

Universidad Internacional del Ecuador



Escuela de Ingeniería Automotriz

Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniería Automotriz

**Elaboración de un Manual de Mantenimiento para el montacargas HELI H3 serie 1-3.5
Toneladas de capacidad.**

Luis Patricio Álvarez Barrigas

Director: Ing. Fredy Morquecho. MSc.

Guayaquil, octubre 2019

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Fredy Morquecho MSc.

CERTIFICA

Que el trabajo titulado “Elaboración de un Manual de Mantenimiento para el montacargas HELI H3 serie 1-3.5 Toneladas de capacidad”, realizado por el estudiante: LUIS PATRICIO ÁLVAREZ BARRIGAS, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por La Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el Luis Patricio ÁLVAREZ BARRIGAS, que lo entregue a biblioteca de la ESCUELA, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, octubre 2019

Ing. Fredy Morquecho MSc
Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, LUIS PATRICIO ÁLVAREZ BARRIGAS, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Luis Patricio Álvarez Barrigas

C.I: 0603487323

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por haberme brindado los medios, los recursos, la fortaleza física y mental para poder lograr mi formación durante mi vida estudiantil y de además de darme los ánimos para levantarme y continuar.

A mi compañera de vida, mi esposa, quien ha estado presente en todo mi desarrollo como profesional y me motiva a ser mejor cada día, porque su bondad y calidez me impulsa a crecer como ser humano y como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por todas las experiencias gratas y por las amargas ya que estas me enseñan humildad y lo hermoso de la vida, además de permitirme finalizar mi vocación, y ser fiel testigo de que el esfuerzo, la dedicación rinde frutos.

Agradezco a mi tutor el Ing. Fredy Morquecho, por el apoyo y guía para realizar este trabajo de titulación, a mi director académico, docentes, y todo el personal que participaron de esta maravillosa etapa llamada Universidad, ya que no solo me forme en conocimientos técnicos, sino en valores, ya que lo primero ante todo es la calidad del ser humano.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO	i
CERTIFICA	i
CERTIFICADO Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CAPITULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Definición del problema.....	1
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación teórica	3
1.3.2 Justificación práctica.....	4
1.3.3 Justificación metodológica	4
1.4 Marco metodológico	4
1.4.1 Método de investigación.....	4
1.4.2 Tipo de investigación.....	4
1.4.3 Ubicación geográfica	4

CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1 Transporte de Materiales e Insumos Pesados	6
2.2 Montacargas	10
2.2.1 Definición.....	10
2.2.2 Partes del montacargas.	11
2.2.3 Controles y mandos del montacargas.	12
2.3 Clasificación.....	13
2.4 Sistemas del montacargas	20
2.5 Sistema de cuadro	21
2.6 El motor.....	22
2.6.1 Sistema de distribución.....	24
2.6.2 Sistema de alimentación.....	25
2.6.3 Sistema de refrigeración.....	35
2.6.4 Sistema de lubricación.	36
2.7 Sistema de transmisión.....	37
2.7.1 Tren de potencia.	37
2.7.2 El convertidor.....	38
2.7.3 Transmisiones automáticas.	39
2.7.4 Acondicionamiento de embragues.....	39
2.7.5 La bomba hidráulica de caja automática.....	40

2.7.6	El control de transmisión hidráulico.....	41
2.8	Sistema diferencial.....	42
2.9	Sistema de frenos.....	44
2.10	Sistema de dirección.....	46
2.11	Sistema hidráulico.....	47
2.12	Aditamentos para el manejo de materiales.....	57
2.13	Sistema eléctrico.....	60
CAPITULO III.....		66
3.	ESPECIFICACIONES Y OPERACION.....	66
3.1	Especificaciones.....	66
3.2	Seguridad.....	71
3.3	Equipos de seguridad.....	78
3.31	Ingreso y egreso dentro del montacargas.....	79
3.3.2	Operación del montacarga.....	82
3.3.3	Procedimiento durante el manejo.....	88
3.3.4	Operaciones de carga y descarga.....	90
3.4	Riesgos al operar un montacargas.....	91
3.5	Estabilidad del montacargas.....	92
CAPITULO IV.....		94
4.	PLAN DE MANTENIMIENTO DEL MONTACARGAS HELI H3 SERIE 1- 3.5.....	94
4.1	Definición de Mantenimiento.....	94

4.1.1	Características del mantenimiento.	94
4.1.2	Objetivos del mantenimiento.	95
4.1.3	Importancia del mantenimiento.	95
4.1.4	Clasificación del mantenimiento.....	95
4.2	Plan de mantenimiento preventivo.....	96
4.3	Mantenimiento cada 250 horas de trabajo.	98
4.3.1	Actividades de servicio de 250 horas de trabajo.....	99
4.3.2	Mantenimiento cada 1000 horas de trabajo.	99
4.3.3	Actividades de servicio de mantenimiento de 1000 horas.....	100
4.3.4	Mantenimiento cada 1500 horas de trabajo.	101
4.3.5	Actividades de servicio de mantenimiento de 1500 horas de trabajo.	102
4.3.6	Mantenimiento cada 2000 horas de trabajo.	103
4.3.7	Actividades de servicio de mantenimiento de 2000 horas de trabajo.	103
4.4	Costos de mantenimiento.	104
4.4.1	Costos de mantenimiento 250 horas	105
4.4.2	Costos de mantenimiento cada 1000 horas.....	106
4.4.3	Costos de mantenimiento cada 1500 horas.....	106
4.4.4	Costos de mantenimiento cada 2000 horas.....	107
4.8	Auto servicio.....	107
4.5	Costos de mantenimiento anual 12 meses.....	109
4.6	Capacidades de lubricantes.	109

4.7	Lubricación.....	111
4.7.1	Plan de mantenimiento correctivo.....	114
4.8	Pasos de revisiones principales.....	119
5.	CAPITULO V.....	124
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
5.1	Conclusiones	124
5.2	Recomendaciones.....	125
	Bibliografía	126

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Bodega Pacific Bottling Compay	5
Figura 2. Dispositivo de elevación siglo XII	6
Figura 3. Polipasto de rodillos	7
Figura 4. Motor a vapor industrial	8
Figura 5. Evolución grafica del montacargas	9
Figura 6. Partes principales del montacargas.....	11
Figura 7. Controles de mando de montacargas	12
Figura 8. Montacargas eléctrico con operador parado.....	16
Figura 9. Montacargas eléctrico de doble alcance.	17
Figura 10. Montacargas con operador.	17
Figura 11. Montacargas a combustión GLP	18
Figura 12. Montacargas a combustión DUAL.....	19
Figura 13. Montacargas a diésel capacidad 20 toneladas).....	19
Figura 14. Montacargas diésel todo terreno.....	20
Figura 15. Cuadro o chasis de montacargas.....	21
Figura 16. Motor Nissan k25	22
Figura 17. Sistema de distribución.....	24
Figura 18. Tanque de 16 kg de combustible L.P. G	31
Figura 19. La electroválvula GLP	32
Figura 20. Cañería de alta presión GLP	32

Figura 21. Filtro GLP modelo VVF30 impco.....	33
Figura 22. Modelos de evaporadores GLP	34
Figura 23. Mezclador de GLP modelo CA 55 impco.	35
Figura 24. Sistema de refrigeración del motor.....	35
Figura 25. Sistema de lubricación del motor	36
Figura 26. Partes de la transmisión	38
Figura 27. El convertidor de par	39
Figura 28. Transmisión automática de Heli.	39
Figura 29. Acondicionamiento de embragues.	40
Figura 30. La bomba de transmisión automática	41
Figura 31. Cuerpo de control de válvulas de transmisión.....	41
Figura 32. Cuerpo diferencial	43
Figura 33. El diferencial de montacargas hyundai h25.....	43
Figura 34. Sistema de frenos de tambor.....	45
Figura 35. Cilindro maestro de freno	45
Figura 36. Manubrio de freno de parqueo	46
Figura 37. Partes de la dirección. Tamden.....	47
Figura 38. Elementos del sistema hidráulico de montacargas	48
Figura 39. Depósito de aceite del sistema hidráulico	49
Figura 40. Filtro de succión de aceite	50
Figura 41. Filtro de retorno de aceite.....	51

Figura 42. Partes de la bomba hidráulica.....	52
Figura 43. Circuito hidráulico de inclinación	53
Figura 44. Circuito hidráulico de elevación.....	54
Figura 45. Control de válvula de sistema hidráulico.	54
Figura 46. Mangueras hidráulicas de malla de acero.....	55
Figura 47. Castillo mástil triple.	56
Figura 48. Diagrama hidráulico.	57
Figura 49. Aditamento tipo ariete.	58
Figura 50. Aditamento tipo abrazadera.....	58
Figura 51. Aditamento tipo rotador	59
Figura 52. Aditamento empuja y hala.....	59
Figura 53. Aditamento horquilla ajustable.....	60
Figura 54. Sistema de generación y almacenamiento de carga.	61
Figura 55. Sistema de encendido DIS.....	62
Figura 56. Sistema de arranque	62
Figura 57. Instalación del sistema DUAL.....	63
Figura 58. Sistema de alumbrado.....	64
Figura 59. Panel de instrumentos de control.....	64
Figura 60. Dimensiones de montacargas vista lateral.....	66
Figura 61. Dimensiones de montacargas vista superior.....	67
Figura 62. Placa de especificaciones	69

Figura 63. Placa de información.	70
Figura 64. Información de potencia del motor.....	70
Figura 65. Indicador de horas de trabajo	71
Figura 66. Ubicación de placas de seguridad.....	72
Figura 67. Cuidado con las manos	73
Figura 68. Cuidado con el encendido	73
Figura 69. Notas de seguridad de batería.....	74
Figura 70. Advertencia de seguridad sobre los neumáticos.....	74
Figura 71. No invadir el espacio del mástil.	75
Figura 72. Cuidado con los cabestrillos de elevación.....	75
Figura 73. Cuidado de lavar.....	76
Figura 74. Riesgos de corte por ventilador	76
Figura 75. Cuidado con el vapor.....	77
Figura 76. No pararse por debajo ni por encima de las horquillas	77
Figura 77. Notas de seguridad	78
Figura 78. Simbología de equipo de protección personal.....	78
Figura 79. Uso de los tres puntos de apoyo	79
Figura 80. Palanca de ajuste de longitud de asiento	80
Figura 81. Rodillo de ajuste de inclinación	80
Figura 82. Palanca de ajuste de altura.....	81
Figura 83. Ajuste de cinturón de dos puntos.....	81

Figura 84. Ajuste de posición de volante.....	82
Figura 85. Montacargas en inspección.....	86
Figura 86. Posición de encendido del montacargas	86
Figura 87. Palanca de cambios mecánico.	87
Figura 88. Palanca selectora de cambios automáticos	87
Figura 89. Palancas de operación de sistema hidráulico.....	88
Figura 90. Trabajo inseguro.....	91
Figura 91. Puntos de estabilidad del montacargas	92
Figura 92. Vista superior del centro de gravedad del montacargas	93
Figura 93. Secuencia de ajuste de tuercas de rueda.....	108
Figura 94. Puntos de lubricación de montacargas	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Partes del montacargas.....	11
Tabla 2.	Contoles de mndo del montacargas	13
Tabla 3.	Partes del cuadro del montacargas.....	22
Tabla 4.	Especificaciones tecnicas del motor	23
Tabla 5.	Caracteristicas del GLP a nivel mundial.....	26
Tabla 6.	Porcentajes de inflamables.....	28
Tabla 7.	Limite e inflamabilidad.....	30
Tabla 8.	Partes del cuerpo de valvulas.....	42
Tabla 9.	Designacion de medidas del montacargas	67
Tabla 10.	Caracteristicas del montacargas.....	68
Tabla 11.	Condiciones de placa de eguridad	72
Tabla 12.	Inspecciones del montacargas antes de encender	84
Tabla 13.	Inspecciones del montacargas despues de encender.....	85
Tabla 14.	Intervalo de mantenimiento preventivo	97
Tabla 15.	Mantenimiento cada 250 horas	98
Tabla 16.	Mantenimiento cada 1000 horas	100
Tabla 17.	Mantenimiento cada 1500 horas	101
Tabla 18.	Mantenimientocada 2000 horas	103
Tabla 19.	Costos de mantenimiento de 250 horas	105
Tabla 20.	Costos de mantenimiento de 1000 horas	106

Tabla 21. Costos de mantenimiento de 1500 horas	106
Tabla 22. Costos de mantenimiento de 2000 horas	107
Tabla 23. Costos de mantenimiento anual	109
Tabla 24. Capacidades de los diferentes aceites que contienen los montacargas	110
Tabla 25. Tipos de lubricantes	110
Tabla 26. Valores de ajustes	111
Tabla 27. Descripción de los puntos de lubricación	112
Tabla 28. Averías del sistema hidráulico mastil	114
Tabla 29. Averías del tren de potencia.....	116
Tabla 30. Averías del sistema de frenos	117
Tabla 31. Averías de la dirección.	117
Tabla 32. Averías del sistema eléctrico	118
Tabla 33. Averías del sistema de carga del alternador.....	118
Tabla 34. Averías del sistema de arranque	119
Tabla 35. Procedimientos de las inspecciones diarias	119

RESUMEN

El presente trabajo de titulación presenta datos, métodos y procesos documentados y presentados de manera práctica para la elaboración de un manual de mantenimiento para el montacargas HELI H3, con lo cual servirá para pruebas, diagnósticos y evaluaciones sobre cómo funciona dicha maquinaria. También permitirá capacitar a los operadores sobre las averías y comportamientos que puedan presentarse cuando no se realizan los mantenimientos apropiadamente y por ende existan fallos en los sistemas mecánicos o eléctricos de dicha maquinaria.

A nivel industrial, el uso de montacargas como equipos de trabajo, sirve para múltiples tareas dentro de los procesos productivos, lo que lo convierte en un medio de transporte ampliamente usado y extendido. Por lo tanto, la importancia en los mantenimientos preventivos para evitar riesgos, como accidentes y posibles enfermedades o peligros laborales por el mal manejo o desempeño de estos equipos de transporte industriales, son de suma relevancia.

Se presenta un análisis de un modelo en específico que es el montacargas HELI H3 serie 1-3.5 Toneladas de capacidad, los mantenimientos preventivos requeridos, sus sistemas mecánicos y componentes eléctricos primordiales para su correcto funcionamiento.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, montacargas, repuestos, manual de operación, industria.

ABSTRACT

The present graduation work shows the data, methods, and processes documented and displayed in a practical way for the elaboration of a maintenance manual for the HELI H3 forklift truck. This will serve to perform testing, diagnosis and assessments on how this work vehicle works as well as providing a training opportunity for operators on the faults and problems that may arise if maintenance is not carried out properly and problems occur in the mechanical or electrical systems of said vehicle.

At the industrial level, the use of forklift trucks, as work vehicles helps in the fulfillment of many tasks within the productive processes, making it a widely used and sought after means of transportation. Therefore, the relevance of preventive maintenance to avoid risks, such as accidents and possible occupational diseases or hazards due to its poor handling or performance of this transportation vehicle is of utmost importance.

This research works presents an analysis of the specific model HELI H3 series 1-3.5 ton capacity forklifts, required preventive maintenance procedures, mechanical systems, and essential electrical components for proper operation.

Keywords: Preventive maintenance, forklift, parts, operation manual, industry.

1. CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Definición del problema

En el mundo moderno, en las industrias se destacan por sus procesos productivos, el uso de equipos industriales de transporte como los montacargas, lo convierten por excelencia en una herramienta versátil, ampliamente usada.

El montacargas es un medio de transporte el cual puede cumplir múltiples funciones como el transporte, remolque, tirar o empujar, apilar, subir o bajar múltiples elementos u objetos, que son extremadamente pesados para ser transportados por medios convencionales, o personas, es decir; pueden mover objetos extrapesados, con lo cual la eficiencia de traslado de diferentes elementos lo ha vuelto en un equipo de uso industrial por excelencia.

Es necesario y primordial el conocimiento de su funcionamiento, de cómo deben operarse y deben realizar los mantenimientos preventivos afín de salvaguardar la integridad del personal que use este equipo, así como de los que laboran junto a este, además de los elementos, materiales o mercadería que sean transportados a través de este medio.

El desarrollo la innovación y la mejora continua tecnológica es algo que está presente en todas las industrias, la industria automotriz siempre está en constante mejora de eficiencia energética, en conjunto de la búsqueda de fuentes energéticas alternativas para la automoción.

El conocimiento va de la mano con la tecnología y el desarrollo, actualmente el Ecuador cuenta con una enorme cantidad de equipos de trabajo como son los montacargas, los cuales apuestan al impulso de la industria debido a sus versatilidad y capacidad, al progreso en el uso de varios tipos o fuentes de energía como combustible, ya sea gasolina, gas licuado de petróleo o electricidad.

Todo desarrollo y avance trae la necesidad de conocimiento y por ende el mantenimiento preventivo varia en cuanto a componentes de sistemas eléctricos e híbridos o de combustión, por ende, vale recopilar, elaborar y diseñar un manual de mantenimiento preventivos es de vital importancia en la industria de servicios automotrices, ya que no solamente parte mecánicas intervienen, sino componentes y otro conjunto de sistemas eléctricos y electrónicos.

La temática de la preservación del medio ambiente, más las políticas de reducir emisiones de gases altamente contaminantes motiva a la industria automotriz a realizar avances en pro de la conservación del medio ambiente con lo cual este proyecto motiva a entender la importancia de los mantenimientos preventivos para el funcionamiento óptimo del motor y del montacargas en general

Además de facilitar no solo para el uso de este manual a áreas de servicios automotrices sino para dueños de montacargas y de las ciencias automotrices para poder conocer y poder realizar mantenimiento e inspecciones de un vehículo y equipo de uso industrial.

La inclusión de las normativas que se pretenden abarcar en conjunto con los siguientes objetivos que van acorde a las líneas de investigación de la Universidad Internacional del Ecuador son:

- Innovación tecnológica, modelación y simulación de procesos.

Incluido a esto, también se busca tener en cuenta a los siguientes objetivos del Plan Nacional de desarrollo 2017 – 2021 Toda una vida.

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Elaborar un manual de mantenimiento para el montacargas HELI H3 serie 1-3.5 Toneladas de capacidad de carga, estos son usados en el área de servicios automotrices de equipos Industriales, dentro de la cual la información será clara, concreta y explícita independiente del nivel de conocimiento que tenga el lector o la persona que haga uso de este material, ya sea para fines de usos aplicativos, o tan solamente por fines de conocimiento y entendimiento de los cuidados que requiere un montacargas previamente descrito.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los componentes mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que intervienen en el funcionamiento del montacargas.
- Identificar los riesgos existentes en el momento de la operación del montacargas
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y de inspecciones para montacargas Heli H3 antes de iniciar su operación.

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

En la investigación y posterior análisis se basa en la necesidad de contar con información sobre el funcionamiento de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos a la vez que se entiende la importancia de los mantenimientos preventivos del equipo industrial tipo montacargas HELI H3 serie 1-3.5 Toneladas de capacidad.

1.3.2 Justificación práctica

Este conocimiento de que será recopilado a manera de manual permitirá el aprendizaje y dará a entender el funcionamiento en síntesis junto con su importancia de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos.

1.3.3 Justificación metodológica

En este tipo de proyecto la metodología será de índole cualitativa debido a que la recopilación de información y conocimiento será a través de los manuales de reparación de vehículo, manuales de servicio y mantenimientos dados por el fabricante.

1.4 Marco metodológico

1.4.1 Método de investigación

En el diseño del manual de mantenimiento para montacargas HELI H3 serie 1-3.5 toneladas usaremos el método de investigación deductiva de la cual se sustenta la referencia que contemplan una base teórica verdaderas, referentes al mantenimiento permitiendo llegar al objetivo antes indicado.

1.4.2 Tipo de investigación

En este tipo de trabajo se realiza una investigación de campo, donde, el autor es propietario de un montacargas HELI serie 1-3,5 toneladas, a este vehículo se implementará un plan de mantenimiento preventivo, donde se dará a conocer cada una de las actividades a realizar estableciendo procedimientos para evitar fallas que involucren altos costos de reparación.

1.4.3 Ubicación geográfica

Este estudio es exclusivamente para montacargas de la marca HELI serie 1-3.5 toneladas de carga y así se obtendrá resultados requeridos para nuestro manual el lugar donde se encuentra este equipo es en el parque industrial Inmaconsa Av.42ª NO y Calle 23C NO.

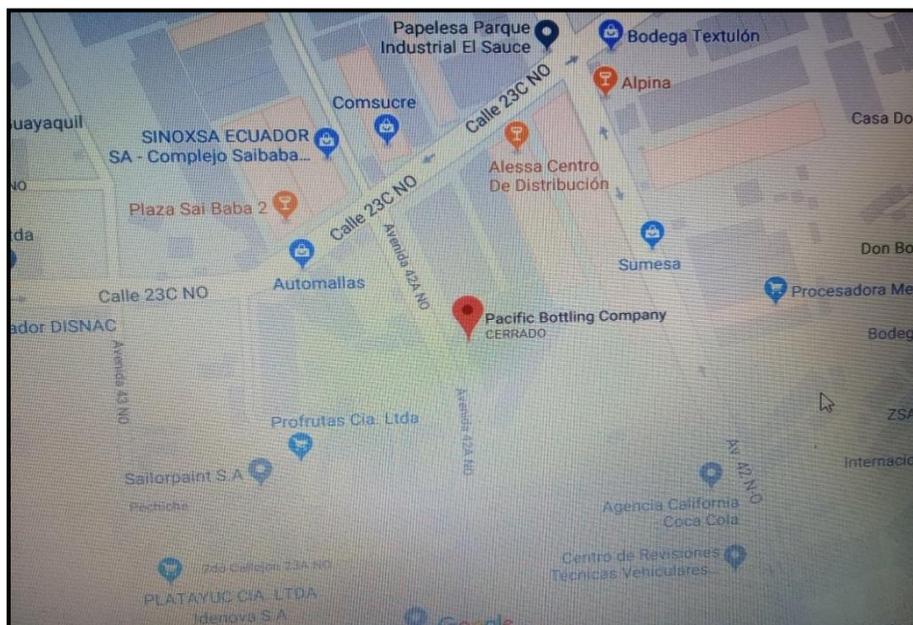


Figura 1. Bodega Pacific Bottling Compay (Google, 2019).

1.5 Hipótesis

Es factible la propuesta de realizar el manual de mantenimiento de montacargas Heli serie 1-3,5 toneladas para que sirva como guía para los técnicos que realizan el mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Transporte de Materiales e Insumos Pesados

Siempre es necesario ver los precedentes, es decir el antes a través de la historia, los primeros equipos de transporte de materiales o elementos varios fueron dispositivos muy básicos como, la palanca, la polea, rodillos y superficies de planos inclinados, cabe resaltar que los principios de funcionamiento básico son los mismos, debido a que todo se rige a las leyes físicas, un ejemplo de esto es un proceso de elevación, como se muestra la Figura 2.



Figura 2. Dispositivo de elevación siglo XII (Miravete, 2007)

Según los autores Miravete & Larrode (2007) “se puede observar un dispositivo de elevación el cual se basa en el uso de un contrapeso en un extremo de una pértiga, y en el otro extremo una cubeta, la cual contiene los elementos a elevar de manera manual,” (Pag.10) con lo cual nace el transporte vertical, como se observa en la Figura 3.

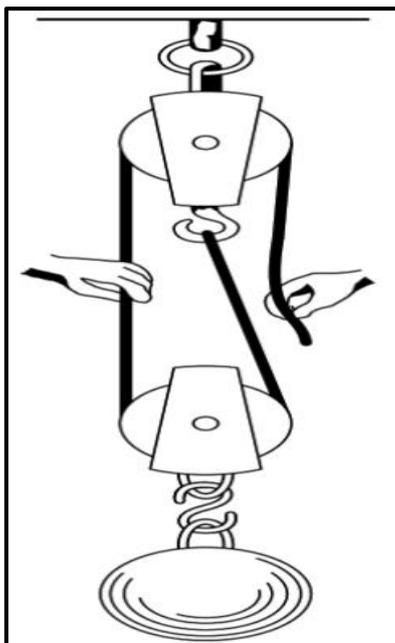


Figura 3. Polipasto de rodillos (Miravete, 2007)

El polipasto de rodillos usa el principio básico de la polea de la multiplicación de fuerza a través de dos puntos de apoyo, este esquema fue desarrollado por los años 700 antes de Cristo los primeros esquemas son desarrollados e implementados por los mecánicos griegos, en el cual la ventaja del uso de estos sistemas es que se requiere de menos fuerza para levantar un objeto, pero por ende el desplazamiento de este es proporcional al factor de descomposición de fuerza (Miravete, 2007).

A través del tiempo el avance de los seres humanos como sociedad trae consigo problemas, y por ende siempre está la búsqueda de las soluciones a estos inconvenientes que trae el desarrollo, durante el siglo V después de Cristo. hasta el siglo XVII, las construcciones eran el principal inconveniente ya que al hacer estructuras de más 1.50 metros y de elevar materiales o elementos de construcción se dificultaba mucho por lo que era necesario máquinas, que disminuyan el esfuerzo de movilizar dichos elementos de manera vertical.

Haciendo uso de los principios básicos mencionados anteriormente como el de “la palanca” y el de las poleas múltiples y adicionando sistemas de rieles (Miravete, 2007).

La famosa revolución industrial que comienza en el siglo XVII es un proceso evolutivo de paso agigantados en los ámbitos sociales, económicos, políticos y tecnológicos dando paso a una industrialización, el fin del uso de la tracción humana o animal para procesos de masificación e industrialización de productos y servicios, como se observa en la Figura 4.

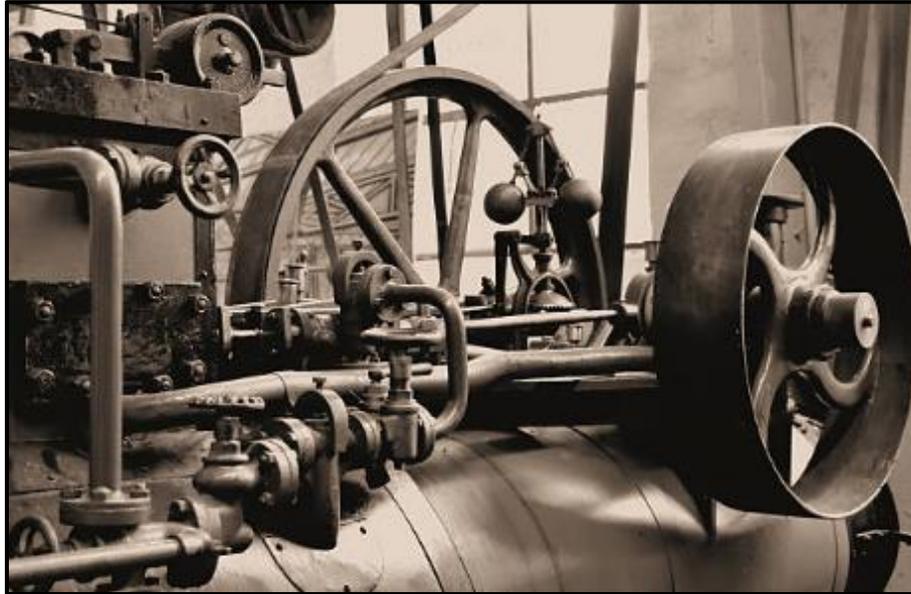


Figura 4. Motor a vapor industrial (Miravete, 2007)

El desarrollo tecnológico, como la creación de motores de vapor, motores eléctricos y finalmente los motores de combustión interna, permitieron crear un mundo de máquinas, herramientas y equipos que eliminaron el uso de la fuerza animal y humana para tareas como mover, elevar, desplazar, volúmenes o masas que antes simplemente hubieran sido casi imposibles de mover (Miravete, 2007).

El principio hidráulico en conjunto con el uso de los otros principios físicos básicos mencionados anteriormente permitió crear elevadores hidráulicos los cuales permitían desplazar de diferentes maneras toneladas de materiales, o cualquier elemento que quiera transportarse, al principio eran solo prototipos o modelos que solo podían funcionar de manera fija pero el avance de diferentes y tecnologías ciencias permitió miniaturizar los sistemas, como se ve en la Figura 5.

