



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Análisis del sistema de suspensión rígida y neumática en semirremolque de tres ejes para
reducir el consumo de combustible en la empresa Pakatnamu S.A.C

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Rodriguez Ordoñez, Carlos Alonso (ORCID: 0000-0003-1091-2946)

ASESOR:

Mg.. Diaz Rubio, Deciderio Enrique (ORCID: 0000-0001-5900-2260)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO- PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a:

A mi familia y amigos, que siempre creen en mí y me dan el apoyo necesario para poder concretar mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a

Dios por darme la vida y a la vez brindarme la oportunidad de cumplir con una de mis metas trazadas en la vida.

A mi Familia por serlos primeros en confiar en mí y en mis capacidades.

A mis docentes, por darme consejos e impartirme su sabiduría.

El Autor

PÁGINA DEL JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 14:00 horas del día 05 de julio del 2019, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección académica N° 1204-2019/UCV-CH, de fecha 04 de julio de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "ANALISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSION RIGIDA Y NEUMATICA EN SEMIREMOLQUE PARA REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA PAKATNAMU S.A.C.", presentado por el(la) (los) bachiller RODRIGUEZ ORDOÑEZ, CARLOS ALONSO, con la finalidad de obtener el título de ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Fredy Dávila Hurtado
Secretario : Ing. James Skinner Celada Padilla
Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBADO POR MAYORIA

Siendo las 14:40 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 05 de julio de 2019

Ing. Fredy Dávila Hurtado

Presidente

Ing. James Skinner Celada Padilla

Secretario

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Vocal

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Carlos Alonso Rodriguez Ordoñez con DNI N° 16695059 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 15 de julio del 2019.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rodriguez', is written over a horizontal dotted line.

Carlos Alonso Rodriguez Ordoñez

DNI N° 16695059

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.1.1 A nivel Internacional	1
1.1.2 A nivel Nacional.	1
1.1.3 A nivel Local.....	2
1.2 Trabajos Previos.	2
1.3 Teorías Relacionadas al tema.....	7
1.3.1 El Transporte	7
1.3.2 Definición de Tracto.....	8
1.3.3 Definición de Semiremolque.....	10
1.3.4 Definición de Sistema de Suspensión Neumática.....	14
1.3.5 Tipos de Ejes.	16
1.3.6 King Pin.....	18

1.3.7	Tipos de Semirremolques.....	18
1.4	Formulación del Problema.....	20
1.5	Justificación del Estudio.....	20
1.5.1	Técnica.....	20
1.5.2	Económica.....	20
1.5.3	Social.....	21
1.5.4	Ambiental.....	21
1.6	Hipótesis.....	21
1.7	Objetivos.....	21
1.7.1	Objetivos General.....	21
1.7.2	Objetivos específicos.....	21
II.	MÉTODO.....	22
2.1	Diseño de Investigación.....	22
2.2	Variables, Operacionalización.....	22
2.2.1	Variable Independiente.....	22
2.2.2	Variable Dependiente.....	22
2.2.3	Operacionalización de las Variables.....	23
2.3	Población y Muestra.....	24
2.3.1	Población.....	24
2.3.2	Muestra.....	24
2.4	Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	24
2.4.1	Técnicas.....	24

2.4.2	Instrumentos	24
2.4.3	Validez y Confiabilidad	25
2.5	Métodos de Análisis de Datos.	25
2.6	Aspectos Éticos.....	25
III	RESULTADOS.	26
3.1	Objetivo 1: Describir las unidades vehiculares con que cuenta la empresa Pakatnamu S.A.C. para el transporte de carga.	26
3.1.1	Tracto INTERNATIONAL.....	26
3.1.2	Tracto FREIGHTLINER	29
3.1.3	Semirremolque 03 Ejes	33
3.2	Objetivo 2: Analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión rígida en los semirremolques de 03 ejes de la empresa transporte Pakatnamu SAC.	36
3.3	Objetivo 3: Analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión neumática en semirremolques de 03 ejes de la empresa de transporte Pakatnamu SAC.	39
3.4	Objetivo 4: Realizar un análisis comparativo entre la suspensión rígida y la suspensión neumática aplicada a los semirremolques de 03 ejes de la empresa Pakatnamu SAC.....	42
IV.	DISCUSIÓN.....	45
V.	RECOMENDACIONES.....	46
VI.	REFERENCIAS.....	47
	ANEXOS	49
	Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	62
	Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	63
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	64

Índice de Figuras

Figura 1 Esquema de un Semiremolque acoplable.....	7
Figura 2 Esquema de un cabezal de un solo eje	9
Figura 3 Esquema de un cabezal de ejes dobles o Tándem	10
Figura 4 Esquema de un Semiremolque	11
Figura 5 La quinta rueda sirve para el enganche del Semireolque.....	12
Figura 6 Bastidor de la plataforma cama alta.....	12
Figura 7 Suspensión mecánica.....	13
Figura 8 Cámaras o Fuelles, válvula niveladora y líneas de aire.	15
Figura 9 Elementos Mecánicos Principales	16
Figura 10 Rueda Tipo Balón.....	18
Figura 11 Tipos King Pin para Semirremolques	18
Figura 12 Remolcador INTERNATIONAL 9200 SBA 6x4.....	27
Figura 13 Remolcador FREIGHTLINER CL 112 6x4	30
Figura 14 Resumen de Tractos de la empresa Pakatnamu SAC	32
Figura 15 Muelles de Sistema de suspensión Rígida	36
Figura 16 Plataforma de Semirremolque de 3 ejes.	37
Figura 17 Sistema de suspensión neumática.....	39
Figura 18 Sistema de suspensión neumática en Semirremolque	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de tractos INTERNATIONAL de la empresa Pakatnamu SAC.....	28
Tabla 2. Relación de tractos FREIGHTLINER de la empresa Pakatnamu SAC	31
Tabla 3. Resumen de Tractos de la empresa Pakatnamu SAC.....	32
Tabla 4. Semirremolques de la empresa Pakatnamu SAC.....	35
Tabla 5. Presupuesto de Sistema de Suspensión Rígida	38
Tabla 6 Cotización para implementación de sistema de suspensión neumática	41
Tabla 7 Caso práctico de Sistema de Suspensión Rígida.....	42
Tabla 8 Caso práctico de Sistema de Suspensión Neumática	43
Tabla 9 Consumo promedio de combustible de los vehículos N3	44

RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado Análisis del Sistema de Suspensión Rígida y Neumática en Semi-Remolques de tres ejes para reducir el consumo de combustible en la Empresa Pakatnamu S.A.C. se planteó como objetivos describir las unidades vehiculares con que cuenta la empresa Pakatnamu para el transporte de carga, analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión rígida en los semirremolques de 03 ejes de la empresa transporte Pakatnamu, el sistema de suspensión neumática en semirremolques de 03 ejes y realizar un análisis comparativo entre la suspensión rígida y la suspensión neumática aplicada a los semirremolques de 03 ejes de la empresa Pakatnamu.

Obteniendo como resultados que la empresa Pakatnamu S.A.C. cuenta con 74 Semirremolques utilizados para el transporte de mercancía, los cuales tienen una capacidad de carga en suspensión rígida no mayor de 48 Tn, un peso útil de 32,000.00 Kg, un peso seco de 9,400.00 Kg y un peso bruto de 41,400.00 Kg.

Realizando una evaluación económica de cada uno de los sistemas se determinó que, el Sistema de Suspensión Rígida en semirremolques de tres ejes tiene un consumo excesivo de combustible.

Mientras que el Sistema de Suspensión Neumática en los semirremolques de 3 ejes genera un ahorro de consumo de combustible en el tracto ya que este tipo de suspensión es mucho más liviana y el motor no hace mucho esfuerzo.

Finalmente, después de haber realizado una comparación entre ambas suspensiones se puede observar que el sistema de suspensión neumática es favorable ya que tienen una mayor capacidad de carga y utiliza menos combustible, haciendo más rentable económicamente el transporte de cargas para la Empresa Pakatnamu.

Palabras Claves:

Semirremolques, suspensión, tracto, rígida, peso seco, peso bruto, peso útil, mercancía

ABSTRACT

This research project entitled Analysis of Rigid and Pneumatic Suspension System in Semi-Trailers of three axles to reduce fuel consumption in the Company Pakatnamu S.A.C. the plans of the vehicles, the vehicles, the account, the company, the transport of cargo, the technical and economic analysis, the operation, the suspension, the life, the semi-trailers of the 03 axes of the company, the transport, the system of the pneumatic suspension and the 03 axle semi-trailers and to carry out a comparative analysis between the rigid suspension and the pneumatic suspension applied to the 03 axle semi-trailers of the company Pakatnamu.

Obtaining as results that the company Pakatnamu S.A.C. It has 74 semi-trailers used for the transport of goods, which have a capacity of rigid suspension load not greater than 48 tons, a useful weight of 32,000.00 Kg, a dry weight of 9,400.00 Kg and a gross weight of 41,400.00 Kg.

The Rigid suspension system in three-axle semi-trailers has an excessive consumption of fuel.

While the Pneumatic Suspension System in the 3-axle semi-trailer generates a saving in fuel consumption in the tract and in this type of suspension is much lighter and the engine does not make much effort.

Finally, after having made a comparison between both suspensions it can be better observed that the pneumatic suspension system is favorable and have a higher load capacity and uses less fuel, making the transport of loads for the Pakatnamu Company more economically profitable.

Keys words:

Semi-trailers , suspension, tract, rigid ,dry weight, gross weight, useful weight, commodit

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 A nivel Internacional

Ha mediado de los 80, se comenzó a utilizar las suspensiones de tipo neumático eléctrica, llamadas también ECAS (Electronic Control Air Suspensión). En la actualidad, los sistemas de suspensión neumática han dejado de tomarse como una de las opciones disponibles y se han convertido en el sistema elegido especialmente para camiones de media gama, pesada y tractoras, llegando a sustituir por completo a la suspensión mecánica. La suspensión neumática es especialmente usada en las ruedas del puente trasero y algunas veces, en combinación integral en la suspensión del chasis y la cabina.

En la suspensión neumática, la ballesta usada usualmente es reemplazada por fuelles neumáticos también llamados “diapres”. Fundamentalmente, la funcionalidad de los sistemas de suspensión neumáticos, provenientes del circuito principal de frenos, radica en brindarle aire comprimido a los fuelles neumáticos, a una determinada presión y caudal, de manera proporcional y automática a la carga transportada para asegurarnos de tener una buena nivelación en todo momento y sustentación del chasis respecto de la carga, tanto longitudinalmente como transversalmente. (Riera Espinoza, 2010).

La planta de Mercedes-Benz en Kassel, propiedad de Daimler AG, lleva proporcionando desde hace más de 150 años su servicio para solucionar el transporte de pasajeros y mercancía. Esta empresa está especializada en fabricar ejes destinados vehículos industriales. A la actualidad la planta lleva alrededor de 15 millones de ejes de suspensión neumática. La más grande planta dedicada a producir ejes para vehículos dedicados a la industria de Europa es el centro de competencia mundial para el empleo de frenos de discos en vehículos de este tipo. Durante los últimos años la empresa TrailerAxleSystems ha cambiado el mercado con la elaboración de ejes para semirremolques. Se espera que, en el futuro, se sigan innovando los productos buscando cumplir con las exigencias de los clientes. (Martinez, y otros, 2016).

1.1.2 A nivel Nacional.

La suspensión rígida presenta la unión de ruedas a través del eje rígido conformando un grupo. El peso de las masas que no se encuentran en suspensión se incrementa considerablemente a causa del peso proveniente del eje y de los neumáticos en los vehículos de tracción trasera. Actualmente la mayoría de empresas de transporte cambian de suspensión rígida a suspensión neumática por beneficio que da el ministerio de transporte en pesos y medidas de carga y por los beneficios

económicos que brinda dicha suspensión. La suspensión neumática está constituida por fuelles o conocido como bolsas de aire, el eje de suspensión de bolsa, tambor de freno, y neumático tipo balón. Así mismo uno de las usuales fallas presentadas en el balón de aire es usualmente ocasionado por la corrosión, el desgaste de los materiales (generalmente la goma), o la humedad que se presenta en el sistema de aire el cual genera daño desde la parte interna. Dentro de los fallos también es posible que se produzcan averías causadas por material que impacte desde el exterior (Romero Navarrete, y otros, 2014).

1.1.3 A nivel Local

Actualmente la Empresa de Transportes Pakatnamu SAC, ubicada en la Carretera Chiclayo – Lambayeque, cuenta con una flota vehicular de 74 Semirremolques de Tres Ejes, los cuales 20 de ellos cuentan con una Suspensión Rígida, por lo que se tiene la necesidad de instalarles el Sistema de Suspensión Neumática.

Ante ello el no contar estos remolques con el Sistema de Suspensión Neumática, origina que el mantenimiento a estos vehículos sea más permanente y en algunos casos los semirremolques se paren por problemas en la suspensión.

Este cambio debe ser sustentado técnicamente bajo estándares y normas internacionales y normas legales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (D.S. N.º 002-2005-MTC).

1.2 Trabajos Previos.

(Klingel, y otros, 2016), en el Proyecto de Investigación **“GUIDEWAY VEHICLE COST REDUCTION, PARTS I AND II”**, manifiesta que las suspensiones neumáticas se pueden clasificar en pasivas, semiactivas y activas. La primera de ellas se encuentra en la mayoría de vehículos de hoy en día. Se caracterizan por la ausencia de cualquier fuente de energía, que abastezca a la suspensión. Por esta razón, son relativamente económicas y fiables.

