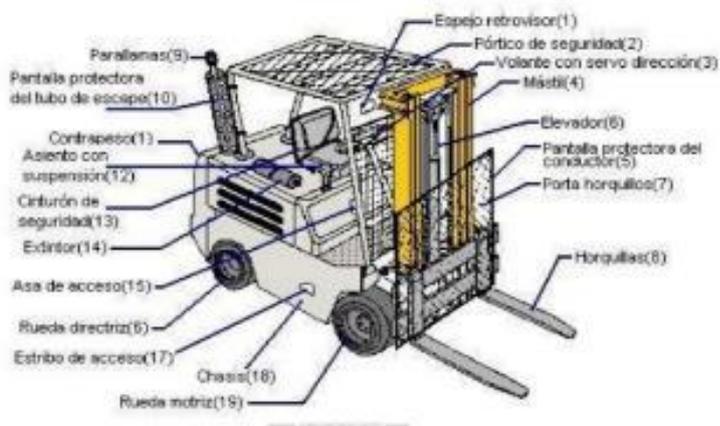
) Carga y descarga en camiones y containers.

(Crane and Machinery, 2019) afirma que “El montacargas es un vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos. Son maquinarias que funcionan con dos pesos que se contraponen entre sí”.

Principales componentes y accesorios del Montacargas

Figura 20

Componentes del montacargas



Nota: se pueden observar las partes de un montacargas en la siguiente imagen.

Tomado de (Crane and Machinery, 2019)

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.7. Cargadora frontal

En la antigüedad se generaron los tractores con un cucharón de carga con la finalidad de manejar materiales livianos, siendo así el primer prototipo del cargador frontal que se tiene hasta la actualidad, el cucharón fue adherido al tractor mediante unos alambres con un cabrestante operado por embragues, para posteriormente ser soltado mediante la gravedad por un mecanismo de trip reléase, así fueron asegurando a los cucharones en 1110s los fabricantes.

Figura 21

Cargadora Frontal Antigua



Nota: en la figura mostrada se puede observar a una cargadora frontal en la antigüedad.
Tomado de (UDocz, 2020)

Evolución

Su historia comienza con los pequeños tractores que se equiparon con un cucharón de carga, con el fin de manejar materiales livianos. Esto se dio en los años de 1920, y serían el indicio de los primeros cargadores frontales. (Frank-16, 2019).

Según (Frank-16, 2019):

“En los 1930s, un número de fabricantes fueron creando pequeños cargadores frontales asegurando los cucharones a los tractores. En Manchester, Inglaterra, E. Boydell & Co. fue uno de los primeros fabricantes documentados del tractor cucharón montado, con la creación del cargador Muir-Hill, un tractor Fordson de 28 caballos de fuerza con un 0.5-yardas cubicas (0.4 m³) de cucharón implementado y controlado por cable.”

En 1939 se logró construir el cargador auto cargable que constaba de una tracción muy sencilla y llantas de goma, con el tiempo se fueron mejorando los sistemas pero siempre manteniendo el mismo principio de funcionamiento, es por este motivo que por la segunda guerra mundial una gran cantidad de fabricantes competían por la producción con mayor calidad de los cargadores frontales pero en este caso ya se utilizaba la tecnología hidráulica, hasta llegar a los tractores de hoy en día que son estándar y bastidor articulado.

Según la aplicación que se le vaya a dar a cada cargadora frontal ésta cuenta con diversos accesorios que facilitan su trabajo.

Figura 22

Cargador Frontal Actual



Nota: en la figura se pueden observar las características de un cargador frontal.
Tomado de (MUTH, 2019)

Aplicaciones

Este tipo de maquinaria es clave para el levantamiento de cargas elevadas de manera rápida y por un solo operador, reduciendo de manera drástica el esfuerzo y la mano de obra del personal.

Esta máquina tiene dos funciones, que son las siguientes:

-) Excavación
-) Nivelación del terreno

Partes del cargador frontal

Los componentes de un cargador frontal son:

-) Cucharón
-) Cuchillas de corte
-) Tren de potencia
-) Cabina
-) Sistema de frenos
-) Sistema hidráulico.

Figura 23

Componentes y Accesorios Del Cargador Frontal CAT 950G



Nota: en la imagen se pueden observar las partes de un cargador frontal. Tomado de (Frank-16, 2019)

Marcas comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

CASE

2.3.8. Aplanadora de rodillos

Evolución

Cuando se realizan construcciones, se requieren algunas máquinas como por ejemplo la aplanadora o compactadora, se caracteriza por ser una máquina muy pesada compuesta por un tractor y un cilindro que se encuentra colocado al frente funcionando como una rueda delantera (EUSTON, 2019)

Figura 24*Rodillo de la Compactadora*

Nota: en la imagen se puede observar cómo es un rodillo de la compactadora. Tomado de (EUSTON, 2019)

Las compactadoras de rodillos tienen forma de tractor que puede rodar mediante unos cilindros pesados que se utilizan para aplanar y allanar los caminos y pavimentos. Por lo general son las más conocidas para construir carreteras o incluso aplanar carreteras es decir se utilizan principalmente en el área de la ingeniería civil.

En la tabla 1 se pueden observar los tipos de rodillos según el trabajo que se va a realizar

Tabla 1*Tipos de Rodillos de Compactadora*

Tipo de rodillo compactador	Impacto	Presión	Vibración	Amasado
Pata de cabra		X		
Pisones	X	X		
Rodillo liso		X		
Rodillo liso vibratorio	X		X	
Rodillo de pistones vibratorio	X		X	
Neumáticos		X		X

Nota: en la tabla se explica los tipos de rodillos de compactadoras y los trabajos a los que se los puede someter. Tomado de (Mamaní, 2020)

Aplicaciones

-) Compactación del terraplen de la base y sub base en carreteras
-) Compactación de acabado, simulación de tráfico en la carpeta asfáltica

Características y Aplicaciones de los rodillos

Rodillos lisos:

Es un cilindro antiguamente de piedra halado por tracción animal, en la actualidad es un cilindro de acero que está regido por un determinado peso que ayuda a la compactación del material a presión, antiguamente eran llevados por un tractor, pero ahora se han podido observar los modelos autopropulsados en la siguiente imagen.

Figura 25

Rodillo Liso de un solo Eje



Nota: en la figura se puede apreciar cómo es un rodillo liso de un solo eje. Tomado de (Mamani, 2019)

Rodillos Especiales con Salientes:

Estos están conformados por un gran tambor de acero provisto de salientes que poseen una dimensión que varía según el fabricante de igual manera su forma, este tambor puede ser hueco y se puede aumentar de peso según las unidades independientes que son impulsadas por un tractor de orugas o autopropulsados, en la antigüedad los rodillos tenían una forma de pata de cabra como en la imagen 26.

Figura 26

Rodillo Pata de Cabra



Nota: en la figura se puede ver un rodillo pata de cabra. Tomado de (Mamani, 2019)

De la misma manera se puede ver que se han realizado cambios en el rodillo. Al ir desarrollándose así formas cónicas o cono que le han ido dando origen a los pistones.

Figura 27

Rodillo de Pistones



Nota: en la figura se muestra como son los rodillos de pistones. Tomado de (Mamani, 2019)

Rodillos Neumáticos

Como se explicó en la tabla 1 los cilindros neumáticos aplican el principio de amasado, para una buena compactación debajo de la superficie. Estos pueden tener dos o tres ejes.

Figura 28

Compactador Neumático de dos Ejes



Nota: existen compactadores neumáticos de dos ejes como se los muestra en la imagen. Tomado de (Mamani, 2019)

Partes de Compactadoras

Figura 29

Partes de la Compactadora



Nota: en la figura se puede observar las principales partes de una compactadora.

Tomado de (Mamani, 2019)

Marcas Comerciales

CATERPILLAR

KOMATSU

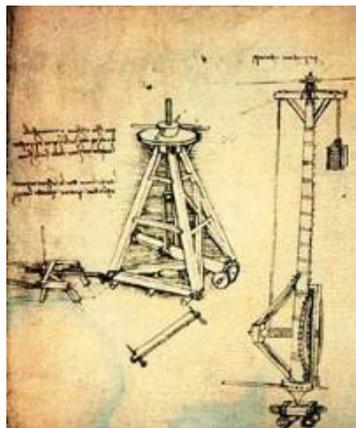
POMAC

2.3.9. Grúas

Antiguamente se utilizaba poleas para las grúas que obligatoriamente debían estar ancladas a contrapesos, mecanismos simples su primera invención fue en la antigua gracia, y eran accionadas mediante animales o el ser humano principalmente. (Junny, 2015)

Figura 30

Principio de Funcionamiento de la Grúa



Nota: en la imagen se puede ver como es el principio de funcionamiento utilizado para poder construir las primeras grúas. Tomado de (Junny, 2015)

Las primeras grúas, que por regla general cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. “Fueron inventadas en la antigua Grecia, accionadas por hombres o animales, principalmente, para la construcción de edificios altos. Los primeros vestigios del uso de las grúas, que se encontraron en dicho lugar en el siglo VI, eran las marcas de pinzas de hierro en los bloques de piedra de los templos. Estas marcas son evidencia, ya que están realizadas en el centro de gravedad de los bloques.” (Grúas Arlin, 2019)

“Actualmente, las grúas, que están sobre todo tipo de transporte, se utilizan para mover un barco, una casa, un piano, a todo tipo de carga pesada. Existen muchos tipos de grúas, cada una adaptada a un propósito específico. Asimismo, los tamaños se extienden desde las más pequeñas grúas de horca, usadas en el interior de los talleres, grúas torres, usadas para construir edificios altos, hasta las grúas flotantes, usadas para construir aparejos de aceite y para rescatar barcos. (Grúas Arlin, 2019)

Figura 31

Grúa



Nota: en el gráfico se puede ver a una grúa ya construida en la actualidad. Tomado de (Blog Llantrac, 2019)

Aplicaciones

Esta maquinaria de gran magnitud puede ser usada en varios ámbitos, pero sobre todo en los siguientes:

- Construcción
- Puertos
- Instalaciones industriales
- Lugares donde sea necesario trasladar grandes cargas.

Principales componentes y accesorios de la Grúa

Sus componentes son en teoría son las siguientes:

- Estabilizadores
- Motor
- Suspensión
- Plataforma base
- Cilindros de elevación
- Pluma telescópica
- Gancho
- Sistema de giro tipo tornamesa

- Poleas
- Gancho
- Chasis Portante
- Plataforma Base
- Corona de Orientación
- Equipo de elevación
- Pluma
- Cabina de mando

Para que se permita el giro de 360° es necesario que la plataforma base que es la que soporta el brazo y la pluma, debe también soportar el equipo de elevación, la cabina de mando y en algunos casos un contrapeso desplazable, se encuentre sobre la corona de orientación que se une con el chasis.

Figura 32

Partes de una Grúa



Nota: en la figura se puede observar una grúa totalmente extendida para poder identificar sus partes. Tomado de (pablo_wp, 2019)

Marcas comerciales

TRACSA

KOMATSU

Link-Belt

2.3.10. Retroexcavadora

Cuando se inventó la draga de la pala también fue la creación de la retroexcavadora siendo su descendiente más pequeño y versátil, esta propuesta fue llevada a cabo en 1835 mediante una maquina propulsada a vapor y montada en carriles para poder movilizarse, utilizando la draga de pala con un movimiento limitado cuya función era excavar el suelo y la roca dura como se la puede observar en la siguiente imagen

Figura 33

Draga de Retro excavación



Nota: en la figura se puede analizar cómo es una draga de retro excavación. Tomado de (IADC, 2020)

Las retroexcavadoras han ido evolucionando poco a poco ya que en un inicio eran como tractores y palas cargadoras hasta lo que han llegado a ser gracias a su avance que ha sido de gran ayuda para la industria.