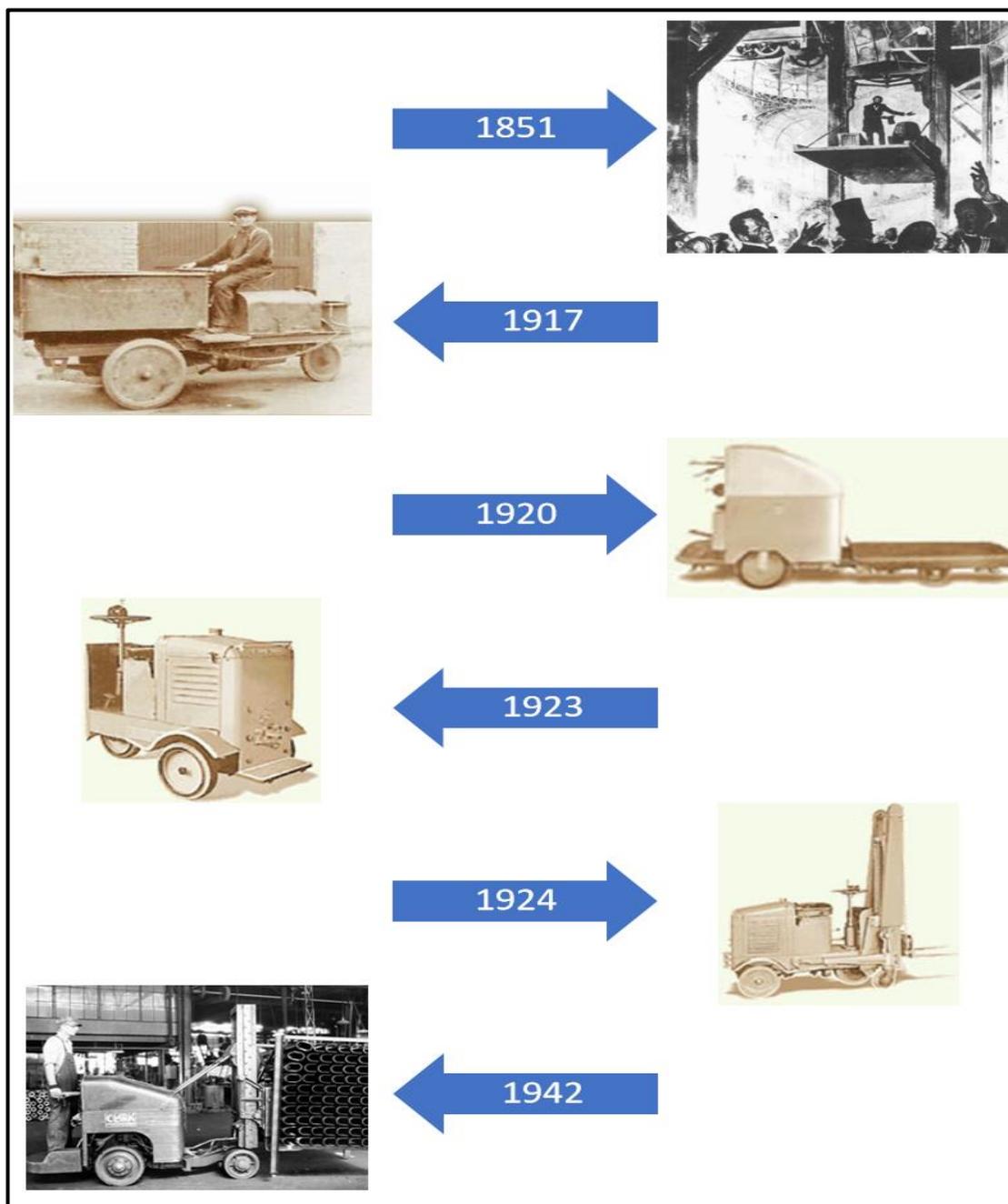


Figura 5. Evolución grafica del montacargas (Crespo Cortes, 2007).

La primera idea de un montacargas fue dada por Waterman en el año de 1851, en el cual un sistema de poleas unidas a una plataforma, el cual fue dado a conocer en una demostración. Para el año de 1917 el desplazar objetos de manera rápida, segura y en cantidades que una sola persona no pudiera cargar con su propia fuerza, generaron la necesidad de diseñar el primer tractor montacargas funcional (Crespo Cortes, 2007).

En el año de 1920 se comercializó el primer montacargas con sistemas hidráulicos la manipulación de elementos para fines industriales, esta tenía una capacidad de 2 a 5 toneladas en cuanto a levantamiento de carga, cabe resaltar que el sistema de elevación hidráulico se accionaba de manera manual. El motor de combustión interna a gasolina hizo su debut en el primer tractor para remolcar en el año de 1923, para el año de 1924 se usaron los conceptos anteriores un sistema de elevación hidráulico, en conjunto con un motor a gasolina con lo cual nace el primer montacargas tanto para desplazamiento de objetos y para la elevación de estos mismos a alturas superiores a los 2 metros. Para el año de 1942 hizo el debut de los montacargas eléctricos, en base a la necesidad de industrias alimenticias, farmacéuticas entre otras debido a que estos no emiten gases contaminantes que perjudiquen los productos o el medio en donde estas trabajan (Crespo Cortes, 2007)

2.2 Montacargas

2.2.1 Definición

“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 en lados opuestos de un punto de giro: las ruedas delanteras” (CASTILLO VILLAVICENCIO, 2016)

Lo que el autor nos da a entender es que lo que más destaca de este medio móvil es su propiedad de poder soportar grandes volúmenes o masas de diferentes elementos ya sea para su movimiento, traslado u orden dentro de un nivel industrial. Como podemos observar en la Figura 6 se describen y se señalan las principales partes del montacargas.

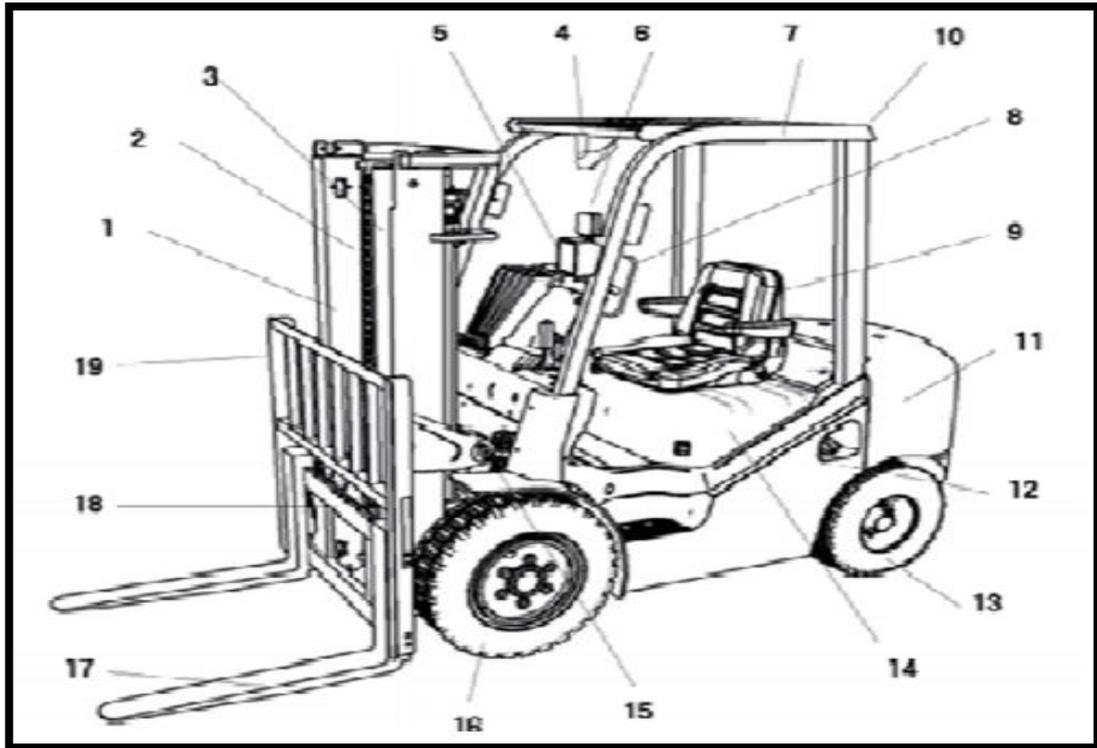


Figura 6. Partes principales del montacargas (Heli, 2019).

2.2.2 Partes del montacargas.

En la tabla 1 detallamos las partes principales del montacargas.

Tabla 1.

Partes del montacargas.

Ítems	Descripción	Ítems	Descripción
1	Carriel de mástil	11	Contrapesa
2	Cadena del mástil	12	Tapa de llenado de combustible
3	Castillo mástil	13	Rueda posterior de dirección
4	Espejo retrovisor	14	Capot
5	Faros	15	Pin de cilindro de inclinación
6	Guías delanteras	16	Rueda de tracción
7	Cabina o caseta	17	Horquillas
8	Manubrio	18	Soporte de horquillas
9	Asiento de operador	19	Respaldo de carga
10	Guías posteriores		

Cabe resaltar que es necesaria la previa capacitación del personal que va a conducir este tipo de maquinaria industrial, ya que como cualquier maquinaria un mal manejo de esta puede ser causa de la muerte del operario o de las personas que trabajan junto a este tipo de maquinarias.

En cuanto a factores de seguridad podemos denotar que existen espejos retrovisores y luces de advertencia durante su manejo, tablero de indicadores, además de que existe una jaula o cuadrante que en caso de volcadura evitaría que el operario se aplastado por el peso del montacargas, también evita que algún objeto al momento de caer aplaste al operario (Heli, 2019)

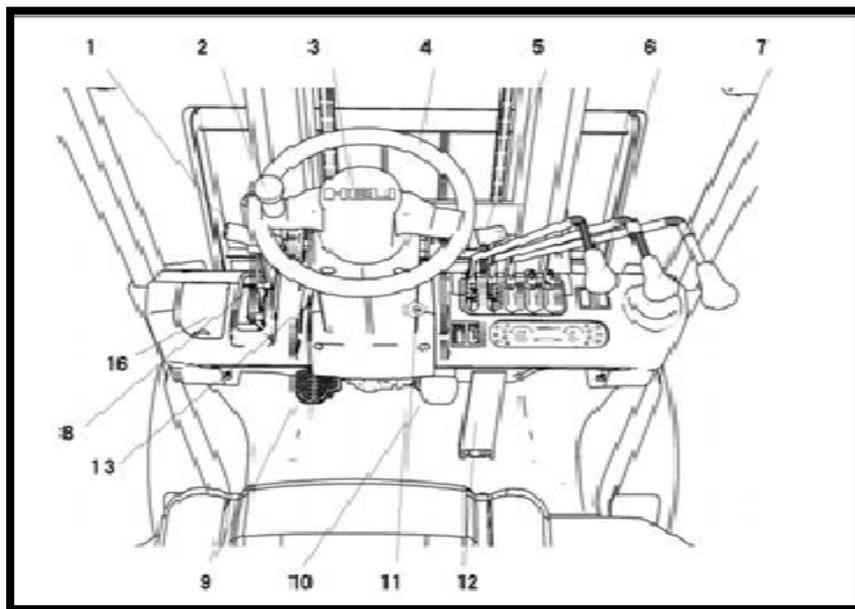


Figura 7. Controles de mando de montacargas (Heli, 2019)

2.2.3 Controles y mandos del montacargas.

En la Tabla 2 se muestra los nombres de los controles y mandos que debe usar el operador durante la operación.

Tabla 2.*Controles y mandos del montacargas*

Ítems	Descripción	ítems	Descripción
1	Selector de marcha	8	Manubrio de freno de mano
2	Bola de timón	9	Pedal neutralizador de marcha
3	Bocina	10	Pedal de freno
4	Volante	11	Llave de contacto
5	Selector de luces	12	Pedal de acelerador
6	Palanca de subir y bajar carga	13	Palanca de posición de timón
7	Palanca de inclinar mástil	16	Nivel de líquido de freno

La cabina del montacargas es el centro del vehículo y cuenta con todos los controles. El camión le permite al operador estar de pie o sentarse durante la operación.

Los operadores de camiones industriales generalmente conducen en una posición sentada, ya que están dentro del montacargas durante largos períodos de tiempo. Una vez que el operador se introduce en la cabina puede acceder fácilmente a los controles, indicadores y dispositivos de seguridad. La cabina contiene el volante, el acelerador, el freno, los controles de elevación y descenso, los mandos de inclinación y los indicadores informativos (Reyes Villarruel, 2018)

2.3 Clasificación

Los montacargas se clasifican por:

- Tipo de motor.
- Ubicación de la carga.
- Por la dirección del sistema de elevación

- Por la singularidad del tren de rodaje.
- Por la posición del operador.
- Por el tipo de llantas.

Por el tipo de motor.

- Motor térmico o motores de encendido provocado (MEP) este puede ser a gasolina motor de combustión interna, (MCI) a diésel (MEC), motores de encendido por compresión, o a gas licuado de petróleo.
- Motor eléctrico, muy usado en las industrias alimenticias, farmacéuticas o químicas debido a que no emite gases contaminantes que perjudiquen en los productos o elementos que se encuentren en el lugar de trabajo.
- Motores mixtos, hace uso de diferentes tipos de motores, un ejemplo son los más comunes que usan gasolina y gas licuado de petróleo.

Por la disposición de la carga con respecto a la maquinaria:

- Frontal con contrapeso, es el tipo más común y versátil a la hora de usos industriales.
- Frontal sin contrapeso, en vez de contar con un contrapeso en el extremo posterior cuenta con puntos de apoyo adicionales, es usado más para pesos pequeños y apilar elementos dentro de perchas industriales.

Por la dirección del sistema de elevación de carga:

- De mástil vertical, es decir la dirección de esta es perpendicular al suelo es el tipo de elevación más usado a nivel industrial.
- De mástil horizontal, el movimiento es paralelo al suelo, carretillas de brazo telescópico usados para la colocación de elementos en las perchas industriales.

- De movimiento mixto, es decir pueden desplazar cargas ya sea de manera vertical, u horizontal.

Por las singularidades de sus trenes de rodaje:

- Con cuatro ruedas y un eje motriz.
- Con cuatro ruedas y dos ejes motrices.
- Con tres ruedas, es decir en disposición de triciclo.
- Por el tipo de neumático, de goma sólida, o neumático con aire.

Por la posición del operador:

- Sentado dentro del habitáculo.
- Parador a un costado del habitáculo
- Parado en la parte posterior

Por el tipo de llantas:

- Llantas neumáticas.
- Llantas sólidas.
- Llantas compactas

Otra clasificación dada por la entidad norteamericana NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional), es la más utilizada debido a su practicidad divide los montacargas como vehículos industriales motorizados en siete clases que son:

- Clase I – Montacargas eléctricos para el conductor.
- Clase II – Montacargas eléctricos para pasillos angostos.
- Clase III – Montacargas eléctricos manuales para el conductor.
- Clase IV – Montacargas de combustión interna (llantas solidas /contrapeso)

- Clase V- Montacargas de combustión interna (llantas neumáticas)
- Clase VI – Remolques de combustión interna.
- Clase VII – Montacargas de contrapeso para terrenos escabrosos.

Montacargas Clase I

El peso propio de estos vehículos por lo general hace un contrapeso o contrabalanceado para la carga que se transporta en las uñas, siendo el eje delantero el punto de apoyo o palanca. Este tipo de montacargas posee batería y es muy rápido para utilizarse en interiores o espacios sin ventilación ya que no emiten gases de polución, cuidando el medio ambiente y evitando una contaminación sonora como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Montacargas eléctrico con operador parado (CREIXER, 2019)

Montacargas Clase II

Resultan más angostos que los anteriores, por lo que su conductor debe ir parado y no sentado como ocurre en el caso anterior. En estos, las ruedas actúan como contrapeso, pero hay casos en los que esto no ocurre, por lo que se lo logra gracias a la presencia de dos varillas estabilizadoras en los dos costados del dispositivo.

Su diseño permite seleccionar y trasladar tarimas, así como también alcanzar productos que se encuentren en un rack muy alto, gracias a su mecanismo de tijeras. Al igual que los anteriores, pueden ser utilizados sin inconvenientes en interiores como se observa en la siguiente Figura 9.



Figura 9. Montacargas eléctrico de doble alcance (CREIXER, 2019).

Montacargas clase III

Estos también son diseñados para interiores y gracias a sus componentes pueden sacar mercancías de un rack y luego sustituirlas por otras. Este tipo de montacargas también presenta un motor eléctrico como se ve en la Figura 10.



Figura 10. Montacargas con operador (CREIXER, 2019).

Montacargas clase IV

Este tipo vehículo industrial es el más usado en nuestra industria local, usa como fuente de combustible el gas licuado de petróleo, este tipo de vehículo al andar en bajas velocidades no es necesario que las ruedas sean huecas por dentro para contener aire.

Los neumáticos pueden ser completamente de goma dura o estar rellenas de algún tipo de espuma, esto conlleva a una gran ventaja de que en caso de pinchazos, daños o cortes el neumático sigue completamente funcional como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Montacargas a combustión GLP (CREIXER, 2019).

Montacargas clase V

Los vehículos que se encuentran en esta categoría tienen 2 características principales la primera es que pueden usar 2 fuentes distintas de alimentación, es decir pueden usar gasolina, o gas licuado de petróleo, estos son los montacargas más populares en nuestro medio debido a su practicidad.

Presentan un diseño que permiten que sea utilizado en interiores y exteriores a diferencia de los anteriores, su chasis es mayor, así como también su amortiguamiento además de contar con neumáticos reforzados y llenos de aire, como se ve en la Figura 12.



Figura 12. Montacargas a combustión DUAL (CREIXER, 2019).

Montacargas Clase VI

Los montacargas de esta clase entran en categoría de maquinaria pesada debido a que su principal uso es el remolque o traslado a través de empujar, halar o transportar cargas extremadamente pesadas, cuentan con un motor que por lo general es a Diésel, y elementos complementarios como motores y sistema eléctricos, también los hay a gasolina, pero no son tan comunes como los de diésel.

La capacidad de estos montacargas parte desde las 7 toneladas en adelante, su uso es muy versátil y que pueden transportar contenedores, otro tipo de maquinarias o materiales de construcción a nivel industrial, como se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Montacargas a diésel capacidad 20 toneladas (CREIXER, 2019).

Montacargas Clase VII

Esta categoría de montacargas se usa especialmente en las áreas de construcción o donde haya terrenos irregulares, debido a que poseen neumáticos y elementos estabilizadores que les permiten trabajar en terrenos escabrosos, usan diésel como combustible y existen varios modelos. Su uso esta categorizado principalmente en áreas de construcción, áreas de trabajo como extracción de minerales, o en zonas agrícolas, como se observa en la Figura 14 (Mitchell, 2017).



Figura 14. Montacargas diésel todo terreno (CREIXER, 2019).

2.4 Sistemas del montacargas

Los sistemas del montacargas de combustión interna son:

- Sistema de cuadro
- Sistema de motor.
- Sistema de transmisión
- Sistema de diferencial
- Sistema de frenos
- Sistema de dirección
- Sistema hidráulico
- Sistema eléctrico

2.5 Sistema de cuadro

El cuadro, consiste en una estructura externa que sostiene, y aporta rigidez al montacargas, consta de un armazón que integra entre sí y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo motor propulsor, las ruedas, dirección, mástil y contrapesa,

En un montacargas giran las ruedas posteriores y no las delanteras, porque así en el mínimo espacio tengamos mayor maniobrabilidad, el cuadro de esta maquinas solo se apoya en un punto intermedio del eje posterior. Es un triángulo de 2 apoyos en el eje delantero y 1 apoyo en el eje posterior debido a tener un solo apoyo intermedio en el eje trasero esta máquina es inestable, como se muestra en la Figura 15.

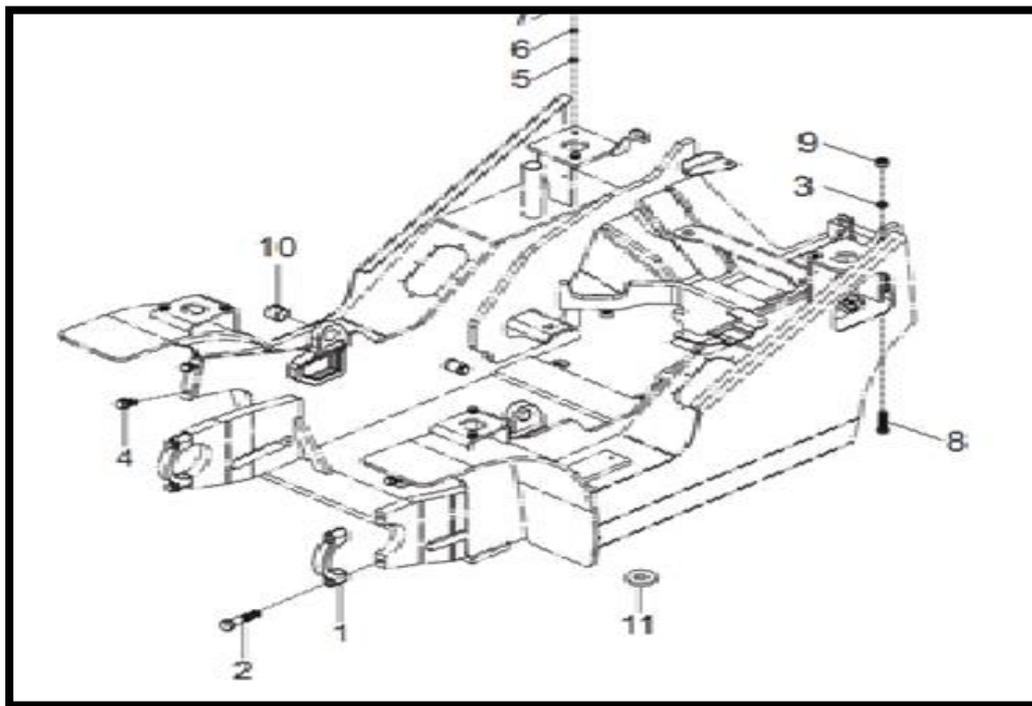


Figura 15. Cuadro o chasis de montacargas (Heli, 2019)

Partes el cuadro de montacargas

En la tabla 3 se describe las partes del cuadro del montacargas.

Tabla 3.*Partes del cuadro del montacargas.*

Ítems	Descripción	Ítems	Descripción
1	Media luna del mástil	7	Perno de caseta
2	Pernos de media luna	8	Pernos de caseta
3	Anillo de la caseta	9	Tuerca
4	Perno combinado	10	Pin de cilindro de inclinación
5	Anillo plano de caseta	11	Imán de tanque de combustible
6	Anillo de seguridad		

2.6 El motor.

Un montacargas dispone de motor de combustión interna que muy bien puede usar gasolina o gas licuado de petróleo, sus componentes son los mismo que encontramos en cualquier motor a gasolina con la diferencia de que por poseer sistemas hidráulicos, existen ciertas variantes además de poseer un sistema intercambiador de combustible, como podemos ver en la Figura 16.

**Figura 16.** Motor Nissan k25

En la tabla 4. Se muestra las características básicas un motor para montacargas.

Tabla 4.*Especificaciones técnicas del motor.*

Descripción	Especificaciones	
	Métrico	Sistema Ingles
Tipo		En línea SOCH
Numero de cilindros		4
Diámetro	76.5 mm	3.0118 pul
Carrera	87 mm	3.4252 pul
Desplazamiento total	2500 cc	97.57 pul
Relación de compresión	9.0 :1	
Tipo de combustible	Gasolina	
Sistema de alimentación	Carburador	
Fabricante	Nissan	
Serie de motor	K25	
Rotación del cigüeñal	Horario	
Potencia total	108 hp a 2400 rpm	
Orden de encendido	1-3-4-2	

Utiliza un motor convencional a gasolina, fabricado por Nissan, las características principales de este motor son que posee una cilindrada de 2000 centímetros cúbicos, con una potencia de 93 hp hasta las 3500 revoluciones por minuto.

Sus dos más grandes diferencias, de un motor convencional es que este funciona con una caja de cambios automática y conexiones de los sistemas hidráulicos, los sistemas que conforman al motor son los siguientes:

- Sistema de distribución.
- Sistema de alimentación.
- Sistema de refrigeración.
- Sistema de lubricación.
- Sistema de eléctrico.

2.6.1 Sistema de distribución.

Es el conjunto de elementos precisos para regular la entrada y salida de gases del cilindro en los motores de cuatro tiempos. Que permite la apertura y cierre de las válvulas en los tiempos de admisión y escape de forma sincronizada con el giro del cigüeñal (Calleja, 2015).

Está conformado por el árbol de levas en el bloque del motor (generalmente en el sector inferior) y las válvulas dispuestas en la culata. En este sistema la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas se hace directamente por medio de dos piñones o con interposición de un tercero, también puede hacer por medio de una cadena de corta longitud como se muestra en la Figura 17.

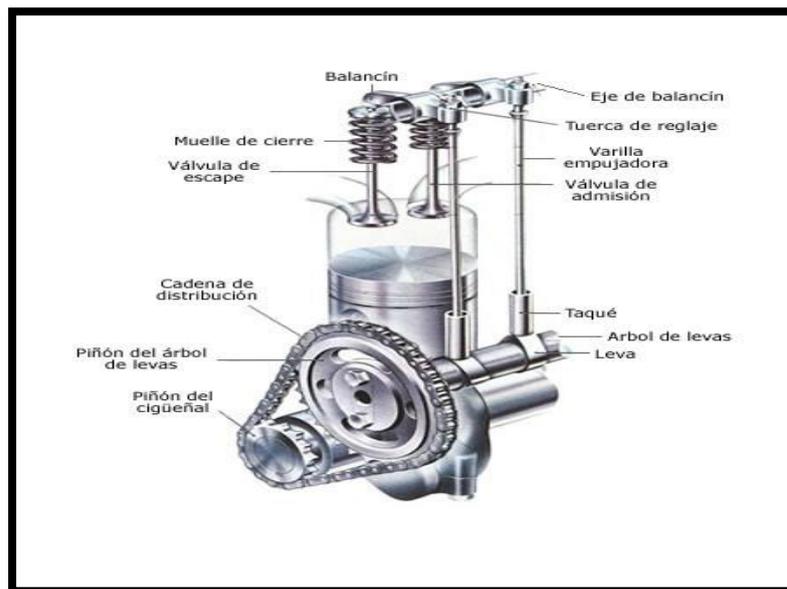


Figura 17. Sistema de distribución OHV (Heli, 2019)

La ventaja de este sistema es que la transmisión de movimiento entre el cigüeñal y el eje no necesita mantenimiento.

La desventaja viene por elevado número de elementos que componen este sistema para compensar la distancia existente entre el árbol de levas y las válvulas.

Este inconveniente influye sobre todo en altas revoluciones del motor, lo cual presume un límite en el número de revoluciones que estos motores pueden llegar a alcanzar. Este sistema está influenciado por la temperatura del motor, lo que es necesario una holgura considerable en los ataques (Calleja, 2015).

2.6.2 Sistema de alimentación.

La alimentación de estos motores alternativos consiste en hacer llegar al interior de los cilindros, en los de ciclo Otto una mezcla de aire limpio y combustible, que puede ser gasolina o gas licuado de petróleo.

Circuito de alimentación de gasolina.

El circuito de alimentación de gasolina consta de los siguientes elementos (Rodríguez, 2019)

- Depósito de combustible. - Recipiente provisto de un tapón que permite la entrada de aire. Lleva un indicador de nivel en el panel indicador.
- Filtro de aspiración. - Mediante una malla hace el filtrado de partículas.
- Bomba de gasolina. - Esta es mecánica, propulsada por la barra de leva para enviar el combustible.
- Carburador. - Es el encargado de realizar la mezcla de aire y combustible.
- Mangueras y cañerías. - Sirven para transportar el combustible desde el depósito hasta el motor.

Sistema de combustible Gas Licuado de Petróleo. (GLP)

También llamado auto gas o gas licuado, que consta principalmente de propano y butano.

El GLP se obtiene como producto derivado de la destilación en la producción de gasolina, por lo que depende directamente de las reservas de petróleo (Cordero, 2019)

Propiedades del GLP a nivel mundial.