Por el contrario, las suspensiones activas necesitan fuentes de energía tales como compresores o bombas con el objeto de alcanzar un nivel mayor nivel de aislamiento de vibraciones. Sin embargo, la mejora en las prestaciones de las suspensiones activas está asociada con el incremento de la complejidad de los elementos de la suspensión, así como con unos costes superiores y una fiabilidad menor. Las suspensiones semiactivas, rellenan el hueco entre las pasivas y las activas. Representan un compromiso entre las prestaciones de las activas y la simplicidad de las pasivas. Desde su introducción, las suspensiones semiactivas han sido introducidas en un gran número de problemas de aislamiento de vibraciones, desde tractores y maquinaria agrícola hasta vehículo de transporte terrestre de gran velocidad. Los países desarrollados como Estados Unidos, Rusia, Japón, Inglaterra usan suspensión neumática en general para sus productos frágiles que trasladan y además por el grado de sus pistas q están en óptimas condiciones (Klingel, y otros, 2016)

(Muy Landi, y otros, 2010) En el Proyecto de investigación **“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUSPENSIÓN NEUMÁTICA A UN VEHÍCULO 4X4 GMC MODELO JYMMI”**, El proyecto expuesto se realizó en un vehículo modelo GMC JIMMY año 1982, este cuenta con un sistema de suspensión de eje rígido de ballestas. Este vehículo presenta un sistema de suspensión de eje rígido el cual está compuesto por un eje de pieza rígida, contando en cada extremo de una rueda. Generando que el comportamiento de una rueda se transmita a la otra. Para estudiar los sistemas de suspensión rígida neumática es necesario conocer de forma precisa los factores que influyen en la compresión y expansión de la suspensión. En este proyecto se muestra, como requisito necesario la definición y comprensión de caracterizar los sistemas de suspensión rígida, permitiendo así el tocar otros temas en el estudio de su regulación de acuerdo a los agentes exteriores que podrían generar daño.

Para el desarrollo del objetivo trazado se ha comprobado que la metodología clásica tiene poca precisión ante el uso de aquel modelo que toma en cuenta los efectos del exterior como la carga e irregularidades del terreno lo cual puede generar circunstancias no ideales para el gas.

Para la elaboración del modelo es esencial comprobar que se emplee un gas real de manera que intervenga de forma verdadera dentro del sistema debido a que los resultados obtenidos no son exactos e influenciaran al sistema. Logrando así la edificación de una unidad experimental, en conjunto con un adecuado y exacto modelo de diagnóstico basado en cálculos hacen posible desarrollar un modelo estable que vaya acorde a la frecuencia de valores límite como es el de ICV (Incomodidad Cinética Vibratoria en donde su valor es de 1 Hz) Al mismo tiempo, se desarrolló una guía para diagnosticar el uso de ambas técnicas de cálculo de la rigidez del muelle neumático y a la vez basado en la frecuencia umbral.

Se compararon ambas suspensiones con los registros de prueba, reflejando una mejor similitud con el desarrollado en este proyecto. Una vez comprobados los resultados mediante el experimento aseguramos la buena relación existente. Es importante resaltar que a través de los cálculos que se desarrollaron para solucionar la ecuación de estado el modelo es extensible a otros fluidos no polares es decir gases ideales. (Muy Landi, Ochoa Cabrera, & Quinteros Peñafil, 2010)

La tesis va a considerar un vehículo; marca GMC; Modelo JIMMY año de fabricación 1982; esta unidad, cuenta con un sistema de suspensión de eje rígido con muelles (BALLESTAS); este eje es de una sola pieza, y a los extremos van las ruedas, al girar una rueda, está la transmite hacia la otra.

La rigidez neumática; nos permite conocer los factores para el proceso compresión y expansión como en la suspensión delantera o posterior de un vehículo. Para esta tesis, lo primordial es la definición y comprensión de la constante de rigidez de la mencionada suspensión neumática y conocer otros factores para su regulación y tener en cuenta los agentes adicionales (externos); que nos llevan a modificaciones.

Se ha demostrado; una metodología anterior (clásica), frente a un nuevo modelo que pone en consideración los factores externos: La capacidad de cargar; la dificultad que presenta el tipo de terreno; debemos de considerar también la parte del gas.

Para estos trabajos; se ve a considerar un gas real; y esto nos dará valores concretos en el sistema, dado que no podemos tener datos reales, por qué se descompone en muchos gases (CO₂, O₂, H₂, N₂) y a su vez estos influyen en el sistema utilizado.

Se ha logrado tener una unidad tipo experimental; con un adecuado diagnóstico de cálculos matemáticos, que nos han permitido tener un modelo, que se mantiene estable, en función a la frecuencia Valor límite, como la incomodidad cinética vibratoria (ICV9 el valor es 1, está en Hertz (HZ).

Por otro lado, se desarrolló un modelo de diagnóstico, que es suministrado por 2 técnicas de cálculo: la rigidez de las Ballestas (muelles), y la frecuencia del umbral.

Mediante un software adecuado, podemos graficar el registro de presiones y de volúmenes.

La suspensión normal convencional, se ha contrastado con la neumática, a través de los registros experimentales, y hemos observado que existe una mejor INTER - RELACION con el modelo presentado en nuestro trabajo.

Luego de revisar los resultados versus la experimentación, podemos decir que hay una interrelación, para el caso de suspensión neumática con una cámara.

Debemos resaltar, que mediante los cálculos desarrollados y a su vez desarrollan la ecuación de estado; podemos hacerlo extensible a otros fluidos; como gases ideales, ampliando nuestro trabajo y desarrollan nuevas tecnologías. (Muy Landi, Ochoa Cabrera, & Quinteros Peñafil, 2010).

(Romero Navarrete, y otros, 2014) En su Proyecto de Investigación denominado **“INVESTIGACIÓN DEL EFECTO VIAL DE LOS EJES VIRABLES EN VEHÍCULOS ARTICULADOS: REVISIÓN DE LA LITERATURA”**, Se muestran, estudios mejorados en los vehículos pesados, los cuales transcurren a nivel nacional, la utilización de ejes viables en estos vehículos, permite el diseño de sistemas y mecanismos que mejoren el desarrollo vial de estos.

Se presentan y evalúan distintos métodos utilizados en la literatura en la utilización de ejes viables en combinaciones vehiculares. La información documental respectiva consiste en reportes elaborados por diferentes entidades gubernamentales de las distintas regiones donde se han llevado a cabo estos trabajos, incluyendo Australia, Asia, Inglaterra, Estados Unidos y Canadá.

Los métodos reconocidos en las fuentes revisadas muestran diferentes medidas de trabajo, permitiendo la identificación de algunas de sus limitaciones. Estos desempeños contienen aspectos

dinámicos y geométricos. Cuando se refiere a geométricos se valoran a baja y a alta velocidad, y los dinámicos tratan con la transferencia lateral de carga, y con las fuerzas ejercidas sobre los pavimentos.

Se presentan mejoras notables para todos los vehículos pesados: camiones, semirremolques, tráilers, volquetes que circulen por todo el territorio nacional, por la Costa, Sierra y Selva; nos referimos al empleo de ejes virables en las unidades descritas; lo cual nos permite tener base sólida para tener estudios, que nos ayuden a diseñar mecanismos y también sistemas que mejoren el desempeño vial de los vehículos pesados entre 4TN-60TN.

El análisis y metodología para el uso de los ejes virables para todas las combinaciones vehiculares: 4 x 2; 4 x 4; 6 x 2; 6 x 4; 8 x 2; 8 x 4; pero sin tratar los algoritmos activos para controlar el sistema de dirección.

Estos trabajos se han realizado para organismos e instituciones de Australia, Canadá, Estados Unidos, Inglaterra y Asia.

Los métodos utilizados, son diversos, los cuales cuentan una didáctica especializada, mencionado sus logros y sus limitaciones, como los aspectos de la geometría y dinámica.

Hay que tener en cuenta, que los aspectos de geometría, se encarga de evaluar la alta y baja velocidad (RPM), y en la parte de la dinámica se encarga de evaluar el movimiento lateral de la carga, y la fuerza que ejerce contra el camino (pavimento), muy variables en el territorio nacional.

En cuanto a las medidas empleadas en los estudios, podemos observar inconsistencias, que a su vez provocan una idoneidad en los informes.

Podemos, informar que estos informes muestran ventajas y desventajas, al incorporar los ejes virables en las combinaciones vehiculares de vehículos pesados.

En cuanto a los beneficios, se requiere un diámetro menor de giro, lo cual mejora las maniobras con carga y algunas respuestas no son concretas, como la invasión de carril de la parte posterior de los vehículos con ejes virables.

En relación las medidas de servicio utilizadas en los distintos estudios, se reconocen ciertas inconsistencias que generan una diferencia de igualdad en las valoraciones reportadas.

De manera general, los resultados revelan un conjunto de beneficios y desventajas al integrar los ejes virables en las combinaciones vehiculares. Con respecto a los beneficios mostrados, se necesita un ancho menor para ejecutar maniobras, así mismo algunas presentan un mayor deterioro, se observa en la invasión de carril por la parte trasera de los vehículos con ejes virables. (Romero Navarrete, Martínez Madrid, & Bortoni Anzures, 2014).

(Riera Espinoza, 2012), en la Tesis **“TRUCAJE Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN PARA UN VEHÍCULO TIPO BUGGY DE LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA FAU”**, realiza una investigación dedicada a elaborar un sistema de suspensión y dirección para un vehículo de competencia tipo buggy, y generar resultados apropiados frente a las diferentes solicitudes en la pista de rally durante la competición automovilística. Esto se genera a través de la elección de los elementos que integran los sistemas, a los que se les realizan modificaciones (trucaje) para el buen desempeño, otra opción importante para un buen desempeño es la adecuada colocación de los elementos componentes del sistema de suspensión y dirección. Para lograr el funcionamiento adecuado de los sistemas descritos anteriormente, se procede a enumerar cada uno de los procesos de selección, construcción y adaptación que se han realizado. El objetivo final es llegar a un beneficio máximo del sistema de suspensión y dirección buscando costos menores considerando la fiabilidad del equipo. (Romero Navarrete, Martínez Madrid, & Bortoni Anzures, 2014)

Enfocado en desarrollar un sistema de suspensión y dirección adecuado para una competencia 4x4, TIPO ARENERO, TIPO BUGGY y al tener un pavimento variable como piedras, cascajo, y terreno mixto, en donde se pueden obtener diferentes valores, justamente por el tipo de terreno por el que va a circular el vehículo de competencia.

Esto se puede conseguir con diversos elementos que conforman los sistemas, a los cuales se les hace diferentes modificaciones para que funcionen adecuadamente; otro punto resaltante es la ubicación de los componentes del sistema de suspensión y dirección.

Para obtener un correcto funcionamiento, debemos hacer una descripción de los procesos de selección; modificación; instalación; adaptación; diseño; fabricación que se deben realizar con soldadura de alta calidad.

Al final lo que se debe conseguir es la satisfacción del cliente, con bajo costo y seguimiento preciso al trabajo de las suspensiones y la dirección y lo principal es que debemos tener un vehículo 100% confiable; para que el conductor sea el gran beneficiado. (Romero Navarrete, Martínez Madrid, & Bortoni Anzures, 2014).

(Alamo Viera, 2014), en la Tesis **“MODELACIÓN Y CONTROL DE UN SISTEMA DE SUSPENSIÓN SEMIACTIVA CON AMORTIGUADOR MAGNETORREOLÓGICO”**, tiene por objetivo demostrar que la utilización de un elemento amortiguador semiactivo de tipo magnetorreológico mejora las prestaciones y características de comportamiento de una suspensión. Además, busca sentar las bases para la implementación de este tipo de tecnología en diversas aplicaciones que vienen desde hace unos años tomando mayor fuerza e importancia.

Actualmente las fabricaciones de plataformas, furgones, frigoríficos.

Cisterna y otros de suspensión neumática lo realizan en Trujillo, Chimbote Lima, las más conocidas empresas de fabricación son: Empresa Comsermec Trujillo, Empresa Nassi Trujillo, Empresa Sateci Lima, Empresa Rondón Lima. etc. (Alamo Viera, 2014)

1.3 Teorías Relacionadas al tema.

1.3.1 El Transporte

La unidad de transporte de personas o bienes se traslada de un lugar a otro. El transporte comercial moderno y encuentra a disposición de los usuarios y contienen toda las infraestructuras y bienes incluidas en el traslado de personas o bienes. El transporte público de personas se divide en los que son usados por pasajeros y los que se dedican exclusivamente a los bienes como servicio de mercancías.

Alrededor del mundo, el transporte siempre ha sido para los Latinoamericanos una herramienta principal para progresar en las diversas culturas y comunidades.

El presente proyecto, se centró en estudio del transporte comercial de bienes, de forma específica en el transporte a través de un Semiremolque acoplable.

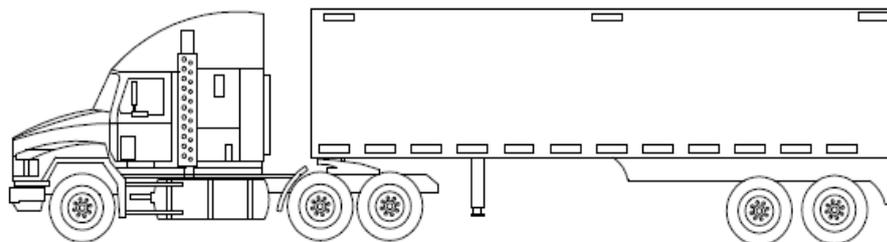


Figura 1 Esquema de un Semiremolque acoplable

Las partes que forman el medio de transporte en contenedores están integradas de: El tractor o cabezal, el Semiremolque y el contenedor.

El medio de transporte de personas; mercaderías y bienes desde un lugar inicio; hasta un lugar destino.

El transporte terrestre del Perú; esta para el servicio público y privado. Y esta debe incluir toda la infraestructura vial entre carreteras, puentes, vías especializadas para el sector pesado (caso variante de Pasamayo).

El transporte de personas, es el servicio para llevar pasajeros sentados, y el transporte de bienes, es el servicio de llevar mercaderías.

El transporte es el motor del desarrollo para un país, y es el que lleva progreso y tecnología al territorio nacional.

Este proyecto se ejecuta con el estudio en el transporte de bienes, para ser más específico en el transporte de contenedores a través de un semi –remolque acoplable.

Los elementos de este modelo de transporte son:

- El tractor o tracto, puede ser 4 x 2 o 4 x4.
- Semiremolque, pueden ser desde 2 o 3 ruedas posteriores.
- Contenedor que puede ser de 20/ 40 PIES.

