

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y ACOPLÉ PARA UN REMOLQUE TIPO PLATAFORMA CAMA ALTA CON CAPACIDAD DE 15 TONELADAS PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

Ing. Miguel Carvajal¹
Ing. Mauricio Cruz²
Milton Joaquín Cueva B.
Johnny Patricio Torres A.

^{1,2}*Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" Extensión Latacunga, Quijano y Ordoñez y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador*

macarvajal@espe.edu.ec
gmcruz@espe.edu.ec
milton_cueva_bus@hotmail.com
johnnypato@hotmail.com

RESUMEN

El presente proyecto realizó la implementación de los sistemas automotrices y acople para una plataforma cama alta que está diseñada para soportar 15 toneladas, la selección de los sistemas se realiza mediante estudios funcionales y respaldos de catálogos de diferentes marcas, así como también acatando y basándose en las normas INEN, Mexicanas y leyes del transporte pesado en el Ecuador.

Palabras Claves:

- *Ingeniería automotriz.*
- *Plataforma cama alta.*
- *Transporte pesado*

ABSTRACT

The present Project performed the implementation of the automotive's system and coupling for a high bed platform that is

designed to support 15 tons, the selection of the systems is going to be done through functional studies and backups of catalogs of different brands, as well as basing in the regulations INEN, Mexican and laws of the heavy transport in Ecuador.

Keywords:

- *Automotive engineering.*
- *High bed platform.*
- *Heavy transport.*

I. INTRODUCCIÓN

Al contar la Universidad de las Fuerzas Amadas ESPE con una plataforma se origina la necesidad de implementar sistemas automotrices adecuados para el correcto funcionamiento de la misma, donde el aporte será de beneficio para la Escuela de Conducción y la carrera de ingeniería automotriz permitiendo analizar el comportamiento, funcionamiento y utilidad de los sistemas de suspensión, frenos,

eléctrico y acoples en el transporte pesado, dando realce a la calidad de profesionales e investigadores que en la misma se forman.

II. SISTEMAS AUTOMOTRICES PARA ESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE PESADO UTILIZADOS EN EL ECUADOR.

El transporte pesado requiere que sus sistemas sean de alta calidad por el constante trabajo al cual está expuesto, sus elementos utilizados son estandarizados, lo cual limita a que la selección de éstos se realice conforme a un cálculo de diseño.

III. CONSIDERACIONES PARA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES.

Previo a un diseño y cálculo de materiales de la estructura, se conoce el peso y los parámetros que deben soportar los sistemas. La implementación se realiza con el fin de satisfacer requerimientos en la movilización por completo de la plataforma.

En la figura 1 se detalla distancias de puntos con los cuales se realizó el cálculo de diseño, estos indican donde deben ser instalada la suspensión desde la parte frontal hacia la parte posterior.

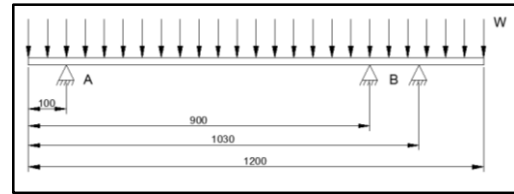


Figura 1. Distancias para la implementación.

Fuente: Tesis (Narvaez-Tibán, 2015)

Gracias a los datos proporcionados por la tesis adjunta se conoce que el peso total de la estructura es de 3869.922 kg.

IV. SELECCIÓN DE SUSPENSIÓN

La carga total de la plataforma es de:

$$CT = CD + Sg + Cest$$

$$CT = (15000 + 1500 + 3869.922)kg$$

$$CT = 20.369,922 kg$$

$CT \rightarrow$ Carga total

$CD \rightarrow$ Carga diseño

$Sg \rightarrow$ Sobrecarga

$Cest \rightarrow$ Carga estructura

Se seleccionó la alternativa que presenta como características el ser una suspensión mecánica con ballestas convencionales y por su capacidad de carga de 13 toneladas, las mismas que sumadas nos dan un soporte de 26Tn con la cual se observa que se cubre el total del pesaje de la plataforma.

V. SELECCIÓN DE EJES

Para la selección de los ejes se toma en cuenta su característica de seguridad, fácil montaje a la suspensión y conociendo el

peso total de carga de la plataforma. Como prueba adicional para la selección de los ejes se tiene:

$$\text{Peso bruto: } CDE * 1.7$$

$$\text{Descarga máxima : } CDE/1.1764$$

Donde el CDE: capacidad de diseño del eje (valor proporcionado por el catálogo).