El Gas Licuado de Petróleo se caracteriza por tener un alto poder calorífico y una densidad mayor al del aire, en el cuadro las propiedades más interesantes de los componentes del GLP a nivel general mundial como se ve en la tabla 5.

Tabla 5.

Características del GLP a nivel mundial

Propiedades	Propano	Butano	GLP (**)
T° de ebullición a 1 atm (°C)	- 42,1	-0,5	(- 42,1 – 0,5)
Densidad (Kg /L)	0,58(*)	0,60(*)	0,56
Poder calorífico (kcal / kg)	11,082	10,938	11,000
Índice Octano	112	94	105
Presión de vapor a 37,8 °C (kg / cm²)	12,44	2,67	10 -14

(*) En un punto de ebullición.

(**) Valores comerciales.

Aunque no sea toxico, es altamente inflamable e incoloro. Su débil olor característico se refuerza con derivados sulfurados para facilitar la detección de fugas. En ambientes fríos se tiende a emplear mezclas con mayor cantidad de propano a fin de evitar su licuefacción a temperaturas ambiente. En ambientes más cálidos la mayor cantidad de butano permite presiones de almacenaje más bajas (Cordero, 2019).

Características Físico – Químicas del GLP

Las características del GLP, depende de sus propiedades Físicos – Químicas de los hidrocarburos que le componen, estas son necesarias con el objeto de utilizarlas para cálculos de las instalaciones que producen este derivado, establecer su calidad y por ende las normas

de calidad, conocer manejo del producto y la utilización bajo sus normas de seguridad (Segovia, 2010).

Características físicas.

Estas se refieren generalmente a propiedades que permiten el manejo del producto e condiciones de seguridad en su producción, transporte y consumo. Estas propiedades son la densidad, punto de inflamación, presión de vapor, límite de ebullición, volatilidad y corrosión a la lámina de cobre.

- Es inodoro, debido a este hecho para su comercialización de este derivado sea mezclado con sustancias odorante se usa el etil-mercaptano. Esta sustancia se dosifica a razón de 1kg por cada 45 toneladas de GLP
- Es incoloro, tanto en estado líquido como gaseoso cuando existe fugas se lo detecta por qué forma hielo en el orificio por donde sale.
- Es más pesado que el aire cuando está en forma gaseosa, razón por la cual cuando existe fugas, tiende a estar a nivel del suelo, lo que significa un peligro eminente ya que puede encontrarse fácilmente una fuente de ignición, también puede causar asfixia al ser humano ya que es un reemplazo del aire.
- Es más liviano que el agua, este hecho se relaciona sobre todo con el almacenamiento del producto.
- Tiene poder disolvente en líquido y gases, son disolventes del caucho natural, de las grasas, de los aceites, de las pinturas disolviéndolos parcialmente.
- No es toxico, la acción fisiológica sobre el organismo producidas por la inhalación se traduce en una ligera acción anestésica, pero si puede producir asfixia cuando la persona está en un lugar confinado el butano desplaza al oxigeno afectando a la salud.

- Es excesivamente frío, por pasar rápidamente del estado líquido a vapor, por lo que al contacto con la piel producirá siempre quemaduras de la misma manera que lo hace el fuego.
- Es muy inflamable cuando escapa y se vaporiza se enciende violentamente con la menor llama o chispa.
- Es limpio cuando se quema debidamente combinado con el aire, no forma hollín en la combustión y el ácido sulfúrico es bajo.
- Densidad es el coeficiente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa ese cuerpo, se expresa en kg/m^3 . La densidad relativa del GLP, en fase líquida es aproximadamente 0,5 kg/L . respecto a la densidad del agua. La densidad relativa en fase gaseosa para el butano es de 2,03 y para el propano 1,57 respecto a la densidad del aire.
- Presión de vapor, es ejercida por los vapores de un líquido en las paredes de un recipiente cerrado a una temperatura y presión dadas.
- Temperatura de inflamación, es la temperatura a la cual los gases emanados de un combustible sometido a calentamiento, a presión atmosférica, se enciende en presencia de una chispa o llama. Las concentraciones necesarias de gas en el aire, para que una mezcla sea inflamable, oscila entre los siguientes porcentajes, como se ve en la tabla 6.

Tabla 6.

Porcentaje inflamable

Butano	1,86 – 8,41
Propano	2,37 – 9,50

- Temperatura de ebullición, es la cual un líquido pasa a gas a una determinada presión. Así, por ejemplo, a presión atmosférica, el propano se vaporiza a partir de $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el butano lo hace a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura de auto ignición es relativamente baja, por lo que cualquier fuente de ignición (radio, linterna, vehículo, celular, electricidad etc.) se puede encender si se encuentra dentro de los rangos de inflamación (Textos Científicos, 2019)

Características químicas.

Las características químicas se refieren a las propiedades que tienen los productos para reaccionar con otra sustancia ante la temperatura. Entre estas propiedades tenemos:

poder calorífico, la estabilidad térmica, la estabilidad a la oxidación.

- El poder calorífico, es la cantidad de calor que resulta de la combustión de un kilogramo de sustancia. También, en el caso de los gases se puede definir como el calor resultante de la combustión de una unidad de volumen de ese gas.
- Estabilidad térmica, es la capacidad de un combustible de resistir a su rompimiento en condiciones operación en alta temperatura
- Estabilidad a la oxidación, es la capacidad de un combustible de resistir a su oxidación en condiciones de operación en alta temperatura, el oxígeno del aire tiene una influencia negativa sobre los productos petroleros, la cual está influenciada por la acción de los rayos ultravioletas, de la concentración de oxígeno, dimensión de la superficie de contacto, temperatura, presencia de metales de la composición del hidrocarburos (Textos Científicos, 2019).

Reacciones de combustión.

Un gas para que arda necesita que se le aplique una temperatura igual o superior a

la temperatura de inflamación y además necesita estar mezclado homogéneamente con el oxígeno del aire en una determinada proporción. Esta proporción tiene límites inferiores y superiores, dentro de los cuales se produce la inflamación (Cordero, 2019)

Los gases butano y propano son inflamables porque se mezclan en proporciones adecuadas con el aire y se aplica un punto de ignición arden. Las concentraciones necesarias del gas en el aire, para que la mezcla sea inflamable oscila entre los siguientes valores como se observa en la tabla 7.

Tabla 7.

Límites de inflamabilidad

	Inferior %	Superior %
Butano	1,86	8,41
Propano	2,37	9.50

Funcionamiento de un equipo GLP, en los montacargas

Esquema general de un sistema GLP, para vehículos montacargas. El sistema de combustión con G.L.P. para montacargas es muy similar al equipo utilizado para la combustión con GNV (Gas Natural Vehicular)

Cambia la disposición de los equipos debido a que el espacio en los montacargas es más reducido que en los vehículos normales. En términos generales esquemáticamente el G.L.P, en estado líquido, recorriendo los tubos de alta presión y pasando a través de la electroválvula, llega a vaporizador reductor y pasa a estado gaseoso, esto gracias al agua derivada de la instalación de la refrigeración del vehículo. En este punto el G.L.P., en estado gaseoso y baja presión. Llega al mezclador, de allí pasa al carburador o en su efecto en los motores de inyección de combustible el gas es inyectado directamente al riel de inyección y

este a su vez pasa a la cámara de combustible para mezclarse con el aire y realizar el proceso de combustión (Textos Científicos, 2019)

Partes del sistema de alimentación.

El tanque es el que almacena el combustible GLP, y son diseñados con chapa de 3 a 4 mm para usos específicos y no son intercambiables, son de acero tratado térmicamente para garantizar su estiramiento, normalmente lo distribuyen de 16 kg, este tipo de cilindro suministra propano líquido para montacargas, y son instalados en la parte posterior del contrapesas del montacargas como se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Tanque de 16 kg de combustible GLP

La electroválvula GLP

Este dispositivo que permite interrumpir automáticamente el flujo del GLP, del tanque al espacio motor. Está constituida de un obturador accionado por el electro magneto de 12 voltios de una conexión de ingreso y de salida y de una piletta dotada de un filtro para retener eventuales suciedades. (Textos Científicos, 2019)

La electroválvula de GLP, está cerrada al estar en reposo. Al cerrarse el circuito eléctrico, la bobina empuja el núcleo magnético hacia el obturador permitiendo el paso de GLP, como muestra la Figura 19.



Figura 19. La electroválvula GLP

Tuberías de alta presión

Estos tubos están hechos de cobre. Es construido para soportar la presión de 45 bares y puede ser curado según su necesidad, usando los instrumentos idóneos. El tubo se conecta al filtro de gas y posteriormente a la válvula solenoide – convertidor. La tubería está conectada por medio de conexiones adecuadas como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Cañería de alta presión GLP

Filtro de GLP

Este elemento muy importante dentro del sistema es el que protege y recoge gran parte de las impurezas ya que se produce lacas, barnices y grumos a la hora de pasar el combustible líquido a gas, en la Figura 21 podemos ver el kit y el filtro.



Figura 21. Filtro GLP modelo VVF30 impco

Convertidor o vaporizador de GLP

Normalmente llamado solo convertidor, tiene la función dentro del sistema. Permite el cambio térmico necesario para la evaporación completa del GLP, y reduce la presión a los valores próximos a la presión atmosférica, haciendo así que el carburante esté disponible para ser aspirado por el motor. (Textos Científicos, 2019)

El convertidor debe instalarse verticalmente y paralelo a la dirección de marcha del vehículo. Debe ser colocado en una zona accesible para facilitar la regulación y el mantenimiento. La distancia máxima del convertidor y carburador es de 60 cm ya que una distancia mayor causara perdidas de reflejo en el motor, en la Figura 21 podemos ver algunos modelos de convertidor, como muestra la Figura 22.



Figura 22. Modelos de evaporadores GLP

El mezclador o carburador de GLP

El GLP, es un combustible tan noble, que tolera cualquier tipo de operación aún bajo circunstancias negativas, pero se apreciarán a lo largo problemas bajo rendimientos, pérdidas de potencia y flameo de válvulas y pistones y carburadores.

“El 90% de las desventajas atribuidas a la carburación a GLP, es por malos equipos o equipos buenos con instalaciones malas.” (Textos Científicos, 2019).

Las mangueras que unen el convertidor con el adaptador absorben las vibraciones o movimientos sin aflojar piezas o tornillos que se conviertan en entrada de aire. Se debe a una ligera curva para que absorba los cambios de distancias por los movimientos vibratorios y sujetarse firmemente por medio de abrazaderas a las conexiones en ambas piezas, en la Figura 23 mostramos al carburador de gas.



Figura 23. Mezclador de GLP modelo CA 55 impeco.

2.6.3 Sistema de refrigeración.

En la mayoría de motores de montacargas cuentan con sistemas de enfriamiento por agua y aire, esos sistemas se encargan de enfriar un líquido refrigerante y hacer circular dentro del block y la cabeza del motor para enfriarlo y mantenerlo en una temperatura que permita operar adecuadamente, una bomba de agua y una banda que le impulsa para hacer circular el refrigerante, el termostato que controla la temperatura del refrigerante y un radiador para enfriar el refrigerante, una tapa para mantener la presión del sistema y las mangueras para conducir el refrigerante al motor, como se muestra en la Figura 24 (Ferrer, 2010)

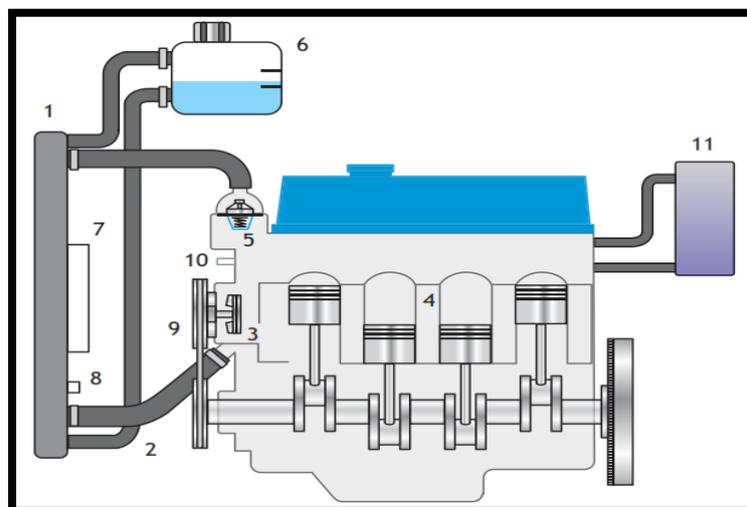


Figura 24. Sistema de refrigeración del motor (Ferrer, 2010)

Las partes que conforma el sistema de refrigeración del motor son:

1. Radiador
2. Mangueras
3. Bomba de agua
4. Conductos
5. Termostato
6. Depósito de expansión
7. Ventilador
8. Sensor de temperatura
9. polea y correas
10. Trompo de temperatura
11. Intercambiador de calor

2.6.4 Sistema de lubricación.

La función principal de la lubricación de un motor es evitar la fricción y desgaste prematuro de las diferentes superficies metálicas en movimiento, la adecuada lubricación, dependerá la fiabilidad y el rendimiento del motor del montacargas que es interpretado como la vida de este, como muestra en la Figura 25 (Alonso, 2000).

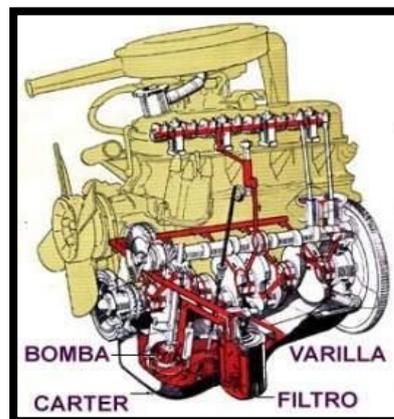


Figura 25. Sistema de lubricación del motor (Alonso, 2000)

Cuando el motor se encuentra en una óptima lubricación se obtienen los siguientes resultados.

- ✓ Reducir el coeficiente de fricción dinámico entre las piezas.
- ✓ Absorber y amortiguar el impacto entre elementos con presión.
- ✓ El dar una limpieza de las piezas lubricadas mediante la absorción de impurezas.
- ✓ Refrigerar las partes en movimiento y aquellas que no tienen acceso al circuito de refrigeración.

Aun disponiendo de un buen lubricante, existen varios factores que determinan si es una buena o mala lubricación y por lo tanto no se llega al resultado deseado o a la consecuencia de los objetivos propuestos. Estas condicionantes son las siguientes:

- ✓ La calidad superficial y naturaleza del material en contacto.
- ✓ La presión ejercida hacia el lubricante, así como hacía las piezas.
- ✓ La forma de las piezas en movimiento (ángulo de ataque).
- ✓ El holgué existente en entre los elementos con movimiento.
- ✓ La velocidad entre las piezas lubricadas.

2.7 Sistema de transmisión.

2.7.1 Tren de potencia.

Para apreciar el papel que juega el motor y la transmisión en el sistema de potencia del montacargas, se debe revisar algunos aspectos básicos de funcionamiento del tren de potencia. Si bien el motor es la fuente de potencia, el termino tren de potencia engloba todos los componentes de propulsión comprendidos entre el volante del motor y las ruedas motrices. Normalmente, para una aplicación de transmisión automática, transmisión del diferencial y las ruedas, como muestra la Figura 26 (Heli, 2019).

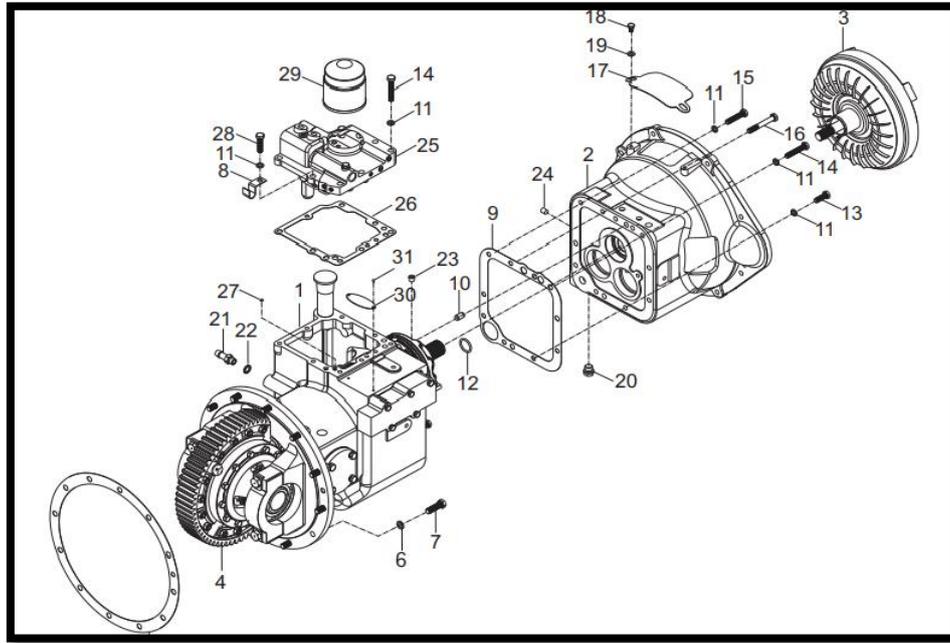


Figura 26. Partes de la transmisión (Heli, 2019)

2.7.2 El convertidor.

El convertidor de par es el enlace hidráulico entre el motor y la transmisión. Actúa tanto como multiplicador de par como de acoplamiento hidráulico. Va junto al volante del motor y gira al mismo régimen.

Consta de tres elementos que forman un anillo toroidal, en cuyo interior está el aceite. Una de las partes es el impulsor o bomba, unido al motor, con forma de disco y unas acanaladuras interiores en forma de aspas para dirigir el aceite. La turbina tiene una forma similar va unida al cambio de marchas.

En el interior está el reactor o estator, este acoplado al cambio. Cuando el montacargas está parado las dos mitades principales del convertidor giran independientemente, pero cuando acelera, la corriente de aceite se hace cada vez más fuerte, hasta el punto de que el impulsor y la turbina giran solidarios, arrastrados por el aceite como se muestra en la Figura 27.

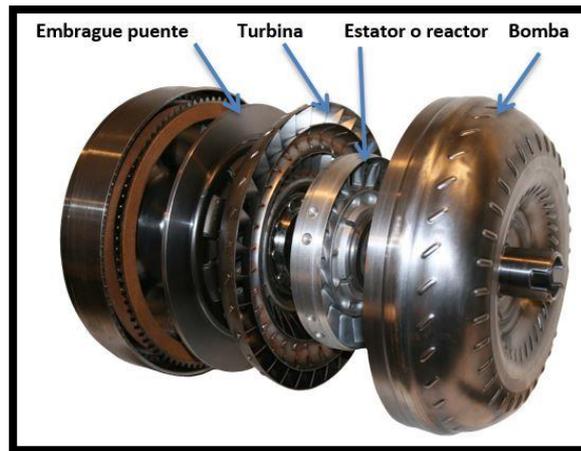


Figura 27. El convertidor de par (Domínguez, 2012)

2.7.3 Transmisiones automáticas.

La transmisión es un mecanismo provisto de engranajes tanto simples como planetarios para adaptar la potencia del motor a las condiciones de rodaje y de carga. Actúa como un elemento de cambio de par y velocidad proporcionando cambios adecuados de la relación de transmisión que permiten al motor mover a carga con eficiencia, como muestra en la Figura 28 (Domínguez, 2012).



Figura 28. Transmisión automática de Heli

2.7.4 Acondicionamiento de embragues.

El acondicionamiento de embragues requiere una atención y conocimientos especiales. Cuando se desmonta la unidad del embrague, es una buena práctica mantener ordenados los

discos de embrague y el resto de las piezas, para la inspección, limpie todas las piezas mecánicas con solvente que no deteriore el revestimiento y séquelas con aire. Si es necesario volver a utilizar los discos de embragues en la reparación requiere de una inspección muy detallada de los mismos, como se visualiza en la Figura 29.



Figura 29. Acondicionamiento de embragues

2.7.5 La bomba hidráulica de caja automática.

La transmisión automática tiene muchos componentes, el más importante es la bomba de aceite, ya que suministra un caudal de aceite que viaja a través de la transmisión para lubricar los engranes y otros componentes. La bomba está ubicada en el cuerpo de la caja donde encastra el convertidor de par. Normalmente, es una bomba de engrane ubicada en el cuerpo de la transmisión, aspira el fluido hidráulico desde el fondo de la misma a través de un filtro, el cual retiene material gastado de los discos de embrague y cualquier partícula de metal gastado, como muestra la Figura 30 (Domínguez, 2012)

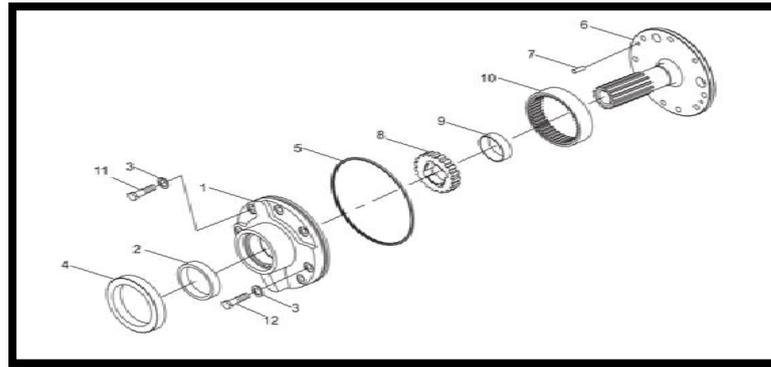


Figura 30. La bomba de transmisión automática (Heli, 2019)

2.7.6 El control de transmisión hidráulico.

El cuerpo de válvulas es conocido como el cerebro de la caja de cambios, se trata del componente más complejo y crítico de la transmisión automática.

La función del cuerpo de válvulas es enviar en el instante preciso la presión de ATF requerida por los distintos paquetes de embragues y frenos de la transmisión para realizar, en cada momento y con exactitud según las condiciones de conducción, el cambio de marchas del montacargas, como muestra la Figura 31

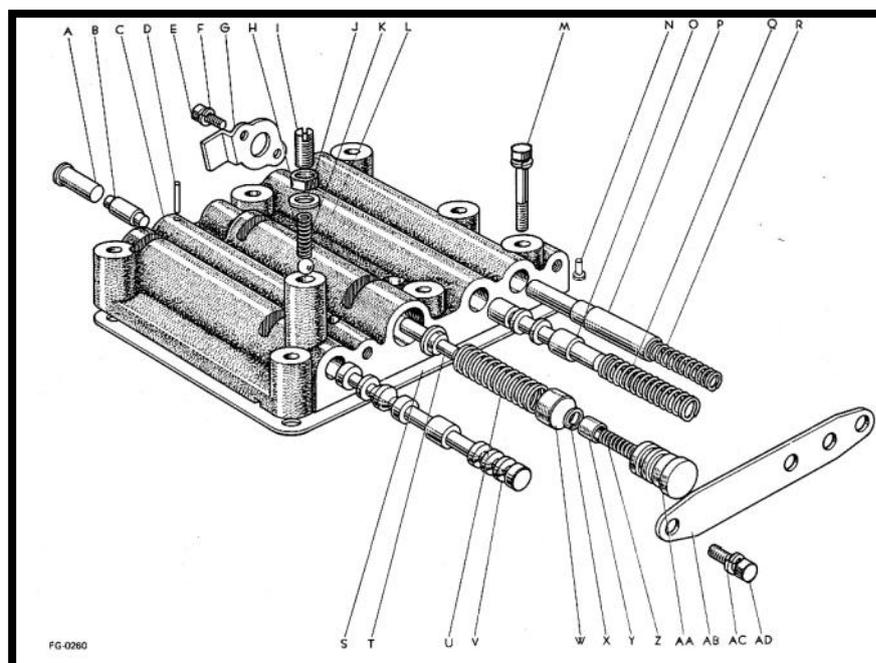


Figura 31. Cuerpo de control de válvulas de transmisión (Heli, 2019)

Partes o componentes del cuerpo de válvulas

En la tabla se describe las partes que conforman el cuerpo de válvulas

Tabla 8.

Partes del cuerpo de válvulas.

Descripción	Descripción
A. Tapón de válvula de cambio	P. Válvula de marcha lenta
B. Válvula de cambio	Q. Muelle regulador
C. Cuerpo de control de válvulas	R. Muelle de retorno de marcha lenta
D. Guía	S. Empaque de cuerpo de válvulas
E. Perno	T. válvula moduladora
F. Arandela de presión	U. Muelle modulador
G. Palanca sujetadora	V. Selector de válvulas
H. Tuerca	W. Pistón regulador.
I. Perno	X. Seguro
J. Arandela plana	Y. Válvula de orificio.
K. Muelle de acero	Z. Muelle de válvula de orificio.
L. Bola de acero	AA. Cuerpo de válvulas de orificio
M. Perno con arandela	AB. Sujetador de presión
N. Guía tapón de válvula	AC. Anillo de presión
O. Válvula reguladora de presión	AD. Perno

2.8 Sistema diferencial

Función.

Es el encargado de transmitir el movimiento cuando el vehículo avanza. Cuando el montacargas va en línea recta los satélites van volteándose junto con la corona arrastrando a los dos planetarios y dando las dos ruedas el mismo número de vueltas.

En este cuerpo va montado todo el conjunto de piñones, rodamientos, ejes de rueda. También sirve como soporte del astillo mástil como muestra la Figura 32.

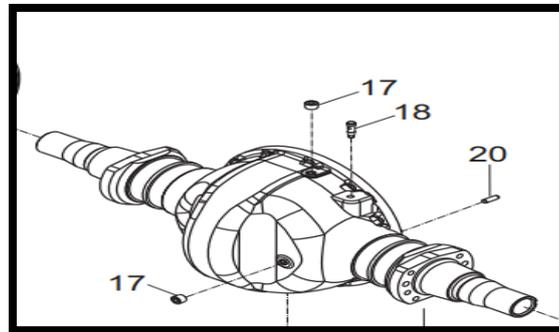


Figura 32. Cuerpo diferencial (Heli, 2019)

La finalidad de los piñones de transmisión es permitir la transmisión de fuerzas de giro a un par de ejes que no giran solidarios, esto sirve para compensar la diferencia de metros que recorre una rueda con la otra en una curva (Anzola Llera, 2014)

En general, un diferencial es un engranaje u otro mecanismo mediante el cual se encuentran acoplados tres árboles, de forma tal que al arrastrar uno de ellos a los otros dos, estos pueden tener velocidades iguales o diferentes, y en el último caso a cada vuelta dada de menos por uno de ellos le corresponde una vuelta suplementaria dada por el otro durante el mismo tiempo, como se ve en la Figura 33.



Figura 33. El diferencial de montacargas hyundai h25 (Casado, 2012)

Partes del diferencial.

Las partes más principales del diferencial son:

- ✓ La cinta dentada o corona
- ✓ El cono
- ✓ Los planetarios
- ✓ Los satélites
- ✓ Los ejes
- ✓ La carcasa
- ✓ Los rodamientos
- ✓ La brida

2.9 Sistema de frenos.

Finalidad.

Es permitir al operador detener el montacargas con seguridad en la menor distancia posibles sobre todo tipo de condiciones y superficies del camino.

Hay que tomar en cuenta que el freno solo actúa en las ruedas delanteras.

Función

La ley de inercia es la encargada de regir el sistema de frenado del montacargas. El principio básico para que ocurra el correcto funcionamiento de los frenos es la fricción.

El proceso de frenado consiste en que un cuerpo se ponga en contacto con otro en direcciones opuesta esto genera una fuerza que se conoce como fricción la cual se opone al movimiento del cuerpo hasta conseguir detenerlo, como podemos observas en la Figura 34 (Perez, 2014)



Figura 34. Sistema de frenos de tambor (Perez, 2014)

Cilindro maestro de freno.

La bomba de frenos es la encargada de convertir o transformar la fuerza mecánica de la presión ejercida por el conductor sobre el pedal de freno, en presión hidráulica. Por medio de canalizaciones, esta presión es transmitida a los bombines de las ruedas que empujan las zapatas y esta roza con el tambor creando fricción disminuyendo la velocidad de la máquina, como se observa en la Figura 35.



Figura 35. Cilindro maestro de freno (Perez, 2014)

Freno de parqueo.