1.3.2 Definición de Tracto

Estos son llamados también tracto-camión o cabezal, es una unidad autopropulsada diseñada para transportar y soportar cargas transmitidas por los Semiremolques mediante el acoplamiento adecuado para esta finalidad.

1.3.2.1 Tipos de Tractores

1.3.2.1.1 Tractores de un Solo Eje

Este tipo de tractores posee un único eje de tracción y uno de dirección, teniendo como ventaja que poseen un tamaño más pequeño y más simple para su manejo a comparación con los que poseen ejes dobles y generalmente son empleados para remolcar dos o más remolques, a cortas distancias y para cargas livianas. Poseen un radio de giro corto. Este depende de la separación que exista entre los ejes y se calcula la distancia desde la parte central del eje hasta el centro del eje trasero con tracción. (En caso de los tractores con ejes Tandem o dobles, se mide la separación entre ejes desde el centro del eje de dirección al centro del par de ejes en Tandem).

Así mismo se resalta que un tractor que posee un eje es más económico y más fácil de operar. El costo en reparación también disminuye al existir menos partes que reparar. Sin embargo, por la corta distancia entre ejes, los tractores que posee un eje no son tan eficientes en rutas largas.

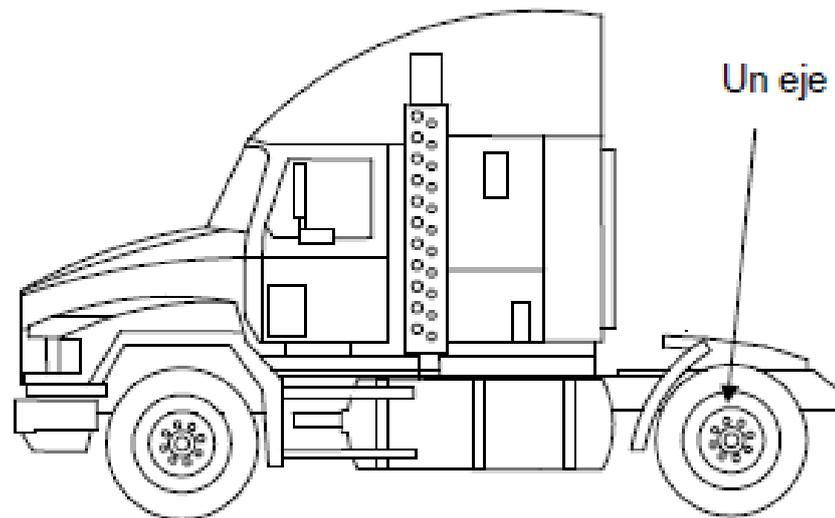


Figura 2 Esquema de un cabezal de un solo eje

Los tractores o tractos de un solo eje, tienen un eje de arrastre, y un eje de dirección, al ser más reducidos, son más fáciles de operar, comparados con los que tienen ejes en tándem, (Doble eje), y son para jalar 2 o más remolques y esto se puede ser en distancias cortas.

Tienen un radio de giro más reducido.

El radio de giro de un camión, depende de la distancia entre ejes (batalla), y se mide del centro del eje de dirección y que llegue al centro del eje trasero con tracción.

- Un tractor o tracto de un solo eje, es más económico y su costo de operación también es más económico.
- Los costos de mantenimiento y reparación también son pequeños, ya que tienen menos peso; menos parte a cambiar.

Lo que tienen en contra, es la distancia entre eje (Batalla), los tractores o tractos de un solo eje no son cómodos para recorrer grandes distancias.

1.3.2.1.2 Tractores de Ejes Dobles o Tandem

Para largas distancias y pesadas cargas, usualmente se utiliza el tractor que posee ejes dobles o en Tandem. Los ejes dobles en Tandem brindan cuatro llantas motrices extras dándole una fuerza mayor y mejor tracción.

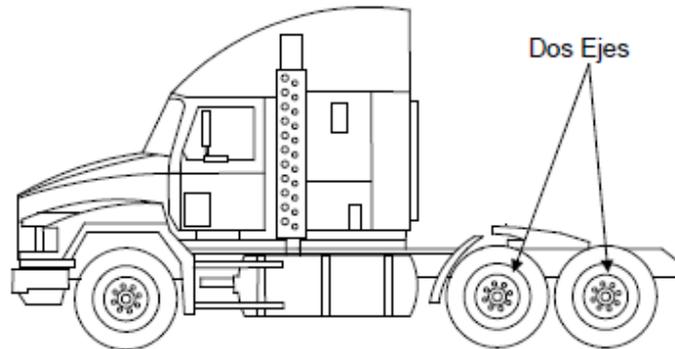


Figura 3 Esquema de un cabezal de ejes dobles o Tandem

Para los casos de tractores o tractos con eje Tandem (Doble eje) la distancia entre ejes se mide del centro del eje de dirección delantero, y que llegue al centro del eje trasero, que tiene el tándem (doble eje).

La figura 3 son para recorrer grandes distancias; y son para llevar cargas más pesadas, se usa un trato con ejes dobles o tracto con ejes Tandem, proporciona 4 llantas motrices adicionales, esto permite tener mayor fuerza de rodado, esto permite transportar mayor; carga y que tiene mayor tracción.

1.3.3 Definición de Semiremolque

Unidad que no posee en la parte delantera un eje, tienen por finalidad el acoplamiento a un tractor de forma que este lo remolque y una parte del peso sea cargada por él. También llamado cama alta o plataforma.

Este acoplamiento se lleva a cabo mediante un mecanismo de aseguramiento o enganché el cual facilita la perfecta y veloz articulación entre el Semi-remolque y la cabeza tractora.

Vehículo que no trae eje delantero, está preparado para ser aceptado por un Tractor o Tracto, de tal forma que es arrastrado y parte de su peso total, sea soportado. Algunos lo conocen como plataforma, otros como Cama Alta; otros como remolque largo.

La unión lo ejecuta a través de un sistema de enganche entre el tractor y el semirremolque, a través de un tornamesa, y algunos también le dicen quinta rueda.

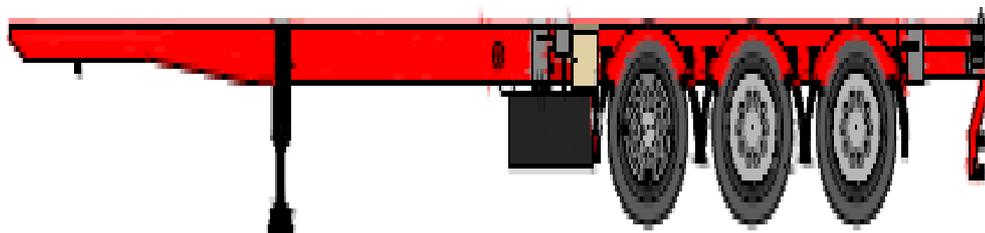


Figura 4Esquema de un Semiremolque

Para generar que la unión sea flexible de manera vertical, el Semiremolque posee en la parte inferior un pivote (King pin) que se encuentra entre las ramas abiertas de la placa hasta entrar en el orificio central de ésta, impidiendo mediante un sistema de palancas, desarmable desde el exterior por un tirador al alcance del conductor.

Para hacer el enganche, el semirremolque lleva por la parte de abajo, una especie de PIVOT o eje, o KING PIN, que se une a través de las guías abiertas de la placa; y de allí debe de encajar en un orificio central; en ese instante hay un bloqueo a través de una de las palancas, este se puede desarmar desde el exterior por un bloqueador que puede desenganchar, cerca al piloto que conduce el semirremolque.

El Semiremolque cama alta se encuentra conformado por el bastidor, sistema de ejes, sistema de suspensión. Sistema de frenos, llantas, King pin y accesorios de seguridad.

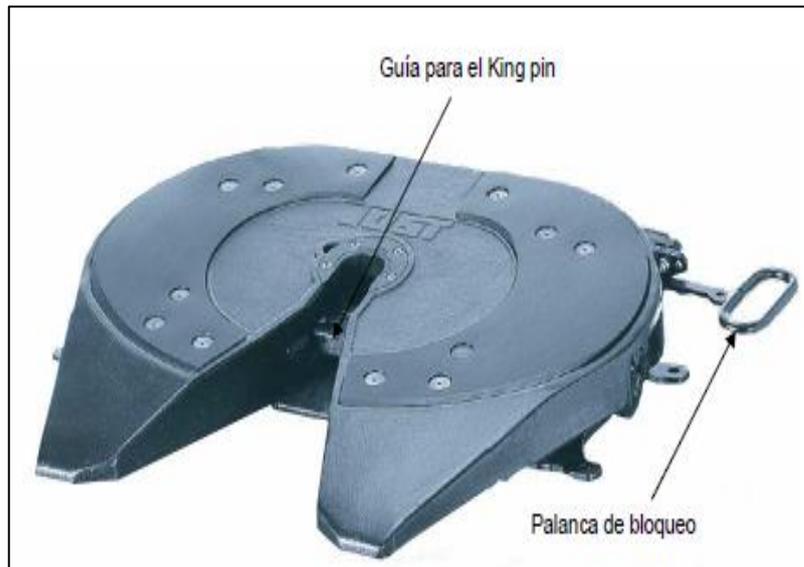


Figura 5 La quinta rueda sirve para el enganche del Semirremolque

1.3.3.1 Bastidor

Este es una estructura que tiene por fin el unir de manera rígida el punto de apoyo del King pin y la suspensión trasera, y así mismo brindar puntos de amarre para los diferentes sistemas del vehículo.

El bastidor se encarga de soportar la carga a trasladar a su propio peso.

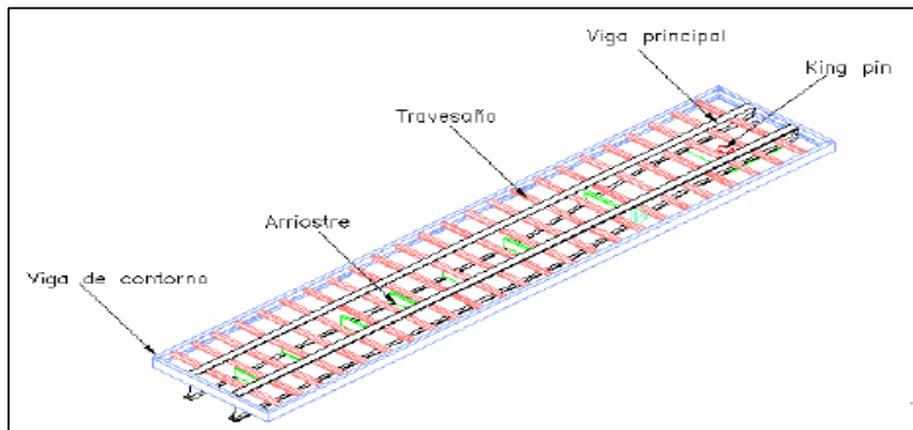


Figura 6 Bastidor de la plataforma cama alta.

El bastidor; que algunos lo conocen como el chasis, es la estructura sólida que conecta el punto de apoyo del Pin o King Pin, con la suspensión posterior, y cuenta con puntos de su ejecución (amarre), para el vehículo pesado.

El chasis, es la que soporta la carga del vehículo pesado, también el peso del vehículo, y el sobre exceso de carga, que el transportista ha adicionado.

1.3.3.2 Suspensión

El sistema de suspensión se encarga de disminuir y absorber el efecto creado por las cargas de impacto sobre el bastidor generadas por los desniveles que presenta el camino, brindando con esto, un andar más suave tanto para el conductor, así también para la carga,

1.3.3.3 Suspensión Mecánica

En la suspensión mecánica uno de los elementos principales es el muelle, este se encuentra constituido por hojas de acero templado los cuales brindan una flexión y una alta resistencia, Su accionamiento se basa en la fuerza de rozamiento existente entre las hojas producidas por la fricción entre ellas.

En este tipo de suspensión, la parte principal es el muelle (Ballestas), el cual contiene un paquete de hojas de acero de acero, insertado con pasadores y seguros.

Este sistema funciona teniendo como base fundamental en la fuerza de rozamiento que hay, entre el total de hojas, y por la fricción que hay entre las hojas propiamente dichas.



Figura 7 Suspensión mecánica

La primera hoja es también llamada hoja maestra o hoja principal, esta se ubica flexionada en sus extremos dando la forma de un ojal donde se introducirá un buje de hule o de bronce el cual disminuirá el desgaste y la fricción con el pasador o perno; la siguiente hoja abraza a la principal y las restantes estas poseen una menor longitud, lo que facilita el mantener unidas por medio de un tornillo de centro conocido como pitón.

La suspensión de muelles es generalmente utilizada en ejes delanteros de autobuses urbanos, caminos rígidos y tracto camiones; así como en ejes traseros.

La primera se conoce como la hoja de mache o hoja maestra o también hoja principal, es la de mayor diámetro y longitud, esta doblada en los extremos, formando un ojo, allí se puede ingresar un Buje de Bronce, que reduce la fricción y el desgaste con el perno.

La segunda hoja se conoce como hojas secundarias, y si hay una tercera hoja se conoce como hoja secundaria 2.

Hay también hojas secundarias, y es de acuerdo a la carga que lleve el vehículo pesado.

Las hojas secundarias son más chicas, en diámetro y longitud, están unidas mediante un Pitón o Tornillo central que las une.

Esta suspensión es recomendada para los ejes delanteros de vehículos pesados, como los camiones ligeros, medianos, tracto camiones, buses de 30-60 psi.

También se puede usar este sistema para los ejes posteriores, y en muchos casos adicionan amortiguadores Heavy Duty hidráulicos; de gas, etc.

1.3.4 Definición de Sistema de Suspensión Neumática

Este sistema de suspensión es el más usado para la parte trasera de Semi remolques, tracto camiones, caminos rígidos y autobuses foráneos de eje sencillo, tándem y tridem. Del mismo modo existen suspensiones neumáticas delanteras para autobuses foráneos y algunas veces para tracto camiones, ya que aseguran un suave manejo sin tomar en cuenta si se encuentra con carga o no, proporcionando una baja de daños en la cinta asfáltica de las carreteras. (Uriarte, 2010, p.23).