En los años 50 en Estados Unidos la demanda de construcción de casa incrementó mucho ya que en la segunda guerra mundial y la guerra de Corea se construyeron alrededor de unos diez millones de casas, por este motivo se produjo una gran demanda constructiva para poder incrementar la producción y reducir el tiempo de obra, ya que se puede transportar los residuos de la excavación de una manera más rápida. (Pablo, 2015)

A partir de la primera necesidad la maquina ha ido evolucionando y se ha ido adaptando a las nuevas demandas que van surgiendo a lo largo del tiempo, pues hay nuevos modelos que son todo terreno, posee una tracción mejorada permitiéndole moverse en todo tipo de terrenos con una mayor flotabilidad.

Aplicaciones

Es una maquina cuyo funcionamiento es a base de combustión e hidráulicamente, tiene varias aplicaciones como por ejemplo realizar excavaciones en

todo tipo de terrenos, ya que entierra el cucharón o pala extrayendo la tierra o cualquier tipo de materiales que hayan sido depositados en el suelo y los arrastra.

-) Excavar
-) Es la mejor máquina para excavar taludes verticales por debajo del plano de sustentación de la
-) maquina.
-) Cargar
-) Realizando giros según su eje vertical hacia el volquete que se encuentra detrás de el
-) Girar
-) Desplazar
-) Movilizar y desmovilizar

Partes de una retroexcavadora

Por un lado, la maquina dispone de una pala, cuya función es mover grandes volúmenes de tierras, y por otro lado se puede observar una pala mediante un brazo articulado.

Figura 34

Pala



Nota: en la imagen se puede observar cómo es una pala. Tomado de (Llantatrac, 2016)

Figura 35

Pluma y cucharón



Nota: en la imagen se puede observar cómo es la pluma de una retroexcavadora. Tomado de (frankfigallolizano, 2015)

Las retroexcavadoras poseen un chasis que puede ser montado de dos maneras, la primera es sobre ruedas y la segunda es sobre cadenas, pero los

neumáticos son los más utilizados, lo que les permite brindar una mayor estabilidad a la maquina con respecto al suelo son los gatos hidráulicos.

Figura 36

Chasis de neumáticos y de cadena



Nota: en la imagen se puede observar que existen chasis que pueden ser montados sobre ruedas y sobre cadenas. Tomado de (frankfigallolizano, 2015)

En cuanto a los bastidores se puede hablar, al decir que puede haber 2 tipos que son tipo tornamesa que permiten el giro de 360 grados sobre el plano de sustentación y los que son fijos. Como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 37

Bastidor

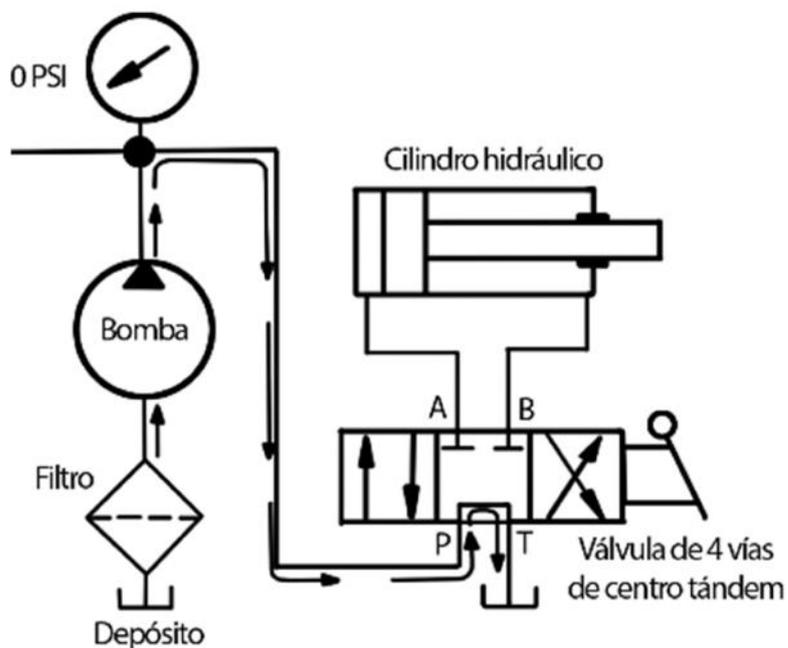


Nota: en la imagen se puede notar que hay dos tipos de bastidores para las retroexcavadoras, uno es de tipo tornamesa y el otro es fijo. Tomado de (frankfigallolizano, 2015)

Figura 38*Retroexcavadora*

Nota: en la imagen se pueden observar las partes de una Retroexcavadora tomado de: (Mamani, 2019)

Para poder realizar una conexión de un circuito hidráulico es importante considerar que hay algunos componentes que son de mucha importancia y conforman el circuito de potencia como por ejemplo un depósito hidráulico, un filtro, una bomba y un motor. Que posteriormente mediante mangueras o tuberías se van a conectar a válvulas que podrán controlar a un cilindro para poder realizar los movimientos o trabajos requeridos por el operador en una retroexcavadora, de los que se hablará detalladamente a continuación. Y se los puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 39*Circuito de potencia*

Nota: en la siguiente imagen se puede apreciar a un circuito hidráulico de potencia y su respectiva conexión hacia las válvulas y cilindros que requiere una retroexcavadora.

Tomado de (Sistemas, 2017)

Depósitos

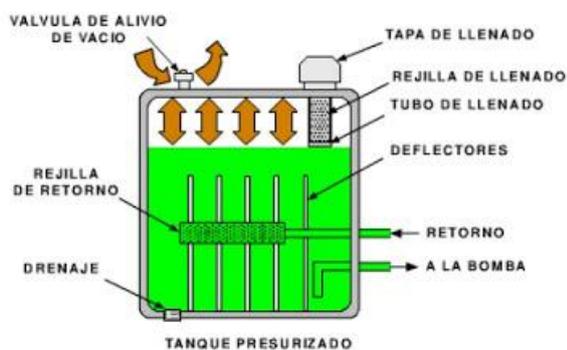
Es importante considerar que el fluido necesita un depósito, su principal funcionamiento es almacenar el fluido, eliminar calor y separar el aire del aceite, existen algunas condiciones que debe presentar un tanque y es la resistencia y capacidad adecuada, no deben dejar ingresar suciedad y existen dos tipos de tanques los que son presurizados y los que no. (Automatización Industrial, 2017)

Tanque Presurizado

La característica principal de este tipo de tanques es estar sellado completamente, la presión atmosférica no debe afectar la presión del tanque, pero si presenta señas de expansión debido al calor que absorbe del aceite que fluye por el sistema mediante la presencia de aire comprimido. Estos tanques poseen una válvula de alivio que es la encargada de evitar el vacío y limitar la presión máxima del tanque. (Automatización Industrial, 2017)

Figura 40

Tanque Presurizado

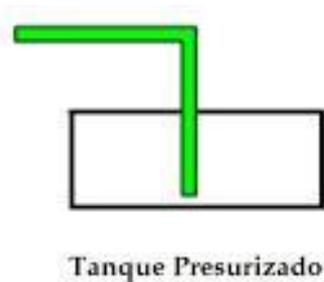


Nota: en la siguiente imagen se puede observar un depósito presurizado y sus componentes. Tomado de (Automatización Industrial, 2017)

Existen algunas normas ISO que son de gran utilidad para poder hacer representaciones de los distintos tipos de tanques por ejemplo el tanque presurizado se lo puede identificar mediante la siguiente simbología.

Figura 41

Simbología de un tanque presurizado



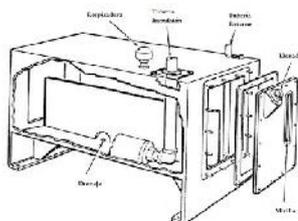
Nota: en la siguiente figura se puede identificar como un tanque presurizado por que el rectángulo está completamente cerrado. Tomado de (ASHM, 2017)

Tanque no presurizado

Tiene una gran diferencia con respecto a los tanques presurizados y es que este posee un respiradero en lugar de la válvula de alivio, que es el que permite que pueda ingresar y salir libremente, ya que el aceite puede fluir libremente gracias a la presión atmosférica generada en la superficie. (Automatización Industrial, 2017)

Figura 42

Tanque no presurizado

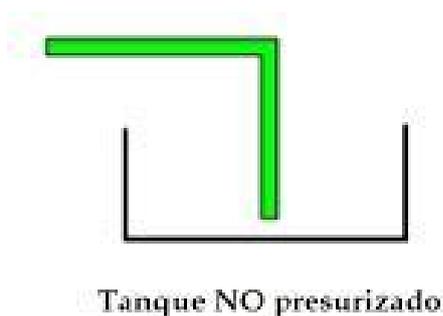


Nota: en la siguiente imagen se puede visualizar a un tanque no presurizado y sus respectivos componentes. Tomado de (Automatización Industrial, 2017)

La norma ISO para poder representar un tanque no presurizado se la puede ver en la siguiente imagen.

Figura 43

Simbología de un tanque no presurizado



Nota: en la siguiente imagen se puede identificar que el tanque no es presurizado debido a que su rectángulo está abierto en la parte superior. Tomado de (Automatización Industrial, 2017)

Adicionalmente se puede identificar otros tipos de simbologías para poder determinar la posición de las mangueras según la conexión.

Figura 44

Simbología de una tubería en la parte superior del depósito



Nota: en la siguiente imagen se puede determinar que la posición de la tubería es en la parte superior del depósito. Tomado de (ASHM, 2017)

Figura 45

Simbología de una tubería en la parte inferior del depósito



Nota: en la siguiente imagen se puede determinar que la posición de la tubería es en la parte inferior del depósito. Tomado de (ASHM, 2017)

El mecanismo de funcionamiento de una retroexcavadora es muy sencillo pero costoso, ya que implica tener una bomba hidráulica que es un dispositivo encargado de transformar energía mecánica es decir torque y velocidad de un motor en energía hidráulica es decir caudal.

Bombas

Según lo escrito por (Solorzano, 2016) “Es importante destacar que una bomba produce movimiento del líquido (caudal), las bombas no generan presión. Se genera el caudal necesario para el desarrollo de la presión en el sistema, la cual es realmente resultado de la resistencia al flujo.” ... por lo tanto se podría decir que la presión que posee un fluido a la salida de la bomba es nula si ésta no se encuentra conectada a un sistema.

Figura 46

Bombas Hidráulicas



Nota: en el gráfico se puede observar cómo es una bomba hidráulica. Tomado de (Ebay, 2020)

Existen algunos tipos de bombas en el mercado como, por ejemplo:

Bombas de Émbolos

Es una bomba de desplazamiento positivo son aquellas que durante muchos años han sido aplicadas en sistemas para generar vacío, tienen un alto desplazamiento volumétrico, con presiones de hasta 100 mbar, es excelente aplicarla cuando se trata de bombear grandes cantidades de gas o vapor, operan a presiones bajas. (Bombas Hidráulicas, 2016)

Figura 47

Bombas de Émbolo



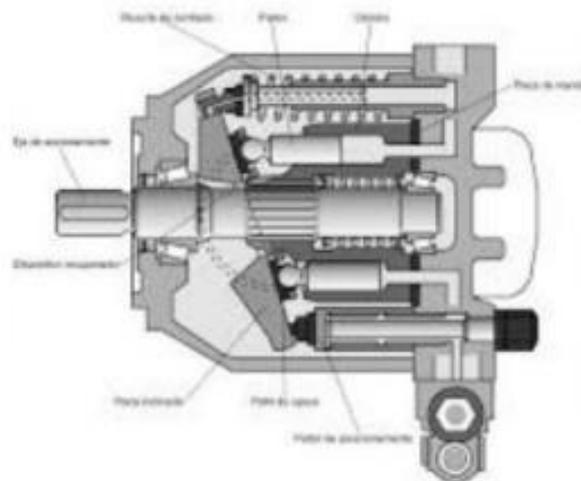
Nota: en la imagen se puede ver la parte interna y externa de una bomba de émbolo.
Tomado de (Bombas Hidráulicas, 2016)

Bomba de Pistón

Son utilizadas por la industria debido a que poseen un alto rendimiento y por qué trabajan a presiones mayores de 2000 lb/plg² o Psi, con una eficiencia volumétrica de 95 a 98 %, (EcuRed, 2016)