La función es inmovilizar las ruedas delanteras del montacargas atreves de la palanca de freno de mano, la cual tiene dos cables que están sujetas a las zapatas.

Este dispositivo debe estar en buenas condiciones, suficientes para detener el montacargas cuando este se estacione con carga en la rampa inclinada, cuando se encuentra en el sitio de trabajo, o en un lugar libre de obstrucciones.

También cuenta con dos cables de acero que son enganchados individualmente en cada lado de las zapatas primarias, como podemos observar en la Figura 36.

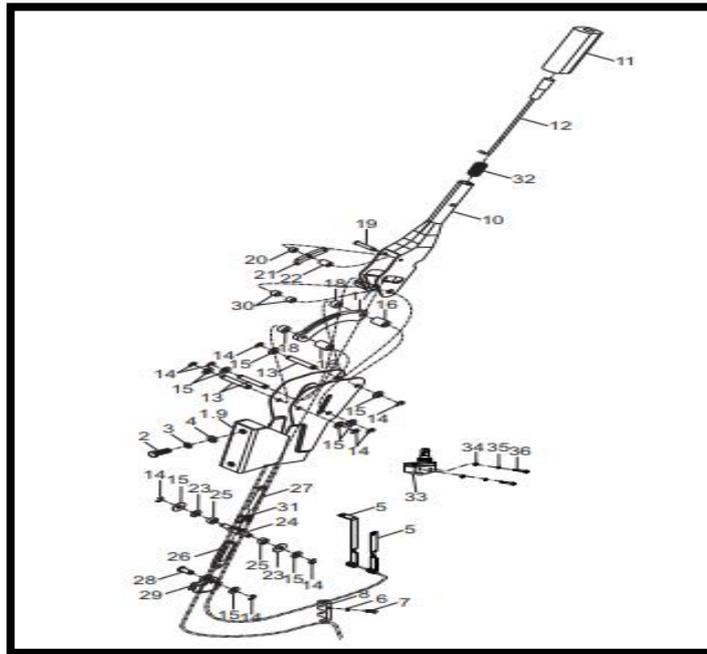


Figura 36. Manubrio de freno de parqueo (Heli, 2019)

2.10 Sistema de dirección

El sistema de dirección del montacargas funciona con asistencia hidráulica, esta es la aplicación en sistemas de maquinaria pesada, y en este caso en el montacargas presente, es justificante por las siguientes razones (Martínez Tamez, 2013).

- Características auto lubricantes

- Trabajan en condiciones de altas presiones
- Permiten transmitir grandes esfuerzos en relación al tamaño del servo mecanismo.
- La incompresibilidad del fluido permite un control preciso de sus movimientos.
- El fluido de trabajo circula con el circuito hidráulico
- Las partes principales del sistema de dirección se observa en la Figura 37.

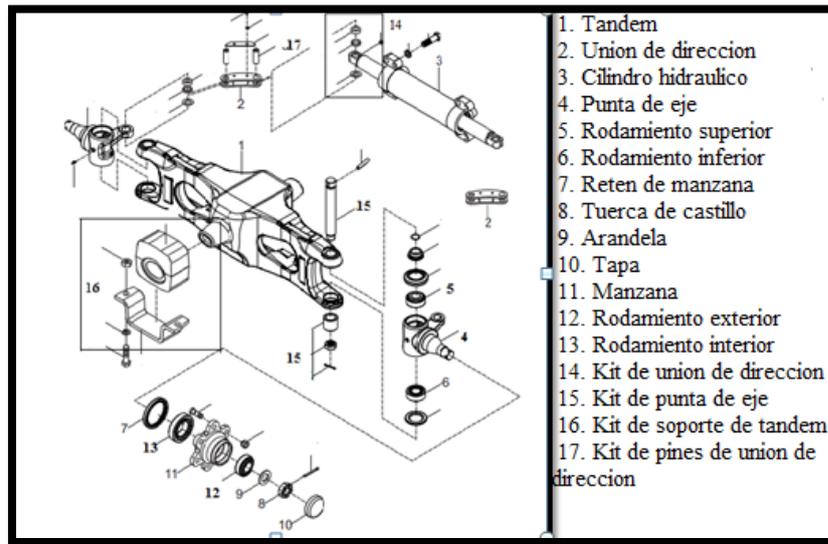


Figura 37. Partes de la dirección. Tamden (Heli, 2019)

2.11 Sistema hidráulico.

Los sistemas hidráulicos pueden funcionar por impulsión directa o indirecta. Dependiendo de las características de cada montacargas. Se llaman impulsión directa por que por cada 1 cm de recorrido del pistón el mástil se desplaza 1 cm. Los de impulsión indirecta son los que se desplaza 1 cm el pistón y el mástil recorrerá 2 cm.

Ventajas del sistema hidráulico.

- Alto grado de fiabilidad por el poco mantenimiento que necesita el sistema.
- Optimiza el espacio de cargas dentro de las bodegas
- Suavidad del funcionamiento en subida y bajada del mástil

- Consume energía en subida en bajada utiliza la gravedad.
 - El aceite no se consume, solo se utiliza dentro del sistema
 - **Partes del sistema hidráulico.**
1. Depósito de aceite
 2. Filtro de succión
 3. Filtro de retorno
 4. Bomba hidráulica
 5. Cilindros de doble efecto
 6. Cilindros de simple efecto
 7. Válvula de control hidráulico
 8. Líneas de conexión
 9. Castillo mástil.

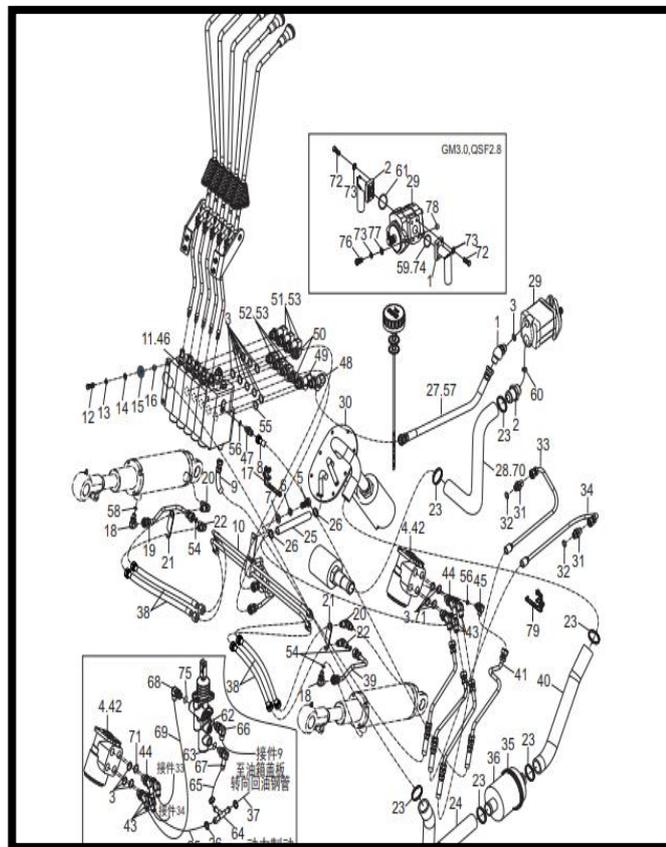


Figura 38. Elementos del sistema hidráulico de montacargas (Heli, 2019)

El depósito de aceite.

Almacena el fluido que necesita el sistema, en algunos sistemas que circulan continuamente el fluido, al depósito se incorpora refrigeración mediante la transmisión de calor del fluido al contenedor y finalmente a la atmosfera.

El tamaño del tanque debe ser tal que el aceite permanezca en su interior de uno a tres minutos antes de circular. Esto quiere decir que si el caudal de la bomba es de 15 litros por minuto el tanque debe tener capacidad de 15 a 45 litros, como se observa en la Figura 39.

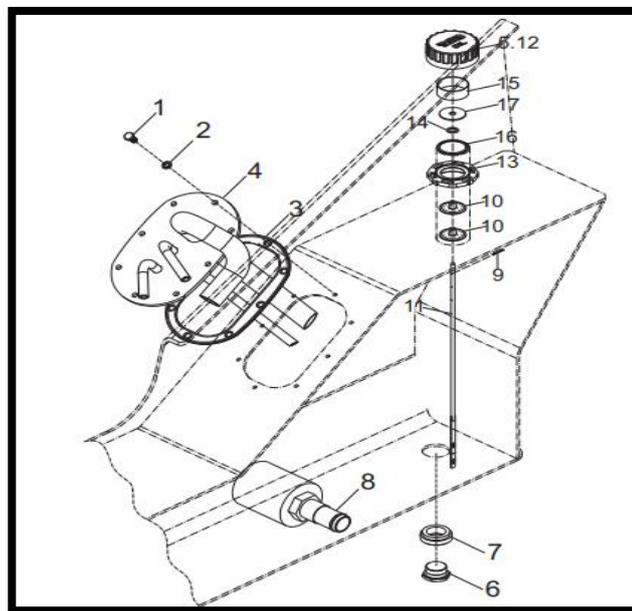


Figura 39. Depósito de aceite del sistema hidráulico (Heli, 2019)

Filtro de succión.

Como podemos observar en la Figura 39 el ítem 8 es un filtro de succión hidráulico que está instalado en la línea de bombeo para prevenir que las bombas o los sistemas sufran daños por la absorción de contaminantes en el fluido y para extender su vida útil (Heli, 2019).

Es de gran importancia que los sistemas oleo hidráulicos este limpio de impurezas y no contaminado, debido a que los mecanismos interiores de los componentes hidráulicos son

muy delicados y vulnerables a la suciedad, tal es el caso de los ajustes de gran precisión en bombas, en electroválvulas, válvulas reguladoras de caudal, etc.

Este tipo de filtros ofrece variedades opciones dependiendo del flujo y el grado de filtración requerida en este caso oscila entre 10 μm y 100 μm , a medida que aumenta el tamaño de las partículas sólidas, el daño es mayor en sus componentes internos, como se muestra en la Figura 40.



Figura 40. Filtro de succión de aceite

Filtro de retorno de aceite.

Protegen los componentes del sistema hidráulico del daño causado por partículas contaminantes presentes en el fluido. Los filtros de retorno se encargan de retener las partículas generadas al interior del equipo y las extrae del circuito hidráulico, previniendo la contaminación del aceite a través del tanque y bomba, con los efectos negativos que esto puede crear (Garcés Garcés, 2005).

Una forma de reducir la contaminación en el circuito es implementar filtros adecuados para evitar que la suciedad sea transportada a lo largo del circuito. Los filtros tienen como función retener algunas partículas sólidas que son perjudiciales para el sistema, usualmente el

tamaño de los contaminantes oscila 10 μm y 100 μm , a medida que aumenta el tamaño de las partículas sólidas, el daño que producen en los componentes es mayor (Filtros de Succión, 2019)

En la Figura 41 podemos observar el filtro de retorno.



Figura 41. Filtro de retorno de aceite (MAHLE,20019)

La bomba hidráulica.

Es una maquina capaz de transformar la energía mecánica en energía hidráulica. Dicho de otra forma, suministra el fluido el caudal y la presión necesaria para cumplir determinada función.

Función.

Las bombas de engranajes crean un vacío en la entrada, la cual lleva un líquido del depósito a la salida de la bomba y de ahí a los distintos elementos del sistema, como se puede observar en la Figura 42,

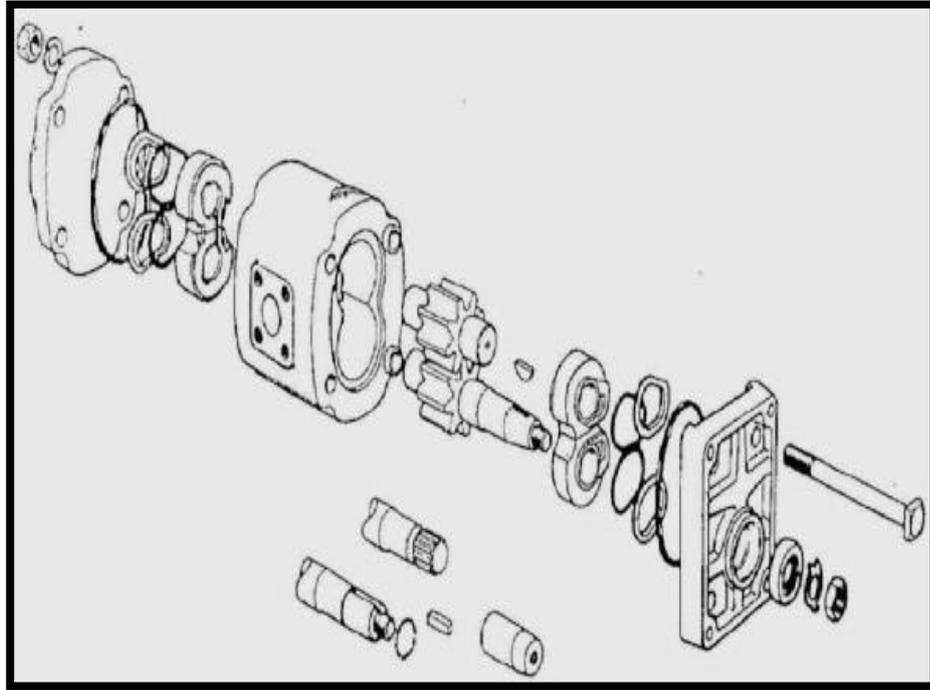


Figura 42. Partes de la bomba hidráulica (Heli, 2019)

Cilindro de doble efecto.

Son capaces de producir trabajo útil en los dos sentidos, disponen de una fuerza activa en el avance como en el retroceso. Son contruidos en forma de cilindros de émbolos y poseen dos tomas situado en los extremos del cilindro o en las tapas.

En el montacargas contamos con dos cilindros de doble efecto para la inclinación del mástil que nos facilitar 10° grados, esto puede ser para jalar hacia el operador o tirar la carga para dejar.

Está compuesto por dos válvulas de dos vías, dos posiciones retorno por muelle, dos reguladores de presión activados por presión, retorno por muelle y dos vías anti retorno. Este sistema en conjunto con las válvulas anteriormente mencionadas sirve para realiza, como se muestra en la Figura 43.

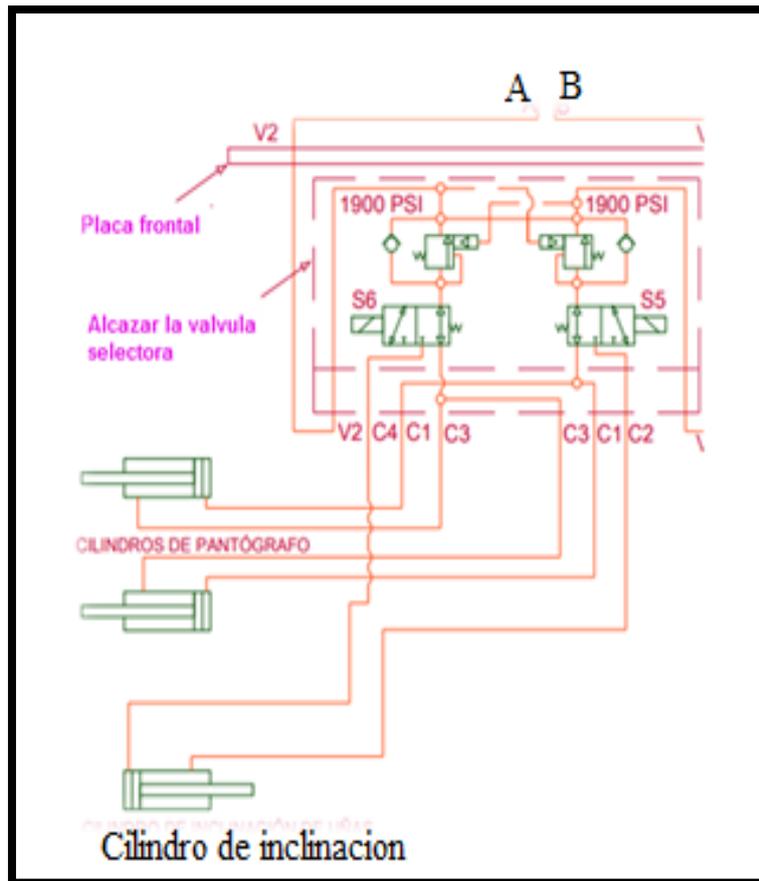


Figura 43. Circuito hidráulico de inclinación (Cadavid, 2015)

Cilindros de simple efecto.

Estos cilindros de simple efecto tienen una sola entrada de aceite hidráulico y realizan el trabajo en una sola dirección, los vástagos retornan por gravedad y peso del carriel a su posición inicial (Cadavid, 2015).

Está compuesto por una válvula de tres vías tres posiciones un regulador y una válvula anti retorno. Dependiendo de la posición del mando acciona los cilindros que elevan o bajan al castillo en combinación con la válvula, como se observa en la Figura 44.

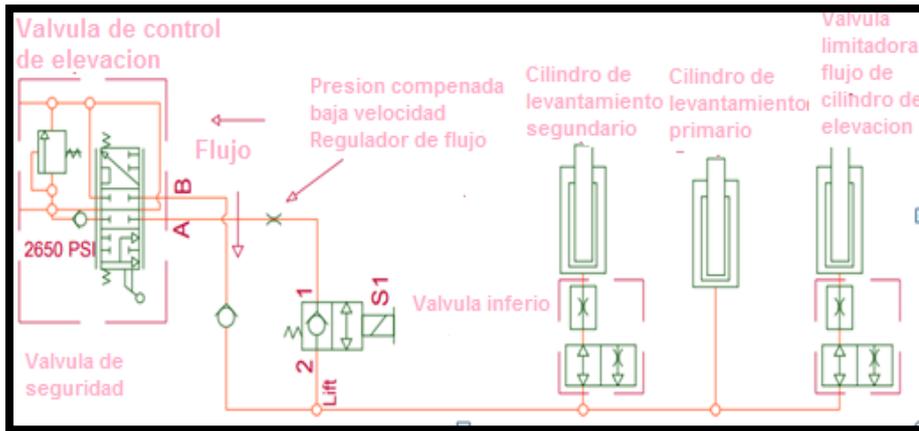


Figura 44. Circuito hidráulico de elevación (Cadavid, 2015).

Válvulas de control hidráulico.

Son encargadas de regular y dirigir el fluido. Deben satisfacer las necesidades en virtud de todo tipo de circunstancia. Estas interconectan conductos, indicando al fluido por donde recorrer y cuando. Otras válvulas controlan y regulan la presión, como se muestra en la Figura 45 (Cadavid, 2015).



Figura 45. Control de válvula de sistema hidráulico

Líneas de conexión.

Las mangueras en general son tubos flexibles empleados para transportar fluidos de un lugar a otro. Su estructura está conformada por un tubo interno, diseñado con base a las propiedades asociadas a la compatibilidad del material conducido; el refuerzo, que aporta resistencia a la presión de trabajo; y la cubierta, que lo protege de factores como la intemperie, abrasión o productos químicos.

Las mangueras hidráulicas, fabricadas en caucho sintético y de gran resistencia, son necesarias en la mayoría de los sistemas hidráulicos, ya que se pueden usar en espacios limitados y admiten movimiento, a la vez que transmiten la potencia necesaria para llevar a cabo un trabajo mecánico

En los montacargas tenemos mangueras de baja, mediana, alta presión por eso es utilizadas de uno, dos, tres mallas de acero como se muestra en la Figura 46.



Figura 46. Mangueras hidráulicas de malla de acero

Castillo mástil.

La función del castillo mástil es suministrar la altura vertical requerida para levantar o bajar cualquier tipo de mercadería.

Es una estructura de acero con capacidad para soportar de manera segura todas las cargas verticales, y ángulos de inclinación deseada. La operación se logra elevando las horquillas a lo largo de los rieles de guía denominados mástil mediante la extensión de los cilindros de simple efecto y la segunda operación se consigue con los cilindros laterales de simple efecto, como podemos observar en la Figura 47.

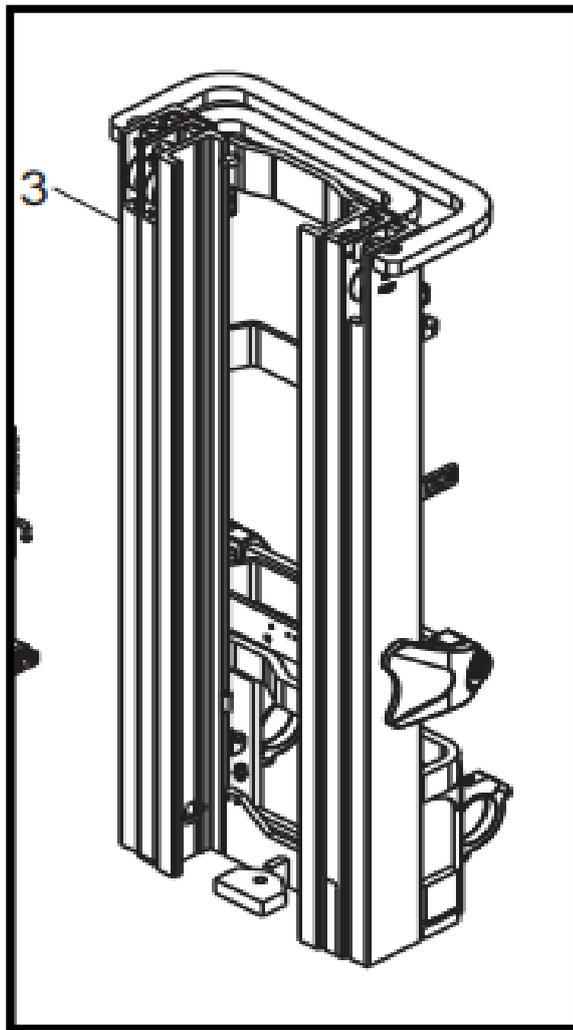


Figura 47. *Castillo mástil triple* (Heli, 2019).

Diagrama de sistema hidráulico.

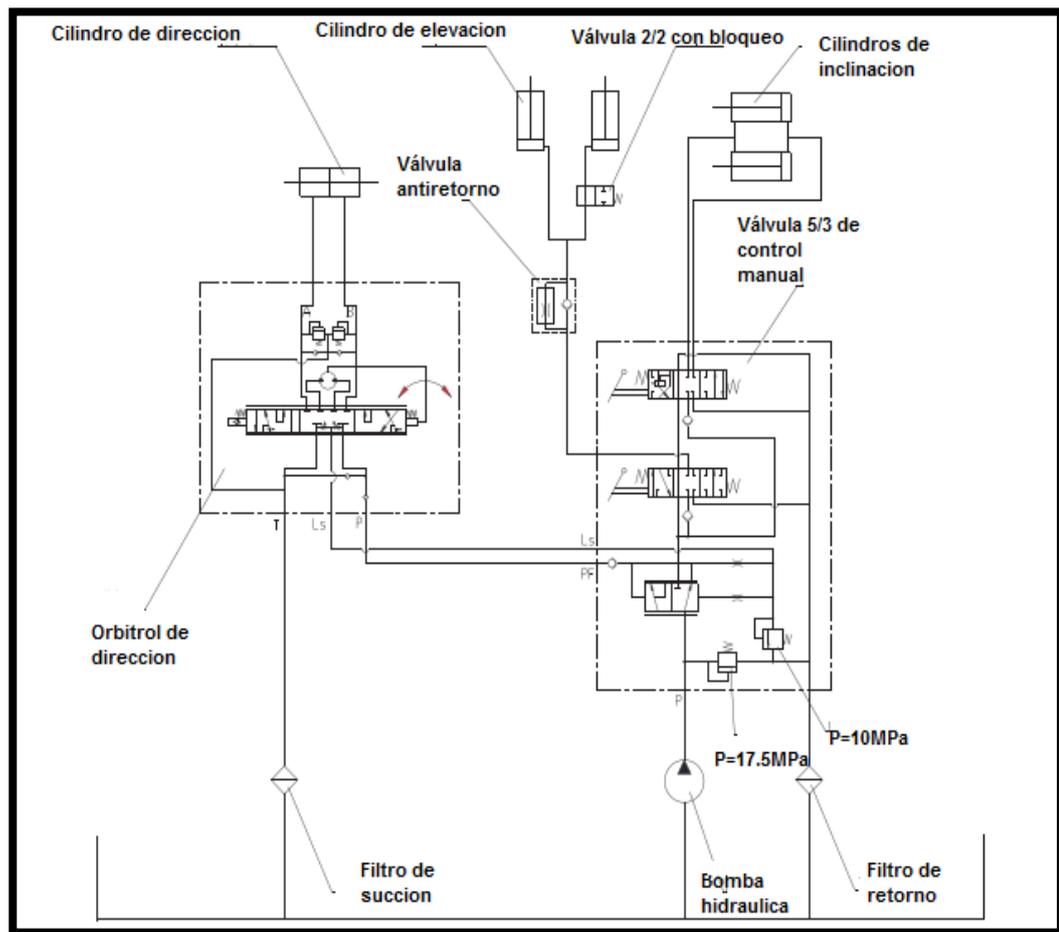


Figura 48. Diagrama hidráulico (Heli, 2019).

2.12 Aditamentos para el manejo de materiales

Los aditamentos de mayor uso en los montacargas son las uñas, estas son ajustables a diversas longitudes suelen ser entre 30 y 60 pulgadas.

Los montacargas de 2 etapas o castillos mástil permiten una altura de elevación de 3 metros y los castillos de 3 o 4 etapas llegan a un máximo de 5 a 6 metros.

En algunas empresas de acuerdo al manejo de materiales o materia prima e insumos que los montacargas son requeridos para ejercer con eficiencia y seguridad se les equipa con aditamentos para efectuar dicha función.

A continuación, se enumeran y se hace una breve descripción de los aditamentos más comunes.

Aditamento de ariete

Este aditamento tiene una sola barra montado en el respaldo en un lugar de las horquillas, sirve para transportar rollos o bobinas en donde es fácil la entrada horizontal. Estos arietes son de varias longitudes y diámetros para manejar gran variedad de productos, como bobinas de acero, rollos de alfombras, etc. Como muestra la Figura 49.



Figura 49. Aditamento tipo ariete

Aditamento tipo abrazadera de rodillos.

Estos accesorios, son necesarios en las industrias papeleras en cuanto a manipulación con máxima eficacia y reduciendo los daños de los rollos, como se observa en la Figura 50.



Figura 50. Aditamento tipo abrazadera

Aditamento tipo girador.

Este accesorio permite girar la carga 360° por lo general para descargar el girador se deben usar uñas para carga unitaria, las horquillas quedan fijas entre ellas mientras el rotador gira, son usadas en las empresas atuneras o de balanceados, en la Figura 51 podemos observar el aditamento tipo rotador.



Figura 51. Aditamento tipo rotador (Heli, 2019)

Aditamento empuja y hala

Su finalidad es colocar cargas en bodegas o almacenes de grandes densidades de productos sin la necesidad de usar pallet o tarimas, en su lugar se usa una lámina delgada para arrastrar debajo de la carga. Esta hoja se agarra con abrazaderas hidráulicas, se tira de ella hacia las uñas del montacargas cargar y así mismo para descargar del producto solo se empuja, como se observa en la Figura 52.



Figura 52. Aditamento empuja y hala

Horquillas ajustables

Este implemento se utiliza cuando se trabaja con variedad de tamaños de carga, son usadas en empresa concesionarios de vehículos para perchar los mismos que son de diferentes longitudes. También existe en la mayor parte uñas ajustables manualmente y las de ajuste mecánico, pero el hidráulico le permite al operador ajustar desde el asiento, ahorrando tiempo para la carga y descarga de los materiales, como se observa en la Figura 53.



Figura 53. Aditamento horquilla ajustable

2.13 Sistema eléctrico.

EL sistema eléctrico de montacargas está diseñado para repartir alimentación hacia todo el equipo sin él no se podría arrancar o utilizar cualquier accesorio, están formados por:

- Sistema de generación y almacenamiento
- Sistema de encendido
- Sistema de arranque
- Sistema eléctrico de combustible DUAL.
- Sistema de iluminación
- Instrumentos de control.

Sistema de generación y almacenamiento.

Este subsistema está constituido por cuatro componentes que son, el generador, el regulador de voltaje, la batería y el interruptor de contacto.