En este tipo de suspensión, es frecuente ver lo que se utiliza para la suspensión posterior de camiones, tracto camiones, volquetes, autobuses.

La suspensión neumática se puede utilizar en la parte delantera para algunos tractos camiones, y autobuses esto garantiza una conducción suave promueve la seguridad en las pistas, a través de sus líneas de aire y fuelles; el costo del vehículo pesado aumenta, pero obtenemos reitero la seguridad.

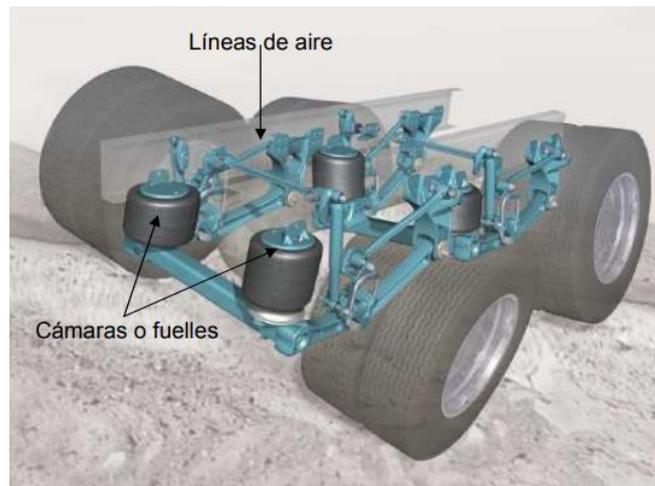


Figura 8 Cámaras o Fuelles, válvula niveladora y líneas de aire.

Este sistema de suspensión se determina por incrementar la carga útil mediante el uso de aire comprimido dentro de unas bolsas de aire o fuelles, los cuales se encuentran entre el eje y el chasis del vehículo. Estos fuelles tienen la finalidad de absorber todas las cargas y desniveles del camino y su presión se ajusta mediante una válvula reguladora la cual se acciona por una varilla de transferencia. La suspensión se caracteriza por encontrarse aislada de amortiguadores generando la absorción del rebote. (Uriarte, 2010, p.23).

En este tipo de suspensión neumática, se puede aumentar la carga útil, utilizando el sistema de aire comprimido, en el interior de las bolsas de aire (cámara), que se ubican entre el eje y el chasis de cada vehículo.

Estos fuelles cumplen el trabajo de poder absorber todas las cargas axiales y las irregularidades del camino elegido por el conductor, la presión de los fuelles es ajustada por la válvula check reguladora, que se acciona por la varilla de transferencia.

Para complementar este tipo de suspensión, los fabricantes adicionan amortiguadores hidráulicos, Heavy Duty, de gas, etc., esto es para poder tener más confort, para los pasajeros de un autobús, como para cuidar el centro de gravedad de un vehículo pasado.

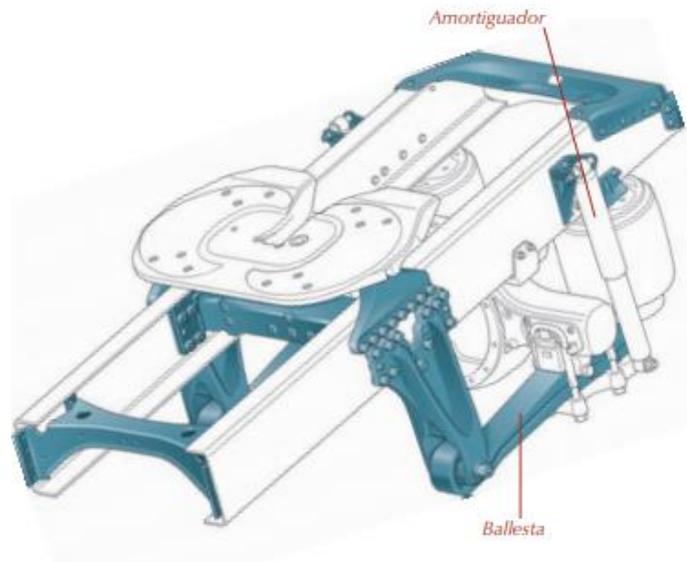


Figura 9 Elementos Mecánicos Principales

1.3.5 Tipos de Ejes.

1.3.5.1 Eje simple.

“Elemento formado por un solo eje no está acoplado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, central o posterior”. (Uriarte, 2010, p.23-24).

Como lo dice su nombre es un solo eje; no está unido a otro; el eje simple puede ser: Motriz o no, direccional o no, central o posterior.

1.3.5.2 Eje compuesto (Tandem).

Dentro del eje compuesto se encuentran dos ejes articulados al vehículo mediante dispositivos comunes, a distancias de un metro veinte y un metro sesenta entre líneas de rotación extremas (centro de ejes extremos), pudiendo ser combinado, portante o motriz.

En este caso está conformado por dos ejes articulados al vehículo pesado, a través de dispositivos comunes, se encuentran separados entre los 1.20 MTS y 1.60MTS entre centros de ejes (líneas rotación); este eje compuesto puede ser motriz; eje portante, o puedes ser combinado.

1.3.5.3 Eje compuesto (Tridem).

“Elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados 2,0 m y 3,2 m entre líneas de rotación extremas (centro de ejes extremos), pudiendo ser motriz, portante o combinado”. (Uriarte, 2010, p.24).

Llamado también equipo de tres ejes o tridem, este modelo, está conformado por 3 ejes articulados al vehículo pesado, a través de dispositivos comunes, se encuentran separados a 2.00MTS -3.2 MTS, entre centros de ejes (líneas rotación); este conjunto eje compuesto puede ser motriz; eje portante, o puede ser combinado.

1.3.5.4 Sistema de frenos.

Este sistema de frenos está basado en el principio de la ley de conservación de la energía, la cual menciona que “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”. Dentro de los tipos de energía existentes encontramos la energía calorífica y cinética, donde la cinética es aquella que poseen los cuerpos en movimiento y la energía calorífica se desprende de los cuerpos a modo de calor.

Es así que cuando una unidad vehicular está en movimiento posee energía cinética y en caso de que se quiera detener es necesario cambiar esa energía en alguna de otro tipo, que no implique el movimiento del vehículo como es la energía calorífica. El cambio de estas energías se da mediante la fricción la cual genera una fuerza contraria al movimiento.

Esta fricción se produce en el tambor mediante la utilización de los frenos generando calor. Es decir, la energía cinética cambia a energía Calorífica y se genera una relación entre el calor y la velocidad disminuida. Es por ello que podemos concluir que el sistema de frenos más eficiente será el que sea capaz de eliminar el calor más rápido.

Entre más velocidad y peso tenga un vehículo más energía cinética va a poseer y más difícil resulta detenerlo, lo cual se debe compensar con una mayor presión y una mayor área de frenado para generar más fricción y disipar más calor. (Uriarte, 2010, p.24).

El sistema de frenos, parte sobre la ley de conservación de energía; que base interpreta de la siguiente forma: “La energía no se crea; ni se destruye; solo se transforma”.

1.3.5.5 Ruedas.

Estas permiten el soporte de la carga mediante la utilización de neumáticos, los cuales giran sobre un eje permitiendo la movilización del semirremolque. Se encuentran conformadas por los siguientes elementos:

- Disco.
- Aro o Rin.
- Neumático.



Figura 10 Rueda Tipo Balón.

1.3.6 King Pin.

Es también llamado perno maestro, pieza que se fija al semirremolque y está diseñado para que se enganche a través de la quinta rueda. Brinda la fuerza para mover y frenar el vehículo, esta es proporcionada por la cabeza tractora. A la vez facilita el giro mediante una articulación flexible, a cuál permite brinda libertad de movimiento al eje vertical entre el mecanismo de enganche y el semirremolque.

Algunos lo conocemos como PIN MAESTRO o PERNO MAESTRO; es el elemento que va fijado al semirremolque, y su función es que al ser enganchado por a tornamesa o la quinta rueda, puede soportar la fuerza para mover y también frenar al vehículo pesado.

También puede otorgar un buen radio de giro a través de la articulación flexibles esto genera un movimiento repuesto al eje vertical, esto entre el mecanismo de enganche, y el semirremolque.



Figura 11 Tipos King Pin para Semirremolques

1.3.7 Tipos de Semirremolques

El semirremolque está diseñado para transportar cargas. Esta es la unión (camión tractor + semirremolques) más común alrededor del mundo. Es que el perno rey que se encuentra en la parte inferior del frente del semirremolque es la pieza que encastra en el centro del plato de enganche

del tractor de carretera. Por la versatilidad que presenta, las empresas de transporte en su mayoría prefieren los semirremolques por el fácil engancharle que tienen ante cualquier tipo de tractor.

Por el requerimiento de transportar materiales e insumos para las empresas nacieron los semirremolques facilitando el transporte de manera industrial.

Los tipos de Semiremolques los cuales se mencionan a continuación:

1.3.7.1 Tautliner.

Aprovisionados con laterales de lonas correderas y correas tensoras integradas.

Las lonas sirven como cortinas y son desplazables en forma lateral, facilitando la carga y descarga de materiales de gran dimensión.

1.3.7.2 Tautliner (Techo Corredero).

Estos techos se encuentran constituidos por lonas correderas y correas tensoras integradas.

“Este techo de lona corredero permite liberar la parte superior del Semiremolque, para poder realizar cargas mediante pluma o puente guía”. (Uriarte, 2010, p.27-28).

1.3.7.3 Furgón.

“Furgones completamente cerrados para la realización de transportes de mercancías más delicadas y que precisen viajar con mayor seguridad”. (Berrio, 2010, p.28).

1.3.7.4 Frigorific.

Algunos semirremolques destinados a mercancías que necesitan mantener una temperatura baja.

1.3.7.5 Plataformas Descubiertas.

Usadas para el transporte de maquinaria industrial, bloques de hormigón, materiales de construcción, etc.

1.3.7.6 Portacontenedores.

Semiremolques de plataforma destinadas al transporte de contenedores portuarios ya sean de 20 a 40 pies.

1.3.7.7 Góndola.

Semiremolques utilizados para transportar maquinaria y vehículos. De uso particular o industrial.

1.3.7.8 Piso Móvil.

Usados para transportar materiales reciclados, residuales, productos a granel como la madera, carbón, etc.

1.3.7.9 Marco Conceptual

- **Chasis**

El chasis o chasis, Es aquel que brinda soporte y rigidez de forma interna a los vehículos, Es similar a un esqueleto, este consta de una armadura de componentes mecánicos incluyendo al motor, la suspensión de redes y motores propulsores a la carrocería, (Birnes Mike, 2013, p.1).

- **Modelos**

“Aquello que se toma como referencia para tratar de producir algo igual, a esta palabra”. (Luque, Pablo; 2011, p.2).

- **Ensamblado**

Se entiende por ensamblado la unión de las distintas piezas que forman una carrocería (Remolques). En este aspecto, se distinguen tres tipos: - Por soldadura. - Por atornillado. - Otros procedimientos.

1.4 Formulación del Problema

¿Cómo reducir el consumo de combustible en Semirremolque en la Empresa Pakatnamu SA.C mediante el análisis del Sistema de suspensión rígida y neumática.?

1.5 Justificación del Estudio.

1.5.1 Técnica.

Este estudio se justifica técnicamente porque lo que se busca es aplicar los conocimientos científicos y técnicos para suplir la Suspensión Rígida con una Suspensión Neumática para poder obtener una performance vehicular y así mismo nos ayuda a obtener una mejor absorción de las imperfecciones de los impactos de la suspensión y obtener una mejor maniobrabilidad vehicular.

1.5.2 Económica

La presente investigación es importante ya que nos permitirá reducir los costos de operación de los vehiculos de transporte de carga, debido al menor consumo de combustible y reducción de peajes.

El sistema a elaborar se justifica en lo económico, por lo que se busca tener una mejor suspensión en los semirremolques de tres ejes lo que originará que el mantenimiento a estas unidades nos permita disminuir costos, logrando un ahorro significativo para la empresa de transportes Pakatnamu S.A.C.

1.5.3 Social

En el aspecto social el presente proyecto beneficiará en varios aspectos, a los usuarios del servicio ya que disminuye el impacto debido a la suspensión con lo cual la mercancía se conserva mejor, a los conductores de los semirremolques de tres ejes les facilita la maniobrabilidad del vehículo.

1.5.4 Ambiental.

La justificación ambiental de este estudio está en el sentido que los Semirremolques al contar el Sistema de Suspensión Neumática nos da un mejor confort a la carga y un mejor desplazamiento vehicular logrando así no esforzar mucho al motor, así mismo el arrastre del neumático tipo balón es mínimo con la calzada, hay menos fricción, todo ello permitirá que las emisiones al medio ambiente disminuyan.

1.6 Hipótesis.

Si se analiza el Sistema de Suspensión Rígida y el Sistema de Suspensión Neumática en semirremolques de tres ejes entonces se reducirá el consumo de combustible en la empresa de transportes Pakatnamu S.A.C.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivos General.

Analizar el Sistema de Suspensión Rígida y el Sistema de Suspensión Neumática en Semirremolques de tres ejes en la empresa de transportes Pakatnamu S.A.C.

1.7.2 Objetivos específicos.

- ✓ Describir las unidades vehiculares con que cuenta la empresa Pakatnamu para el transporte de carga.
- ✓ Analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión rígida en los semirremolques de 03 ejes de la empresa transporte Pakatnamu.
- ✓ Analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión neumática en semirremolques de 03 ejes de la empresa de transporte Pakatnamu.
- ✓ Realizar un análisis comparativo entre la suspensión rígida y la suspensión neumática aplicada a los semirremolques de 03 ejes de la empresa Pakatnamu.

II. METODO

2.1 Diseño de Investigación.

El diseño de investigación de este proyecto de tesis es del tipo No Experimental

No experimental

Se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente la variable independiente que es el sistema de suspensión neumática, por lo que únicamente realizaremos una evaluación teórica.

Diseño descriptivo

El Diseño es descriptivo, puesto que realizaremos una descripción del Sistema Rígido existente en los semirremolques de tres ejes y luego del Sistema Neumático a implementar.