Figura 48

Bomba de Pistón



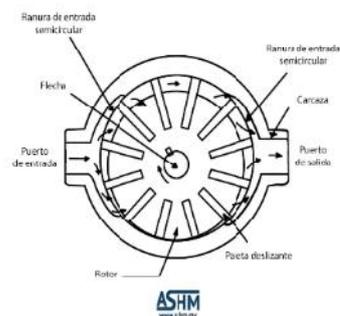
Nota: En el gráfico se puede notar la parte interna de una bomba de pistón. Tomado de (ASHM, 2017)

Bomba de Paletas

Son de gran utilidad ya que permiten regular el volumen de trabajo, tiene un sentido de flujo independiente del sentido de rotación del eje, tiene una alta capacidad de transportar fluidos con un alto nivel de viscosidad. (ASHM, 2017)

Figura 49

Bomba de Paletas



Nota: en la imagen se puede observar la parte interna de una bomba de paletas.
Tomado de (ASHM, 2017)

Bomba de Lóbulos

Son bombas mecánicas, volumétricas y de desplazamiento positivo, tienen un costo mayor, y se recomienda usarlas para fluidos sensibles al efecto del esfuerzo tangencial, tienen una mayor eficiencia volumétrica. (Bombas Hidráulicas, 2016)

Figura 50*Bombas de Lóbulos*

Nota: en la siguiente imagen se puede identificar la parte interna de una bomba de lóbulos. Tomado de (ASHM, 2017)

Bomba de Engranajes

Es un tipo de bomba que se utiliza para bombear aceite de lubricación, son bombas robustas y poseen un caudal fijo, tienen una presión de operación de hasta 250 bar o 3600 psi. A una velocidad de unos 6000 rpm. (Bombas Hidráulicas, 2016)

Figura 51*Bomba de Engranajes*

Nota: en la siguiente figura se puede ver a una bomba de engranajes. Tomado de (Bombas Hidráulicas, 2016)

Bomba Centrífuga:

Es un tipo de bomba que se encarga de transformar la energía mecánica en energía hidráulica, moviendo así el mayor líquido posible. (Fluideco, 2019)

Figura 52

Bomba Centrífuga



Nota: en la siguiente imagen se puede observar a una bomba centrífuga. Tomado de (Fluideco, 2019)

Filtros:

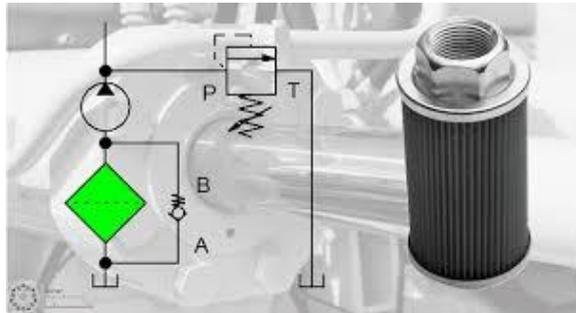
Un filtro es un componente fundamental para que una maquina hidráulica tenga un buen funcionamiento, pues es un sistema utilizado para evitar el ingreso de partículas que puedan contaminar o dañar desgaste o cualquier tipo de daños en la máquina uy preservar la vida útil. Sin embargo, hay algunos tipos de filtros que se pueden utilizar como se los va a ver a continuación.

Filtros en el lado de succión

Son aquellos que se encuentran antes de la bomba hidráulica, pues su principal función es protegerla contra contaminantes nuevos en el fluido. Como se los puede apreciar en la imagen. (Hastings, 2017)

Figura 53

Filtro de succión



Nota: en la siguiente imagen se puede notar como es un filtro de succión y su representación simbólica de color verde dentro del circuito de potencia. Tomado de (Admin, 2017)

Filtros en el lado de presión

Son filtros que se encuentran después de la bomba ya que tienen la finalidad de proteger a los componentes que conforman el circuito como por ejemplo las válvulas. (Hastings, 2017)

Figura 54

Filtro de alta presión



Nota: en la siguiente imagen se puede apreciar como es el filtro de alta presión.
Tomado de (Hidráulica y Neumática S.A., 2019)

Filtros en el lado de retorno

La ubicación de este tipo de filtros se da entre la válvula de control y el depósito del fluido y tiene como principal función limpiar el residuo que se da por el desgaste paulatino de los componentes antes de que el fluido retorne al depósito (Hastings, 2017)

Figura 55

Filtros de retorno



Nota: en el gráfico se puede notar como son los filtros de retorno. Tomado de (por Hidraulica y Neumatica S.A., 2019)

Filtro fuera de línea

Como su nombre lo indica se encuentran fuera del circuito hidráulico, pues se encargan de limpiar el fluido antes de que entre al sistema, mediante la extracción del fluido del depósito a través del filtro y luego retorna. (Hastings, 2017)

Figura 56

Filtro fuera de línea

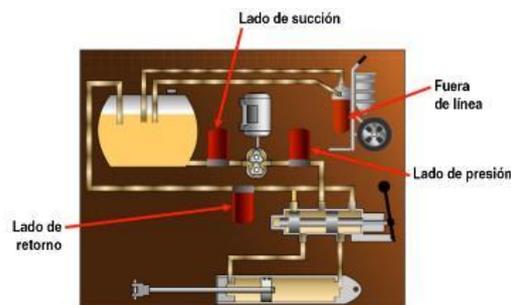


Nota: en la siguiente imagen se puede notar como es el Filtro fuera de línea. Tomado de (EQUILUB, 2021)

En la siguiente imagen se muestra el lugar en el que se debe colocar cada tipo de filtro según su funcionamiento y lo que se requiera para el buen funcionamiento de la máquina. Aunque no es obligatorio poner todos los filtros en el mismo sistema es muy importante protegerlo para poder mantener una mayor vida útil.

Figura 57

Tipos de filtros



Nota: en la imagen se puede observar la posición que debería tener cada filtro según su funcionamiento. Tomado de (Hastings, 2017)

Válvulas

Todo el circuito de potencia del que se habló anteriormente tiene conexión hacia las válvulas hidráulicas comandadas electrónicamente que permitirán el paso del fluido hidráulico hacia los diferentes cilindros, mediante el uso de las cañerías

Sin embargo, es muy importante hablar también de las válvulas electrohidráulicas que una retroexcavadora presenta y es que son aquellas que direccionan el fluido para que se puedan cumplir las órdenes que el conductor envía, *“las válvulas cumplen la función de dirigir, controlar o mantener la presión necesaria de los fluidos para activar cilindros y motores”*. (FINNING CAT, 2020)

Existe algunos tipos de válvulas que dependen mucho sobre su funcionamiento y sobre la estructura que posee como se puede analizar en la tabla 2.

Tabla 2

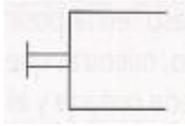
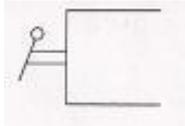
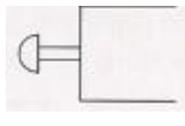
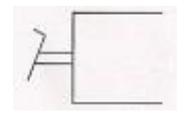
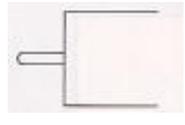
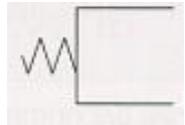
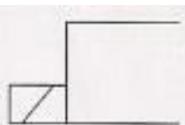
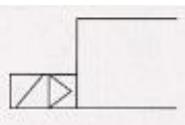
Vías y posiciones de las válvulas

	2 vías	3 vías	4 vías	5 vías
2 posiciones				
3 posiciones	No Existe			

Nota: en la siguiente tabla se puede verificar cuantas vías y posiciones puede tener una válvula P= toma de presión; A y B = conductos de trabajo y R= Salida de escape.
Tomado de (PSAFM02, 2020)

Las válvulas tienen diferentes tipos de accionamientos, su simbología se puede ver en la tabla 3.

Tabla 3*Tipos de accionamiento de las válvulas*

Accionamiento manual			
Manual general		Palanca	
Pulsador		Pedal	
Accionamiento Mecánico			
Pulsador mecánico		Muelle	
Accionamiento eléctrico			
Electroimán		Electroimán servopilotado	

Nota: en la siguiente tabla se puede apreciar los tipos de accionamiento que poseen las válvulas, para poder funcionar de acuerdo a las especificaciones y necesidades del operario. Tomado de (PNEUMATICKS, 2016)

Válvulas distribuidoras

Son aquellas que ayudan a controlar la dirección que debe tomar un fluido, mediante los canales internos llamados vías. (SHI, 2020)

Figura 58

Válvula distribuidora



Nota: en la siguiente imagen se puede apreciar cómo es una Válvula distribuidora. Tomado de (SHI, 2020)

Válvulas de control de flujo

Este tipo de válvulas sirven para poder determinar a qué velocidad va a funcionar un actuador y regular el caudal de un líquido, este tipo de señal que recibe puede ser en base a la cantidad de presión que se detecte o a una señal eléctrica. (SHI, 2020)

Figura 59

Válvula de control de flujo



Nota: en la imagen se puede observar cómo es una válvula control de flujo. Tomado de (SHI, 2020)

Válvulas de presión

Válvulas que normalmente están cerradas, tienen una gran importancia para los cilindros hidráulicos, posee 2 formas de actuar, la primera es actuar como bloqueo o libre de fugas, y la segunda es el frenado por estrangulación. (SHI, 2020)

Figura 60

Válvula reguladora de presión



Nota: en la siguiente imagen se puede ver cómo es una válvula reguladora de presión. Tomado de (Rosales, 2020)

Figura 61*Válvulas electrohidráulicas*

Nota: este tipo de válvulas son encargadas de direccionar el fluido hacia los cilindros.
Tomado de (FINNING CAT, 2020)

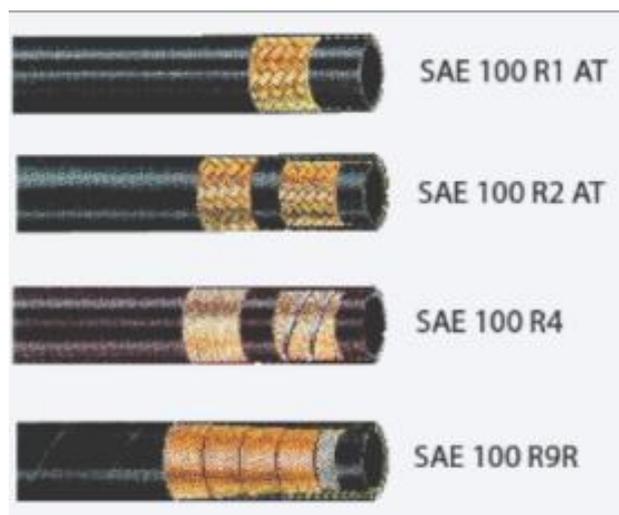
Cañerías

Las mangueras o cañerías son muy importantes para el sistema de una máquina hidráulica, pues son aquellas que transportan el líquido o fluido hacia los componentes, pueden ser de extrema, alta, mediana o baja presión, para ello las mangueras han sido diseñadas con 3 secciones un tubo interno que es por donde se transporta el fluido, este presenta un refuerzo de cable trenzado en la parte exterior es delgado y flexible para mediana presión, de dos alambres o refuerzos de dos trenzas de alambre de acero de alta tensión para alta presión, los de extrema presión son mangueras utilizadas para construcción o maquinaria pesada, y para bajas presiones se usa en sistemas que no pasen de los 300 psi. Y por último un elemento protector que se encarga de aislar y

asegurar la vida útil, ya que las mismas se exponen a factores atmosféricos, productos inflamables etc. (AFA, 2020)

Figura 62

Mangueras Hidráulicas



Nota: en el gráfico se puede ver los diferentes diámetros de las mangueras a usar según las presiones que se requiere en el sistema. Tomado de (Mecalux, 2020)

Los acoples hidráulicos son de gran importancia para completar el sistema hidráulico ya que son especializados en transferir fluido, para ello manejan una presión entre 100 psi y 10000 psi, ya que están disponibles en latón, acero y acero inoxidable. Tienen distintas formas para acomodarse a los movimientos que desea hacer la maquina o su estructura, para evitar roces que puedan romper el sistema y por lo tanto fugas de fluido. (ISM, 2020)

Figura 63

Acoples



Nota: en la imagen se pueden observar diferentes formas en cuanto a los acoples.