El borne negativo de la batería está conectado a masa para que todos los circuitos del sistema cierren esta vía. El borne positivo sale un conductor grueso que se conecta a la salida del generador, por este conductor circulara la corriente de carga de la batería producidas por el alternador, como se observa en la Figura 54 (Palacios, 2019)

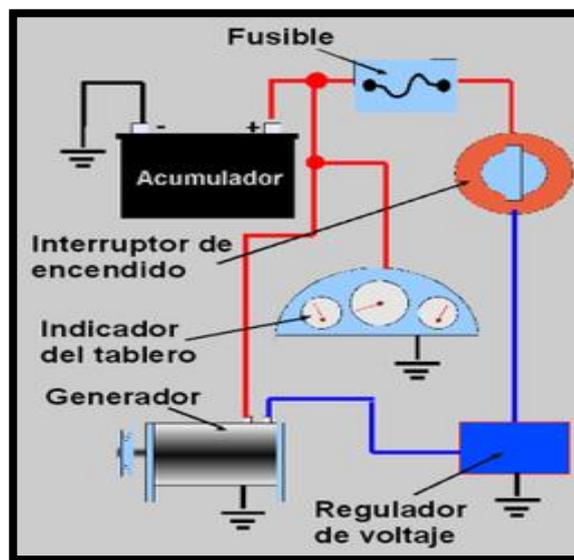


Figura 54. Sistema de generación y almacenamiento de carga (Palacios, 2019).

Sistema de encendido.

Este sistema es necesario e independiente capaz de producir el encendido de la mezcla de combustible y aire dentro del cilindro sea que estén trabajando a GLP o gasolina

En estos motores es necesario producir una chispa entre dos electrodos separados en el interior del cilindro en el momento justo y con la potencia necesaria para iniciar una combustión, como se observa en la Figura 55 (Marín, 2016).

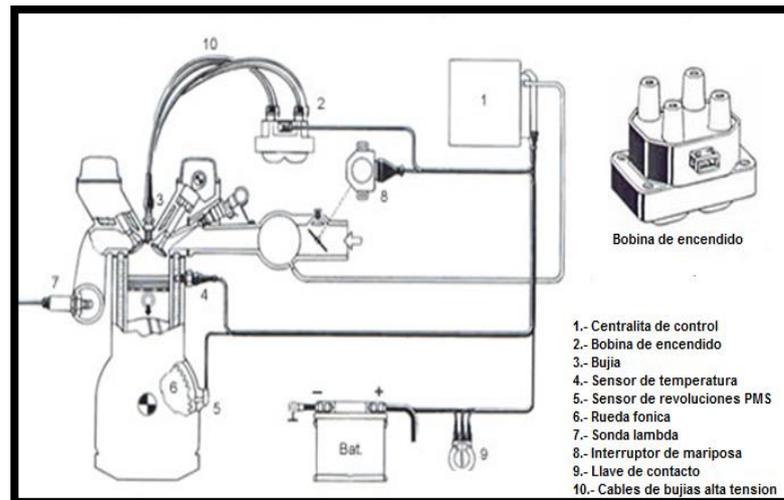


Figura 55. Sistema de encendido DIS (Meganeboy, 2019).

Sistema de arranque.

Función.

Tiene la función de hacer girar al cigüeñal del motor con el fin de iniciar un ciclo de explosión o combustión hasta que sea capaz de continuar por sí solo.

El relé principal de arranque tiene la misión de conectar al motor eléctrico con la batería directamente y en segundo lugar desplazar el piñón del arranque para que este se conecte con el volante de inercia del motor, como se observa la Figura 56 (Palacios, 2019).

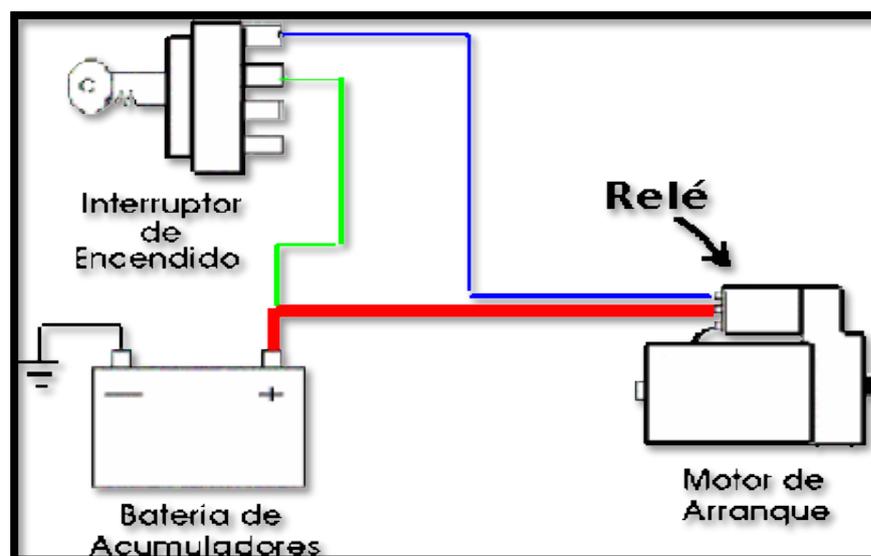


Figura 56. Sistema de arranque (Palacios, 2019)

Sistema eléctrico de combustible DUAL.

Los montacargas ofrecen un funcionamiento seguro en cualquier condición, con la potencia precisa para mejorar la productividad. El montacargas está equipado y diseñado para originar una mínima vibración, ruido y emisiones.

Instalación del conmutador.

Está ubicado cerca del panel de instrumentos, de ser posible en el lado opuesto de la llave de contacto. Tiene como función de pasar de sistema de gasolina al GLP y viceversa. Este elemento puede ser de 12 o 24 voltios como se observa en la Figura 57. (Secuencial Inyection system, 2019)

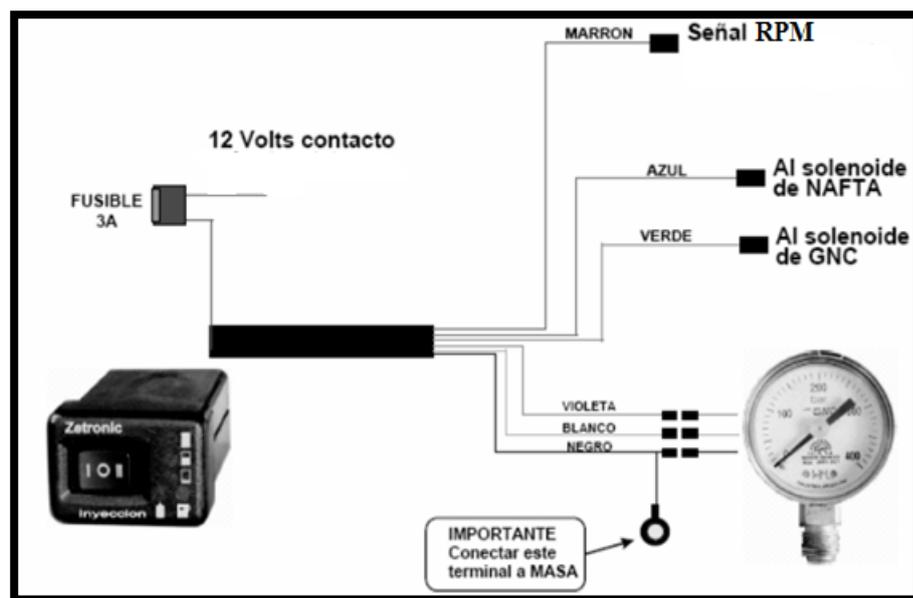


Figura 57. Instalación del sistema DUAL

Sistema de iluminación.

Este sistema de alumbrado permite ejercer la conducción con seguridad al aportar la iluminación necesaria para ver y ser visto con claridad. El color de las distintas luces emitidas por el montacargas es una normativa internacional, así como las luces posteriores serán color

rojas, los laterales o direccionales color ámbar, el retro blanco y los delanteros amarillos o luz blanca, como se observa en la Figura 58

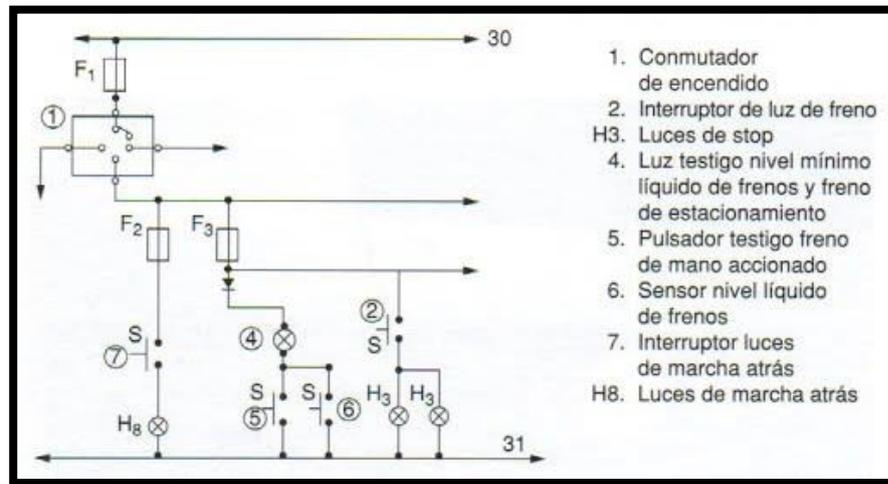


Figura 58. Sistema de alumbrado

Sistema de instrumentos de control.

Todos los montacargas poseen una serie de símbolos e indicadores en el panel de control, ubicado en lado derecho del conductor. La correcta lectura y entendimiento de esto es vital para conseguir el máximo de eficiencia del equipo, por el contrario, no prestarle atención puede ocasionar no solo el rápido deterioro, sino, inclusive, ocasionar algún accidente entre su equipo humano, como podemos observar en la Figura 57 (Heli, 2019).

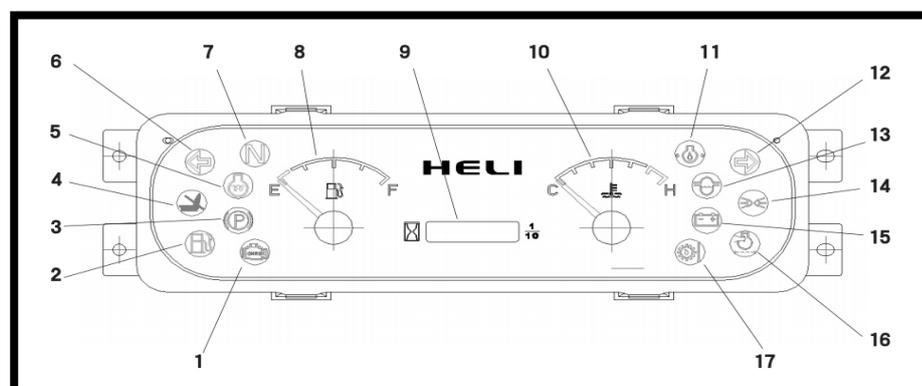


Figura 59. Panel de instrumentos de control (Heli, 2019).

Símbolos e indicadores.

1. Señal de falla del motor
2. Nivel bajo de combustible
3. Freno de parqueo
4. Sensor de posición del operador
5. Pre calentamiento en motor diésel
6. Indicador de giro a la izquierda
7. Indicador de neutro
8. Indicador de combustible
9. Horómetro
10. Medidor de temperatura del motor
11. Alarma indicador del medidor de presión de aceite
12. Indicador de giro a la derecha
13. Separador de agua en motores diésel
14. Indicador de luces
15. Indicador de carga de batería
16. Indicador de filtro de aire
17. Indicador temperatura de aceite de convertidor

CAPITULO III

3. ESPECIFICACIONES Y OPERACION

3.1 Especificaciones

Conocer la maquinaria que se va a usar es importante, los factores de seguridad y eficiencia, permite conocer las limitaciones que pueda tener esta máquina y por ende evitar acciones que pongan en riesgo la vida del operario y de quienes trabajen alrededor. Al conocer las dimensiones del montacargas se ponen los conceptos más básicos sobre seguridad que veremos más adelante, ya que será de vital importancia conocer el centro de gravedad de la carga, la altura máxima a la que lo puede elevar y también el peso máximo según la inclinación, como se observa en la Figura 60- 61.

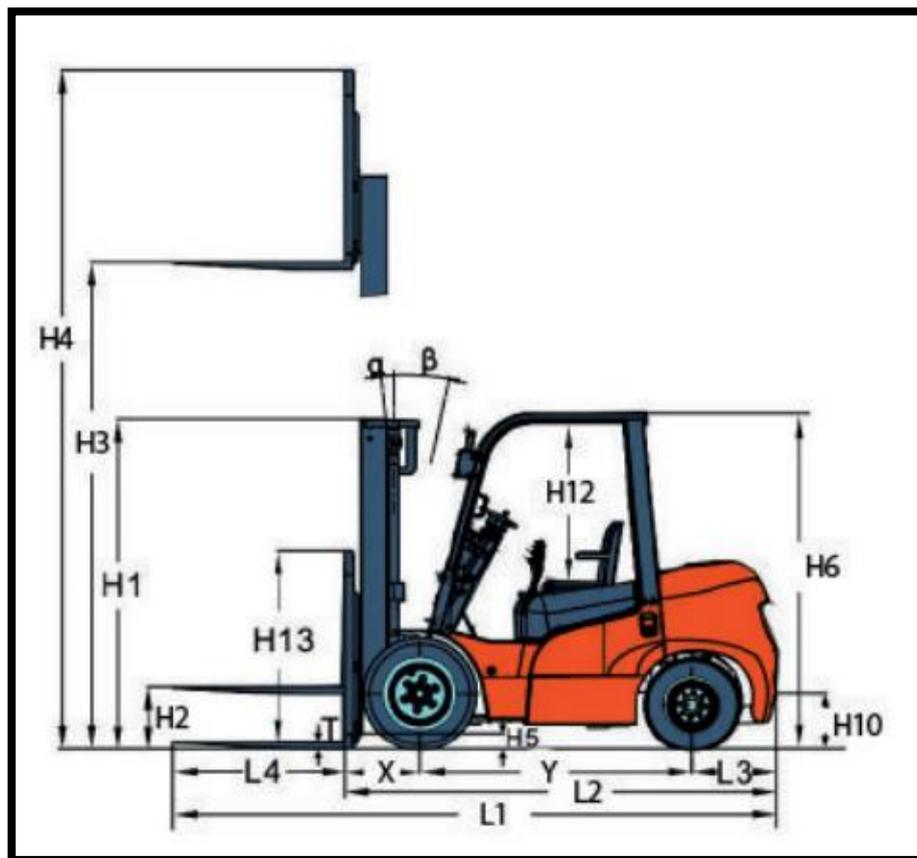


Figura 60. Dimensiones de montacargas vista lateral (Heli, 2019).

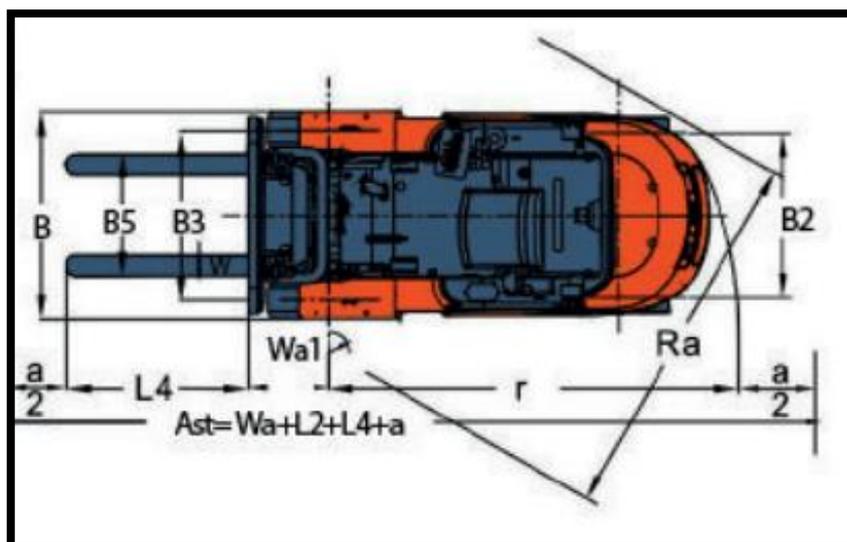


Figura 61. Dimensiones de montacargas vista superior (Heli, 2019).

En la tabla 9 se especifica las asignaciones del valor de cada una de las letras de la Figura 60 vista lateral Figura 61 vista superior.

Tabla 9.

Designación de medidas del montacargas

Dimensiones	Asignación	mm	Grados
Altura mástil replegado	H1	2070	
Elevación libre	H2	145	
Altura elevación standard	H3	3000	
Altura máxima de elevación con apoya cargas	H4	4217	
Distancia al suelo bajo el mástil	H5	135	
Altura total al tejadillo	H6	2170	
Altura acople arrastre	H10	250	
Altura libre del asiento al tejadillo	H12	1035	
Altura apoya cargas	H13	1182	
Longitud total con horquillas	L1	3770	
Longitud al frente horquillas	L2	2700	
Voladizo trasero	L3	525	
Voladizo delantero	X	480	
Longitud chasis	Y	1700	
Dimensión de horquillas	T	1070x12	
Angulo de inclinación	α/β		6°/ 12°
Anchura total	B1	1225	
Anchura centro eje trasero	B2	970	
Anchura centro eje delantero	B3	1000	
Radio de giro exterior	Wa	2400	
Radio de giro interior	Wa1	200	
Pasillo mínimo de intersección	Ra	2380	

En la tabla 10 se observa las características principales del montacargas

Tabla 10.

Características del montacargas

Parámetros	Unidad	
Fabricante	HELI	
Modelo	CPQYD30	
Motor	Gasolina/GLP	
Capacidad	kg	3000
Centro de carga	mm	500
Modo de operación	Sentado	
Peso	Kg	4370
Velocidad max (Cargado /Sin carga)	km / h	19/20
Modelo de motor	K25 NISSAN	
Tipo de transmisión	Manual	
Numero de neumáticos	2/2x	
Neumáticos delanteros	Neumático	
Potencia máxima	kw/rpm	37.4/2400
Par motor	Nm/rpm	4-89x100
Cilindrada	2488	

Es muy importante tener en cuenta que un montacargas nuevo necesita de una moderada operación, es decir deben acomodarse todos los elementos del motor y sistemas antes de usarlo a máxima capacidad, la vida útil de este tipo de equipos como de cualquier otro está ligado directamente al ambiente de trabajo, el primer mantenimiento debe darse en las primeras 200 horas de uso, cambios de filtros de aire, filtro de combustible, filtro de aceite cambio de aceite, ajuste de tuercas y pernos, mangueras.

Si no tenemos disponible del manual de especificaciones técnicas se puede observar en la siguiente ubicación el número de placa donde se especifica el modelo del montacargas, el fabricante, la capacidad de carga máxima, el peso total de la maquinaria, el número de serie y la licencia de quien la fabrico.

La descripción del modelo es importante, ya que dependiendo de las especificaciones técnicas sabremos qué tipo de insumos, filtros líquidos necesitan para el mantenimiento.

En el mundo de los montacargas es importante tener en cuenta medidas estándar de centros de gravedad a la hora de levantar cargas máximas ya que esto asegura la estabilidad del vehículo. Todas estas normativas cumplen las certificaciones por los productos comercializados en Europa, como se muestra en la Figura 62.



Figura 62. Placa de especificaciones

La información en esta placa consiste en el modelo de mástil, el tipo de accesorio que trae de fábrica, en este caso es un tipo ZSM 450 mm esto nos indica que es un mástil de 3 etapas, los accesorios consisten en palas, elevadores de pinza entre muchos otros, hay que tener en cuenta que la capacidad de carga varía si se coloca algún accesorio.

Tenemos que tener en cuenta toda la información del montacargas es importante, no solamente por factores de seguridad sino para mantener la vida útil de la maquinaria, como se muestra en la Figura 63.

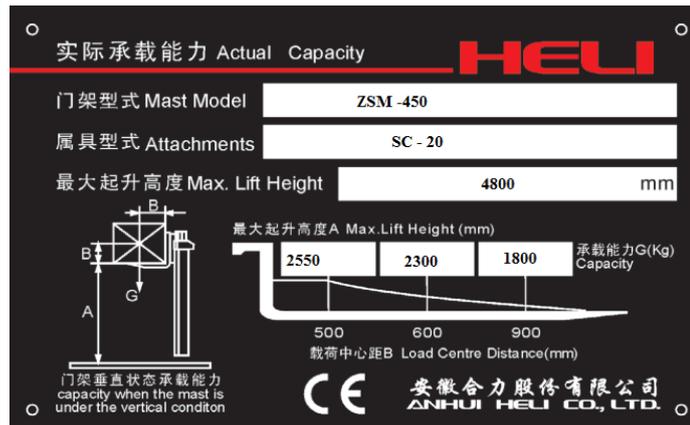


Figura 63. Placa de información.

Otro de los factores es el motor, hay que conocer especificaciones básicas, como cuál es la potencia máxima que nos puede ofrecer usando un tipo u otro de combustible, además de la curva de potencia, ya que son motores de bajas revoluciones enfocados a un mayor torque.

En la placa de información del motor podemos observar el fabricante, tipo de motor, la cilindrada y la potencia máxima que nos entrega, cabe resaltar que la potencia máxima es alcanzada cuando se usa gasolina, el gas licuado de petróleo no entrega 2 puntos menos de potencia. El grafico de potencia sobre revoluciones nos indica que a 2400 revoluciones por minuto se recibe la potencia máxima del motor, el motor puede alcanzar una velocidad máxima de 3200 revoluciones por minuto, pero la potencia decae totalmente, como se muestra en la Figura 64.

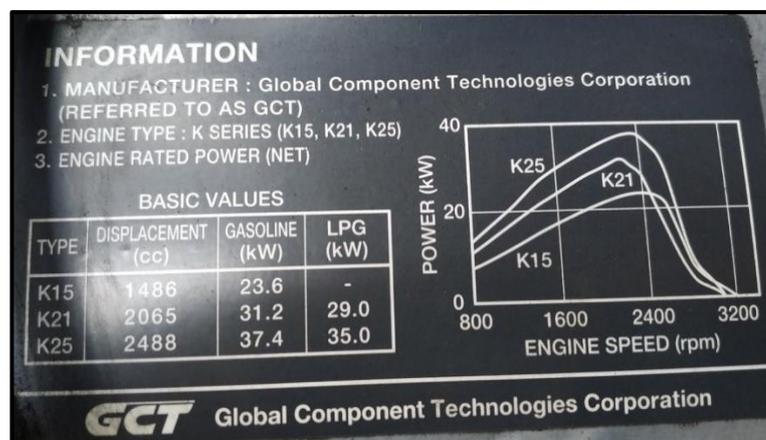


Figura 64. Información de potencia del motor.

El indicador de horas de trabajo se encuentra en la mitad del tablero, este nos permite saber con exactitud el tiempo que ha estado operando el montacargas como se muestra en la Figura 65.



Figura 65. Indicador de horas de trabajo

3.2 Seguridad

Hay que tener claro las normativas que tienen en cuenta el manejo y uso de los montacargas estas se encuentran estipuladas tanto en la asociación americana y las normas internacionales de estandarización:

Norma OSHA 29 CFR. 1910.178

Esta reglamentación contiene los requerimientos necesarios con relación a la protección de incendio, diseños, mantenimiento y uso de montacargas disponibles en el mercado y en los lugares de trabajos. Estos equipos tienen la finalidad de proveer ayuda al empleado en el transporte de materiales y equipos de un lado a otro. Definimos montacargas como todo dispositivo mecánico empleado para el movimiento de suministros, materiales o productos terminados, accionados por un motor eléctrico o de combustión interna [American Society of Mechanical Engineers (ASME)].

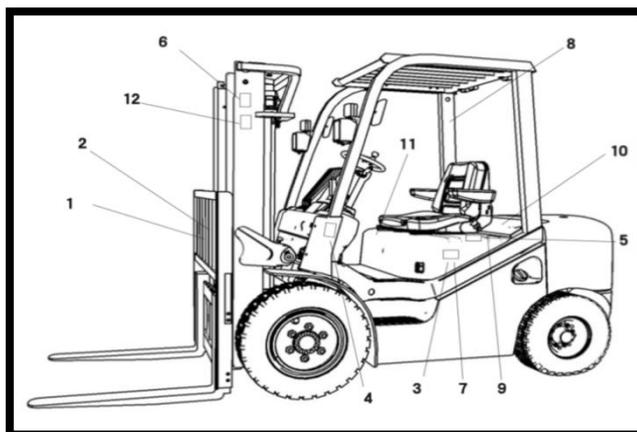


Figura 66. Ubicación de placas de seguridad. (Heli, 2018)

Las Figuras 66 que podemos observar los trece puntos de las medidas de seguridad que son imprescindibles para el trabajo con la maquinaria en diferentes tipos de almacenes. Ya sea que se manipulen líquidos, sólidos entre otros. Es recomendable que los operadores y trabajadores cuenten en todo momento con guantes y cascos para reducir los riesgos en su labor, además estas señalizaciones deben estar en perfectas condiciones.

En la tabla 10 están descritos los nombres de las condiciones de seguridad tanto la integridad del operador, de los que trabajan alrededor de estas maquinarias, como salvaguardar la vida útil del montacargas.

Tabla 11.

Condiciones de placa de seguridad

N°	Placa de seguridad
1	Cuidado con las manos
2	No ingrese en este espacio después del mástil
3	Notas de mantenimiento de la batería
4	Lugar de la llanta de seguridad
5	Parámetros a tener en cuenta antes de arrancar.
6	Placa de cabestrillo
7	Seguro del resorte a gas
8	No descargue agua
9	Placa de seguridad del ventilador
10	Placa de advertencia del radiador de aluminio
11	Notas usables
12	Placa de seguridad
13	Cinturón de seguridad

Esta etiqueta de seguridad está ubicada en el torre del mástil, nos advierte los riesgos de accidentes personales en el movimiento entre rieles con las manos los pies alejados del mástil podría causar una lesión como nos indica la Figura 67.

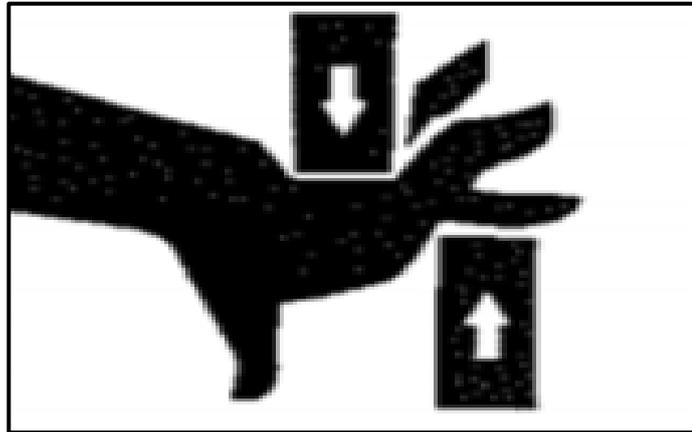


Figura 67. Cuidado con las manos (Heli, 2019)

Los cuidados que se debe tener al encender un montacargas es no introducir cualquier objeto por el swicht de arranque ya que este puede dañar esta pieza u otras, como se muestra en la Figura 68.



Figura 68. Cuidado con el encendido (Heli, 2019).

Trabajar con baterías presenta múltiples peligros, como los gases potencialmente explosivos y el ácido sulfúrico que es altamente corrosivo en la Figura 69 se muestra su ubicación.



Figura 69. Notas de seguridad de batería (Zazo, 2015)

Las llantas son la base de su montacargas. Tienen que ser lo suficientemente fuertes para soportar todo el peso del montacargas y la carga que lleva. El uso de un montacargas con llantas desgastadas no solo puede causar un daño significativo a la rueda, el eje o las horquillas de su montacargas, sino que también puede crear un entorno de trabajo peligroso para su operador. Por eso es importante reconocer la señal de advertencia cuando estas están rodando o al momento de cambiar, como se muestra en la Figura 70.



Figura 70. Advertencia de seguridad sobre los neumáticos (Heli, 2019)

No podemos invadir el espacio del mástil ya que este nos podría causar lesión como atrapar el cuerpo cuando este lo inclinen como se muestra en la Figura 71.