Para el caso de la plataforma se tiene un valor de diseño de 24 Ton, el valor máximo de carga de esta es de 20.401,22 kg a comparación del peso total de la estructura que es de 20.369,922kg se puede ver que esta alternativa satisface la necesidad y se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la figura 2.

Tipo de semirremolque	Servicio	Descarga máxima permitida (NCM 012-SC T.2-2008). Referencia		Suma de Capacidad de Diseño de Ejes (CDE) mm.		Peso Bruto Vehicular de Diseño (PBVD) mm.	
		kg	lb	kg	lb	kg	lb
S1	Normal	10 000	22 046	11 764	25 937	20 000	44 093
	Con peso adicional según numeral 6.1.2.2*	11 000	24 251	12 841	28 531	22 000	48 502
S2	Normal	17 000	37 479	20 000	4 093	34 000	74 958
	Con peso adicional según numeral 6.1.2.2*	19 000	41 888	22 353	49 280	38 000	83 776
S3	Normal	23 500	51 809	27 847	60 952	47 000	103 618
	Con peso adicional según numeral 6.1.2.2*	26 500	58 423	31 176	68 733	53 000	116 848

Figura 2. Tabla de rangos de capacidad mínima de los ejes.

Fuente: Norma Mexicana

VI. SELECCIÓN DE FRENOS

Para la selección se basa en la capacidad de llenado en las cámaras, analizando la norma mexicana, dónde establece que: el tamaño mínimo de las cámaras deben ser de 193.5 cm² y la carrera debe ser de 63.5 mm como valor mínimo.

En base a la tabla 1 seleccionamos los pulmones T30 ya que cumple con la carrera mínima como también con el área efectiva

mínima. Para los frenos posteriores se selecciona los T30/30 que tienen doble accionamiento por su bloqueo de frenos y su accionar.

TABLA 1. Datos usados para la selección

TIPO	AREA EFECTIVA DEL DIAFRAGMA	TAMAÑO DE LA CÁMARA	LIBRAS DE FUERZA A 30 PSI	LIBRAS DE FUERZA A 60 PSI
T24	24 plg ²	154.83 cm ²	720	1440
T30	30 plg ²	193.54 cm ²	900	1800

Una vez seleccionados los pulmones, para la selección del tanque de aire se toma en cuenta los parámetros dónde establece que la capacidad de los tanques para la operación de los frenos debe ser de 8 veces el volumen de la sección de servicio de las cámaras de frenos instaladas. (S.C.T, 2010)

Volumen de los pulmones

$$V = A x h$$

$$V = 193.5 \text{ cm}^2 * 6.4 \text{ cm}$$

$$V = 1238.4 \text{ cm}^3 \rightarrow 1.24 \text{ l}$$

Capacidad del tanque

$$CT = V * 2 * 8$$

$$CT = 1.24 * 2 * 8$$

$$CT = 19.84 \text{ l}$$

Haciendo comparación con la capacidad que necesitamos se puede usar uno de 20 l pero por razones de seguridad, se establece que la capacidad de las cámaras a considerar puede ser de un valor de 1,556 l (S.C.T, 2010), con este dato se tiene una capacidad del tanque de 24.89 l razón por la cual se selecciona un tanque de 25 l.

La manguera a utilizarse para el sistema es la manguera SYNFLEX AIR BRAKE 3250-06 SAE J844 TYPE B (NYLON 11) 3/8" (SAE, 2012), la cual cumple con la norma SAE J844, en la que se establece que son mangueras utilizadas para frenos de aire de camiones y vehículos pesados en general, con una presión máxima de trabajo de 150 psi.

La norma mexicana menciona que "Toda toma de aire adicional a los sistemas de frenos debe estar protegida con una válvula protectora de presión calibrada a 4,8 MPa, (70 lb/in²) para evitar la pérdida de aire en caso de rotura de mangueras de aire a sistemas auxiliares."

Por lo mencionado anteriormente se selecciona la válvula R-6 marca FAQP, que es una válvula de Relé 6 calibrada a 70 Psi (70 lb/in²) cumpliendo con la norma mexicana, la cual posee una capacidad máxima de presión de 150 Psi. Los neoplos y acoples de cabeza para el sistema son de 3/8", de acuerdo a la dimensión de la manguera.