Tomado de (Proindustar, 2020)

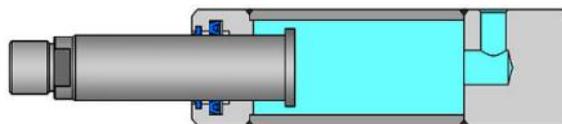
Actuadores

Cilindros de simple efecto

Son mayormente utilizados para trabajos realmente cortos, es aquel que posee una sola entrada de fluido en cualquiera de sus extremos. Son utilizados para la compresión de elementos.

Figura 64

Cilindro de simple efecto



Nota: en la siguiente imagen se puede observar cómo es la parte interna de un cilindro de simple efecto. Tomado de (Cilindros Hidráulicos, 2016)

Cilindro hidráulico de doble efecto

En cuanto a los cilindros que se requieren tanto como para el brazo hidráulico de la pluma y de la pala son de doble efecto, ya que es muy importante que el brazo tenga una ascenso y descenso correcto, esto se logra debido a que tiene 1 entrada de fluido con presión y 1 salida de fluido hacia el depósito para poder extender el brazo; y es importante considerar que la entrada de fluido puede ser su salida y la salida de fluido puede ser su entrada para encoger el mismo, según el movimiento o maniobra que desee hacer el conductor.

Figura 65

Cilindros de una retroexcavadora

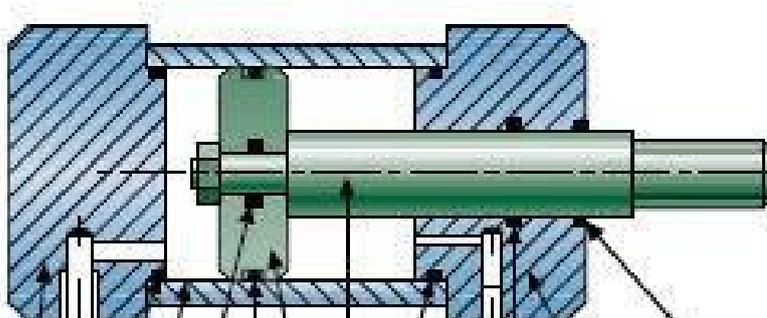


Nota: cilindros de doble efecto, haciendo que el brazo pueda estirarse y encogerse según lo solicitado por el conductor. Tomado de (IMH, 2020)

En la siguiente imagen también se puede mostrar la parte interna de un cilindro doble efecto

Figura 66

Cilindro de doble efecto



Nota: en la siguiente imagen se puede reconocer la parte interna de un cilindro hidráulico doble efecto. Tomado de (Vélez, 2019)

Marcas Comerciales

CATERPILLAR

VOLVO

CASE

CAPÍTULO III

3 Desarrollo del proyecto

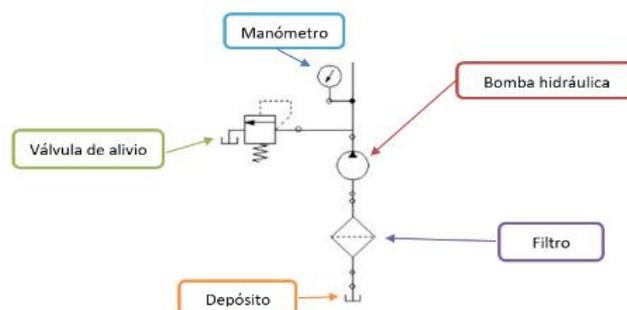
3.1 Diseño del circuito hidráulico de la pluma y pala de la retroexcavadora

Para poder iniciar con el proyecto práctico se realizó una simulación en el programa Automation del sistema hidráulico de la retroexcavadora, en él se encuentran los movimientos de cada parte de las herramientas como la pluma y la pala, con su respectivo accionamiento.

En la siguiente imagen se puede apreciar lo que es el circuito de potencia que se conforma por un depósito, filtro, bomba hidráulica, válvula de alivio y manómetros.

Figura 67

Gráfico del Circuito de Potencia

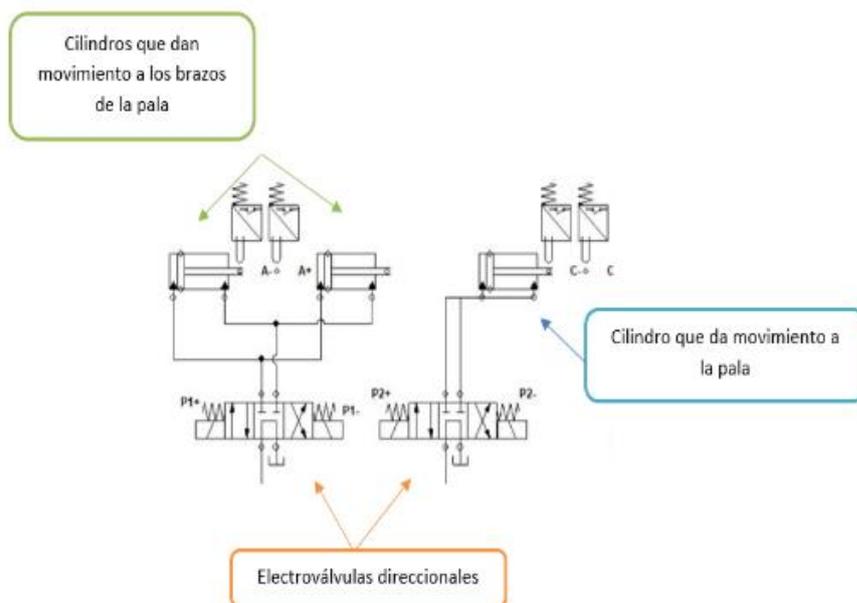


Nota: la siguiente imagen indica los componentes del circuito de potencia de una retroexcavadora simulado en Automation Studio.

Después de realizar el circuito de potencia se realizó la conexión de las respectivas válvulas para poder dar movimiento a los cilindros que se encuentran en la pala. Tomando en cuenta que los dos cilindros que accionan a los brazos de la pala se conectan a la misma electroválvula debido a que su movimiento debe ser el mismo.

Figura 68

Conexión del sistema hidráulico Pala

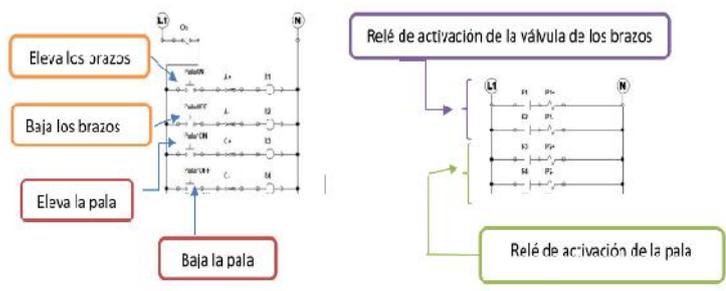


Nota: en la siguiente imagen se puede apreciar cómo está realizada la conexión de la parte hidráulica de la pala.

Los mandos que se presentan a continuación son para poder accionar a la pala para que la misma pueda realizar sus respectivos movimientos de ascenso y descenso.

Figura 69

Mandos de control de la Pala

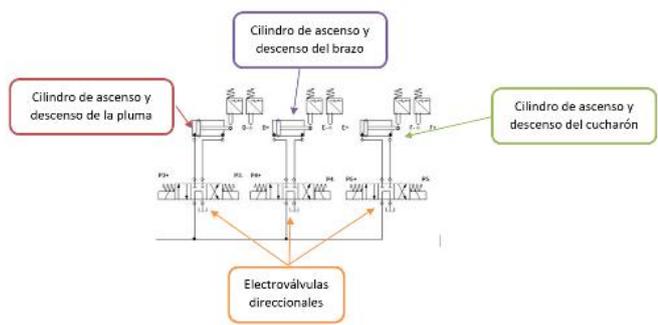


Nota: en la figura mostrada se puede identificar como es el accionamiento de las válvulas direccionales para dar movimiento a la pala mediante los cilindros.

Se realizó también la simulación correspondiente a la pluma de una retroexcavadora, con su respectivo mando de accionamiento.

Figura 70

Circuito de conexiones de la pluma

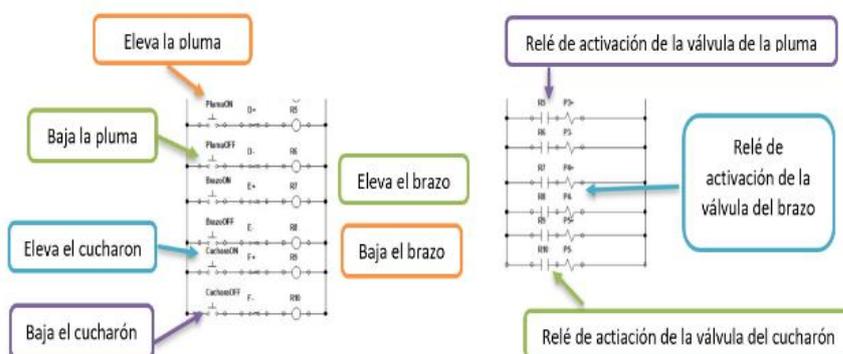


Nota: en la imagen se puede identificar la conexión hidráulica hacia las válvulas que accionarán a los cilindros para los movimientos de la pluma.

También se realizó los mandos de control que accionarán a las válvulas que permitirán el movimiento de la pluma.

Figura 71

Mando de control de la pluma

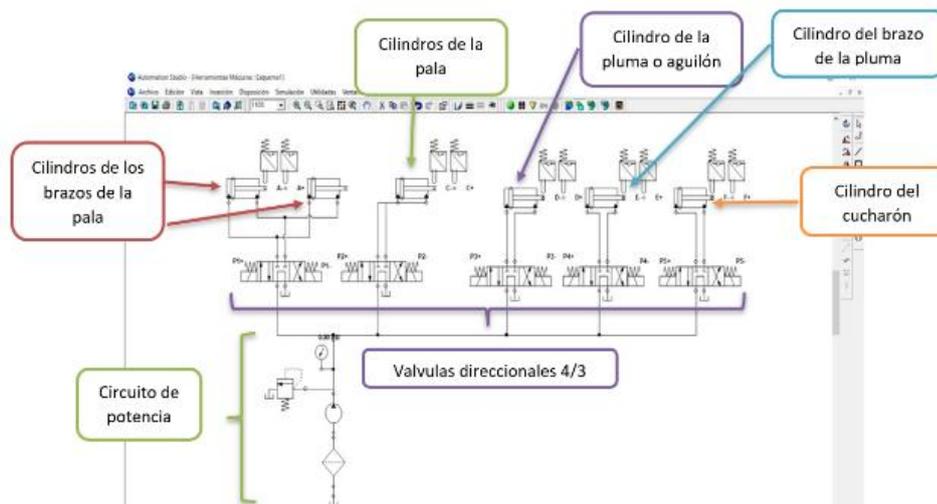


Nota: en la imagen se puede identificar como está realizada la conexión para accionar las válvulas correspondientes a la pluma.

A continuación, se muestra la conexión del circuito de potencia constituido por un depósito, filtro, bomba hidráulica, válvula de alivio, manómetros, cilindros tanto de la pluma como de la pala, y electro válvulas.