Luego realizaremos la evaluación técnica y económica que implica el cambiar el Sistema Rígido por el Sistema Neumático.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente

Analizar del Sistema de Suspensión Rígida y del Sistema de Suspensión Neumática en Semi-remolques de tres ejes.

2.2.2 Variable Dependiente.

Consumo de combustible

2.2.3 Operacionalización de las Variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumentos
INDEPENDIENTE					
Analizar el Sistema de Suspensión Rígida y del Sistema de Suspensión Neumática en Semi-remolques de tres ejes.	Sistemas de Suspensión utilizados en vehículos para mantener el vehículo a la altura correcta en lugar de muelles de compresión	Se utiliza en lugar de muelles de acero convencionales en coches, y en aplicaciones de vehículos pesado como autobuses y camiones.	Masa	Kg	Guía de observación
DEPENDIENTE					
Consumo de combustible	Estudio donde se evalúan la cantidad de combustible consumida durante un recorrido	Indicadores Técnicos y Económicos	Diésel Rentabilidad	Galones Evaluación económica	Guía de observación

2.3 Población y Muestra.

2.3.1 Población.

La población para el tema de nuestra investigación son los Diez Semirremolques de Tres Ejes de propiedad de la empresa Pákatnamu SAC, a los cuales se les va a sustituir el Sistema Rígido por el Sistema Neumático.

2.3.2 Muestra.

La muestra para la siguiente investigación es la misma población constituida por los Diez Semirremolques de Tres Ejes de propiedad de la empresa Pákatnamu SAC, a los cuales se les va a sustituir el Sistema Rígido por el Sistema Neumático. En la presente investigación las unidades de análisis serán tomadas de la muestra y el tipo de muestreo utilizado es del tipo No Probabilístico debido a que en esta investigación los sujetos serán tomados por los investigadores de acuerdo a nuestra realidad problemática, es decir no interviene la aleatoriedad y el azar.

(Ñaupas, Mejia, Novoa y Villagómez, 2011,p.237)

2.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.

2.4.1 Técnicas.

- **Observaciones:** Esta técnica se empleará con la finalidad de conocer al detalle los semirremolques, como se realiza las operaciones del análisis técnico económico en la suspensión neumática esta técnica permitirá visualizar la función que desempeña los componentes del semirremolque, así como el estado físico del mismo, los cuales servirán de base para el desarrollo del diagnóstico de la situación operacional actual de los componentes.
- **Análisis documentario:** Con esta técnica podemos obtener información de fallas y paradas de los semirremolques, así como los kilometrajes de Operación de las mismas para poder evaluar y analizar la fiabilidad que ofrecen los mismos.

2.4.2 Instrumentos

2.4.2.1 Check List:

Las “listas de control”, “listas de chequeo”, “Check list” u “hojas de verificación”, son formatos generados para la realización de actividades frecuentes, y se encarga de controlar el cumplimiento de cada uno de los requisitos expuestos en éstas. Ver Anexo N° 1.

2.4.2.2 Fichas Técnicas:

Estas contienen la descripción y características con las que debe contar un objeto, material, proceso o programa en forma minuciosa. Contienen especificaciones como nombre de lo que se evalúa, características físicas, y lo que el investigador considere necesario. Ver Anexo N° 2.

2.4.2.3 Ficha de Análisis Documentario:

Con esta técnica pudimos obtener información de fallas y paradas de los semirremolques, así como los kilometrajes de operación de las mismas para poder evaluar y analizar la fiabilidad que ofrecen los mismos. Ver Anexo N° 3.

2.4.3 Validez y Confiabilidad

Para darle la validez y confiabilidad al proyecto se realizará la obtención de las fichas de recolección de datos llenadas por las personas responsables de cada área y los datos que nos brinde la empresa que realizaron para llevar a cabo la gestión de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de la flota de los semirremolques de la empresa.

En cuanto a la confiabilidad se utilizará la Confiabilidad del observador, porque establece la correcta medición obtenida del instrumento asociado al número de observadores (investigadores o encuestadores) que se responderán en la encuesta.

2.5 Métodos de Análisis de Datos.

En el presente proyecto se empleó la estadística descriptiva para el análisis y síntesis de la información obtenida mediante cada instrumento empleado (ficha de recolección de datos).

Análisis descriptivos, empleado para la descripción del comportamiento de una variable en una población y empleando únicamente la estadística descriptiva.

2.6 Aspectos Éticos.

En el presente proyecto de investigación se considerarán ciertos aspectos éticos como el respeto a la propiedad intelectual, el respeto a la ideología y políticas de la empresa.

Además, al aplicar el instrumento de recolección de datos se procurará evitar, herir la susceptibilidad de los individuos que participaran en el estudio; respetando su privacidad y protegiendo su identidad, proporcionándonos resultados honestos y confiables.

III. RESULTADOS

3.1 Objetivo 1: Describir las unidades vehiculares con que cuenta la empresa Pakatnamu S.A.C. para el transporte de carga.

La empresa Pakatnamú S.A.C. actualmente ubicada en la Manzana "A", lote 6, Km 4,5 carretera Chiclayo – Lambayeque, dedicada al transporte y logística, cuenta con un total de 137 vehículos con los cuales desarrollan sus actividades. De estos 63 vehículos son remolcadores (Tracto) y 74 de ellos son semirremolques de 03 ejes detallados a continuación.

Los vehículos con que cuenta dicha empresa son de marca INTERNATIONAL Y FREIGHTLINER, los cuales son del año de fabricación 2010, 2012, 2014 y 2015.

3.1.1 Tracto INTERNATIONAL

Estos vehículos fueron fabricados en el año 2010, compuestos por tres ejes, con un total de diez neumáticos y emplea diésel (combustible), la categoría en la que este tipo de vehículos son considerados para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y se representa "N₃" (tracto N3).

Este tipo de vehículos son remolcadores y las 20 unidades que posee la empresa Pakatnamu S.A.C. presentan las mismas características y son de la misma marca, con un peso útil de 18,774.00 Kg, un peso seco de 8,500.00 Kg, obteniendo un peso bruto de 27,274.00 Kg por cada unidad vehicular.

El mantenimiento preventivo que se realiza a este tipo de vehículos cada 15,000.00 Km comprende:

- Cambio de Aceite.
- Cambio de filtro de aceite.
- Cambio de filtro de petróleo.
- Revisión de niveles caja, corona, hidráulico.
- Limpieza de frenos y regulación.
- Regulación de embrague.
- Revisión de crucetas.
- Revisión de terminales.
- Revisión de sistema eléctrico.
- Engrase y lavado general.

Las dimensiones que presentan los 20 remolcadores de la empresa son de 7.80 m de largo, 2.44 m de ancho y 3.92 m de altura. La fabricación y el ensamblado de los vehículos marca americana se realiza en México. Se debe hacer mención que la ruta de estos vehículos es a nivel de todo el Perú, en costa, sierra y selva.

El motor que presentan estos vehículos es de 450 HP y de 1800 RPM como máximo.

La empresa de transportes Pakatnamu S.A.C. tiene por objetivo operar rentablemente con una visión de desarrollo y crecimiento sostenible, mediante la implementación de procesos que sean capaces de satisfacer y superar las expectativas de sus clientes. Dedicada exclusivamente al transporte de carga pesada en los diferentes rubros a nivel nacional.

Así mismo estas unidades tienen una dirección hidráulica, una transmisión marca Eaton Fuller, con un tipo manual de 18 velocidades, y un sistema de frenos ABS posterior en el interior de las zapatas de freno.

En la Tabla 1 se detallan algunos remolcadores International de la empresa Pakatnamu S.A.C.



Figura 12 Remolcador INTERNATIONAL 9200 SBA 6x4

Tabla 1 Relación de tractos INTERNATIONAL de la empresa Pakatnamu SAC

UNIDAD - REMOLQUE	CATEGORIA CLASE	MODELO	MARCA	MOTOR	COMBUS TIBLE		AÑO FABR.	EJES	N° RUEDAS
B3R-943	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434151	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3R-946	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434763	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3S-806	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434758	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3S-862	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434149	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3S-868	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434147	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3S-869	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434145	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3S-947	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434154	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B3X-943	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434937	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4E-820	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434146	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4M-902	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434939	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4M-908	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434759	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4M-912	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434285	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4M-921	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434755	DIESEL	298@1800	2010	3	6
B4N-858	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434940	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4N-890	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434153	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4N-892	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434143	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4O-801	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434760	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4O-803	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434941	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4O-809	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434148	DIESEL	298@1800	2010	3	10
B4O-864	N3-REMOLCADOR	9200I SBA 6X4	INTERNATIONAL	79434753	DIESEL	298@1800	2010	3	10

Fuente: Transporte Pakatnamu S.A.C

3.1.2 Tracto FREIGHTLINER

El vehículo freightliner es un vehículo remolcador que la empresa Pakatnamu SAC, cuenta con un total de 43 unidades de estas características.

Este tipo de vehículos perteneciente a la empresa fueron fabricados en los años 2010, 2012, 2014 y 2015, poseen tres ejes, seis neumáticos y su combustión es diésel, está considerado como un N₃ Remolcador y tiene dentro de sus características de carga posee un peso útil de 19,790.00 Kg y un peso seco de 7,420.00 Kg obteniendo un peso bruto de 27,210.00 Kg. para cada unidad (Tracto).

Este tipo de vehículos pasa por un mantenimiento preventivo cada 15,000.00 Km, dentro de las revisiones que se les realiza encontramos:

- Cambio de aceite.
- Cambio de filtro de aceite.
- Cambio de filtro de petróleo.
- Revisión de niveles de caja, corona y motor.
- Limpieza de frenos y regulación.
- Regulación de embrague.
- Revisión de crucetas.
- Revisión de terminales.
- Revisión de sistema eléctrico.
- Engrase y lavado general.

El largo de los remolques (Tracto) es de 7.36 m, el ancho es de 2.44 m y la altura es de 4.03 m. Esas mismas características presenta las 64 unidades vehiculares de la empresa, el recorrido que realizan es a nivel de todo el Perú. Estos vehículos tienen una potencia de motor de 435 Hp y la capacidad máxima de 1900 RPM.

Este tipo de vehículos Freightliner tienen un motor Mercedes – Benz, de 6 cilindros verticales en línea con un turbo compresor por gases de escape Intercooler Turbo Breke. Así mismo tienen un sistema de inyección Bomba conducción Inyector (PLD) y una transmisión de 18 velocidades (Eaton Fuller) con un embrague bidisco cerámico de 15.5". Además, posee un sistema de suspensión delantera por muelles y posterior neumática, cuyos aros son de aluminio.

El sistema de dirección que presentan es hidráulico con engranajes auxiliares. También su sistema de frenos de servicios de tambor en todas las ruedas, y su freno de motor de compresión y turbo breke, el freno de parqueo es con cámara en ambos ejes motrices.

Este tipo de modelo se caracteriza por la calidad de su motor, destaca sobre los de su categoría por su alta cilindrada (12.8 litros) y posee una buena relación entre peso- potencia.



Figura 13 Remolcador FREIGHTLINER CL 112 6x4

En la Tabla 2 se detallan algunos remolcadores Freightliner de la empresa Pakatnamu S.A.C.

Tabla 2. Relación de tractos FREIGHTLINER de la empresa Pakatnamu SAC

UNIDAD - REMOLQUE	CATEGORIA CLASE	MODELO	MARCA	MOTOR	COMBUSTIBLE	POTENCIA	AÑO FABR.	EJES	N° RUEDAS
T4I-814	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971293	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-815	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0970400	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-818	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0965711	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-819	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0965775	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-820	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971589	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-821	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971281	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-822	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971579	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-823	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0965685	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-824	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0970384	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-825	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0965795	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-826	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0970194	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-827	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0965746	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-828	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0970187	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-835	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0965631	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-836	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971287	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-837	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0970405	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-896	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971585	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-897	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0971994	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-898	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0963169	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T4I-899	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0970208	DIESEL	325.00@1900	2012	3	6
T7H-823	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0988331	DIESEL	24.00@1900 RPN	2014	3	6
T7K-860	N3-REMOLCADOR	CL 112	FREIGHTLINER	460913U0991014	DIESEL	325.00@1900	2014	3	6

Fuente: Transporte Pakatnamu S.A.C

A continuación, en la Tabla 4 se muestra un resumen de las unidades Tractos de la empresa Pakatnamu S.A.C.

Tabla 3. Resumen de Tractos de la empresa Pakatnamu SAC

MARCA	2010		2012		2014		2015		TOTAL
	6 RUEDAS	10 RUEDAS							
FREIGHTLINER			20		3		20		43
INTERNATIONAL	1	19							20
									63

Fuente: elaboración propia

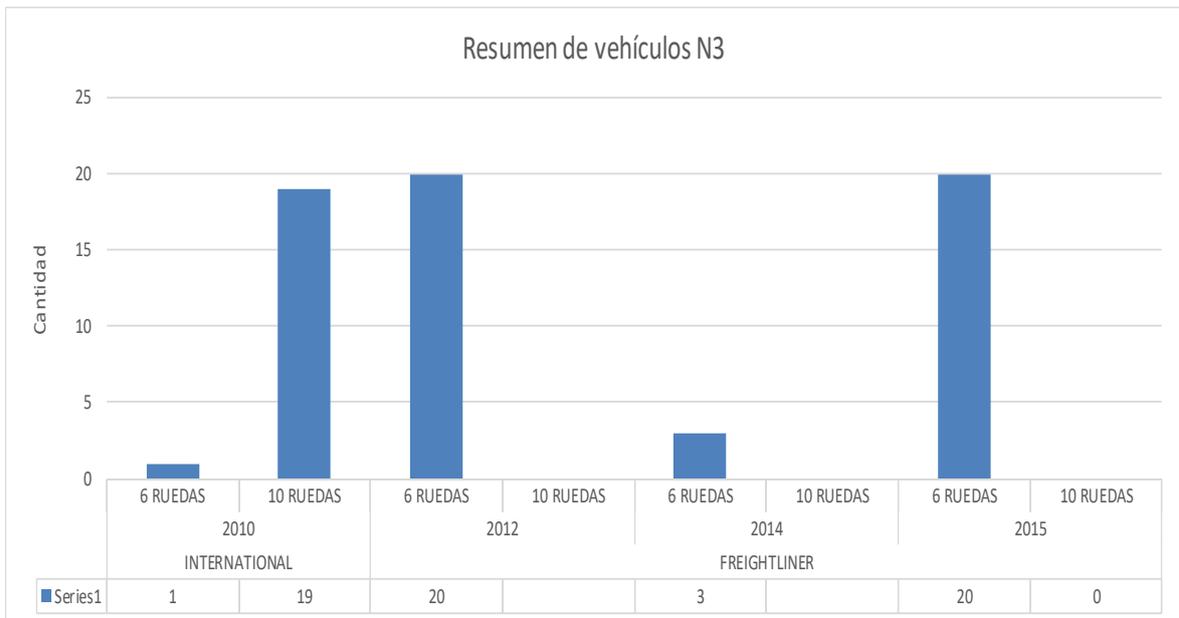


Figura 14 Resumen de Tractos de la empresa Pakatnamu SAC

3.1.3 Semirremolque 03 Ejes

La empresa Pakatnamu SAC cuenta con 74 Semirremolques, los cuales con los tractos se utilizan para el transporte de mercancía. Los semirremolques de transporte Pakatnamu S.A.C. tienen una capacidad de carga en suspensión rígida no mayor de 48 Tn, un peso útil de 32,000.00 Kg, un peso seco de 9,400.00 Kg y un peso bruto de 41,400.00 Kg.