Figura 71. No invadir el espacio del mástil (Heli, 2019).

Cuando el montacargas sea elevado se debe colocar los cabestrillos en los puntos adecuados para que este no sufra daños exteriores ni causar accidentes a las personas que estén alrededor, en la Figura 72 podemos observar cómo ubicar los cabestrillos.

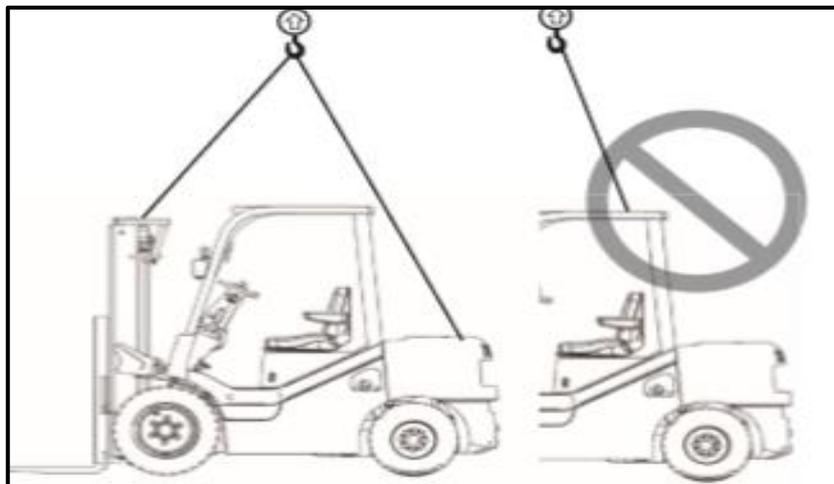


Figura 72. Cuidado con los cabestrillos de elevación (Heli, 2019).

Cuando realicemos el mantenimiento preventivo debemos de tener cuidado al momento del lavado, esto podría causar humedad en las piezas eléctricas y causaría problemas de encendido, como se observa en la Figura 73.



Figura 73. Cuidado de lavar (Heli, 2019).

Siempre debemos de tener cuidado cuando el montacargas este encendido, podríamos sufrir lesiones de corte por el ventilador que está girando a las revoluciones como nos muestra la Figura 74.

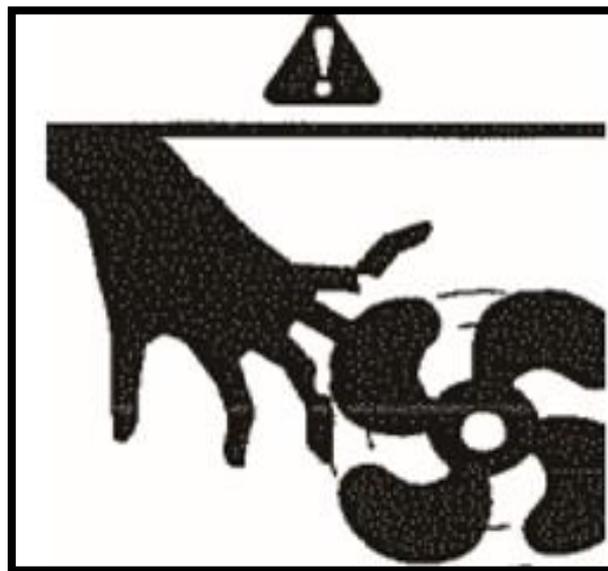


Figura 74. Riesgos de corte por ventilador (Heli, 2019)

Cuando el motor está caliente eminentemente prohibido abrir la tapa del radiador podría causar quemaduras con el vapor como muestra la Figura 75.



Figura 75. Cuidado con el vapor (Heli, 2019).

Los operadores no deben permitir que el personal se suba sobre las horquillas, hay equipo especial para realizar trabajos en altura. Del mismo modo no permita que nadie camine debajo de las horquillas sea que este o no con cargas los cilindros hidráulicos o mangueras pueden explotar y causaría un accidente. cómo nos muestra la Figura 76.



Figura 76. No pararse por debajo ni por encima de las horquillas (Heli, 2019)

Toda persona que va a operar el montacargas debe leer las notas de seguridad que están pegadas en los lugares visibles del montacargas y que nos ayudan a evitar cualquier lesión como nos muestra la Figura 77.

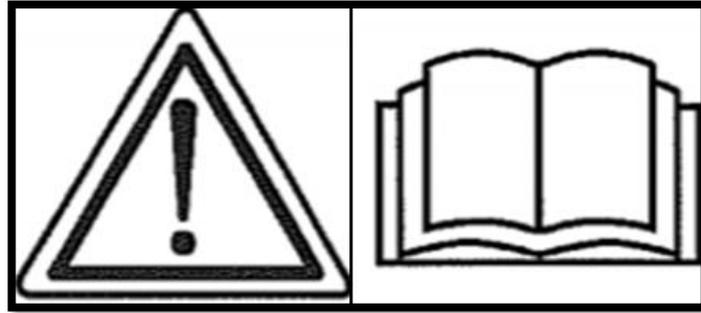


Figura 77. Notas de seguridad (Heli, 2019).

3.3 Equipos de seguridad.

En el mundo industrial los equipos de protección personal han demostrado ser imprescindibles, y son de uso obligatorio para quienes conducen maquinaria pesada, y para los que laboran junto a esta maquinas, los equipos de protección personal que deben ser de uso obligatorio son, botas de seguridad punta de acero, casco que identifique al operario, además de contar con el respectivo overol, y por ultimo e igual de importante mascarillas de protección respiratoria ya que estas maquinarias a pesar de contar con sus respectivos silenciadores, no cuentan con un sistema de canalización que transforme los gases nocivos, en gases menos dañinos para el ser humano, cómo se muestra en la Figura 78.



Figura 78. Simbología de equipo de protección personal (Zazo, 2015)

3.31 Ingreso y egreso dentro del montacargas

Para ingresar o salir del montacargas este debe estar totalmente inmóvil, está prohibido saltar hacia o afuera de él, no se debe sostener de las palancas ni del volante al subir o bajar del montacargas, la agarradera y el peldaño de apoyo del pie siempre debe estar en perfectas condiciones, el lado correcto para ingresar o salir del montacargas es el lado izquierdo.

Siempre se debe tener los 3 puntos de apoyo de seguridad es decir una mano en el manubrio la otra mano en la base del asiento y un pie en el estribo como se muestra en la Figura 79.

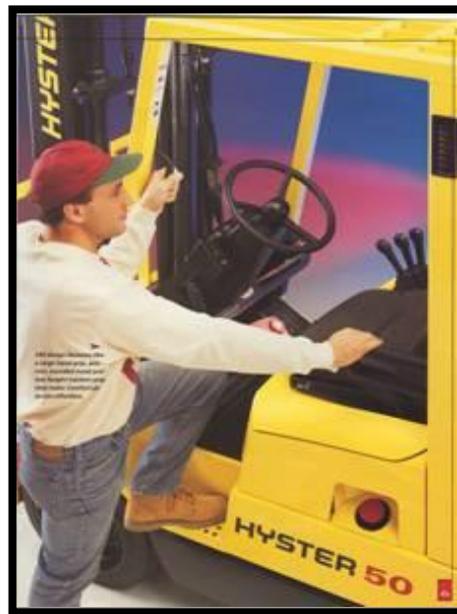


Figura 79. Uso de los tres puntos de apoyo

El uso de los 3 puntos de apoyo a la hora de ingresar a la cabina asegura que no existan caídas, o accidentes, una vez ingresado en la cabina se debe comprobar el ajuste del asiento, es necesario por ergonomía, asegurarse que la inclinación del respaldo y el espacio de las piernas sea el adecuado, como podemos observar en la Figura 80.

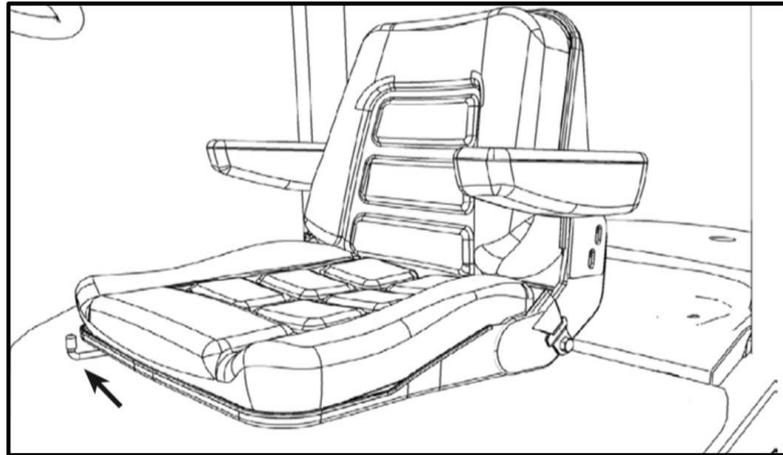


Figura 80. Palanca de ajuste de longitud de asiento (Heli, 2019)

Este rodillo permite ajustar la inclinación del respaldo, es importante un correcto ajuste y uso de este, debido a que no solamente da ergonomía al usuario, sino que permite tener un buen Angulo de visión periférico, en la Figura 81 se observa la ubicación de este elemento.



Figura 81. Rodillo de ajuste de inclinación

La elevación del asiento tiene un soporte de peso máximo que es de 150 kg, una vez que se haya ajustado correctamente el asiento a las necesidades y comodidad del usuario, se debe usar obligatoriamente el cinturón de seguridad durante todo el tiempo de operación del montacargas, como se observa la Figura 82.

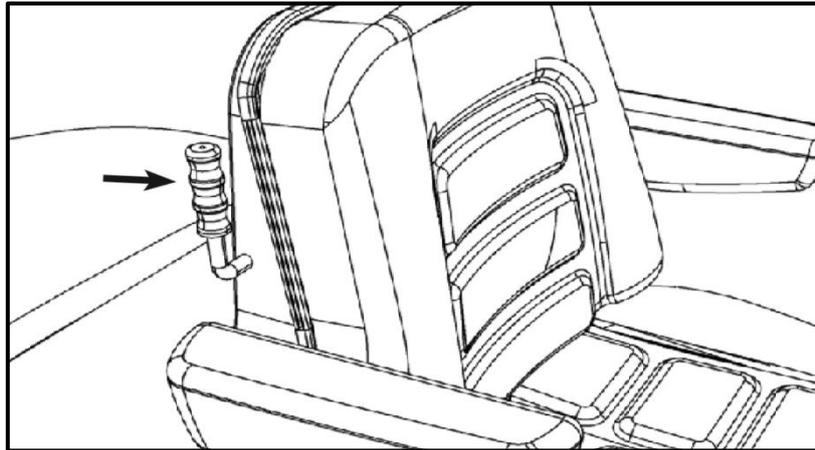


Figura 82. Palanca de ajuste de altura (Heli, 2018)

El cinturón de seguridad asegura la integridad del operario en caso de existe inestabilidad por alguna razón, ya que de lo contrario este podría caerse de la cabina, o en los peores casos un volcamiento el cual aplastaría al operario por el peso de maquinaria, como se observa en la Figura 83.



Figura 83. Ajuste de cinturón de dos puntos

Por último y no menos importante, todos estos ajustes deben de ser mientras el montacargas se encuentra detenido, el último ajuste a realizarse debe de ser el volante de dirección, antes de encender el montacargas el operario debe estar sentado y haber realizado todos los ajustes anteriores, como muestra la Figura 84.

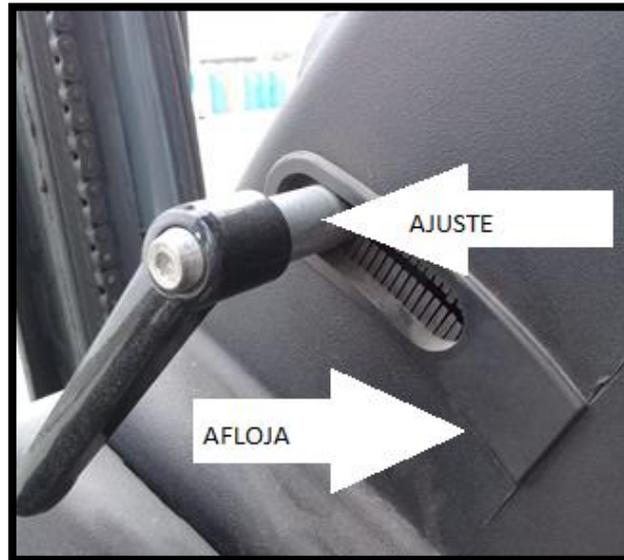


Figura 84. Ajuste de posición de volante

Para ajustar la elevación del volante de dirección se debe retirar el bloqueo que se encuentra situado a lado derecho del mismo moverlo desde la posición B hasta la A para liberarlo, una vez que se haya ajustado a gusto por el operario se debe volver a B la palanca y confirmar que se encuentre bloqueado en la posición que el operador se sienta seguro.

3.3.2 Operación del montacarga

Las Normas OSHA exige que el empleador garantice que el operador está capacitado para operar el montacargas que sea asignado.

El empleador debe documentar la capacitación del operador y una evaluación de su desempeño sobre el uso del montacargas.

Los operadores deben tener capacitación que consta de tres partes:

Instrucción formal, como disertaciones, debates, aprendizaje informático, videos o material escrito.

La capacitación práctica, que incluye demostraciones prácticas efectuadas por quien capacita, y ejercicios que debe realizar el empleado.

Una evaluación de la capacitación mediante la observación del desempeño del operador al trabajar con el montacargas. Esta evaluación debe repetirse al menos una vez cada año.

Deben organizarse cursos de actualización si se observa que el operador no opera el vehículo prudentemente, se accidenta, si casi llega a accidentarse o si se le asigna otro tipo de vehículo. Como se ha visto anteriormente los parámetros de establecidos del montacargas para proceder a una correcta operación segura del montacargas, siempre teniendo en cuenta que primero son las inspecciones y controles diarios que se debe realizar antes de operar el montacargas.

Los operadores deben cumplir estas reglas fundamentales que son:

- Antes de comenzar a operar el montacargas verifique que cuenta con: extintor, espejos, torreta, claxon operativo, alarma de retroceso y la verificación de la capacidad máxima del montacargas a manipular.
- Conocer y respetar los límites del montacargas que manipulas.
- No se debe transportar cargas inestables. Se debe mantener la carga lo más cerca posible de la torre del montacargas.
- No exceder el límite máximo de velocidad establecido y disminuir la velocidad en cada cruce, hacer el uso del claxon, fijarse en ambas direcciones y estar alertas.

El operador deberá realizar una previa inspección de la maquinaria con una hoja de control, antes de encender y cuando está en funcionamiento el montacargas, también ha sido capacitado sobre el manejo de esta maquinaria, además de contar con los equipos de protección personal, es muy importante tener en cuenta que una mala maniobra puede causar daños o la muerte, sea del operador o de la gente que trabaja en su entorno, como también la pérdida de productos o materia prima, como podemos observar en la tabla 12 y 13.



Fecha: _____

Lugar de trabajo: _____

Operador: _____

Modelo: _____ Serie: _____ Horómetro: _____

Tabla 12.*Inspección de montacargas antes de encender.*

Descripción	Estado que se encuentra			Puede continuar trabajando		Requiere Mant. Inmediato		Observaciones
	Bien	Regular	Mal	Si	No	Si	No	
Medir nivel de aceite de motor								
Medir nivel de refrigerante radiador								
Medir nivel de combustible								
Medir nivel de aceite hidráulico								
Medir nivel de aceite de transmisión								
Revisar Fugas de líquidos (Aceites, refrigerantes)								
Revisar estado de las mangueras								
Revisar estado de las bandas								
Chequear el ajuste de tuercas de ruedas								
Medir la presión de las llantas								
Inspeccionar Mástil / tensión de cadenas y mangueras								
Revisar Extintor / presión y vencimiento								
Estado de cinturón de seguridad								

Otros problemas

Nota: Los operadores son los únicos responsables de la operación de sus equipos

Operador

Supervisor



Fecha: _____

Lugar de trabajo: _____

Operador: _____

Modelo: _____ Serie: _____ Horómetro: _____

Tabla 13.*Inspección del montacargas después de encender*

Descripción	Estado que se encuentra			Puede continuar trabajando		Requiere Mant. Inmediato		Observaciones
	Bien	Regular	Mal	Si	No	Si	No	
Revisar Emisión de gases de escape								
Inspeccionar Estado de frenos/pedal y parqueo								
Chequear Indicadores del panel								
Amperímetro / Indicador de carga								
Inspeccionar Presión de aceite de motor								
Revisar Temperatura del motor								
Revisar Alarmas / pitos de retro /luz giratoria								
Revisar Luces/stop/retro/								
Chequear Función de la palanca selectora de marcha								
Inspeccionar si los indicadores del tablero se apagan								
Revisar Sonidos extraños.								

Otros problemas

Operador

Supervisor

El operador del montacargas debe asegurarse de conocer bien un accesorio antes de maniobrar con el (peso, función, habilidad, estabilidad, etc.) como se muestra en la Figura 85.



Figura 85. Montacargas en inspección

Mantener al montacargas en un ambiente con muy ventilación al momento de encenderlo y operarlo es necesario ya que emite gases nocivos para la salud no solo del operario, sino de lo que laboran en el área.



Figura 86. Posición de encendido del montacargas

Se identifica la llave y en qué posición se encuentre, pero para poder dar arranque es obligatorio que la palanca de cambio y de dirección de movimiento se encuentre en neutro, ya sea un montacargas manual, estos montacargas cuentan con 2 velocidades, como podemos observar en la Figura 87.

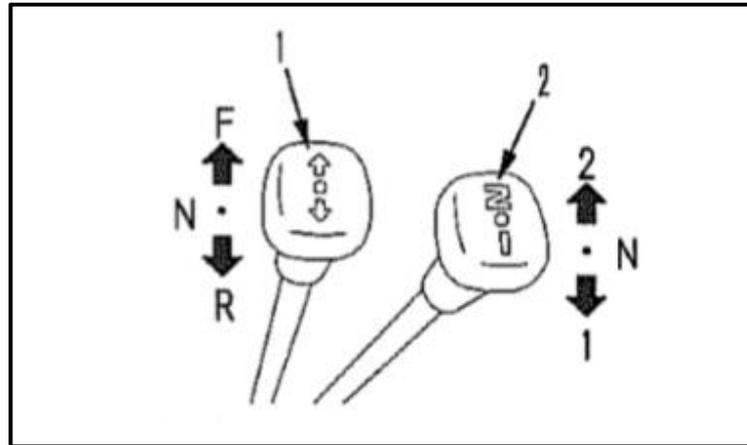


Figura 87. Palanca de cambios mecánico (Heli, 2019).

La palanca selectora de cambios automáticos esta conecatao con un solenoide de hidraulico atraves de los cables electricos, el operador puede seleccionar el modo de conduccion F es marcha hacia adelante, N neutro para encender el motor del montacargas y R es macha hacia atrás como se observa la Figura 88.



Figura 88. Palanca selectora de cambios automáticos

Una vez encendido el montacargas se retira el freno de parqueo para poder dar marcha seleccionada por el operador del montacarga, es importante que el freno de parqueo este

totalmente libre, en caso de no estar al momento de rodar sera causa de calentamiento en las ruedas y un desgaste anormal.

Si el montacargas cuenta con una transmision manual, simplemente se preciona el freno y se procede a dar arranque, y se preciona el embrague para seleccionar el cambio requerido por el operador.

Existen tres palancas las cuales operan el elevador hidráulico del montacargas y su accionamiento es básico, una es para elevar la segunda es para generar un Angulo de inclinación y la tercera para deslizar lateralmente la carga que se esté manipulando, así facilita la maniobra del operador al encontrarse en espacios reducidos.

Por seguridad estas palancas cuentan con un sensor OPS (sensor de posición de operado) este evita que el sistema de elevación se deslice cuando el operador no esté ubicado en la posición correcta, en la Figura 89 podemos observar la ubicación de las tres palancas.

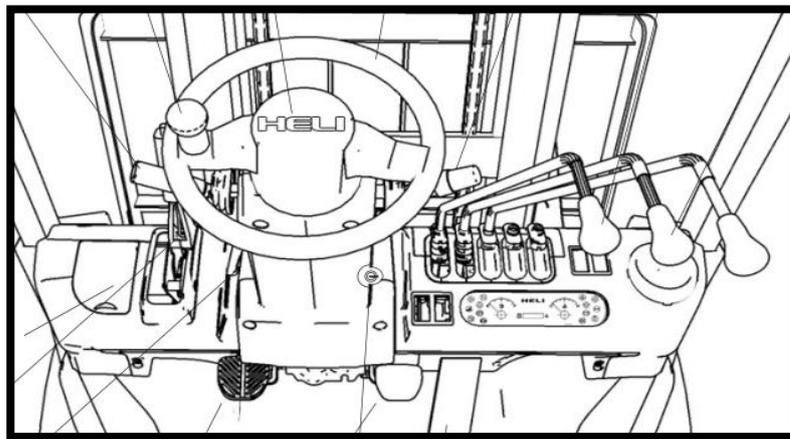


Figura 89. Palancas de operación de sistema hidráulico (Heli, 2019).

3.3.3 Procedimiento durante el manejo

- Los operadores del montacargas deben estar capacitados y autorizados por la empresa para operarlo.
- No se permite jugar con el montacargas ni realizar ningún tipo de acrobacia.

- No se permite la transportación de ninguna persona en el montacargas, ya sea en las horquillas, en el contrapeso o sentado al lado del operador.
- No se permite usar el montacargas como un elevador personal; ni aún con una tarima o plataforma plana, ya que esto no es seguro, si es necesario elevar a alguien se deberá usar una canastilla diseñada especialmente para este fin.
- Los operadores no deberán viajar con alguna parte de su cuerpo fuera del área del operador (cabina) ya que tales partes podrían ser golpeadas, machucadas o trituradas por columnas, paredes o muros durante el trayecto.
- No se deberán meter las manos, piernas o alguna parte del cuerpo a las partes móviles del montacargas (cuchillas, mástil, cadenas, pistones, etcétera), ya que existe el peligro de ser atrapadas y mutiladas aún y cuando estas partes no estén en operación.
- Los operadores no deberán iniciar el trabajo sin antes someter al montacargas a una revisión completa, mediante el llenado del formato check list (lista de chequeo).
- Al estar realizando una maniobra en las alturas (estibado o desestibado) no se le permite a ninguna persona pasar o permanecer debajo de las cuchillas, ya que puede caerse la carga o fallar el sistema hidráulico y chorrear la carga.
- El operador de montacargas no podrá operar el vehículo si este presenta alguna falla técnica la cual represente un riesgo para el o para sus compañeros o bien para las instalaciones de la empresa.
- El operador de montacargas debe respetar los límites de velocidad establecidos por la empresa.
- Si varios vehículos viajan en la misma dirección debe haber una distancia entre ellos de tres vehículos para evitar un posible accidente.
- El operador debe manejar en reversa si la carga es grande y le obstruye la visibilidad.

- El operador debe cerciorarse de traer la luz de alarma encendida al estar en circulación el montacargas.
- El operador debe disminuir la velocidad y accionar el claxon al llegar a un cruce o intersección de pasillos.

3.3.4 Operaciones de carga y descarga.

- Revise la carga antes de levantarla, no sobre cargue un montacargas.
- Inspeccione la carga que este estable y bien estibado.
- Reacomode cargas inestables.
- Remolque desde la horquilla posterior

Levantamiento de cargas.

- Acérquese a la carga despacio y directamente.
- Asegurarse de que el pallet este centrado para la distribución igual del peso.
- Asegurarse de que la carga este en balance y bien sujeta.
- Maneje hasta al frente hasta que las horquillas entren completamente dentro de la carga.
- Levante la carga suficientemente alto para despegar el camino y después incline el mástil hacia atrás.
- Revisar detrás de usted, a ambos lados y hacia arriba antes de moverse.

Durante el trayecto.

- Mantenga la vista en dirección de su camino.
- Mantenga el cuerpo dentro del compartimiento o cabina.
- Mantener la horquilla 20 cm del piso mientras avanza con el viaje.
- Suene el claxon cuando este cerca de una curva.
- No maneje rápido

- Mantenga la carga ligeramente inclinada hacia atrás.

3.4 Riesgos al operar un montacargas.

Solo un operador legalmente autorizado, entrenado y capacitado, podrá conducir el montacargas.

- Caídas de personas mientras se encuentran sobre la plataforma elevada.
- Caída de herramientas, materiales u otros utensilios sobre otras personas.
- Atrapamiento entre alguna parte del conjunto plataforma, montacargas en el suelo como consecuencia de su inclinación.
- Vuelco por circunstancias diversas como puede ser, efectuar trabajos en superficies con mucha pendiente.
- Golpes a las personas o de la propia plataforma de trabajo o contra objetos móviles.
- Para lograr reducir los riesgos de los accidentes en los montacargas es imprescindible capacitar a los operadores; el medio ambiente donde se realiza los trabajos debe ser seguros, con sus respectivos procedimientos de seguridad, normativa y lo más importante que el montacargas se encuentre en perfecto condiciones eléctricas, mecánicas, hidráulicas.



Figura 90. Trabajo inseguro (*Seguridad en Montacargas, 2019*)

3.5 Estabilidad del montacargas.

La capacidad nominal del montacargas se aplica, si el vehículo industrial está sobre un terreno nivelado y el mástil se encuentra totalmente vertical. Se debe tomar en cuenta que dicha capacidad nominal se ve reducida cuando el montacargas se encuentra:

- El mástil inclinado
- En una pendiente

La estabilidad del montacargas depende de tres puntos de suspensión del vehículo industrial, este se apoya en los neumáticos del eje de accionamiento, que son los puntos A y B y la línea central de giro de dirección en este es el punto C.

El centro de gravedad del montacargas sin carga está representado por el punto D. el centro de gravedad de la carga está representado por el punto F, en el punto E representa el centro de gravedad conjunto del montacargas vacío y la carga. El centro de gravedad conjunto es el punto E, debe siempre permanecer dentro del triángulo formado por los puntos A, B y C. La estabilidad depende de la proximidad del punto E con respecto al borde del triángulo. Como se observa en la Figura 91.

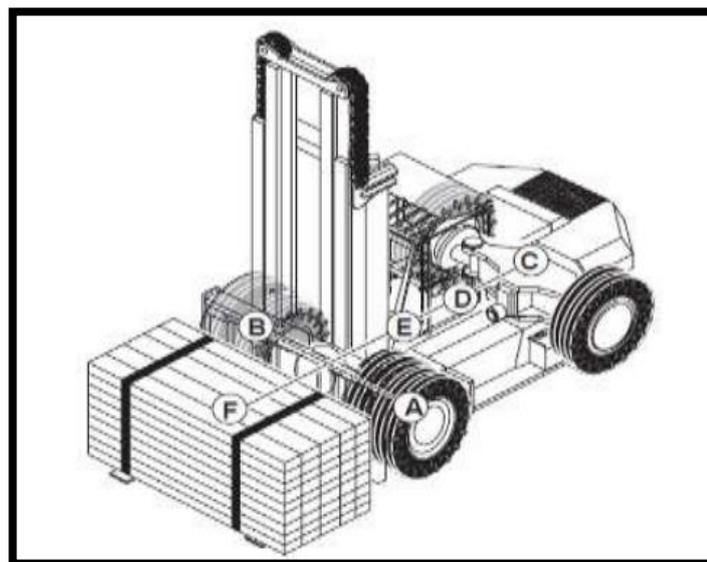


Figura 91. Puntos de estabilidad del montacargas

Cuando el montacargas está cargado, su centro de gravedad conjunto se desplazará hacia la línea A-B. En teoría una carga que provoca el basculamiento hacia delante tiene el centro de gravedad (CG) en la línea A-B pasada la misma. Por lo tanto, en la práctica, el centro de gravedad (CG) conjunto no debe encontrarse nunca en dicha línea. Las cargas nominales siempre tienen el centro de gravedad (CG) conjunto situado correctamente dentro del triángulo de estabilidad.

El simple hecho de añadir un contrapeso adicional no resolverá los problemas de estabilidad hacia adelante, puesto que el contrapeso añadido haría que el centro de gravedad del montacargas se desplazara hacia el punto C, Lo que tendría como resultado un montacargas inestable lateralmente como se muestra en la Figura 92.