Figura 72

Diagrama de conexión de herramientas de la retroexcavadora

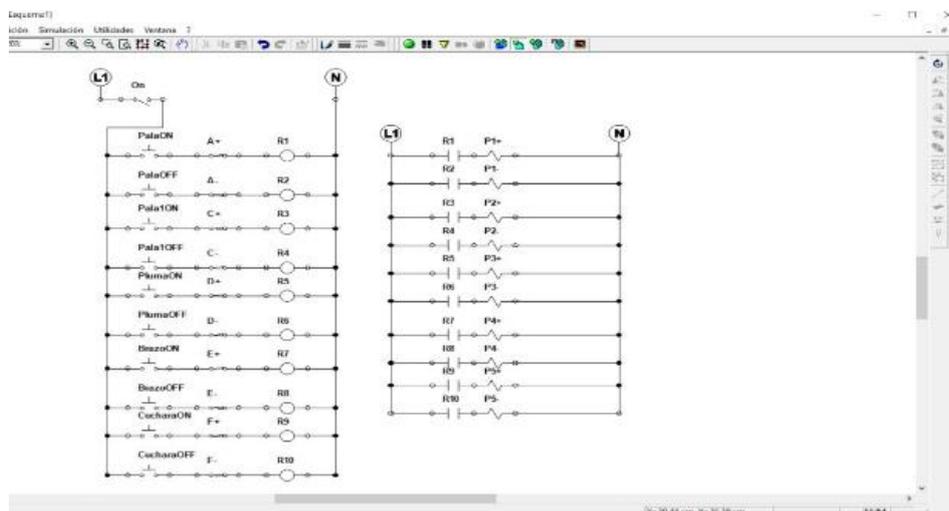


Nota: en la imagen se puede observar cómo se realizó la conexión de los componentes que darán un buen funcionamiento a la retroexcavadora tanto en el programa Automation Studio como en la realidad al armar la máquina.

Posterior a ello se debe tomar en cuenta las conexiones que darán las respectivas señales a las válvulas para que se pueda direccionar el fluido correctamente según los requerimientos del operador, facilitando así los movimientos de la retroexcavadora. Como se muestra en la siguiente imagen, un diagrama completo de los mandos que deben existir.

Figura 73

Conexión de mandos de los componentes.



Nota: en la imagen que se muestra se puede identificar los mandos correspondientes para activar las válvulas que direccionan el fluido a los cilindros, y así tener el control de la maquina según los requerimientos del operador.

3.2. Diseño de las herramientas.

Se utilizó el programa Solidworks para poder realizar los diseños en base a las medidas del bastidor.

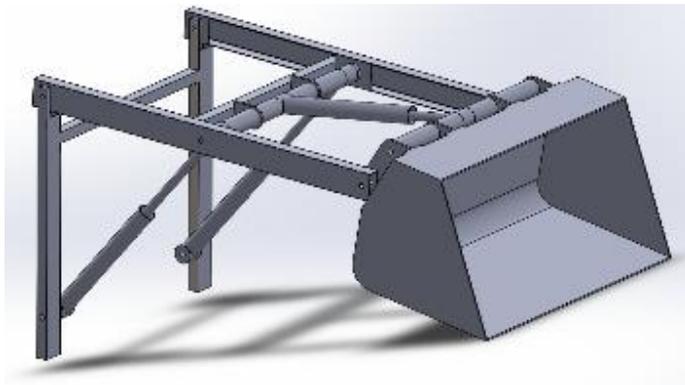
Diseño de la Pala.

Para ello se empezó por la elaboración de la pala, como se puede observar, se dispone de 3 cilindros, 2 de ellos son los encargados del ascenso y descenso de los

brazos, y un cilindro es el encargado de los movimientos de la misma para poder desplazarlo hacia arriba o abajo según los requerimientos del operador.

Figura 74

Diseño de la pala ensamblada



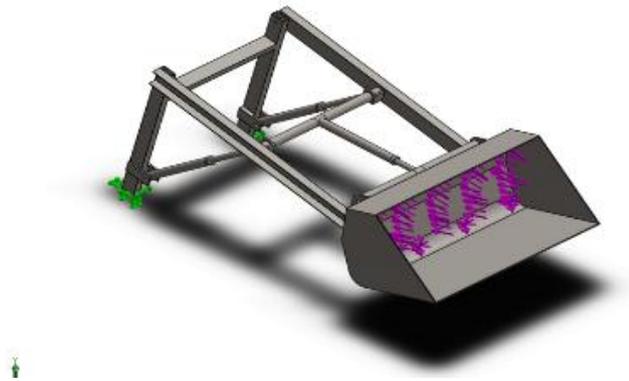
Nota: en la figura mostrada se puede identificar la pala ensamblada totalmente con sus respectivos cilindros, y en el anexo A se puede apreciar en diferentes ángulos la estructura completa.

Así como también se realizó el respectivo análisis de cargas, que se lo puede encontrar en mayor detalle en el anexo B.

En el diseño totalmente ensamblado se agregó los puntos de apoyo o sujeción apreciadas de color verde y las cargas que se encuentran de color morado.

Figura 75

Pala con puntos de sujeción y cargas

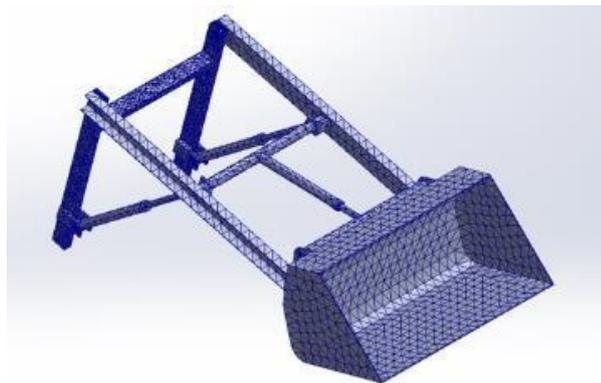


Nota: en la imagen se puede identificar donde están los puntos de sujeción y carga.

Se realizó el proceso de mallado de la estructura

Figura 76

Mallado de la estructura

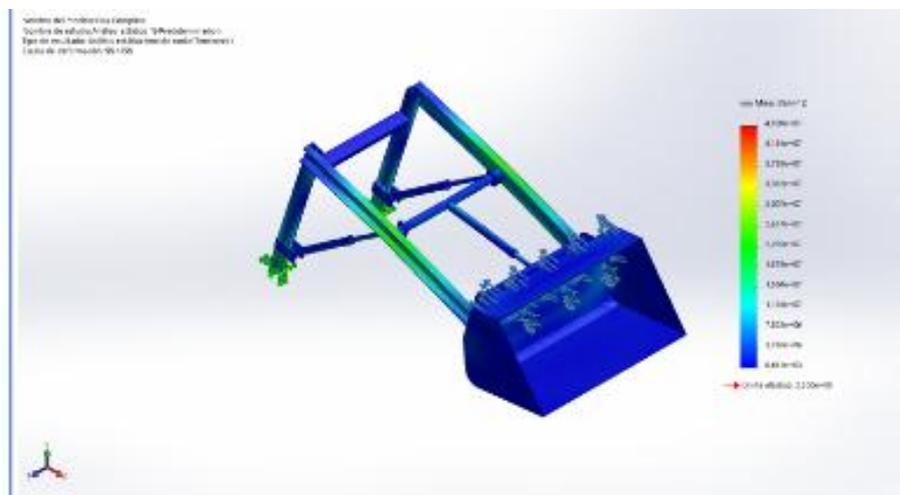


Nota: en la imagen se puede apreciar a la estructura con su respectivo mallado.

Como resultado del análisis se obtuvo resultados de la deformación aplicando el método de Von Mises en el que se pudo determinar un valor mínimo de $8,661e+03$ N/m² y máximo de $4,509e+07$ N/m².

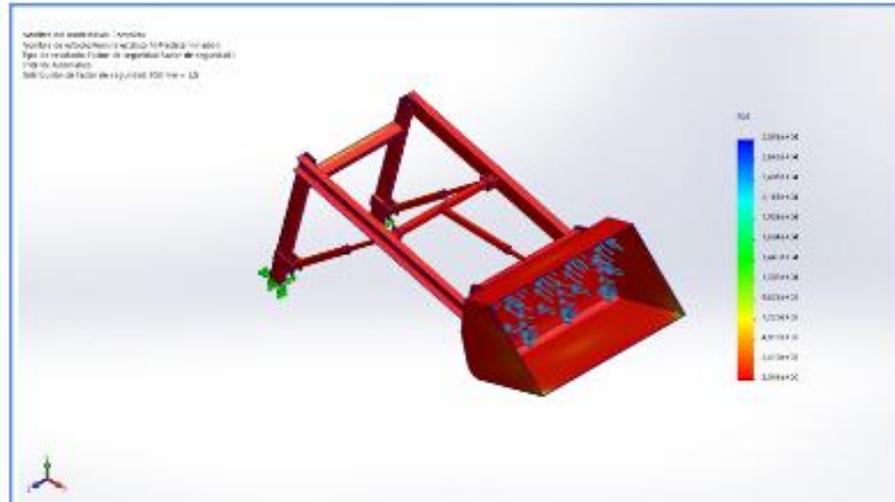
Figura 77

Resultados de la deformación.



Nota: en la imagen se puede identificar el análisis de deformación.

Como resultado del análisis se obtuvo resultados del factor de seguridad el que se pudo determinar un valor de 5,5. Dando una garantía de que el diseño si va a soportar.

Figura 78*Factor de seguridad*

Nota: en la imagen se muestra mediante una coloración los puntos críticos del diseño.

Diseño de la Pluma

También se realizó el diseño de la pluma, éste consiste en 3 partes, cada una con un solo cilindro respectivamente, para sus correspondientes movimientos, como son extender la pluma hidráulica, o encogerla, así como también los movimientos del cucharón. Como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 79*Diseño de la Pluma*

Nota: en la imagen se puede observar el diseño en el programa Solidworks, con sus respectivos cilindros que son los encargados de darle movilidad a la pluma. En el anexo C se puede apreciar los 3 cilindros que conforman la pluma.

Así como también se realizó el respectivo análisis de cargas, que se lo puede encontrar en mayor detalle en el anexo D.

En el diseño totalmente ensamblado se agregó los puntos de apoyo o sujeción apreciadas de color verde y las cargas que se encuentran de color morado.

Figura 80

Puntos de sujeción y apoyo en la pluma



Nota: en la imagen se muestra los puntos de sujeción o apoyo y cargas.

Figura 81

Mallado de la estructura

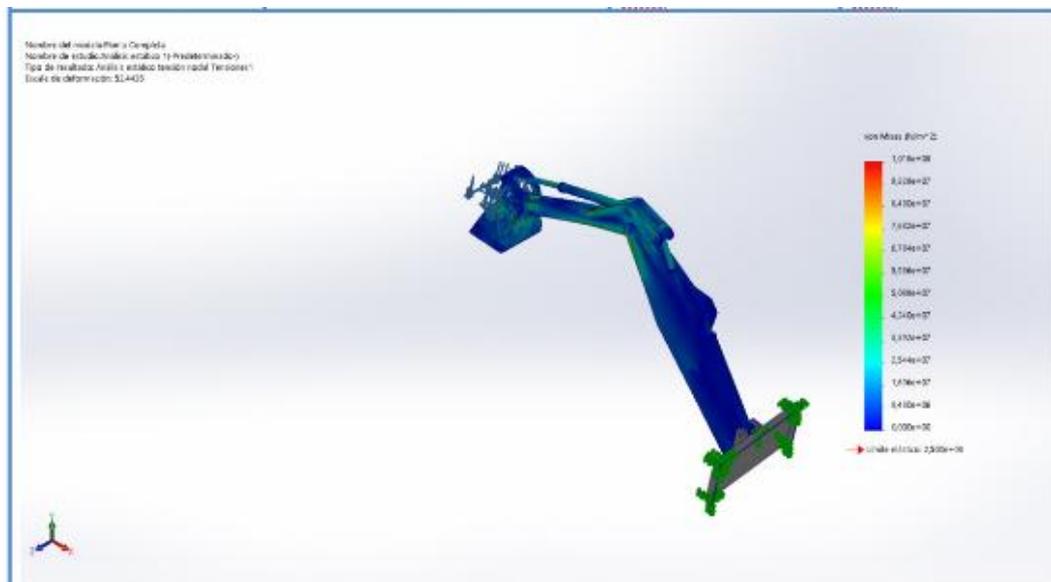


Nota: en la imagen se puede apreciar como la estructura de la pluma tiene el mallado.