Dentro de las dimensiones en las que se encuentra parámetro, posee un largo de 13.5 m, un ancho de 2.6 m y una altura de 4.15 m, considerando que el semirremolque sea furgón. Dentro de la empresa todos los semi remolques presentan como característica que tienen 3 ejes.

El tipo de mantenimiento que se le da a un semirremolque rígido y a un neumático es el mismo, teniendo una variación en la suspensión ya que uno es con ballestas y el sistema neumático es con bolsa de aire y válvulas.

La capacidad de carga de un semirremolque de suspensión neumática es de 52 Tn (PBVL) ante el Ministerio de Transportes y Comunicaciones según el decreto supremo (D.S. N° 002-2005-MTC), siempre y cuando cumpla con las normas técnicas de suspensión tanto en remolque y en semirremolque. La suspensión debe ser neumática y con llantas Súper Singler extra ancho en los tres ejes de semirremolque.

El mantenimiento preventivo que se le da a un semirremolque de tres ejes es el siguiente:

Actualmente la empresa Pakatnamu S.A.C. cuenta con 64 semi remolques de 3 ejes con suspensión neumática, a estos se les realiza una serie de mantenimientos programados de acuerdo a planilla a cada 25,000.00 Km recorridos por el vehículo. Los mantenimientos programados se dividen en tres fases:

* Mantenimiento A (25,000.00 Km)

- Revisión de fugas de aire
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de juego boca maza
- Revisión de estructura (Soldadura)
- Revisión de grasa boca maza
- Regulación de frenos

* Mantenimiento B (50,000 Km)

- Revisión de fugas de aire

- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de juego boca maza
- Revisión de estructura (Soldadura)
- Revisión de grasa boca maza
- Regulación de frenos
- Rotación de neumáticos de acuerdo al orden de giro.

*Mantenimiento C (75,000.00 Km)

- Revisión de fugas de aire
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de juego boca maza
- Revisión de estructura (Soldadura)
- Cambio de grasa boca maza
- Regulación de frenos
- Cambio de retenedores boca maza
- Cambio de forros de zapatas
- Cambio de polines
- Cambio de seguros de zapatas
- Cambio de resortes
- Cambio de rodajes (malogrados y quiñados)

El plasmar la lista de mantenimientos programados para los semi remolques de tres ejes de suspensión neumática, permite identificar que no hay variación entre los procedimientos de mantenimiento entre os vehículos de suspensión rígida con los de suspensión neumática.

En la Tabla 5 se detallan algunos semirremolques de la empresa de transportes Pakatnamu S.A.C.

Tabla 4. Semirremolques de la empresa Pakatnamu SAC

RUC	SEMIRREMOLQUES	CARROCERIA	AÑO FABR.	EJES	N° RUEDAS	CLASE NEUMATICO	PESO UTIL (KG)	PESO SECO (KG)	PESO BRUTO (KG)	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTURA (M)
20480582561	A7A - 989	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	32,000	9,400	41,400	13.5	2.6	4.15
20480582561	A7B - 980	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	32,000	9,400	41,400	13.5	2.6	4.15
20480582561	A7B - 981	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	32,000	9,400	41,400	13.5	2.6	4.15
20480582561	A7B - 982	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	32,000	9,400	41,400	13.5	2.6	4.15
20480582561	A7B - 983	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	32,000	9,400	41,400	13.5	2.6	4.15
20480582561	T2L - 991	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2L - 992	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2L - 997	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2L - 998	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2M - 973	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2M - 974	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2M - 985	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2M - 991	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2P - 991	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2P-984	PLATAFORMA	2010	3	6	BALON	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4
20480582561	T2P-985	PLATAFORMA	2010	3	12	DUAL	30,000	6,250	36,250	13.5	2.6	3.4

Fuente: Transportes Pakatnamu S.A.C

3.2 **Objetivo 2: Analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión rígida en los semirremolques de 03 ejes de la empresa transporte Pakatnamu SAC.**

La suspensión rígida en semirremolques ante el ministerio de transportes y comunicaciones tiene una capacidad de carga de 48 Ton de Peso Bruto Vehicular Legal (PBVL).

Si hacemos un análisis técnico este tipo de suspensión rígida ante caminos carrozable, pistas, encala minados, trochas, es más compacta, dura y a la vez más pesada y mucho más lenta.

Su funcionamiento técnico de este tipo de suspensión es de manera eficiente cuando se encuentra con carga, pero es lo contrario cuando se encuentra sin carga no absorbe los impactos de la carretera, muchas veces se rompen las hojas del muelle (Ballestas) y se dañan los balancines.

Así mismo los bujes de los balancines presentan un desgaste excesivo y también los bujes de los tensores (Templadores). A raíz del continuo trabajo se tienden a desalinear el tren principal del eje y también de los rodajes causando desgaste excesivo de las llantas.

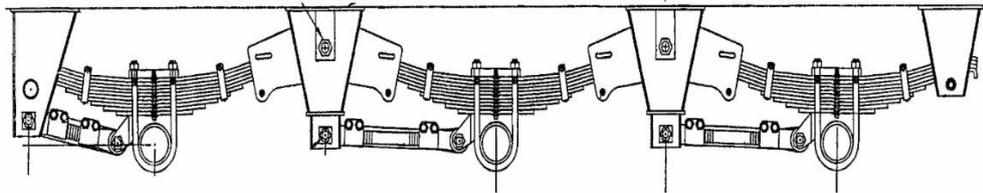


Figura 15 Muelles de Sistema de suspensión Rígida

La pieza principal en el sistema de suspensión rígida es el muelle, este se encuentra conformado por hojas de acero templado de alta resistencia ante el rozamiento, la ejecución está basada en la fuerza de fricción existente entre las hojas generadas por el rozamiento entre ellas.

La suspensión rígida con muelles se encuentra formada por un puente rígido junto con amortiguadores y muelles esos se encuentran distribuidos de forma longitudinal de adelante hasta la parte trasera con respecto al eje y acoplado a la carrocería. Así mismo toda la fuerza que entra en el eje es transferida hacia los muelles de la carrocería.

En la actualidad la empresa de transportes Pakatnamu posee semirremolques con suspensión rígida, y poco a poco se está cambiando a suspensión neumática.

Los neumáticos para este tipo de suspensión en semirremolques de 3 ejes son duales por punta de eje, teniendo así 12 ruedas.

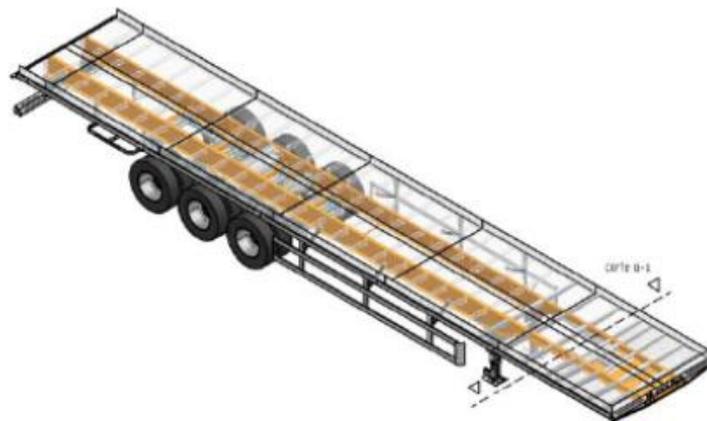


Figura 16 Plataforma de Semirremolque de 3 ejes.

Económicamente este tipo de suspensión en semirremolques de tres ejes nos lleva a un consumo excesivo de combustible, porque sus componentes y estructura son pesadas para trasladar mercancía, lo que genera un esfuerzo mayor al tracto o remolcador. Así mismo en almacenaje de repuestos y ruedas es mucho mayor ya que se emplearían 12 ruedas y paquetes de muelles.

Cabe mencionar que en el sistema de suspensión rígida todos sus componentes son mucho más pesados desde el conjunto de muelles, la estructura o bastidor, los ejes de ruedas, los balancines de suspensión y los soportes de muelles.

En la Tabla 6 se representan los gastos por unidad para el Sistema de Suspensión Rígida.

Tabla 5 Presupuesto de Sistema de Suspensión Rígida

N° Código	Descripción	Q	Precio Unitario Neto	IGV	Precio Unitario Total	Sub Total Neto
1	PCMSUS0007 PAQUETE MUELLE 3 1/2 PULGADAS 10 HOJAS	4	321.14	57.81	378.95	1,284.58
2	PCMFRE0010 RODAMIENTO HM518410-45 INCLUYE PISTA *SUNTECH	4	75.42	13.58	89.00	301.69
3	PCMFRE0009 RETEN BOCAMAZA PROPAR	4	21.19	3.81	25.00	84.75

Vigencia de la Cotización	: 7 Días	Valor Venta Neto :	S/ 1,671.02
Valor expresado en	: Soles	I.G.V. :	S/ 300.78
		Importe Total :	S/ 1,971.80

Fuente: Implemento Perú S.A.C.

3.3 Objetivo 3: Analizar técnica y económicamente el funcionamiento de la suspensión neumática en semirremolques de 03 ejes de la empresa de transporte Pakatnamu SAC.

En la suspensión neumática en semirremolques su capacidad de carga es de 52 Tn (PBVL) que está legalmente estipulada en los decretos supremos del ministerio de transportes y comunicaciones.

Si analizamos técnicamente la suspensión neumática es muy favorable para la empresa de transportes Pakatnamu S.A.C. y así mismo para que los vehículos puedan cumplir su función la cual los lleva a trasladarse a nivel nacional.

El funcionamiento técnico de la suspensión neumática permite que durante el traslado del vehículo vacío o cargado los impactos sean absorbidos mediante los fuelles o bolsas de aire, así mismo cuando la unidad vehicular está en ruta y debe frenar bruscamente, el tren del eje no brinca esto debido a que tienen una suspensión de bolsas de aire eficiente, generando un ahorro sustancial en el desgaste de llantas.

La suspensión es más suave y por lo tanto los ejes nos y desalinean, ni tampoco las tuercas se aflojan, en el camino o pista es más fácil realizar un cambio de bolsa de aire dañada, que cambiar un paquete de muelle de una suspensión rígida.

Las dimensiones de un semirremolque de suspensión neumática es de ancho 2.60 m, de largo de 14.00 m y de altura de 4.15 m. Teniendo una suspensión adecuada, los componentes como los bujes, amortiguadores, bolsas de aire, jebes, serían más duraderos antes de su cambio.



Figura 17Sistema de suspensión neumática

La empresa Pakatnamu SAC cuenta con 74 Semirremolques de tres ejes, todos ellos son plataformas de diferentes años.

Los neumáticos de los semirremolques de suspensión de 3 ejes son Súper Single, extra ancho y por cada punta de eje lleva una rueda, teniendo un total de 6 ruedas en todo el semirremolque.

Lo bueno de la suspensión neumática es que uno mismo puede regular las bolsas de aire, bien desde la cabina o bien desde el chasis, dando la altura de manejo mediante las válvulas reguladoras, estos tipos de semirremolques están bien equipados en neumáticos, llantas, gata, plancha, cono y botiquín de primeros auxilios.



Figura 18 Sistema de suspensión neumática en Semirremolque

Económicamente en la suspensión neumática de los semirremolques de 3 ejes nos lleva a un ahorro de consumo de combustible en el tracto ya que este tipo de suspensión es mucho más liviana y el motor no hace mucho esfuerzo, de igual forma sus componentes y repuestos son más livianos como sus aros de ruedas que son de aluminio, su bolsa de aire de un jebe especial y sus accesorios como válvulas y a la vez sus componentes son más fáciles de cambiar.

Para la empresa es más rentable porque al momento de pasar el semirremolque por los peajes pagarían por un eje menos ya que en la suspensión neumática se puede levantar un eje o dos siempre y cuando estén vacíos y no habría rozamiento con la calzada.

De igual manera en pesos y medidas por tener una suspensión neumática el semirremolque y el remolcador, el ministerio de transporte y comunicaciones da una bonificación de 5% en remolcador y 5% en semirremolcador.

Sabemos bien que al momento de hacer el cambio de suspensión rígida a suspensión neumática el costo sería elevado en los repuestos, pero sería rentable para la empresa porque en un corto tiempo se recuperaría la inversión.

En la Tabla 7 se muestran los costos unitarios para la implementación del Sistema de Suspensión Neumática.