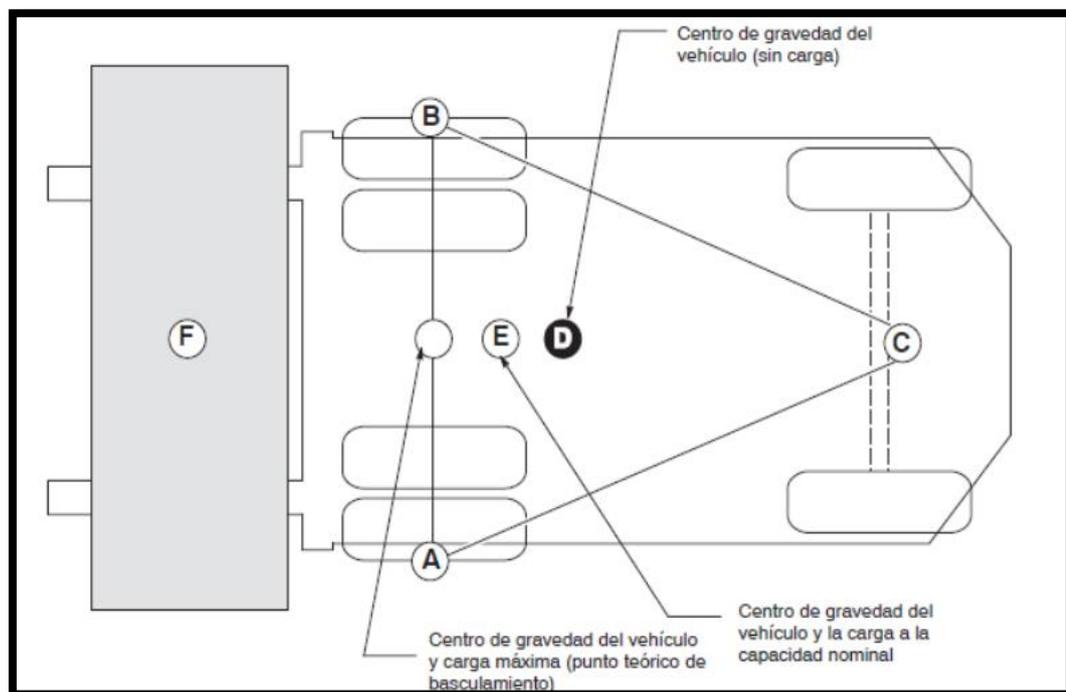


Figura 92. Vista superior del centro de gravedad del montacargas

CAPITULO IV

4. PLAN DE MANTENIMIENTO DEL MONTACARGAS HELI H3 SERIE 1- 3.5

4.1 Definición de Mantenimiento

Es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un dispositivo, maquina, equipo y/o instalación a un estado específico en que se cumple un servicio determinado.

Toda gestión o gerencia del mantenimiento tendrá como objetivo primordial la consecución de las más altas cotas de productividad con el mínimo coste y riesgo.

Se requiere establecer programas de trabajo que afecten al mínimo las labores de producción.

Para lograr los objetivos la gestión de mantenimiento debe ser considerada como un elemento más del proceso productivo (Mora, 2009)

4.1.1 Características del mantenimiento.

- ✓ Actividad, se refiere a una acción que se ejecuta sobre un bien.
- ✓ Planificación, como se indicó anteriormente se debe procurar que esté basado en la planificación.
- ✓ Activos, hace uso de bienes (inventarios) se aplica sobre bienes (equipos) para conseguir un fin (productividad).
- ✓ Ejecución, son actividades que se deben ejecutar según la planificación.
- ✓ Personal calificado, debe llevarse a cabo por personal con experiencia y calificado.
- ✓ Control y documentación, se debe conocer en qué parte del proceso se encuentra, en cualquier momento esto se requiera auditar, para esto se necesita documentar.

- ✓ Costo, toda actividad empresarial involucra un costo, y es visto contablemente de este modo.

4.1.2 Objetivos del mantenimiento.

Mantener un sistema productivo en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr la producción esperada y una calidad de servicio exacta a un costo global y óptimo.

- ✓ Prolongar la vida útil de la máquina.
- ✓ Reducir los tiempos muertos no programados.
- ✓ Permitir operaciones más eficientes.
- ✓ Incrementar la seguridad
- ✓ Mejorar la calidad de producción.

4.1.3 Importancia del mantenimiento.

Se mide por la disponibilidad del equipo en condiciones de producción, conservando todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa o indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible (Mora, 2009).

4.1.4 Clasificación del mantenimiento.

El mantenimiento se clasifica en:

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Mantenimiento predictivo.

Es la aplicación de la tecnología en el proceso de detención para verificar y detectar cambios de condiciones, lo que permitirá intervenciones más oportunas y precisa. El mantenimiento predictivo y el monitoreo de condición son herramientas ampliamente utilizadas por las áreas de mantenimiento en todo el mundo, lo cual conduce a aumentar la productividad competitividad de la empresa (Mora, 2009).

Mantenimiento preventivo.

Es el mantenimiento planeado para hacer frente a las fallas potenciales del equipo, de acuerdo a una programación establecida basada en la frecuencia de la distribución de fallas de equipos (Mora, 2009).

Mantenimiento correctivo.

Se define como la atención a un equipo cuando aparece una falla. No hay planeación para este tipo de mantenimiento este es el caso cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarte.

4.2 Plan de mantenimiento preventivo.

Las inspecciones visuales nos permiten prevenir fallos a la vista, es recomendable siempre hacerlo a plena luz del día, o en un lugar muy bien iluminado. Está basado en horas de operación del montacargas.

Inspección del comportamiento del montacargas

Las inspecciones del comportamiento del montacargas se deben realizar las siguientes actividades cuando el equipo se encuentra estacionado en un lugar plano y por el personal de mantenimiento calificado para evitar cualquier tipo de accidentes, en la tabla 14 se detalla los periodos de tiempo para el mantenimiento.

Tabla 14.*Intervalo de mantenimiento preventivo*

Mantenimiento periódico	Horas				
	10	250	1000	1500	2000
Nivel de aceite de motor	Inspección	Reemplazo			
Filtro de aceite de motor		Reemplazo	Reemplazo		
Filtro de combustible			Reemplazo		
Filtro de GLP			Reemplazo		
Filtro de aire			Inspección		Reemplazo
Refrigerante de radiador		Inspección			Reemplazo
Bujías de encendido				Reemplazo	
Bandas de ventilador	Inspección			Reemplazo	
Banda de alternador	Inspección		Reemplazo		
Nivel de aceite de transmisión		Inspección	Reemplazo		
Filtro de transmisión		Inspección		Reemplazo	
Nivel de aceite de diferencial			Inspección	Reemplazo	
Cilindro de frenos			Inspección		Reemplazo
Nivel de líquido de freno		Inspección			Reemplazo
Kit de convertidor de GLP			Inspección		Reemplazo
Nivel de aceite sistema hidráulico		Inspección			Reemplazo
Filtro hidráulico de succión					Reemplazo
Filtro hidráulico retorno					Reemplazo
Freno de parqueo	Inspección			Reemplazo	
Lubricación de pivotes dirección	Lubricación				
Ajuste de cadenas del mástil			Inspección		
Lubricar pivotes de inclinación	Lubricación				
Lubricar rodamientos de mástil		Lubricación			
Lubricación Pines de ruedas		Lubricación			
Regulación de zapatas de freno					Reemplazo
Motor de arranque				Reemplazo	
Alternador					Reemplazo
Batería	Inspección				Reemplazo
Mangueras hidráulicas	Inspección	Reemplazo			
Calibración de válvulas					Reemplazo
Fugas de líquidos	Inspección	Reemplazo			
Pernos flojos		Inspección			
Presión de los neumáticos		Inspección			

Simbología de actividades a realizarse	
Inspección	Inspección
Lubricación	Lubricación
Reemplazo	Reemplazo

En la tabla 15 se detalla las actividades del mantenimiento periódico que está basado en horas o meses de operación.

4.3 Mantenimiento cada 250 horas de trabajo.

Tabla 15.

Mantenimiento cada 250 horas

Descripción del trabajo	Servicio	Insumo	Cantidad
Motor	Cambio	SAE 20W-50 API SF	5 litros
Filtro de aceite de motor	Cambio	Fram ph 966	1 unidad
Filtro de aire	Limpieza	25477	1 unidad
Radiador	Inspección/Completa	Freeztone	1 litro
Combustible GLP	Revisar	Filtro primario	1 unidad
Combustible Gasolina	Cambio	ALG	1 unidad
Cadenas del mástil	lubricación	Aceite 3-1	12 onzas
Rodamientos del mástil	Lubricación	Grasa kendall	4 libras
Pivotes de dirección	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Pivotes de inclinación	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Freno de parqueo	Lubricar / regular	WD - 40	1 unidad
Líquido de freno	Revisar	DOT 4 Ate	12 onzas
Nivel de agua de batería	Revisar	Agua destilada	12 onzas
Voltaje de batería	Revisar	Multímetro	

4.3.1 Actividades de servicio de 250 horas de trabajo.

Para realizar el cambio de aceite de motor el montacargas debe de estar en un terreno plano para que al destapar el tapón evacue todo el aceite contaminado.

- Realizar cambio de aceite de motor
- Realizar cambio de filtro d aceite motor
- Realizar cambio de cartucho de GLP
- Realizar cambio de filtro de combustible
- Realizar limpieza de filtro de aire y su base
- Realizar limpieza de mástil y cadenas
- Realizar lubricación de todos los puntos de engrase
- Realizar las siguientes inspecciones:
 - Inspeccionar banda de ventilador
 - Inspeccionar nivel de líquido de freno
 - Inspección de luces, pitos y alarmas de retro que estén funcionando
 - Inspeccionar las mangueras
 - Inspeccionar nivel de líquido refrigerante
 - Inspeccionar nivel de agua de batería
 - Inspeccionar voltaje de alternador
 - Inspección de freno de parqueo que funcione
 - Inspección de posibles fugas de líquidos, aceites, refrigerante, liquido de freno

4.3.2 Mantenimiento cada 1000 horas de trabajo.

En la tabla 16 se observa los insumos requeridos para un mantenimiento de 1000 horas.

Tabla 16.*Mantenimiento cada 1000 horas*

Descripción del Servicio trabajo	Servicio	Insumo	Cantidad
Aceite de Motor	Cambio	SAE 20W-50 API SF	5 litros
Filtro de aceite de motor	Cambio	Fram ph 966	1 unidad
Filtro de aire	Cambio	25477	1 unidad
Radiador	Cambio	Freeztone	2 galones
Combustible GLP	Cambio	Filtro primario	1 unidad
Combustible Gasolina	Cambio	ALG	1 unidad
Aceite de Transmisión	Cambio	Aceite ATF III	2 galones
Filtro de transmisión	Cambio	Fram 3593	1 unidad
Aceite de sistema hidráulico	Inspección	ISO 68	
Bujías de encendido	Calibrar 0,8 mm		
Banda de ventilador	Reajustar		
Cadenas del mástil	lubricación	Aceite 3-1	12 onzas
Rulimanes de mástil	Lubricación	Grasa kendall	4 libras
Pivotes de dirección	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Pivotes de inclinación	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Freno de parqueo	Lubricar / regular	WD - 40	1 unidad
Líquido de freno	Revisar	DOT 4 Ate	12 onzas
Nivel de agua de batería	Revisar	Agua destilada	12 onzas
Voltaje de batería	Revisar	Multímetro	

4.3.3 Actividades de servicio de mantenimiento de 1000 horas.

- Realizar cambio de aceite de motor
- Realizar cambio de filtro de aceite motor
- Realizar cambio de filtro de aire
- Realizar cambio de filtro de GLP
- Realizar cambio de filtro de gasolina
- Realizar cambio de aceite transmisión

- Realizar cambio de filtro de transmisión
- Realizar cambio de refrigerante
 - Inspección de nivel de aceite hidráulico
 - Calibración de bujías
 - Calibración de válvulas de admisión y escape
 - Inspeccionar el pito, luces alarma que funcione
 - Inspeccionar posibles fugas de líquidos
 - Inspección de cadenas del mástil
 - Inspección de estado de frenos
 - Inspección de freno de parqueo
 - Inspección de líquido de freno
 - Inspección de tapa de radiador
 - Inspección de ajuste de tuercas de rueda
 - Inspección de presión de las llantas si son neumáticas.

4.3.4 Mantenimiento cada 1500 horas de trabajo.

Tabla 17.

Mantenimiento cada 1500 horas

Descripción del trabajo	Servicio	Insumo	Cantidad
Aceite de Motor	Cambio	SAE 20W-50 API SF	5 litros
Filtro de aceite de motor	Cambio	Fram ph 966	1 unidad
Filtro de aire	Cambio	25477	1 unidad
Radiador	Cambio	Freeztone	2 galones
Combustible GLP	Cambio	Filtro primario	1 unidad
Kit de evaporador de GLP	Cambio	Modelo impco	1 unidad

Tabla 18.*Mantenimiento cada 1500 h. (Contin.)*

Descripción del trabajo	Servicio	Insumo	Cantidad
Combustible Gasolina	Cambio	ALG	1 unidad
Kit carburador	Cambio		1 unidad
Aceite de Transmisión	Cambio	Aceite ATF III	2 galones
Filtro de transmisión	Cambio	Fram 3593	1 unidad
Aceite de sistema hidráulico	Cambio	ISO 68	12 galones
Filtro de succión	Cambio		1 unidad
Filtro de retorno	Cambio		1 unidad
Bujías de encendido	Calibrar 0,8 mm		
Banda de ventilador	Reajustar		
Cadenas del mástil	Lubricación	Aceite 3-1	12 onzas
Rulimanes de mástil	Lubricación	Grasa kendall	4 libras
Pivotes de dirección	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Pivotes de inclinación	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Freno de parqueo	Lubricar / regular	WD - 40	1 unidad
Líquido de freno	Revisar	DOT 4 Ate	12 onzas
Frenos de pedal	Chequeo / regulación		2 unidades
Nivel de agua de batería	Revisar	Agua destilada	12 onzas
Voltaje de batería	Revisar	Multímetro	

4.3.5 Actividades de servicio de mantenimiento de 1500 horas de trabajo.

- Se realizará los mismos trabajos del mantenimiento de 500 horas
- Adiciona los siguientes:
- Cambio de kit GLP
- Cambio de kit carburador
- Cambio de filtros de succión y retorno hidráulico

4.3.6 Mantenimiento cada 2000 horas de trabajo.

Tabla 19.

Mantenimiento cada 2000 horas

Descripción del trabajo	Servicio	Insumo	Cantidad
Aceite de Motor	Cambio	SAE 20W-50 SF	5 litros
Filtro de aceite de motor	Cambio	Fram ph 966	1 unidad
Filtro de aire	Cambio	25477	1 unidad
Radiador	Revisar	Freeztone	
Tapa de radiador	Cambio	9 PSI	1 unidad
Combustible GLP	Cambio	Filtro primario	1 unidad
Combustible Gasolina	Cambio	ALG	1 unidad
Aceite de Transmisión	Cambio	Aceite ATF III	2 galones
Filtro de transmisión	Cambio	Fram 3593	1 unidad
Aceite hidraulico	Cambio	ISO 68	12 galones
Filtro de succión	Cambio		1 unidad
Filtro de retorno	Cambio		1 unidad
Aceite diferencial	cambio	Hipoidal 80w-90	6 litros
Bujías de encendido	Cambio	NGK W16EXU	4 unidades
Banda de ventilador	Cambio	Gates A 44	1 unidad
Cadenas del mástil	lubricación	Aceite 3-1	12 onzas
Rodamientos de mástil	Lubricación	Grasa kendall	4 libras
Pivotes de dirección	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Pivotes de inclinación	Lubricar	Grasa kendall	½ libra
Freno de parqueo	Lubricar / regular	WD - 40	1 unidad
Liquido de freno	Cambio	DOT 4 Ate	12 onzas
Pines de rueda posterior	Revisar		
Batería	Cambio	S4	1 unidad
Motor de arranque	Revisar		1 unidad
Alternador	Revisar carga	Multímetro	

4.3.7 Actividades de servicio de mantenimiento de 2000 horas de trabajo.

- Realizaremos todo el mantenimiento de 1000 horas
- Realizar cambio de aceite de diferencial
- Realizar cambio de cilindros de rueda
- Realizar cambio de líquido de freno
- Realizar cambio de bandas
- Realizar cambio de bujías
- Realizar mantenimiento de alternador
- Realizar el cambio de batería
- Realizar el mantenimiento de motor de arranque

4.4 Costos de mantenimiento.

Conocer la manera como se administra la información de costos de mantenimiento, es indicativo de que actitud se genera la causa y su impacto en la operación.

Los costos de mantenimiento en que incurren las máquinas se consolidan en contabilidad y se encuentra disponible en la forma sistematizada. Los costos de mantenimiento se deducen de los costos indirectos de fabricación global mensual, y esto a su vez, de las órdenes de producción mensual. No obstante, esa información no fluye a la función mantenimiento para determinar tendencias de mejora continua y también sirva en la toma de decisiones o en la elaboración de presupuesto de mantenimiento.

Cotos en el mantenimiento.

Una de las principales tareas del área de mantenimiento es minimizar los costos, a continuación, se presenta un análisis de costos:

Costo global de mantención (CGM)

Este costo es la suma de cuatro componentes:

- Costos de intervenciones de mantención (CIM)
- Costos de fallas de mantención (CFM)
- Costos de almacenamiento de mantención (CAM)
- Costos de repuestos (CR)

$$\text{CGM} = \text{CIM} + \text{CAM} + \text{CR}$$

4.4.1 Costos de mantenimiento 250 horas

Tabla 20.

Costos de mantenimiento de 250 horas

Ítems	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Aceite de motor	5 litros	5.50	27.50
2	Filtro de aceite de motor	1 unidad	6.00	6.00
3	Filtro de combustible GLP	1 unidad	35.67	35.67
4	Filtro de gasolina	1 unidad	12.00	12.00
5	Solvente lubricante de cadenas	1 unidad	8.00	8.00
6	Grasa kendall	4 libras	4.0	20.00
7	Mano de obra		60.00	60.00
			Sub total	169.17
			Iva 12%	20.30
			Total	189.47

4.4.2 Costos de mantenimiento cada 1000 horas

Tabla 21.

Costos de mantenimiento de 1000 horas

Ítems	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Aceite de motor	5 litros	5.50	27.50
2	Filtro de aceite de motor	1 unidad	6.00	6.00
3	Filtro de combustible GLP	1 unidad	35.67	35.67
4	Filtro de gasolina	1 unidad	12.00	12.00
5	Solvente lubricante de cadenas	1 unidad	8.00	8.00
6	Grasa kendall	4 libras	4 .0	20.00
7	Filtro de aire	1 unidad	40.00	40.00
8	Aceite de transmisión ATF3	2 galones	32.00	64.00
9	Filtro de aceite de transmisión	1 unidad	12.00	12.00
10	Solvente wd 40	1 unidad	8.00	8.00
11	Mano de obra		120.00	120.00
			Sub total	353.17
			Iva 12%	42.38
			Total	395.55

4.4.3 Costos de mantenimiento cada 1500 horas

Tabla 22.

Costos de mantenimiento de 1500 horas

Ítems	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Aceite de motor	5 litros	5.50	27.50
2	Filtro de aceite de motor	1 unidad	6.00	6.00
3	Filtro de combustible GLP	1 unidad	35.67	35.67
4	Filtro de gasolina	1 unidad	12.00	12.00
5	Solvente lubricante de cadenas	1 unidad	8.00	8.00
6	Grasa kendall	4 libras	4 .0	20.00
7	Filtro de aire	1 unidad	40.00	40.00
8	Aceite de transmisión ATF3	2 galones	32.00	64.00
9	Filtro de aceite de transmisión	1 unidad	12.00	12.00
10	Solvente wd 40	1 unidad	8.00	8.00
11	Kit de evaporador GLP	1 unidad	250.53	250.53
12	Kit de carburador	1 unidad	40.00	40.00
13	Aceite hidráulico	3 canecas	80.00	80.00
14	Filtro de succión hidráulico	1 unidad	45.00	45.00
15	Filtro de retorno hidráulico	1 unidad	63.00	63.000
16	Mano de obra		200.00	200.00
			Sub total	1071.70
			Iva 12%	128.60
			Total	1200.30

4.4.4 Costos de mantenimiento cada 2000 horas.

Tabla 23.

Costos de mantenimiento de 2000 horas

Ítems	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Aceite de motor	5 litros	5.50	27.50
2	Filtro de aceite de motor	1 unidad	6.00	6.00
3	Filtro de combustible GLP	1 unidad	35.67	35.67
4	Filtro de gasolina	1 unidad	12.00	12.00
5	Solvente lubricante de cadenas	1 unidad	8.00	8.00
6	Grasa kendall	4 libras	4 .0	20.00
7	Filtro de aire	1 unidad	40.00	40.00
8	Aceite de transmisión ATF3	2 galones	32.00	64.00
9	Filtro de aceite de transmisión	1 unidad	12.00	12.00
10	Solvente wd 40	1 unidad	8.00	8.00
11	Kit de evaporador GLP	1 unidad	250.53	250.53
12	Kit de carburador	1 unidad	40.00	40.00
13	Aceite hidráulico	3 canecas	80.00	80.00
14	Filtro de succión hidráulico	1 unidad	45.00	45.00
15	Filtro de retorno hidráulico	1 unidad	63.00	63.000
16	Bujías de encendido	4 unidades	3.50	14.00
17	Banda de ventilador	1 unidad	10.00	10.00
18	Refrigerante de radiador	2 galones	14.00	28.00
19	Aceite de diferencial	1.5 galones	22.00	33.00
20	Batería	1 unidad	80.00	80.00
21	Líquido de freno	12 onzas	5.00	5.00
22	Mano de obra		250.00	250.00
			Sub total	1291.70
			Iva 12%	155.00
			Total	1446.70

4.8 Auto servicio.

Cambio de los neumáticos delanteros.

- ✓ El montacargas debe ser colocado en un sitio totalmente nivelado.
- ✓ Poner freno de estacionamiento y acuar las ruedas
- ✓ Inclinarse el mástil hacia el operador
- ✓ Colocar un taco debajo del mástil,
- ✓ Aflojar las tuercas con una llave de rueda 1 ½

- ✓ Proceder a aflojar en forma de cruz
- ✓ Inclinar el mástil hacia delante para que la rueda quede en el aire.
- ✓ Cambie de neumático nuevo
- ✓ Proceder a seguir los mismos pasos pero en reverso

En la Figura 93 se muestra la secuencia de afloja las tuercas



Figura 93. Secuencia de ajuste de tuercas de rueda

Cambio de neumático posterior.

- ✓ Colocar el montacargas en un sitio nivelado
- ✓ Colocar el freno de estacionamiento y acuar las ruedas delanteras.
- ✓ Coloque el gato tipo tijera detrás del montacargas debajo del contrapeso o pin de remolque.
- ✓ Afloje las tuercas en forma de cruz
- ✓ Levante el gato hasta que las ruedas queden en el aire
- ✓ Para el cambio e instalación siga los pasos anteriores en reversa

4.5 Costos de mantenimiento anual 12 meses

Tabla 24.

Costos de mantenimiento anual.

Mantenimiento preventivo	Frecuencias	Costo insumos	Costo mano de obra	Sub total
Cada 250 horas	8	\$ 109.17	\$ 60.00	\$ 169.17
Cada 1000 horas	2	\$ 213.17	\$ 120.00	\$ 333.17
Cada 1500 horas	1	\$ 871.70	\$ 200.00	\$ 1,071.70
Cada 2000 horas	1	\$ 1291.17	\$ 300.00	\$ 1,291.17
			Sub Total	\$ 2,865.21
			IVA 12%	\$ 343.83
			Total	\$ 3,209.04

El costo de mantenimiento anual del montacargas es de \$ 3209,04

Por otra parte el servicio de alquiler del montacargas mensual es de \$1200.00 por año se factura \$ 14400.00

Entonces tenemos que gastos de mantenimiento preventivo anual es

$$(\$ 3209.04 / \$14400.00)100\% = 22.28 \%$$

4.6 Capacidades de lubricantes.

A continuación, se realiza una tabla de los lubricantes que se usan durante el mantenimiento preventivo y la capacidad que contiene cada sistema, en la tabla 24 se puede observar la cantidad de los diferentes fluidos que lleva el montacargas Heli H3 serie 1-3.5

Tabla 25.*Fluidos que contienen lo montacargas*

	Capacidad	Tipo	Marca
Aceite de motor	5.5 litros	SAE 20W-50 API SF	Kendall
Engranaje de diferencia	6 litros	API GL-5 80W-90	Kendall
Transmisión	10 litros	API GL5 DONAX-TA	Kendall
Tanque de combustible	30 litros	Gasolina	Ecopasi
Tanque de GLP	16 KG		REPSOL
Aceite hidráulico	34 litros	ISO 68	kendall
Líquido de freno	12 onzas	DOT 4	ATE
Lubricación de partes móviles	4 libras		kendall
Sistema de enfriamiento	8 litros		

Tabla 26.*Tipos de lubricantes*

Tipo	Numero de aceite	Códigos de aceites y Temperatura de aplicación			
	Viscosidad SAE	5W-30	10W-30	15W-40	20W-50
Aceite de motor	Temperatura de aplicación °C	-30 +30	-25 +30	-20 +40	-15 +50
Aceite de transmisión	Dedicado para heli			Temperatura baja Shell	
Aceite Hidráulico	Temperatura normal Total randox 3			Donaxta	
	Dedicado para heli				
Aceite de diferencial	Temperatura normal Mobil DTE 10			Temperatura baja Shell tellus	
	Grado de viscosidad			85W -90	80W-90
Líquido anticongelante	Temperatura de aplicación °C				
	Código	FD -1	FD -2	FD - 2A	FD -3
Líquido de freno	Temperatura de aplicación °C	>-25	>-35	>-45	>-50
Grasa lubricante	DOT 3 Líquido compuesto				
	Súper Grasa kendall azul				

En la tabla 26 se muestra los valores de los ajustes de los componentes del montacargas.

Tabla 27.

Valores de ajustes.

	Medidas	Valores
Tensión de correa de ventilador	kg-f	3.1 - 5.1
Calibre de bujías	mm	0.7 - 0.8
Secuencia de encendido		1-3-4-2
Velocidad de marcha mínima	rpm	650 + 25
Velocidad en máxima sin carga	rpm	3050 + 50
Compresión del motor	psi / rpm	114 / 250
Presión de aire en neumáticos	psi	110
Juego de volante de la dirección	mm	25-50
Presión de ajuste de la válvula de control de aceite. (Elevación)	psi	2630
Presión de ajuste de la válvula de control de aceite (Basculación)	psi	2130
Par de ajuste de las tuercas de ruedas	kg-m (ft.lb)	15 -23 (108-144)
Fuerza de operación de freno de estacionamiento	kg (lb)	20 - 25 (44-55)
Peso específico del electrolito de batería (20°C)		1.28

4.7 Lubricación.

A la hora de realizar los mantenimientos un punto de engrase muchas veces será de difícil acceso como por eso es necesario el uso de herramientas especiales, inclusive cuando se cuente con ellas se tendrá que desmontar partes para poder acceder a los puntos de engrase, como se muestra en la Figura 94.