Como resultado del análisis se obtuvo resultados de la deformación aplicando el método de Von Mises en el que se pudo determinar un valor mínimo de $0,000e+00$ N/m² y máximo de $1,018e+08$ N/m².

Figura 82

Análisis estático

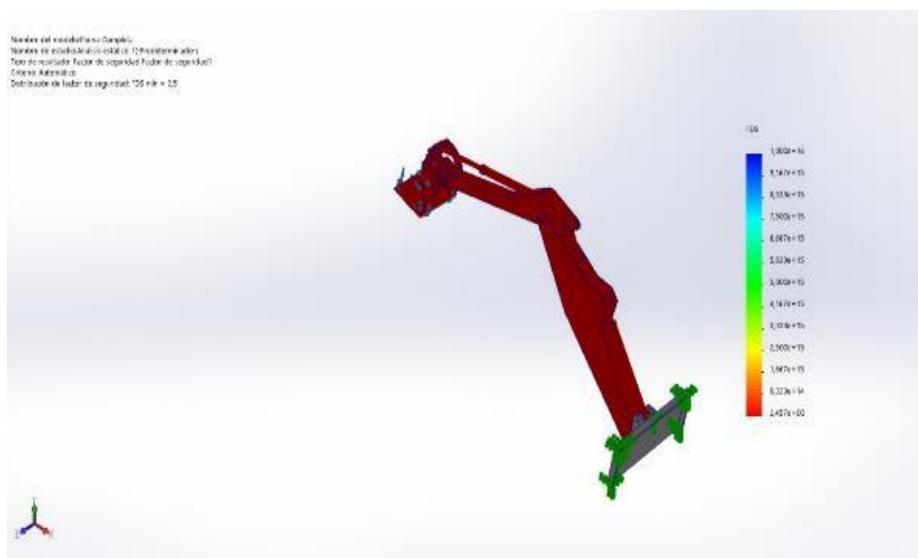


Nota: en la imagen mostrada se puede identificar el respectivo análisis de deformación.

Como resultado del análisis se obtuvo resultados del factor de seguridad el que se pudo determinar un valor de 2,5. Dando una garantía de que el diseño si va a soportar.

Figura 83

Factor de seguridad



Nota: en la imagen se muestra mediante una coloración los puntos críticos del diseño.

3.3. Construcción de herramientas

Lo principal para poder empezar con la construcción de las herramientas se requiere del material ASTM A36 Acero, con el que fueron diseñadas y sometidas a carga, y así poder determinar que pueden soportar esfuerzos y proporcionar un buen funcionamiento, para lo cual se adquirió planchas de Acero para ser cortados con láser según el diseño, como se puede apreciar en la imagen 84, mientras que en la figura 85 se puede verificar la preparación del material al separar los residuos del corte, antes de ensamblarlos en el proceso de soldadura.

Figura 84

Planchas de acero



Nota: en la imagen se puede observar las planchas de acero cortadas para poder ensamblarlas.

Figura 85

Preparación del material antes de ensamblar.



Nota: en la imagen se puede ver como se retira los residuos de material provocados por el corte a laser

El siguiente proceso para poder seguir armando a las herramientas es cuadrarlas, para poder soldarlas correctamente y que mantengan la misma distancia entre sus extremos.

Figura 86

Ensamble de los brazos de la pluma



Nota: en la imagen se muestra cómo se fue realizando la construcción de los brazos de la pluma, tomando en cuenta que debe quedar la misma distancia en sus extremos según la medida de los planos que se los puede encontrar en el anexo E.

Para la construcción del brazo de la pluma se debe tomar en cuenta el mismo procedimiento detallado anteriormente, también siguiendo las medidas

correspondientes a los planos, y probándolas paulatinamente para que sus puntos de anclaje vayan coincidiendo.

Figura 87

Puntos de anclaje



Nota: en la imagen se puede observar cómo se van a unir los brazos que pertenecen a la pluma.

Finalmente se da la construcción del cucharón, para poder terminar de hacer el ensamble total.

Figura 88

Construcción del cucharón



Nota: en la imagen se puede ver a las láminas cortadas a medida de los planos, antes de poner los puntos de suelda.

Una vez construidas todas las partes de la pluma, se procede a armarlas en la estructura del bastidor de la retroexcavadora.

Figura 89

Construcción de la pluma



Nota: en la imagen se muestra los componentes de la pluma en proceso de ensamble al bastidor.

Se realizo la construcción de los cilindros, para poder ir armado paulatinamente al brazo hidráulico, según diseño.

Figura 90

Cilindros



Nota: se puede observar los cilindros cuya vista a detalle y medidas se pueden apreciar en el anexo F.

Se coloca los cilindros en el brazo hidráulico a medida que se lo va armando, a para así centrarlo y poner sus respectivos bujes en los puntos de anclaje.

Figura 91

Pluma y cilindros ensamblados



Nota: en la imagen se puede observar la pluma hidráulica ya ensamblada con sus respectivos cilindros.

Figura 92

Diseño y construcción de la pluma



Nota: en la imagen se pude mostrar el diseño en Solidworks y el ensamble físico.

Para la construcción de la pala en la parte delantera de la retroexcavadora se realizó en tubo de acero tipo C que va a ser el que cumple la función de brazos que sostendrán a la pala. Para ello se realizó los puntos de soporte hacia el bastidor, mediante el uso de la fresadora. Como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 93

Puntos de sujeción



Nota: en la imagen se muestra las perforaciones de los puntos de sujeción hacia la estructura, soporte de la pala y cilindros.

Una vez realizados los puntos de anclaje se confirmó que los dos brazos estén a la misma altura con el nivel del suelo de acuerdo a las medidas de los planos realizados que se pueden encontrar en el anexo H.

Figura 94

Alineación de los brazos



Nota: en la imagen se ve cómo se anclaron los brazos.

Se ensambló la parte de la pala con sus respectivos puntos de suelda y puntos de anclaje hacia los brazos.

Figura 95

Puntos de anclaje de la pala



Nota: en la imagen se identifica los puntos de anclaje de la pala.

Para poder empezar a unir los componentes de la pala se debe cuadrar los puntos de sujeción.

Figura 96

Componentes de la pala



Nota: en la figura se puede identificar los componentes de la pala, como son 3 cilindros, y los respectivos puntos de sujeción antes de ser unidos totalmente mediante bujes.

Figura 97*Fijación de los soportes*

Nota: se puede verificar que la pala al construirse presenta puntos de apoyo para reforzar el anclaje de los cilindros.

Una vez ensambladas las herramientas de la retroexcavadora, se procede debe seleccionar y colocar los componentes que forman parte del sistema hidráulico de la máquina, como por ejemplo válvulas direccionales, bomba, depósito, y mangueras que se conectan desde las válvulas a los cilindros.

3.4. Diseño del tanque.

Para poder realizar el diseño del tanque se empieza por determinar el área de las mangueras hidráulicas SAE100R2 para lo cual se puede revisar las especificaciones correspondientes en el anexo G.

$$E \quad \text{ÓN 1; } A = \pi * r^2 \text{ (LANCIONI)}$$

Pag 47.

$$S. \quad 100R2 = 9.5 \text{ m}$$

$$A = 3,1416 * 9.5^2 m$$

$$A = 283.53 \text{ m}^2$$

Como se puede determinar en la Ecuación 1 se obtuvo un Área de la manguera SAE100R2 de $A= 283,53 \text{ mm}^2$ y se procede a realizar los cálculos del volumen del fluido mediante la ecuación 2 que se muestra a continuación, considerando para la altura de la fórmula los 14 m de manguera utilizada en la construcción del sistema.

$$E \quad \text{ÓN 2; } V = (A * h) \text{ (RANALD V, 1963)}$$

pág.96-132

$$V = (283,53 \text{ m}^2 * 14000 \text{ m})$$

$$V = 3969441.6 \text{ m}^3$$

Cómo se puede apreciar en el cálculo del volumen del fluido de la manguera SAE100R2, se obtuvo un valor de 3969441.6 mm^3 , conociendo mencionado dato se procede a transfórmalo a galones.

$$V = 3969441,6 \text{ m}^3 * \frac{(1\text{c})^3}{(10\text{m})^3} * \frac{1 \text{ li}}{1000\text{c}^3}$$

$$V = 3,9 \text{ li} \quad * \frac{1 \text{ g}}{3,7 \text{ li}}$$

$$V = 1,0 \text{ g}$$

Al utilizar la ecuación 3 se pudo determinar un valor de 1,04 galones, a continuación, se realizarán los cálculos de la cantidad de fluido que se necesita en los cilindros, puesto que todos los cilindros son iguales se calculará una vez y se multiplicará por 6, se considera un radio de 15 mm y una carrera de cada cilindro de 450 mm.

$$A = \pi * r^2$$

$$A = 3,1416 * 15^2 m$$

$$A = 706,86 \text{ m}^2$$

$$V = (706,86 \text{ m}^2 * 450 \text{ m})$$

$$V = 318087 \text{ m}^3$$

$$V = 318087 \text{ m}^3 * \frac{(1 \text{ c})^3}{(10 \text{ m})^3} * \frac{1 \text{ li}}{1000 \text{ c}^3}$$

$$V = 0,3 \text{ li} \quad * \frac{1 \text{ g}}{3,7 \text{ li}}$$

$$V = 0,0 \text{ g}$$

$$V_{\text{ti}} = 0,0 \text{ g} * 6$$

$$V_{ti} = 0,5 \text{ g}$$

En función a los parámetros anteriores se determina que se necesitan 1,54 galones de fluido para el movimiento de las herramientas, mismo valor al que se le agrega el valor del factor de seguridad de 1.35 como lo afirma (RANALD V, 1963), mediante la ecuación 4 que se detalla a continuación.

$$E \quad \text{ÓN 4 } V_3 = V + S. \text{ (RANALD V, 1963)}$$

pág.96-132

$$V_3 = 1,54 * S$$

$$V_3 = 1,54 \text{ g} \quad * 1,35$$

$$V_3 = 2,0 \text{ g}$$

Como resultado de la ecuación se puede determinar que se necesita una reserva de 2.08 galones.

3.5. Selección de elementos

3.5.1. Selección de la bomba

Como se conoce ya la función de una bomba hidráulica es proporcionar caudal mas no presión a un sistema. Es aquella que transforma la energía mecánica en energía hidráulica, facilitando mucho la operación de la máquina.

Tabla 4

Selección de bomba

BOMBAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
BOMBA DE ENGRANAJES	<ul style="list-style-type: none"> - Buena capacidad de auto encebado. - Vida útil prolongada - Bajo costo - Trabaja a ralentí. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta presión de procesamiento. - Ruido - Soporta cualquier densidad o viscosidad de fluido.
BOMBA DE LÓBULOS	<ul style="list-style-type: none"> - Alto rango de presión - Funcionamiento estable - Funciona con fluidos de gran viscosidad - Rápido mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Es de operación manual - Costo mayor
BOMBA DE PALETA	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de mantenimiento - Larga vida útil - Elevado rendimiento volumétrico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentan una mayor posibilidad de fugas. - Necesitan más paletas para disminuir las fugas.

Se examinó a 3 tipos de bombas y se determinó que la bomba de engranajes es la más apta para trabajar en la retroexcavadora, debido a que tiene la capacidad de trabajar a ralentí, tiene un bajo costo, es más comercial, buena capacidad de auto encebado, y tuene una vida útil prolongada, así como también es adaptable a distintos grados de viscosidad, para mantener su buen funcionamiento.

3.5.2. Selección de mangueras hidráulicas

Como se analizó en el capítulo anterior hay algunos tipos de mangueras que pueden ser de gran ayuda para el buen funcionamiento del sistema, pero solo se considera entre 2 opciones que son las más aptas, para ello en la siguiente tabla se analizan más a detalle las ventajas y desventajas que poseen.