Tabla 6 Cotización para implementación de sistema de suspensión neumática

N° Código	Descripción	Q	Precio Unitario Neto	IGV	Precio Unitario Total	Sub Total Neto
1	WATSUS0010 SUSPENSION NEUMATICA 17 W&C MADE IN U.S.A.	3	1,262.71	227.29	1,490.00	3,788.14
2	WATSUS0038 KIT CONTROL NEUMATICO DE SUSPENSION TA300	1	83.90	15.10	99.00	83.90
3	SELFRE0005 VALVULA ACCIONAMIENTO PUSH/PULL 5 VIAS SEALCO MADE IN USA	1	54.24	9.76	64.00	54.24
4	PCMEJE0001 EJE DISCO EURO 25LB 71.5 PROPAP S/CAMARA SUNTECH	3	614.41	110.59	725.00	1,843.22
5	TKLFRE0002 CAMARA FRENO SIMPLE T30	4	8.47	1.53	10.00	33.90
6	TKLFRE0001 CAMARA FRENO DOBLE T30/30	2	21.19	3.81	25.00	42.37

		Valor Venta Neto :	US\$ 5,845.76
Vigencia de la Cotización	: 7 Días	I.G.V. :	US\$ 1,052.24
Valor expresado en	: Dólares Americanos	Importe Total :	US\$ 6,898.00

Fuente: Implementos Perú S.A.C.

3.4 **Objetivo 4: Realizar un análisis comparativo entre la suspensión rígida y la suspensión neumática aplicada a los semirremolques de 03 ejes de la empresa Pakatnamu SAC.**

- **Análisis comparativo en suspensión rígida:**

- Sus componentes (repuestos) son mucho más baratos.
- Su suspensión es más dura y compacta.
- Hay excesivo consumo de combustible en el remolcador
- No tiene capacidad de carga mayor a 48 Tn de acuerdo al reglamento del ministerio de transportes y comunicaciones.
- Sus componentes ocupan excesivo espacio.
- El peso es mayor en los semirremolques.
- Tiene una mejor estabilidad.

Caso N°1: Suspensión Rígida

Un semi remolque se traslada de Chiclayo a Lima - Lima a Chiclayo recorriendo 1980 Km con 48 toneladas, consumiendo 230 galones de combustible (petróleo).

Tabla 7Caso práctico de Sistema de Suspensión Rígida

Km RECORRIDOS	GALONES	CAPACIDAD DE CARGA	SISTEMA DE SUSPENSIÓN
1980	230	48	Rígida

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la operación para obtener el rendimiento:

$$1980 \div 230 = 8.60 \text{ Km/ Gl}$$

- **Análisis comparativo en suspensión neumática:**

- Los componentes y accesorios son mucho más livianos
- La suspensión es más suave y da un confort adecuado a la carga.
- Hay un rendimiento de combustible adecuado en los remolcadores.
- Tienen una bonificación del 5% de acuerdo al reglamento del ministerio de transportes y comunicaciones
- El semirremolque es mucho más suave.
- Hay reducción de gastos en peajes.
- Hay reducción de gastos en carga y descarga
- Facilidad en el cambio de componentes

Caso N°2: Suspensión Neumática

Un semi remolque se traslada de Chiclayo a Lima - Lima a Chiclayo recorriendo 1980 Km con 52 toneladas, consumiendo 200 galones de combustible (petróleo)

Tabla 8Caso práctico de Sistema de Suspensión Neumática

Km RECORRIDOS	GALONES	CAPACIDAD DE CARGA	SISTEMA DE SUSPENSIÓN
1980	200	52	Neumática

Realizando la operación para obtener el rendimiento:

$$1980 \div 200 = 9.90 \text{ Km/ GI}$$

Tabla 9 Consumo promedio de combustible de los vehículos N3

N°	TRACTO	CONDUCTOR	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			KM/GAL
			KM-JULIO	GALONES-JULIO	KM/GAL	KM-AGOSTO	GALONES-AGOSTO	KM/GAL	KM-SETIEMBRE	GALONES-SETIEMBRE	KM/GAL	
01	T4I-837	SAMAN ROMERO WILDER / Gonzales Abanto	10,501	1,060.02	9.91	6939	806.86	8.60	5837	652.50	8.95	9.15
02	T4I-825	NAMUCHE JIMENEZ BORIS	9,519	978.03	9.73	5375	613.00	8.77	6559	712.51	9.21	9.24
03	T7S-829	PUSMA CRUZ LUIS	9,387	951.06	9.87	7156	780.66	9.17	8626	878.62	9.82	9.62
04	T7H-823	VILLANUEVA ALAYO JULIO / Elias Arrasco	9,119	901.41	10.12	7678	783.01	9.81	7456	773.51	9.64	9.85
05	T4I-835	Ramirez Huaman Jesus / TERRONES RIOS SANTOS	8,852	978.02	9.05	7280	854.13	8.52	7769	806.39	9.63	9.07
06	T4I-826	SANTAMARIA OCAMPO EDIN	8,754	909.84	9.62	5949	690.51	8.62	6515	711.00	9.16	9.13
07	T7S-838	CALLE ROJAS DARWIN / Chinchayan N.	8,705	930.22	9.36	8668	918.76	9.43	6757	660.50	10.23	9.67
08	T7S-850	MAS PINEDO JOSE	8,681	852.12	10.19	7905	838.44	9.43	5379	583.43	9.22	9.61
09	T7S-870	DELGADO GOICOCHEA MILTON	8,615	932.43	9.24	8446	931.72	9.06	5720	610.00	9.38	9.23
10	T7S-812	PAYANO PEREZ SEGUNDO	8,485	854.96	9.92	5777	649.02	8.90	9206	935.70	9.84	9.55
11	T4I-818	FERRE CACERES JUAN / Santisteban Oliden	8,480	943.57	8.99	9948	959.86	10.36	5493	551.40	9.96	9.77
12	T4I-814	LLONTOPI ALZAMORA FELIX	8,281	845.88	9.79	6141	682.00	9.00	5518	645.85	8.54	9.11
13	T4I-827	TROYA HACHA HECTOR	8,164	951.00	8.58	6535	783.56	8.34	7594	860.36	8.83	8.58
14	T7S-836	ESPINOZA CUEVA ROY / Abanto M.	8,112	783.93	10.35	8265	858.62	9.63	7577	798.52	9.49	9.82
15	T7S-839	JULCA ARRASCUE NELSON	8,112	813.01	9.98	7982	886.08	9.01	7037	703.01	10.01	9.67
16	T7S-827	CUMBAY PEÑA ELY	7,844	764.51	10.26	10095	1046.10	9.65	6253	694.03	9.01	9.64
17	T4I-823	CASTILLO HUAMAN MANUEL	7,837	817.05	9.59	8445	924.60	9.13	5668	639.34	8.87	9.20
18	B4M-921	COTRINA GARCIA JULIO	7,789	825.24	9.44	8897	987.30	9.01	7107	804.54	8.83	9.09
19	T4I-896	RAMIREZ QUINTOS MARIANO / Frank Chavez	7,746	852.08	9.09	9051	1033.52	8.76	5923	630.51	9.39	9.08
20	T4I-828	CONTRERAS AREVALO HENRY / Elias Arrasco	7,571	829.51	9.13	8314	917.09	9.07	6247	707.10	8.83	9.01
21	T7S-855	SANCHEZ QUIÑONEZ ROBERT	7,558	991.19	7.63	7126	818.89	8.70	7324	816.98	8.96	8.43
22	T4I-824	PAIRAZAMAN CASTILLO ALEJANDRO	7,430	729.31	10.19	8086	879.03	9.20	7706	831.04	9.27	9.55
23	T7S-832	PALOMINO ROMERO RICHARD / Chinchayan N./ Montesinos G.	7,395	816.06	9.06	9679	1007.51	9.61	6961	804.54	8.65	9.11
24	T4I-822	HUATAY SALDAÑA FREDY / Robinson Alvan	7,389	786.51	9.39	7656	864.25	8.86	7040	719.01	9.79	9.35
25	T7S-851	PAICO MORALES DARWIN	7,279	845.93	8.60	8051	959.29	8.39	5900	667.58	8.84	8.61
26	T4I-897	Ramirez Huaman Jesus / FLORIAN ALZA WALTER	7,262	765.02	9.49	8820	939.59	9.39	4686	540.50	8.67	9.18
27	B4N-892	CABOS MERLO WILMAR/ Angulo Molina	7,206	805.89	8.94	6667	727.92	9.16	6013	624.26	9.63	9.24
28	T7S-833	SANTACRUZ ASENJO JIMMY	6,950	726.18	9.57	7773	849.39	9.15	5774	749.09	7.71	8.81
29	B4M-902	ALTAMIRANO MENDOZA JOSE / Uriol Cotrina/ Montesinos G.	6,904	793.53	8.70	6375	747.24	8.53	6179	691.61	8.93	8.72
30	T7S-811	SIALER HERNANDEZ JAVIER	6,794	721.19	9.42	5009	559.64	8.95	7139	779.01	9.16	9.18

Fuente: Transportes Pakatnamu S.

IV. DISCUSIÓN

Los autores Romero Navarrete, José, Martínez Madrid, Miguel y Bortoni Anzures, Liborio en su investigación Efecto Vial De Los Ejes Variables en Vehículos Articulados exponen que muchas empresas de transportes están optando por realizar el cambio de Sistema de Suspensión Rígida a Suspensión Neumática por beneficio que da el ministerio de transporte en pesos y medidas de carga y por los beneficios económicos que brinda dicha suspensión. Esta investigación concuerda con la conclusión de estos autores ya que se propone implementar el sistema de suspensión neumática a las unidades de la empresa Pakatnamu, inversión que será recuperada en un corto tiempo debido a que se podrá incrementar el peso de la carga, se reduce el consumo de combustible y se aligera el peso de los vehículos.

V. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la empresa realizar la inversión para llevar a cabo la implementación del sistema de suspensión neumática ya que brindará beneficios a la empresa en cuanto a mayor capacidad de carga y esta inversión se recuperaría en poco tiempo aumentando las ganancias.
- ✓ Como especialista del área se recomienda solicitar a distintas empresas dedicadas al rubro la cotización de la implementación del Sistema de Suspensión Neumática a fin de poder obtener el mejor precio disponible en el mercado y la mejor calidad de cada uno de los implementos requeridos.

VI. REFERENCIAS

- **A.J. Nieto, A.L. Morales, R. Moreno, J.M. Chicharro, P. Pintado.** Control activo en una suspensión neumática mejorada". XVII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica (CNIM), Gijón, España, 2008.
- **Alamo Viera, Marcoantonio Victor Alamo. 2014.** Modelación y control de un sistema de suspensión semiactiva con amortiguador magnetorreológico. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.
- **Chagoyén Méndez, Cesar; Lopes dos Santos, Washington y García del Pino, Gilberto. 2015.** Propuesta de chasis de semi-remolque de 3 ejes de 15.5m que reduce el impacto ambiental. Universidad del estado de amazonas/Brazil, 2015.
- **Izquierdo, Francisco Aparicio; Vera Alvares, Carlos; Díaz Lope, Vicente.** Teoría de los Vehículos Automóviles. Universidad Politécnica de Madrid/ Madrid. 2015.
- **Klinger D.L., Cooperrider N.K., Hedrick J.K., White R.C., Calzado A., Sayers M., Wormley D.** **Guideway** vehicle cost reduction, Parts I and II". DOT Reports No. DOT-TST-76-95 (1) and (2), National Technical Information Service, Springfield, VA 22121, 2016
- **Martinez, Juan C. Tudon, Sebastien Varrierb, Ruben y Morales Menendez, Olivier Senameb. 2016.** Control Tolerante a Fallas en una Suspensión Automotriz Semi-Activa. España : ScienceDirect, 2016.

- **Muy Landi, Mauro Oswaldo, Ochoa Cabrera, Galo y Quinteros Peñafil, Santiago. 2010.** ESTUDIO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE SUSPENSION NEUMATICA A UN VEHICULO 4X4 GMC MODELO JYMMI. Cuenca, Ecuador: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2010.

- **Riera Espinoza, Patricio Fernando. 2010.** TRUCAJE Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN PARA UN VEHÍCULO TIPO BUGGY DE LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA FAU. Riobamba, Ecuador: Escuela Politécnica de Chimborazo, 2010.

- **Romero Navarrete, José, Martínez Madrid, Miguel y Bortoni Anzures, Liborio. 2014.** INVESTIGACIÓN DEL EFECTO VIAL DE LOS EJES VIRABLES EN VEHÍCULOS ARTICULADOS: REVISIÓN DE LA LITERATURA. México: Instituto de Transportes Mexicano.

ANEXOS

Modifican el Reglamento Nacional de Vehículos

DECRETO SUPREMO N° 002-2005-MTC

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 058-2003-MTC, modificado por los Decretos Supremos N° 005-2004-MTC, N° 014-2004-MTC y N° 035-2004-MTC, se aprobó el Reglamento Nacional de Vehículos, el mismo que tiene como objeto establecer los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, se registren, transiten, operen y se retiren del sistema nacional de transporte terrestre;

Que, es necesario realizar ajustes en dicho cuerpo normativo con el objeto de mejorar el régimen de gestión y fiscalización de los pesos y medidas vehiculares, así como perfeccionar otros aspectos técnicos relacionados con los procedimientos de incorporación de vehículos al sistema nacional de transporte terrestre, garantizando de esta manera la seguridad de los usuarios del transporte y la correcta conservación y mantenimiento de la infraestructura vial;

Que, por otro lado, en razón de la introducción en el mercado del transporte peruano del gas natural vehicular (GNV), como alternativa viable para reducir los índices de contaminación ambiental y afrontar los efectos perniciosos de las fluctuaciones en los precios internacionales del combustible, se hace necesario que el Estado, cumpliendo su rol subsidiario, regule las conversiones de los vehículos originalmente diseñados para combustión de gasolina o diésel con la finalidad de instalar en ellos el equipamiento que permita su combustión a gas natural vehicular (GNV), a fin de que éstas se realicen con las máximas garantías de seguridad, por talleres debidamente calificados y utilizando materiales de la mejor calidad, previniendo de este modo la ocurrencia de accidentes a causa del riesgo que implica su utilización sin control;

Que, la regulación referida en el párrafo precedente debe complementar y estar debidamente concordada con las Normas Técnicas Peruanas expedidas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), así como con la normativa que sobre este particular vienen expidiendo otros sectores del Estado, a fin de que tales conversiones formen parte de los sistemas de control de carga de combustibles que viene implementando el Estado con tecnología de punta;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú y la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre;

16). Eje.-

(...)