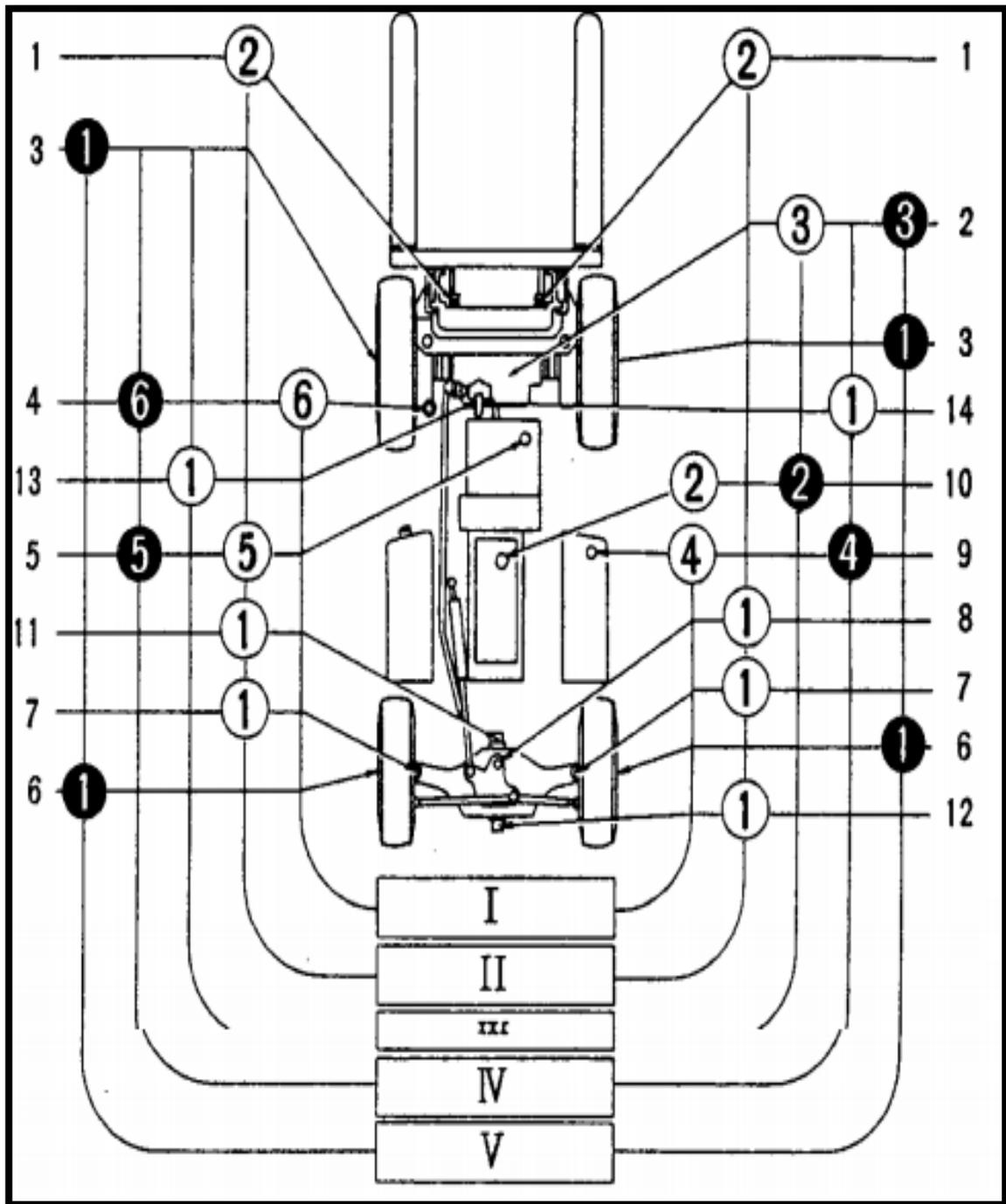


Figura 94. Puntos de lubricación de montacargas (Heli, 2019)

Tabla 27*Descripción del punto de lubricación.*

Numero	Punto
1	Cadena
2	Engrase del diferencial
3	Cojinetes de las ruedas delanteras
4	Cilindro maestro de freno
5	Caja del convertidor de par
6	Cojinetes de las ruedas traseras
7	Perno maestro de articulación de dirección
8	Pasador de la manivela de campana
9	Tanque de aceite
10	Eje de la manivela del motor
11	Frente de la viga del eje trasero
12	Parte posterior de la viga del eje
13	Junta cardanica de dirección inclinable
14	Mecanismo de traba de dirección inclinable
Simbología	
I	Inspeccion cada 8 horas (diariamente)
II	Inspeccion cada 50 horas (semanalmente)
III	Inspecciones cada 250 horas (mensualmente)
IV	Inspeccion cada 1000 horas (semestral)
V	Inspeccion cada 2000 horas (anualmente)
•	Inspección y servicio
O	Reemplace
(1)	Grasa
(2)	Aceite de motor
(3)	Aceite de diferencial
(4)	Aceite hidráulico
(5)	Fluido de la transmisión automática
(6)	Liquido de freno

4.7.1 Plan de mantenimiento correctivo.

Tabla 28.

Averías del sistema hidráulico mástil

Averías	Causas Mástil	Solución
Mástil no se mueve	-Válvula de alivio obstruida	-Cambiar la válvula de control
	-Puede haber aire en el sistema	-Purgar el sistema
	-Peso incorrecto	-Consultar con las especificaciones del montacargas
No tiene fuerza para levantar cargas	-La bomba tiene desgaste	-Revisar la presión de la bomba
	-Filtros obstruidos	-Cambiar
	-La válvula de alivio abre a una baja presión	-Revisar
El mástil no eleva ni baja completamente	-El cilindro principal esta doblado	-Reemplazar
	-El cilindro de elevación no está alineado	-Reemplazar
	-La bomba hidráulica presenta desgaste	Revisar o reemplazar bomba
El mástil no se inclina correctamente	-Válvula de carrete obstruida	-Revisar o reparar el cuerpo de control
	-La válvula de alivio abre a presión baja	-Revisar y cambiar el resorte del control
	Cilindros de elevación e inclinación	
	-Rayadura de la capa cromada de eje	-Reparar o cambiar
Vástago del cilindro dañado	-El eje hace contacto de fricción con las partes fijas del mástil	-Reparar o cambiar
	-El recorrido de las articulaciones del cilindro no es apropiado	-Revisar o cambiar las articulaciones
Presión elevada en los cilindros	-La presión de la bomba excede el rango de los cilindros	-consulte las especificaciones o el manual de la bomba.
	-El eje del cilindro tiene deformación	- Reemplazar eje
Los cilindros no tienen fuerza	-Existe fugas de aceite de las mangueras de entrada y salida	-Revisar, ajustar acoples

Bomba Hidráulica

Ruido en la bomba hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> -Chequear la cadena de arrastre -Nivel bajo de aceite -Las mangueras tienen obstrucciones de liquido -Desgaste interno de engranajes o picados -El aceite hidráulico es viejo y ha perdido sus propiedades -El aceite no es el adecuado 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambiar la cadena y rodamientos -Revisar y completar aceite -Revisar mangueras y ajustar -Reemplazar -Cambiar el aceite -Consulte especificaciones del aceite
Temperatura del aceite es alta	<ul style="list-style-type: none"> -Existe elevada presión en el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar y reparar la bomba / control de válvulas
Falta de presión en el circuito La bomba no envía correctamente el flujo de aceite	<ul style="list-style-type: none"> -Existe fugas en los conductos de entrada y salida de la bomba -Los componentes de la bomba están defectuosos -Nivel bajo de aceite -Defectos en la línea de succión 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar conductos y acoples -Revisar y cambiar sellos de la bomba -Completar nivel de aceite -Revisar filtro de succión
Los ejes de control no se mueven	Unidad de válvulas de control <ul style="list-style-type: none"> -Existe obstrucción -El acoplamiento de las palancas no opera suave -Ejes de control torcidos -Los resortes del eje de control defectuosos o rotos -El circuito o válvulas de control tienen material impurezas 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambiar filtros -Revisar las uniones de las palancas -Reparar la unidad de control -Cambiar resortes -Cambiar filtro
Los carretes de control no retoman neutro	<ul style="list-style-type: none"> -Los resortes están defectuosos -Los pernos que sujetan la válvula están muy ajustado 	<ul style="list-style-type: none"> -Reemplazar -Ajustar según el manual
Los cilindros se mueven muy lento	<ul style="list-style-type: none"> -La válvula de alivio no está colocada de manera correcta -La carcaza de la unidad de válvula de control esta con fisura. -Existe aire en el sistema hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar el montaje de la válvula de alivio -Revisar o cambiar -Purgar el sistema

Los cilindros no mantienen su posición con las palancas de control	-Los resortes de la unidad de válvulas de control son débiles o defectuosos	-Revisar o cambiar
	-Fugas de aceite en el sistema -Los sellos de los pistones de los cilindros están desgastados	-Revisar todos los componentes -Cambiar los sellos

Tabla 29.

Averías del tren de potencia

Problema	Causas	Solución
	Transmisión automática	
Sonido extraño cuando se pone en marcha	-Desgaste de los conjuntos sincronizadores	Desmontar caja para reemplazar piezas dañadas
La marcha entra con dificultad	-Pedal neutralizador desajustado	-Regular el pedal
	-Avería interna del cambio	-Reemplazar las piezas
	-Palanca defectuosa	-Reemplazar la palanca
Resbalamiento en todas las marchas	-Nivel de aceite bajo	-Completar
	-Válvulas pegadas del control de cambio	-Efectuar una reparación general
Aceleración pobre en bajas velocidades	-Nivel de aceite bajo	-Completar aceite
	-Convertidor de par averiado	-Sustituir el convertidor
La caja no cambia de marcha	-Mal ajuste del mando	-Efectuar ajuste y verificación presiones
	El diferencial	
	-Mal ajuste conjunto piñón corona	-Ajustar
Sonido al acelerar y retener	-Rodamiento conjunto diferencial o piñón de ataque	-Sustituir rodamientos y ajustar
Ruido en curvas	-Holgura excesiva o daños de planetarios y satélites	-Reparar el diferencial
Falta de estabilidad	-Placas de fricción del mecanismo con desgaste	-Reparar el diferencial

Tabla 30.

Averías del sistema de frenos.

Problemas	Causas	Solución
El pedal se va hasta el fondo	-Fuga en el sistema	-Corregir fuga, completar líquido
Pedal de freno suave	-Frenos desajustados -Aire en el sistema	-Revise los reguladores -Revise corrija complete el líquido
Pedal de freno muy duro	-Frenos desajustados -Frenos mal ajustados -Zapatas desgastadas -Líneas de freno aplastadas	-Revise los reguladores -Haga que ajuste los frenos -Revise el desgaste o cambie -Cambiar la línea de freno
Pedal se va al presionar los frenos se normalizan al enfriarse	-Aire en el sistema -Líquido incorrecto -Fugas en el cilindro maestro	-Purgar el sistema -Completar -Reemplace
Frenos producen ruidos	-Zapatas desgastadas -Tambores ovalados -Tambores recalentados o rotos	-Reemplace las zapatas -Reemplazar los tambores -Reemplazar los tambores
Luz de aviso de freno queda encendida	-Una parte del circuito no funciona, trompo stop defectuoso, válvula de presión diferencial desconectado, falta de líquido	-Revisar el sistema

Tabla 31.

Averías de la dirección.

Problema	Causas	Solución
La dirección es dura al girar el volante	-Bomba hidráulica defectuosa -Bajo nivel de aceite -Ejes delanteros desgastados	-Reparar o cambiar -Revisar y completar el nivel -Lubricar o cambiar las partes defectuosa
La dirección es floja demasiado suave	-Rodamientos de ruedas flojos -Líneas de dirección que se conectan a la unidad de válvula de control flojas	-Ajustar los rodamientos -Revisar conductos y acoples -Revisar rotulas de dirección
El montacargas se desvía hacia un lado cuando se suelta la dirección	-Rodamientos de ruedas flojos o defectuosos	-Ajustar o reemplazar
Oscilaciones, vibraciones por medio del volante	-Orbitrol defectuoso -Problemas en el sistema hidráulico de la dirección	-Reparar o cambiar -Revisar cajetín, cilindro y mangueras hidráulicas

Tabla 32.

Averías del sistema eléctrico

Problema	Causas	Solución
Luces de montacargas		
Las luces no encienden	-Focos quemadas -Fusibles fundidos -Falta de tierra en el circuito	-Reemplazar focos -Reemplazar fusibles -Instalar cable de tierra al chasis
Los focos se queman al instalar	-Ajuste incorrecto del regulador de voltaje -Malas conexiones baterías -Batería baja carga	-Reemplazar regulador de voltaje -Revisar las conexiones -Revisar la batería o reemplazar
Luces muy bajas	-Alternador no envía carga -Conexiones sulfatados	-Revisar la banda o repare el alternado -Limpie los contactos -Revise o cambie el regulador
Luces parpadean	-Voltaje bajo de salida -Conexiones flojas -Tierra defectuosa -Corto circuito	-Apreté las conexiones -Instale cable de tierra -Revise las conexiones
Las luces aumentan de intensidad	-Ajuste muy elevado del voltaje	-Revisar o cambiar regulador de voltaje

Tabla 33.

Averías del sistema de carga del alternador.

Problema	Causas	Solución
Alternador ruidoso	-Mal montaje -Polea flojo -Rodamientos dañados -Carbones rotos	-Ajuste pernos -Ajuste polea -Reemplace rodamientos -Limpie/ Reemplace
Suena al poner en marcha el motor	-Banda floja o muy larga	-Ajuste / Reemplace
Luz indicador de batería permanece encendida	-Banda de alternador roto -Cables rotos o desconectados	-Reemplace la banda -Repare / conecte los cables
Los focos se queman	-Daños de alternador -Alternador envía mucha cargas	-Reparar alternador -Reemplace el regulador o repare el alternador
Luces intensas aumentan al acelerar	-Batería con carga baja -Problemas de alternador	-Cargue o cambie de batería -Repare el alternador o cambie de regulador

Tabla 34.

Averías del sistema de arranque

Problema	Causas	Solución
No funciona el motor de arranque	-Circuito abierto	-Comprobar los carbones
	-Circuito interrumpido del motor arranque	-Comprobar el conector escobillas y conexiones
	-Fusible quemado	-Reemplace el fusible
	-Anomalías en el motor de arranque	-Revisar el motor de arranque
	-Batería baja	-Comprobar la carga o reemplace
El motor gira lentamente pero no arranca	-No engrana el piñón	-Reemplace piñón
	-Averías mecánicas en el motor	
	-Batería descargada	-Revisar carga o reemplazar
	-Temperatura baja	-Batería debe de estar con buen voltaje
El solenoide rechina suena	-Anomalías del motor de arranque	-Chequear motor de arranque
	-Embolo averiado	-Limpiar y liberar el embolo
	-Acoplamiento de rueda pegado en el eje	-Limpiar el eje del inducido
Ruidos anormales	-Resorte de la palanca antagónico	-Instalar un nuevo resorte
	-Ruidos agudos durante el arranque	-Juego excesivo entre piñón y la corona del volante
	-Ruidos agudos durante la marcha del motor	-Poco juego entre piñón y corona
	-Ruido golpeteo cuando el piñón desliza a la posición de paro	-Inducido doblado o desalineado

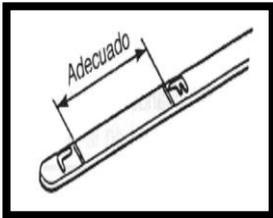
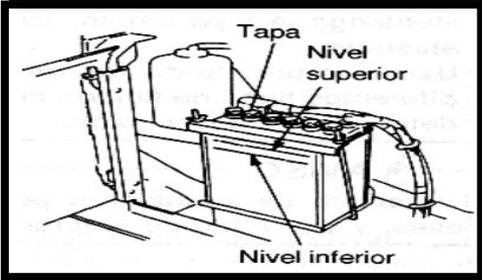
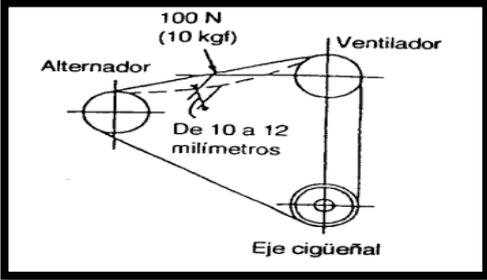
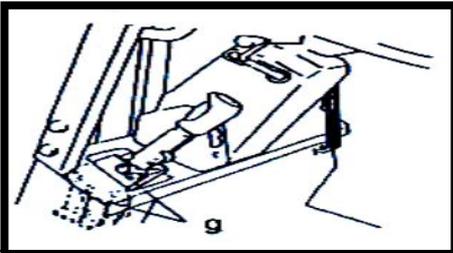
4.8 Pasos de revisiones principales.

Para todas las revisiones el montacargas debe de estar apagado con el motor frio.

- a. Las Inspecciones de pre - uso se aplican exclusivamente a Montacargas y Vehículos de uso, siendo de responsabilidad los operadores.
- b. Las actividades que se generan de las inspecciones, que involucren peligro, deben ejecutarse inmediatamente para evitar una paralización de actividades y daños al equipo

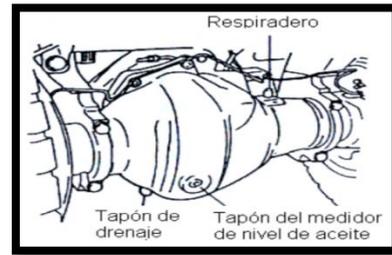
Tabla 35.

Procedimientos de las inspecciones diarias

Actividad	Procedimiento	Imagen
Revisar nivel de aceite	<ul style="list-style-type: none"> ○ Abrir el capo ○ Jalar bayoneta ○ Revisar si está dentro del rango indicado ○ Complete si es necesario ○ Cambie si esta quemado 	
Revisar nivel de líquido de freno	<ul style="list-style-type: none"> ○ Desmontar cover ○ Visualizar si está dentro del rango indicado 	
Inspección de líquido de batería	<ul style="list-style-type: none"> ○ Desmontar tapa de la celda ○ Visualizar si está en el rango superior como se observa 	
Revisión de ajuste de la banda de ventilador	<ul style="list-style-type: none"> ○ Apretar la banda de ventilador y alternador con una fuerza de 100 N ○ Girar axialmente de 10 a 12 mm ○ Inspeccionar si no está deteriorada 	
Revisar estado de palanca de freno de mano	<ul style="list-style-type: none"> ○ Oprimir seguro y tirar la palanca ○ Encender motor y poner marcha ○ Revisar si se detiene ○ Caso contrario regular 	

Revisión de nivel de aceite diferencial

- Retirar tapón superior con una llave allen 10mm
- Revisar si el nivel está a en el agujero
- Si el nivel se encuentra bajo completa



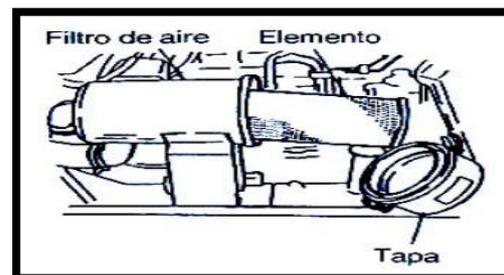
Revisar nivel de aceite transmisión

- Abrir la tapa y retirar la varilla de medir
- El nivel del aceite debe de estar entre las marca L- F
- Complete si fuera del caso
- Cambie si está sucio



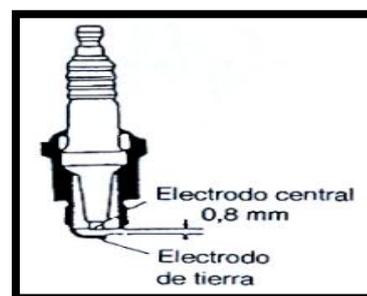
Limpieza de filtro de aire

- Retire la tapa contra polvo del filtro
- Inspeccionar cada 250 horas
- Si el ambiente hay mucho polvo el intervalo de cambio disminuye



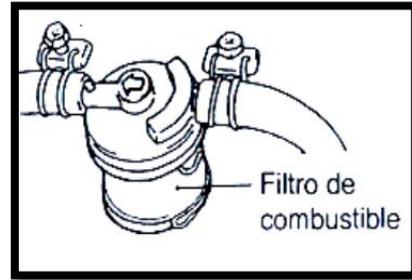
Calibración de bujías

- Verificar la conexión
- Retirar la bujía con una llave 13/16 larga
- Verificar si no está quemada, roto
- Verificar el espacio entre electrodos



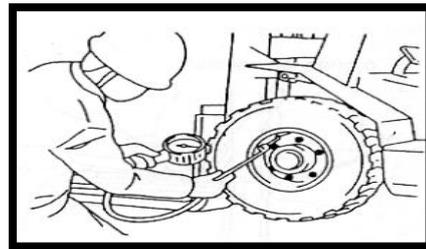
Inspección de filtro de combustible gasolina

- Revisar que no tenga fugas
- Revisar ajuste de abrazaderas
- Cambie cada 250 horas



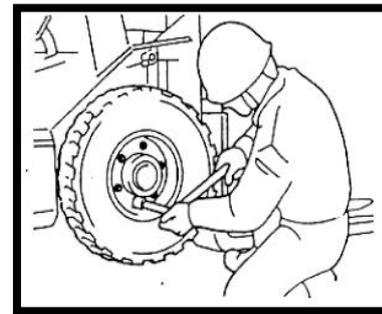
Chequear presión de neumáticos

- La presión del neumático debe de tener 110 psi
- Complete si este es necesario



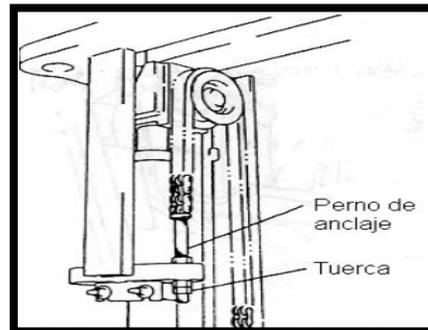
Revisar ajuste de tuercas de rueda

- El ajuste debe ser de 220 -240 libras pie



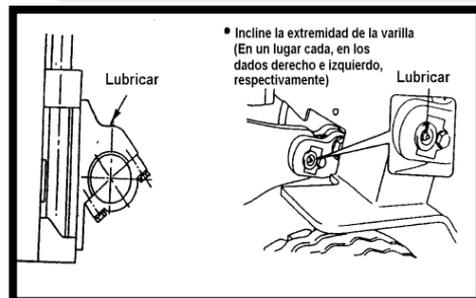
Inspección del mástil

- Revisar pernos de anclaje
- Revisar ajuste de tuercas de la cadena
- Revisar si poleas, rodamientos no estén dañados



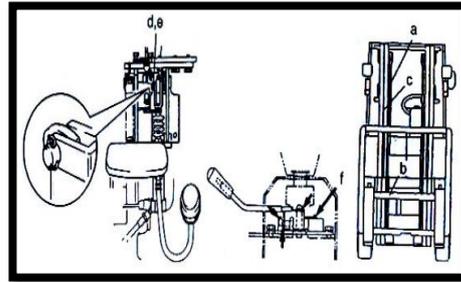
Lubricar

- Aplique grasa en los puntos indicados base del muñón del mástil, pines de inclinación

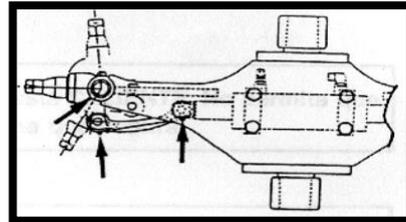


Lubricar

- Aplique grasa en los puntos a,b,c,d,e,f

**Lubricar**

- Girar la dirección y aplicar grasa en articulaciones
- Chequear fuga axial y radial de las rueda



5. CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

A través de la realización de este trabajo se determinaron las siguientes conclusiones:

- Mediante esta investigación se ha instruido como funciona un montacargas, es una herramienta muy útil dentro del campo industrial, gracias a su sistema hidráulico es capaz de levantar y transportar cargas pesadas.
- Mediante el reconocimiento de los componentes mecánicos en lo referente a la transmisión de potencia tiene en las ruedas delanteras esto hace que la maquina tenga mejor tracción y estabilidad, también hay una diferencia con los vehículos que la dirección para girar tiene en las ruedas posteriores y llegan a girar hasta 85°.
- Para poder elaborar un plan de mantenimiento preventivo para montacargas Heli H3 es importante conocer la máquina, para reunir la mayor cantidad de información técnica, así como las averías más frecuentes que se presentan durante su función.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que las personas que operan estas máquinas deben tener capacitación previa para evitar cualquier tipo de accidentes o daños a la infraestructura donde este laborando.
- Los operadores deben realizar una inspección con el equipo apagado en un área plana manteniendo las debidas precauciones y haciendo uso del EPP.
- Mediante el reconocimiento de elementos del montacargas se ha realizado un plan de mantenimiento basado en horas de servicio, para así conservar y alargar la vida útil del montacargas.

Bibliografía

- Alonso, J. M. (2000). *Técnicas del automóvil: Motores*.
- Anzola Llera, I. (2014). Cálculo y diseño de la transmisión de un automóvil.
- Cadavid, C. M. (2015). *Diseño y construcción de un montacargas de elevación hidráulica* .
Doctoral dissertation Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica. Ingeniería Mecánica).
- Calleja, D. G. (2015). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Casado, E. Á. (2012). *Sistemas de transmisión y frenado*. Editorial Paraninfo.
- CASTILLO VILLAVICENCIO, D. R. (2016). Automatización del mantenimiento preventivo y correctivo de montacargas eléctricos de una empresa automotriz de la ciudad de Guayaquil . Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas.
- Cordero, G. (26 de 09 de 2019). *Modelo de gestión para la comercialización de gas licuado de petróleo -GLP-*,. Obtenido de http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13497/1/Cordero_Marino_Glenda_Marcelo.pdf
- CREIXER. (26 de 09 de 2019). Obtenido de <https://creixer.com.mx/conoce-mas/conoce-cuales-son-los-tipos-de-montacargas/>
- Crespo Cortes, C. A. (2007). Transformación de un montacargas eléctrico a un montacargas hidráulico para la empresa " PLANHOFA. CA." .
- Domínguez, E. J. (2012). *Embragues y convertidores de par (Sistemas de transmisión y frenado)*. Editex.

Ferrer, J. &. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Editex.

Filtros de Succión. (26 de 09 de 2019). Obtenido de <http://www.hnsa.com.co/filtros-de-succion/>

Garcés Garcés, D. E. (2005). *Reconstrucción y habilitación de los sistemas de un montacargas TOYOTA 3FG15*. (Bachelor's thesis, LATACUNGA/ESPE/2005).

Google. (26 de 09 de 2019). Obtenido de Direccion de lugar donde trabaja el montacargas: <https://www.google.com/maps/search/parque+industrial+Inmaconsa+Av.42%C2%A4+NO+y+Calle+23C+NO./@-2.1024793,-79.9452995,16.61z>

Heli. (2018). Manual de partes. En *Heli*. china.

Marín, J. A. (2016). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad 2*. Ediciones Paraninfo, SA.

Martínez Tamez, M. S. (2013). *Calidad en el servicio en capacitación a operadores de montacargas*. (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Meganeboy, D. (26 de 09 de 2019). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/dis.htm>

Miravete, A. &. (2007). *Elevadores: Principios e innovaciones*. Reverté. Recuperado el 26 de 09 de 2019, de https://books.google.com.ec/books?id=BsaqGTRli58C&pg=PA10&lpg=PA11&focus=viewport&dq=elevador+principios+polipasto+de+rodillos&hl=es&output=html_text

Mora, L. A. (22 de 07 de 2009). *Mantenimiento-planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.

- Palacios, H. (26 de 09 de 2019). *Sistema Eléctrico del vehículo*. Obtenido de file:///C:/Users/frmorquechoan/Downloads/sistemaelctricodeunvehiculo-160629024538.pdf
- Perez, J. M. (2014). *Sistemas de transmisión y frenado*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Reyes Villarruel, H. G. (2018). PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE MONTACARGAS DE LA EMPRESA UNIMAQ.
- Rodríguez, R. (26 de 09 de 2019). *Análisis y adaptación de motores Otto y Diésel operando con Biogás*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/90313/AN%C3%81LISIS%20Y%20ADAPTACI%C3%93N%20DE%20MOTORES%20DE%20CICLO%20OTTO%20Y%20DIESEL%20OPERANDO%20CON%20BIOGAS.pdf>
- Segovia, F. C. (2010). Gas licuado de petróleo como combustible alternativo para motores diesel con la finalidad de reducir la contaminación del aire. *Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología*, (4), 73-81.
- Seguridad en Montacargas*. (26 de 09 de 2019). Obtenido de Riesgos laborales de montacargas. <https://www.gruasyaparejos.com/montacargas/seguridad-en-montacargas/>
- Textos Científicos*. (26 de 09 de 2019). Obtenido de Gas licuado de petróleo (blog) obtenido de <https://www.textoscientificos.com/petroleo/gas-licuado-petroleo>
- Zazo, M. P. (2015). *Prevención de riesgos laborales. Seguridad y salud laboral*. Ediciones Paraninfo, SA.