Tabla 5

Selección de manqueras hidráulicas

MANGUERAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SAE100R2	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un doble refuerzo de cable trenzado de alambre de acero para altas presiones. - Soporta presiones de hasta 4785 psi 	- Mayor costo

MANGUERAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SAE100R1	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene refuerzos de cable trenzado. - Soporta medianas presiones, 	<ul style="list-style-type: none"> - El cable trenzado que presenta es muy delgado - No soporta elevadas presiones.

En la tabla 5 se puede apreciar lo conveniente que es utilizar la manguera con descripción **SAE100R2** de 3/8 debido a que soporta presiones de hasta 4785 psi.

3.5.3. Selección de válvulas eléctricas

Para poder seleccionar las válvulas es importante considerar que cualquiera que se elija debe tener mandos electrónicos, en la tabla 6 se nombran algunos tipos de válvulas que se podrían utilizar para el sistema.

Tabla 6

Selección de Válvulas

VÁLVULAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Válvula de control de flujo	Encargadas de determinar la velocidad de funcionamiento	Mayor costo Mayor costo de mantenimiento.

VÁLVULAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	La presión es directamente proporcional a la señal	
Válvula distribuidora	Controlan la dirección del fluido	Son más fáciles de conseguir. Menor costo de mantenimiento
Válvula de presión	Actúan como bloqueo o frenado.	Menor precio de mantenimiento.

La ayuda que nos brinda una válvula por accionamiento electrónico que sea proporcional es muy importante ya que se debe considerar que las herramientas deben tener una movilidad adecuada para satisfacer las necesidades del operador, ya que la señal que reciben es la que determina la cantidad de presión. Es importante determinar que las válvulas que se seleccionaron deben ser de 4 vías y 3 posiciones, para mantener la posición de las herramientas sin problemas.

3.6. Montaje de elementos seleccionados

3.6.1. Montaje de bomba

Se realizó los respectivos soportes para poder anclar la bomba en el volante de inercia, como se puede identificar en la imagen, se requirió de un soporte con engranajes internos elaborados mediante la fresadora.

Figura 98

Soporte para bomba hidráulica



Nota: en la imagen se puede ver como se realizó el proceso de ranurado interno.

3.6.2. Montaje de válvulas

En la imagen se puede observar el tipo de válvulas que se seleccionó, y posteriormente se colocó en los soportes realizados con anterioridad.

Figura 99

Válvulas 4/3



Nota: en la imagen se observa a la válvula colocada en sus puntos de anclaje correspondientes.

3.6.3. Montaje de mangueras hidráulicas.

Las mangueras fueron conectadas desde las válvulas hacia los cilindros como se puede apreciar en las figuras 100 para los componentes que conforman la pala hidráulica, figura 101 para los componentes que conforman la pluma hidráulica, y figura 102 para observar las herramientas tanto pluma como pala con todas las mangueras ya instaladas correctamente.

Figura 100*Estructura de la Pala*

Nota: en la imagen se puede ver a la pala totalmente ensamblada y también las mangueras que son las encargadas de llevar el líquido hacia los cilindros.

Figura 101*Estructura de la Pluma*

Nota: en la imagen se puede apreciar los componentes de la pluma, y las mangueras responsables de llevar el fluido hacia los cilindros.

Figura 102

Herramientas ensambladas totalmente en el Bastidor



Nota: en la figura se puede identificar a las herramientas colocadas sobre el bastidor con todos los componentes hidráulicos.

CAPÍTULO IV

4 Prueba de funcionamiento

4.1 Prueba de funcionamiento de las válvulas hidráulicas.

Una vez colocado el sistema hidráulico de las herramientas, se realiza la prueba de funcionamiento de las válvulas proporcionales, y, se pudo determinar si reciben la potencia de la bomba, considerando que

El tipo de válvula que se colocó en el sistema es de 4 vías y 3 posiciones.

-) **Direccionamiento 1:** Cuando el joystick manda un voltaje de señal para que la válvula tenga su movimiento, proporcionando movimiento a los cilindros y consecuentemente a las herramientas.

-) **Neutral:** cuando el Joystick envía una señal la válvula se cierra y no permite el paso.

-) **Direccionamiento 2:** Cuando el joystick manda un voltaje de señal para que la válvula tenga su movimiento, proporcionando un movimiento contrario a los cilindros y consecuentemente a las herramientas.

Figura 103

Prueba de válvulas



Nota: La imagen muestra parte de las herramientas realizando su trabajo, lo que demuestra un correcto funcionamiento de las válvulas, en sus 3 posiciones mencionadas.

4.2 Prueba de funcionamiento de la bomba

La bomba es la encargada de recibir una energía mecánica y transformarla en energía hidráulica, en este caso quien proporciona la energía mecánica es un motor

Toyota 2k y quien recibe la energía son los actuadores, en este caso los cilindros, mediante las válvulas.

Figura 104

Prueba de bomba hidráulica doble cámara.



Nota: La fotografía muestra la bomba y sus respectivas conexiones en el sistema hidráulico, para poder realizar su análisis.

4.3 Prueba de funcionamiento de herramientas

Para su análisis de funcionamiento, se realizó los movimientos que deberían tener las herramientas, como son ascenso y descenso. Como se puede ver en las imágenes 103 y 104.

Figura 105

Pala en ascenso y en descenso



Nota: en la imagen se puede apreciar los movimientos que realiza la retroexcavadora tanto en ascenso como en descenso.

Figura 106

Ascenso y descenso de la pluma



Nota: en la imagen se puede observar los movimientos que presenta el brazo hidráulico, (pluma), tanto en el ascenso como en el descenso.

CAPÍTULO V

5 Marco administrativo

5.1 Recursos humanos

En la tabla 7 se puede identificar a los colaboradores en el desarrollo del proyecto de titulación, así como también su respectivo aporte.

Tabla 7

Recursos humanos

NOMBRES	APORTE
Martinez Torres Carolina Elizabeth	Diseño, Simulación, Construcción y elaboración del proyecto
Ing. León Almeida Jaime	Director y supervisor general de tesis
Tec. Rocha Miguel	Construcción de herramientas.

5.2 Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos que pudieron facilitar la elaboración del proyecto de titulación, para la parte escrita y práctica, se detallan a continuación en la tabla 8.

Tabla 8*Recursos Tecnológicos*

Orden	Recursos Tecnológicos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Microsoft Office	1	\$100.00	\$100.00
2	Automation Studio	1	\$30.00	\$30.00
3	Solidworks Estudiantil	1	\$0.00	\$0.00
			Total:	\$130.00

5.3 Recursos materiales

Como elementos físicos utilizados se detallan con sus respectivos valores en la tabla 9.

Tabla 9*Recursos Materiales*

Orden	Recursos Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Bomba Hidráulica	1	\$150.00	\$150.00
2	Válvula proporcional 4/3	1	\$160.00	\$120.00
3	Mangueras	14	\$8.00	\$112.00
4	Acoples	10	\$3.50	\$35.00

Orden	Recursos Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
5	Tanque	1	\$50.00	\$50.00
6	Filtro	1	\$3.00	\$3.00
7	Oxicorte	18	\$00.00	\$500.00
8	Manufactura de Cilindros	6	\$90.00	\$540.00
9	Suelda		\$00.00	\$50.00
			Total:	\$1560.00

5.4 Presupuesto

Una vez considerados los recursos que ayudaron a hacer posible el proyecto de titulación, se consigue un presupuesto más real que se detalla a continuación en la tabla 10

Tabla 10

Presupuesto

Orden	Recurso	Valor Total
1	Recursos Tecnológicos	\$130.00
2	Recursos Materiales	\$1560.00
3	Imprevistos	\$100.00
Total:		\$1790.00

Conclusiones

- J Se implementó una pala y una pluma hidráulicas en un banco de entrenamiento de maquinaria pesada para la carrera de tecnología en mecánica automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- J Se realizó una investigación bibliográfica del sistema hidráulico que se requiere para la implementación de una pluma y una pala para un banco de mantenimiento de maquinaria pesada.
- J Se dimensionó las componentes de una pala y pluma hidráulica a escala, en base a las investigaciones bibliográficas, para poder seleccionar el tipo de componentes que van a utilizar para su construcción.
- J Se implementó el sistema hidráulico en cuanto a la pluma y pala en un banco de mantenimiento de maquinaria pesada con su respectiva guía de funcionamiento y mantenimiento.

Recomendaciones

-) Es importante considerar que el mantenimiento de la parte hidráulica se debe realizar cada 1000 horas de uso, para poder preservar la vida útil de los componentes del banco de entrenamiento.
-) Se recomienda no sobre cargar el peso recomendado en el análisis de cargas que corresponde a cada herramienta, debido a que la maquina fue diseñada como un banco didáctico, que simula los movimientos de una máquina real, mas no para trabajo pesado.
-) Se debe tomar en cuenta que el sistema hidráulico esté despresurizado para poder realizar mantenimientos o purgado del fluido.

Bibliografía

- Admin. (6 de Marzo de 2017). *Hidráulica y Neumática*. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de Hidráulica y Neumática:
<https://www.hidraulicaneumatica.com/2017/03/06/filtros-hidraulicos-succion/>
- AFA. (2020). *Mangueras Hidráulicas*. Recuperado el 28 de Junio de 2020, de Mangueras Hidráulicas: <http://mangueraflexarg.com.ar/mangueras-hidraulicas.html#:~:text=Estas%20mangueras%20hidr%C3%A1ulicas%20de%20alta,interior%20del%20correspondiente%20equipamiento%20hidr%C3%A1ulico.>
- Alave, G. D. (25 de Noviembre de 2017). *slideshare*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2019, de slideshare: <https://es.slideshare.net/giovannidanielcastroalave/que-es-la-motoniveladora>
- Aquiles, S. (20 de Junio de 2019). *Universidad Técnica de Ambato - Tesis, Repositorio*. Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de Universidad Técnica de Ambato - Tesis, Repositorio:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1301/1/Tesis%20I.%20M.%20106%20-%20Reyes%20Romo%20Aquiles%20Santiago.pdf>
- Arquigrafico. (2019). *Arquitectura, Ingeniería y Decoración*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2019, de Arquitectura, Ingeniería y Decoración:
<https://arquigrafico.com/maquinarias-de-construccion-la-motoniveladora/>
- ASHM. (24 de Julio de 2017). *Aceros y Sistemas Hidráulicos*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de Aceros y Sistemas Hidráulicos:
<http://www.ashm.mx/blog/bombas-hidraulicas-de-paletas/>
- Automatización Industrial. (15 de Junio de 2017). *Neumática, Hidráulica, MicroControladores y Autómatas*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de Neumática, Hidráulica, MicroControladores y Autómatas: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2011/06/deposito-hidraulicos.html#:~:text=Dep%C3%B3sito%20Hidr%C3%A1ulico%20presurizado,Los%20dos%20tipos%20principales%20de%20tanques%20hidr%C3%A1ulicos%20son,presurizado%20y%20tanque%20no%20presurizado.&text=El>
- Blog Llantrac. (1 de Enero de 2019). *Grúas móviles: riesgos comunes y cómo prevenirlos*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://www.llantasweb.com.mx/blog/gruas-moviles-riesgos-comunes/>
- Bombas Hidráulicas. (20 de Marzo de 2016). *Mantenimiento ens*. Recuperado el 24 de Junio de 2020, de Mantenimiento ens:

<https://sites.google.com/site/mantenimientoenselectrom/bombas-hidraulicas/tipos-de-bombas-hidraulicas>

Cilindros Hidráulicos. (1 de Enero de 2016). *Cilindros Hidráulicos*. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de Cilindros Hidráulicos: <http://www.hydraulic-calculation.com/es/article.php?ID=16>

Crane and Machinery. (1 de Enero de 2019). *Partes de un montacargas*. Recuperado el 19 de Febrero de 2021, de <https://www.gruasyaparejos.com/montacargas/partes-de-un-montacargas/>

Ebay. (2020). *Bombas Hidráulicas CAT*. Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de Bombas Hidráulicas CAT: https://cr.ebay.com/b/CAT-Hydraulic-Pumps/11773/bn_27536489

EcuRed. (1 de Febrero de 2016). *Bomba de Pistón*. Recuperado el 5 de Marzo de 2020, de Bomba de Pistón: https://www.ecured.cu/Bomba_de_pist%C3%B3n