VII. SELECCIÓN DE PATINES DE APOYO

Para la selección de patines de apoyo, en la norma mexicana que establece que para la selección de éste sistema, debe cumplir con la carga estática mínima de 63500 kg (S.C.T, 2010), de tal forma que el remolque

sea levantado con la carga para la cual fue diseñada la plataforma.

Por esta razón se implementó los patines que posee una capacidad de carga estática de 80Tn, y capacidad de elevación de 28 Ton.

VIII. SISTEMA DE ALUMBRADO

Dentro del sistema eléctrico la implementación se realiza basándose en la norma INEN 1155, la cual indica la cantidad, tipo, y ubicación de faros.

IX. KING PIN

Para la selección del sistema se toma en cuenta el peso que debe soportar para vencer el estado estático de la plataforma, es por ésta razón que debe ser de un valor mayor a 21.872,42 kg. Con este dato se calcula la fuerza total que debe tener por tiro el King pin, éste debe ser igual o superior.

$$\begin{aligned} & \text{fuerza total} \\ \text{fuerza} &= \text{masa} * \text{gravedad} \\ \text{fuerza} &= 21872,42 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 \\ \text{fuerza} &= 214568,44 \text{ N} \rightarrow \mathbf{214.568,44KN} \end{aligned}$$

Es por ello que se seleccionó un king pin con una fuerza de arrastre de 174-340 KN.

X. NEUMÁTICOS

Para la selección de neumáticos, se debe tomar en cuenta las características de los neumáticos instalados en el cabezal ya que de ésta manera se garantiza una uniformidad en éste sistema, los neumáticos instalados en el cabezal poseen las características de ser un neumático de 295 de ancho con 80% de altura rin 22.5, con capacidad de carga de 3550 kg que sumados llegan a soportar 28400 kg y el ancho del aro es de 9 in.

XI. PROCESO DE MONTAJE DE COMPONENTES

El proceso de construcción se lo realizó en base a la selección de componentes por lo cual se da inicio desde la suspensión, ejes, frenos, neumáticos, King ping y patas de apoyo. En la figura 3 se puede ver el sistema de suspensión ya sujeto a los travesaños de la plataforma.



Figura 3. Sistema de suspensión.

La instalación de ejes a la plataforma se debe soldar la montura de la suspensión al eje de la plataforma como se observa en la figura 4.



Figura 4. Eje sujetado a las ballestas.

Los pulmones para la plataforma se instalan respectivamente los de doble accionamiento en la parte posterior y de simple accionamiento en el eje delantero, siendo los dos modelos T30 como se indica en la figura 5.



Figura 5. Pulmones posteriores (doble accionamiento).

El King ping debe ir soldado a la plancha de manera que se respete el cuello del King pin para permitir el acople con el cabezal, como se observa en la figura 6.



Figura 6. Plancha de giro.

Los patines de apoyo deben tener la ubicación y altura correcta para que al

momento de extenderse no pase límites de extensión como se observa en la figura 7.



Figura 7. Patín de apoyo.

XII. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

A. Pruebas de campo

Las pruebas están enfocadas en la implementación de sistemas en la plataforma donde determinan la calidad de su trabajo.

B. Verificación de dimensiones

Determina si cumple con las dimensiones y planos que se deben tomar en cuenta para la implementación de acuerdo a cada sistema como se puede ver en la tabla 2.

**TABLA 2.
Dimensión de sistemas**

DIMENSIÓN	VALOR	CUMPLE	NO CUMPLE
Suspensión(distancia entre soportes)	1170 mm	X	
Patines de apoyo	450 mm	X	
Distancias ejes	1310	X	
Ubicación luces	Cada 3m	X	
Ubicación King pin	1m del frontal	X	
Dimensión para Neumáticos de emergencia	1200 mm	X	

C. Pruebas De Carga.

Las pruebas de carga se dividen de la siguiente manera:

C.1. Pruebas de semirremolque sin carga.

Esta prueba se la realiza con el acoplamiento al cabezal y sin carga alguna identificando el funcionamiento de los sistemas y demás elementos. Como se puede observar en la figura 8, se muestra la plataforma enganchada a un cabezal sin carga.



Figura 8. Plataforma engancha y sin cargada

C.2. Pruebas de semirremolque con carga.

Esta prueba de la misma manera se realiza con el acoplamiento al cabezal pero se considera una carga de 15 toneladas, como se puede observar en la figura 9.



Figura 9. Plataforma engancha y cargada

Las pruebas para los sistemas se las realiza colocando el peso (container), sobre la plataforma. Como se observa en la tabla 3 como resultado se obtiene que todos los sistemas cumplieron su función.

TABLA 3.
Funcionamiento de sistemas.

SISTEMAS	CUMPLE	NO CUMPLE
Suspensión	X	
Ejes	X	
Frenos	X	
King pin	X	
Patines de apoyo	X	
Sistema Eléctrico	X	

XIII. CONCLUSIONES

- Se esquematizó mediante tablas de alternativas los sistemas de suspensión, ejes, frenos y acople para la plataforma, las mismas que permitieron seleccionar la mejor alternativa para la implementación de los sistemas en la plataforma.
- Se montó los sistemas de suspensión, frenos, eléctrico y acople en la plataforma para 15 toneladas.
- Se colocaron advertencias y seguridades en la plataforma basados en el MTOP para cumplir con estándares de seguridad y calidad en la carretera.
- Mediante un protocolo de pruebas se comprobó el correcto funcionamiento de los sistemas instalados en la plataforma.

- De acuerdo a los estudios que se realizaron para la implementación de sistemas de suspensión, ejes, frenos y acople se demuestra que no existe una norma Ecuatoriana que regule la implementación de éstos sistemas para el transporte Ecuatoriano ya que la fabricación se la realiza artesanalmente.

XIV. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de una norma Ecuatoriana ya que las plataformas y remolques en el Ecuador se construyen de forma artesanal sin un estudio previo de la correcta implementación de sistemas.
- Para el proceso de implementación de sistemas, se recomienda realizarlo bajo normas industriales de seguridad, considerando que se trabaja con elementos, equipo y maquinaria pesada.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo con el fin de conservar la plataforma en buenas condiciones y de ésta manera aumentar su vida útil.

XV. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, J. & Sánchez, H. (2007). *Diseño de una plataforma cama-alta acoplable a cabezales de transporte pesado para el traslado de contenedores*, Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero mecánico, Facultad de ingeniería

mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

- México, Secretaría Nacional de Gobierno, Norma Oficial Mexicana, NOM-035-SCT-2-2010, Remolques y semirremolques-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
- Miguel Castro, (2001). Enciclopedia del camión, Barcelona-España, CEAC.
- Narváez, D. Tibán, P. (2015). Diseño y construcción de un remolque tipo plataforma cama alta de dos ejes con capacidad de 15 toneladas para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL.

XVI. NETGRAFÍA

- INEN. (AGOSTO de 2009). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION*. Obtenido de law.resource.org: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1155.2009.pdf>(citado 18-08-2014).
- S.C.T. (1 de abril de 2008). *SECRETARIA DE COMUNICACIONES MEXICO*. Obtenido de sct.gov.mx: http://www.sct.gov.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/52_NOM-12-SCT-2-2008.pdf. (citado 23-07-2014)
- S.C.T. (30 de septiembre de 2010). *SECRETARIA DE GOBERNACION MEXICO*. Obtenido de dof.gob.mx: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.p

<hp?codigo=5161336&fecha=30%2F09%2F2010>. (citado 23-07-2014)

- SAE. (12 de enero de 2012). *SAE internacional*. Obtenido de Global Ihs.com: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=SAE%20J844&item_s_key=00092762.(citado 16-02-2014)

XVII BIOGRAFÍA



Ing. Miguel Alberto Carvajal, nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Mecánico, dispone estudios de Magister en tecnología de la información y multimedia educativa, Docencia Universitaria, Docente Tiempo Parcial en la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE desde 2012.



Ing. Guillermo Mauricio Cruz Arcos, nació en Latacunga, Ecuador, es ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión del Aprendizaje Universitario, Docente Tiempo Parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2009. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica

básica y manejo de software de dibujo asistido.



Ing. Milton Joaquín Cueva Bustillos, nació en Latacunga, provincia Cotopaxi en Ecuador.

Es ingeniero Automotriz en la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, Extensión Latacunga.

Prestó sus servicios como Asistente Técnico de Mecánica en el taller MECÁNICA AUTOMOTRIZ D&S.



Ing. Johnny Patricio Torres Armas, nació en Quito, provincia Pichincha en Ecuador.

Es ingeniero Automotriz en la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, Extensión Latacunga.

Realizó sus prácticas pre-profesionales en C-TRES COMPLET CAR y en KOREAN CAR QUITO.