EcuRed. (2020). *EcuRed*. Recuperado el 23 de Marzo de 2020, de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Tractor>

Emilio. (28 de Junio de 2017). *Scribid*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2019, de Scribid: <https://es.scribd.com/presentation/352432899/Las-Escrepas>

EQUILUB. (1 de Enero de 2021). *Equipos y Soluciones de Lubricación SAS*. Recuperado el 26 de Julio de 2020, de Equipos y Soluciones de Lubricación SAS: <http://www.equilub.com.co/productos/manejo-de-fluidos/filtro-fuera-de-linea-fn300/>

EUSTON. (2019). *EUSTON*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2019, de EUSTON: <https://www.euston96.com/motoniveladora/>

Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. (1 de Enero de 2019). *Webly*. Recuperado el 16 de Octubre de 2019, de Webly: <https://cosechadecereales.weebly.com/componentes-del-tractor.html>

FINNING CAT. (2020). *Valvulas Hidráulicas*. Recuperado el 15 de Mayo de 2020, de Valvulas Hidráulicas: https://www.finning.com/es_CL/parts/new/hydraulics/valves.html

Fluideco. (20 de Agosto de 2019). *Que es una bomba centrífuga*. Recuperado el 5 de Junio de 2020, de Que es una bomba centrífuga: <https://fluideco.com/que-es-una-bomba-centrifuga/>

- Frank-16. (1 de Enero de 2019). *Historia de los cargadores Frontales*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2020, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/202092737/Historia-de-Los-Cargadores-Frontales>
- frankfigallolizano. (19 de Septiembre de 2015). *SlideShare*. Recuperado el 30 de Abril de 2020, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/frankfigallolizano/equipos-de-excavacin>
- GMV We Know How . (2019). *Funcionamiento de un Montacargas*. Recuperado el 23 de Marzo de 2020, de Funcionamiento de un Montacargas: <http://blog.gmveurolift.es/funcionamiento-de-un-montacargas/>
- Gonzalez, A. (28 de Mayo de 2015). *SlideShare*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2019, de SlideShare: https://es.slideshare.net/tonny_gonzalez/motoescrepa
- Gutierrez, D. (01 de Febrero de 2018). *Geniolandia*. Recuperado el 18 de Marzo de 2020, de Geniolandia: <https://www.geniolandia.com/13098801/definicion-de-maquinaria-pesada>
- Hastings. (1 de Enero de 2017). *Hastings Premium Filters*. Recuperado el 12 de Julio de 2020, de Hastings Premium Filters: <http://www.hastingsfilter.com/es/TechTips201401.html>
- Hidráulica y Neumática S.A. (1 de Febrero de 2019). *COMPONENTES HIDRÁULICOS*. Recuperado el 15 de Febrero de 2020, de COMPONENTES HIDRÁULICOS: <http://www.hnsa.com.co/filtros-de-presion/>
- IADC. (1 de Enero de 2020). *FACTS ABOUT*. Recuperado el 24 de Julio de 2020, de FACTS ABOUT: <http://iadc.stage.mobilem.net/wp-content/uploads/2018/02/facts-about-backhoe-dredgers-spanish-dragas-de-retroexcavacion.pdf>
- IMH. (2020). *Importación de Maestranza Hidráulica*. Recuperado el 9 de Julio de 2020, de Importación de Maestranza Hidráulica: <https://kitsdeselloshidraulicos.com/product/cilindro-hidraulico-estabilizador-para-retroexcavadora-john-deere/>
- ISM. (2020). *Industrial Speciaties Mfg*. Recuperado el 6 de Julio de 2020, de Industrial Speciaties Mfg: https://mktg.industrialspec.com/safeway_hydraulic_quick_couplers_spanish/?st-t=google_safeway-bilingual&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgYVQwskLG5NAhUM31SMw96WWj2SVP2vk5SWnrI68O-9fbTXZZKGIhoCo0wQAvD_BwE

- Junny. (5 de Febrero de 2015). *GRUASARLIN*. Recuperado el 31 de Diciembre de 2019, de GRUASARLIN: <https://www.gruasarlin.com/historia-invencion-evolucion-grua/>
- JusticeMask5419. (2017). *Mecánica AA11*. Recuperado el 23 de Marzo de 2020, de Mecánica AA11: <https://www.coursehero.com/file/p7rh7ok/MOTONIVELADORA-M%C3%A1quina-muy-vers%C3%A1til-usada-para-mover-tierra-u-otro-material/>
- LANCIONI, J. (s.f.). *INTRODUCCIÓN A LA MATEMÁTICA*. ARGENTINA. Recuperado el 13 de JUNIO de 2020, de <http://www2.ucc.edu.ar/archivos/documentos/Institucional/PRIUCC/Ingreso%20015/Modulo-Intro-Matematica-Material-Estudio.pdf>
- Llantatrac. (15 de Marzo de 2016). *¿ Para que es una retroexcavadora?* Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de *¿ Para que es una retroexcavadora?:* <https://www.llantasweb.com.mx/blog/para-que-es-una-retroexcavadora/#:~:text=La%20retroexcavadora%20se%20utiliza%20habitualmente,de%20los%20cimientos%20en%20edificaciones.>
- llonto. (15 de Mayo de 2009). *SlideShare*. Recuperado el 19 de Marzo de 2020, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/llonto/maquinaria-pesada>
- Mamani, R. (1 de Enero de 2019). *Maquinarias y equipo de construcción*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2020, de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf2/fichas-maquinarias/fichas-maquinarias5.shtml>
- Mamaní, R. (2020). *Fichas Maquinarias* . Recuperado el 6 de Abril de 2020, de Fichas Maquinarias : https://e.edim.co/88858271/X9FY4TXKUMm8c9bf.pdf?response-content-disposition=filename%3D%22manual_maquinaria_pesada_equipo_liviano_construccion.pdf%22%3B%20filename%2A%3DUTF-8%27%27manual-maquinaria-pesada-equipo-liviano-construccion.pdf&Expires=158628444
- Mecalux. (2020). *logismarket*. Recuperado el 3 de Julio de 2020, de logismarket: <https://www.logismarket.cl/imcoprom/manguera-hidraulica/5264265401-p.html>
- Montasa Honduras. (24 de Junio de 2016). *Historia de los montacargas*. Recuperado el 1 de Enero de 2021, de <https://www.facebook.com/montasahonduras/posts/historia-de-los-montacargasla-necesidad-es-la-base-de-la-creatividad-sobre-todo-/1233226316689552/>
- MUTH. (1 de Enero de 2019). *Montacargas 3.5ton diesel motor Isuzu Muth*. Recuperado el 22 de Agosto de 2020, de <https://www.muthequip.com/es/montacargas-y-paleteras/5-montacargas-3-5-toneladas-diesel-isuzu-muth.html>

- Pablo. (10 de Noviembre de 2015). *La evolución de la retroexcavadora*. Recuperado el 15 de Abril de 2020, de La evolución de la retroexcavadora: <http://construccion-camiones.weebly.com/construcciones/la-evolucion-de-la-retroexcavadora>
- pablo_wp. (2019). *GRUAS TELECÓPICAS*. Recuperado el 31 de Diciembre de 2019, de GRUAS TELECÓPICAS: <http://www.serviresa.com/index.php/2019/08/12/partes-de-una-grua/>
- Partesdel.com. (20 de Junio de 2019). *Partes de una Retroexcavadora*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2020, de Partes de una Retroexcavadora: https://www.partesdel.com/partes_de_la_retroexcavadora.html
- Partesdeltractor. (01 de enero de 2019). *Partes del tractor*. Recuperado el 14 de Octubre de 2020, de <https://www.partesdel.com/tractor.html>
- Perez, J. D. (2020). *Scribit*. Recuperado el 21 de Marzo de 2020, de Scribit: <https://es.scribd.com/presentation/141692175/69113964-Partes-de-Tractor-de-Orugas>
- PNEUMATICKS. (1 de Enero de 2016). *Tab arometer*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de Tab arometer: <https://neumaticabasicaepp.wordpress.com/44-2/accionamiento-de-las-valvulas-distribuidoras/>
- por Hidraulica y Neumatica S.A. (5 de Febrero de 2019). *COMPONENTES HIDRÁULICOS*. Recuperado el 20 de Marzo de 2020, de COMPONENTES HIDRÁULICOS: <http://www.hnsa.com.co/filtros-de-retorno/>
- Proindustar. (2020). *Productos Hindustriales Starfelex S.A.S*. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de Productos Hindustriales Starfelex S.A.S.: <http://proindustar.com/portfolio/acoples-hidraulicos/>
- PSAFM02. (1 de Enero de 2020). *Tecnología Neumática*. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de Tecnología Neumática: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PSAFM/PSAFM02/es_PPFM_PSAFM02_Contenidos/website_21_vlvulas_distribuidoras.html
- RANALD V, G. (1963). MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA. En G. RANALD V, *MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA* (págs. 96-132). PHILADELPHIA: McGRAW-HILL. Recuperado el 15 de AGOSTO de 2020, de <https://www.yumpu.com/en/document/read/54584981/mecanica-de-los-fluidos-e-hidraulica-problemas-resueltos-r-v-giles>
- Rosales, B. (31 de Marzo de 2020). <https://www.industriasociadas.com/>. Recuperado el 9 de Abril de 2020, de <https://www.industriasociadas.com/>:

<https://www.industriasasociadas.com/producto/valvula-reguladora-de-presion-para-agua-serie-3318n/>

SALFA. (23 de Febrero de 2018). *Salinas y Fabres*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2019, de Salinas y Fabres: <http://www.salfa.cl/blog/el-bulldozer-conoce-sus-usos-y-caracteristicas/>

SHI. (16 de Junio de 2020). *Servicio Hidráulico Industrial*. Recuperado el 1 de Junio de 2020, de Servicio Hidráulico Industrial: <https://valvulas-hidraulicas.mx/tipos-de-valvulas-hidraulicas/>

Sinmaleza. (2012). *TESIS DE GRADO*. RIOBAMBA.

Sistemas, A. y. (23 de Octubre de 2017). *ASHM*. Recuperado el 6 de Abril de 2020, de ASHM: <http://www.ashm.mx/blog/descarga-de-una-bomba-hidraulica/>

Solorzano, R. (05 de Junio de 2016). *Hydraulics and pneumatics*. Recuperado el 3 de Abril de 2020, de Hydraulics and pneumatics: [https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886594/principios-ingenieriles-bsicos-bombas-hidraulicas#:~:text=La%20bomba%20hidr%C3%A1ulica%20es%20un,%20en%20hidr%C3%A1ulica%20\(caudal\).&text=Es%20importante%20destacar%20que%20una,las%20bomb](https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886594/principios-ingenieriles-bsicos-bombas-hidraulicas#:~:text=La%20bomba%20hidr%C3%A1ulica%20es%20un,%20en%20hidr%C3%A1ulica%20(caudal).&text=Es%20importante%20destacar%20que%20una,las%20bomb)

Transporte Carretero. (29 de Julio de 2015). *La hisitoria de la motoniveladora de VOLVO*. Recuperado el 18 de Febrero de 2021, de <http://www.transportecarretero.com.uy/noticias/maquinaria/la-historia-de-la-motoniveladora-de-volvo.html>

Truck1. (01 de Enero de 2013-2019). *TRACTOR DE ORUGAS CHALLENGER MT 755 E-Serie*. Recuperado el 21 de Octubre de 2020, de <https://www.truck1.es/maquinaria-agricola/tractores-de-orugas/challenger-mt-755-e-serie-a3743511.html>

UDocz. (2020). *UDocz*. Recuperado el 23 de Marzo de 2020, de UDocz: <https://www.udocz.com/read/--historia-de-los-cargadores-frontales>

Vélez, L. (7 de Enero de 2019). *Makinando*. Recuperado el 25 de Marzo de 2020, de Makinando: <https://makinandovelez.wordpress.com/2019/01/07/cilindro-de-doble-efecto/>

Anexos