3. Eje doble.- Conjunto de dos (2) ejes motrices o no, articulados al vehículo y entre sí por dispositivos(s) común(es) que permitan una distribución de carga uniforme entre los dos ejes, y separados a una distancia entre centros de ruedas superior a 1,20 m e inferior a 2,40 m.

(...)

7. Eje triple.- Conjunto de tres (3) ejes motrices o no, articulados al vehículo y entre sí por dispositivos(s) común(es) que permitan una distribución de carga uniforme entre los tres ejes, y separados a una distancia entre centros de ruedas externas superior a 2,40 m e inferior a 3,60m.

(...)

27). Mercancías:

(...)

2. Mercancía especial.- Mercancía peligrosa y/o indivisible que, para ser transportada, excede los límites de pesos y/o medidas permitidas por el Reglamento.

3. Mercancía indivisible, Mercancía que, por sus características, no puede ser fraccionada sin afectar su naturaleza.

(...)

33). Pesos y Capacidad de Carga:

1. Capacidad de arrastre.- Capacidad técnica máxima del camión o remolcador para poder transportar la carga, su propio peso y el peso del (los) remolque(s) o semirremolque(s). Es determinada por el fabricante.

2. Capacidad de carga (carga útil).- Carga máxima que puede transportar un vehículo (personas y/o mercancías) sin que exceda el Peso Bruto Vehicular indicado por el fabricante.

3. Capacidad de carga legal (carga útil legal).- Carga máxima que puede transportar un vehículo (personas y/o mercancías) en función de su tara y de los límites previstos en el presente Reglamento.

4. Peso Bruto Vehicular (PBV).- Peso total del vehículo determinado por el fabricante, que incluye la tara de vehículo más la capacidad de carga.

5. Peso Bruto Vehicular Legal (PBVL).- Peso total del vehículo de acuerdo a lo establecido en el reglamento y según su configuración. Incluye la tara del vehículo más la capacidad de carga legal.

6. Peso Bruto Vehicular Combinado (PBVC).- Peso bruto vehicular de la combinación camión o remolcador más remolque(s) y/o semirremolque(s).

7. Peso Bruto Vehicular Combinado Legal (PBVCL).- Peso bruto vehicular de la combinación camión o remolcador mas remolque(s) y/o semirremolque(s), de acuerdo a lo establecido en el reglamento según su configuración vehicular.

8. Peso máximo por eje(s).- Es la carga máxima por eje o conjunto de ejes determinado por el fabricante.

9. Peso máximo por eje(s) legal.- Carga máxima por eje o conjunto de ejes permitido por el presente Reglamento.

10. Peso neto.- Peso en vacío del vehículo determinado por el fabricante.

11. Peso por eje(s).- Es la carga transmitida al pavimento por los ejes o conjunto de ejes de un vehículo.

12. Tara.- Peso neto del vehículo en orden de marcha sin carga ni pasajeros más el peso del 90% de la capacidad del tanque(s) de combustible, 100% de otros fluidos, herramientas, rueda(s) de repuesto y conductor (70 kg).

(...).

37).- Relación potencia / peso bruto vehicular.- Potencia del motor en kW entre el peso bruto vehicular en toneladas.

38).- Remolcador (tracto remolcador), Vehículo automotor de la Categoría N2 ó N3 diseñado exclusivamente para halar semirremolques y soportar parte de la carga total que le transmite el semirremolque a través de la quinta rueda.

(...)

53). Vehículo:

(...)

5. Vehículo especial.- Son aquellos autopropulsados o remolcados, incluyendo sus combinaciones, que, por sus características particulares de diseño y en función a estar destinados a realizar obras o servicios determinados, no cumplen con las disposiciones de pesos, medidas, emisiones u otras establecidas en el Reglamento.

No se consideran vehículos especiales a las máquinas y equipos diseñados y fabricados exclusivamente para el uso fuera del SNTT, en la industria de la construcción, minería y agricultura (máquinas amarillas y máquinas verdes).

Las combinaciones especiales consignadas en el Anexo I: Clasificación Vehicular, que cumplen con las disposiciones de pesos, medidas, emisiones u otras establecidas en el presente reglamento no se consideran vehículos especiales.

(...)"

"ANEXO IV: PESOS Y MEDIDAS

(...)

3. TOLERANCIA DEL PESAJE DINAMICO

La tolerancia para el peso por eje o conjunto de ejes determinado en el pesaje dinámico será del 5% conforme a lo dispuesto en la presente tabla.

Eje (s)	Neumáticos	Capacidad máxima Permitida en kg.	Tolerancia
Simple	2	7,000	350 kg
Simple	04	11,000	550 kg
Doble	04	12,000	600 kg
Doble	06	16,000	800 kg
Doble	08	18,000	900 kg
Triple	06	16,000	800 kg
Triple	10	23,000	1150 kg
Triple	12	25,000	1250 kg

La tolerancia para el peso bruto vehicular legal simple o combinado determinado en el pesaje dinámico será de 3%. Excedida la tolerancia se aplican las multas.

(.....).

5. SUSPENSIONES NEUMÁTICAS Y NEUMÁTICOS EXTRA ANCHOS (SUPER SINGLE)

5.1 Los vehículos equipados con suspensión neumática tendrán una bonificación de hasta el 10% sobre los pesos máximos por eje o conjunto de ejes establecidos en el presente reglamento; así como una bonificación de hasta el 5% sobre el peso bruto vehicular máximo permitido, siempre que la suspensión de todos sus ejes o conjuntos de ejes sea neumática, con excepción del eje delantero para el caso de vehículos de transporte de mercancías, en cuyo caso la bonificación sobre los pesos máximos por eje se otorgará únicamente a los ejes que cuentan con dicha suspensión.

5.2 A los vehículos dotados con neumáticos extra anchos (medida igual o mayor de 385/65) les corresponderá como máximo los pesos máximos por eje o conjunto de ejes establecidos en el presente reglamento para rodada doble.

5.3 Los vehículos de la categoría M3 que cuenten con suspensión neumática en todos sus ejes y neumáticos extra anchos (medida igual o mayor de 385/65) en el eje delantero, podrán tener un peso máximo de 8 t. en el eje delantero.

5.4 En el caso que el vehículo cuente con suspensión neumática y con neumáticos extra anchos, la bonificación total sobre el peso bruto vehicular será de hasta el 10%.

5.5 Para que un vehículo automotor sea beneficiado con las bonificaciones contenidas en los numerales precedentes, el transportista deberá acreditar, con el correspondiente certificado emitido por el fabricante del mismo o por su representante autorizado en el Perú, que dicho vehículo cuenta con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos. En el caso de vehículos no motorizados, dicho certificado será emitido por alguna Entidad Certificadora autorizada por la DGCT para tal efecto.

5.6 El certificado antes citado, deberá especificar asimismo los límites máximos de las bonificaciones sin exceder lo estipulado en el presente numeral, en función de las capacidades máximas de diseño de la suspensión, ejes y neumáticos.

5.7 La autoridad competente designada por el Ministerio para realizar el control de pesos y medidas, evaluará el certificado antes citado y expedirá el permiso correspondiente de acuerdo al procedimiento que para dicho efecto se establezca,

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 058-2003-MTC, se aprobó el Reglamento Nacional de Vehículos, modificado por los Decretos Supremos Nros. 005-2004-MTC, 014-2004-MTC, 035-2004-MTC, 002-2005-MTC, 017-2005-MTC, 008-2006-MTC y 012-2006-MTC, el mismo que tiene como objeto establecer los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, se registren, transiten, operen y se retiren del sistema nacional de transporte terrestre; ve

Que, el numeral 5 del Anexo IV "Pesos y Medidas" del citado Reglamento, prevé el otorgamiento de bonificaciones en el peso por eje o conjunto de ejes y en el peso bruto vehicular a favor de los vehículos equipados con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos, a cuyo efecto el transportista debe acreditar, con el correspondiente certificado, que dicho vehículo cuenta con dichos mecanismos tecnológicos, correspondiendo a la autoridad competente designada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para realizar el control de pesos y medidas, evaluar el certificado antes citado y expedir el permiso correspondiente, de acuerdo al procedimiento que para dicho efecto se establezca; ve

Que, la Vigésimo Cuarta Disposición Complementaria del mismo Reglamento establece que corresponde al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Circulación Terrestre, expedir las normas complementarias que sean necesarias para su implementación; ve

Que, en consecuencia, resulta necesario aprobar la directiva que regule los requisitos y procedimiento para el otorgamiento de bonificaciones para los vehículos con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos; ve

De conformidad con la Ley N° 27791, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre; y el Reglamento Nacional de Vehículos. ve

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar la Directiva N° 01-2006MTC/15 "Requisitos y Procedimiento para el otorgamiento de Bonificaciones para los Vehículos con Suspensión Neumática y/o Neumáticos Extra Anchos", la misma que forma parte integrante de la presente Resolución Directoral. ve

Artículo 2°.- Aprobar los formatos de Certificado de Bonificación y de Permiso de Bonificaciones que, como Anexos I y II, respectivamente, forman parte de la Directiva.

Artículo 3°.- La presente Resolución Directoral entrará en vigencia a los quince (15) días calendario siguientes a la fecha su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Regístrese, publíquese y cúmplase. ve

PATRICK P. ALLEMANT F.
Director General
Dirección General de Circulación Terrestre

DIRECTIVA N° 001-2006-MTC/15

**REQUISITOS Y PROCEDIMIENTO PARA
EL OTORGAMIENTO DE BONIFICACIONES
PARA LOS VEHÍCULOS CON SUSPENSIÓN
NEUMÁTICA Y/O NEUMÁTICOS
EXTRA ANCHOS** ve

1. OBJETIVO

1.1. Normar los requisitos y el procedimiento para el otorgamiento de permisos de bonificaciones dispuestas a favor de los vehículos con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos, conforme a lo establecido en el numeral 5 del Anexo IV del Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003-MTC y modificado por los Decretos Supremos Nros. 005-2004-MTC, 014-2004-MTC, 035-2004-MTC, 002-2005-MTC, 012-2005-MTC, 017-2005-MTC, 008-2006-MTC y 012-2006-MTC.

1.2. Promover la utilización de mecanismos tecnológicos modernos, como la suspensión neumática

**Aprueban Directiva "Requisitos y
Procedimiento para el otorgamiento de
Bonificaciones para los Vehículos con
Suspensión Neumática y/o Neumáticos
Extra Anchos"**

RESOLUCIÓN DIRECTORAL
N° 3336-2006-MTC/15

Lima, 2 de junio de 2006

y los neumáticos extra anchos, que reduzcan los impactos sobre la infraestructura vial que originan los pesos vehiculares, a efectos de conservar y preservar las vías públicas terrestres.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y ALCANCE

La presente Directiva es de aplicación en todo el territorio de la República y alcanza a los usuarios de la infraestructura vial que cuenten con vehículos provistos de suspensión neumática y/o neumáticos extra-anchos, cuando éstos circulan por las redes viales nacional y departamental.

3. BASE LEGAL

3.1. Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre.

3.2. Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y sus modificatorias.

3.3. Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003-MTC, modificado por los Decretos Supremos Nros. 005-2004-MTC, 014-2004-MTC, 035-2004-MTC, 002-2005-MTC, 012-2005-MTC, 017-2005-MTC, 008-2006-MTC y 012-2006-MTC.

3.4. Decreto Supremo N° 033-2002-MTC, que crea el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - PROVIAS NACIONAL.

3.5. Resolución Directoral N° 103-2005-MTC/20, Aprueba el Texto Único Ordenado del Reglamento de Organización y Funciones de PROVIAS NACIONAL.

3.6. Resolución Directoral N° 157-2005-MTC/20, que designa a los funcionarios de PROVIAS NACIONAL que se encargarán de la fiscalización del cumplimiento de los pesos y medidas vehiculares.

3.7. Resolución Directoral N° 193-2005-MTC/20 que aprueba el Manual de Instrucciones para los Inspectores Nacionales y de Campo para la detección de infracciones en aplicación del Reglamento Nacional de Vehículos.

4. AUTORIDAD COMPETENTE

4.1. PROVIAS NACIONAL, a través de la Gerencia de Operaciones, es la entidad designada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para emitir los permisos de bonificaciones a los vehículos que circulan por las vías públicas terrestres y que cuenten con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos, así como de procesar y consolidar la información consignada en los citados permisos a efectos de actualizar el Registro Nacional de Vehículos con Bonificaciones, el mismo que contendrá los datos relativos a los vehículos y los permisos otorgados, todo ello con arreglo a los requisitos establecidos en la presente Directiva.

4.2. El control y fiscalización estará a cargo de los inspectores de campo e inspectores nacionales designados mediante Resolución Directoral, la misma que está publicada en la página web de PROVIAS NACIONAL (www.proviasnac.gob.pe), así como también de los inspectores que para tal efecto designe el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

5. LÍMITES MÁXIMOS DE BONIFICACIONES

5.1. Los vehículos equipados con suspensión neumática, incluyendo las combinaciones vehiculares (camión mas remolque y/o tracto mas semiremolques), tendrán una bonificación de hasta el 10% sobre los pesos máximos por eje o conjunto de ejes establecidos en el Reglamento Nacional de Vehículos, así como una bonificación de hasta el 5% sobre el peso bruto vehicular máximo permitido, siempre que la suspensión de todos sus ejes o conjuntos de ejes sea neumática, con excepción del eje o conjunto de ejes delantero para el caso de vehículos de transporte de mercancías, en cuyo caso la bonificación sobre el peso por eje o conjunto de ejes únicamente se otorgará respecto a los que cuentan con dicha suspensión, manteniéndose el derecho a gozar de bonificación sobre el peso bruto vehicular.

5.2. A los vehículos dotados con neumáticos extra anchos (medida igual o mayor de 385/65), les corresponderá como máximo los pesos máximos por eje o conjunto de ejes establecidos en el Reglamento Nacional de vehículos para rodada doble, siendo

aplicables dichas bonificaciones en tanto las capacidades bonificables no excedan la capacidad técnica del eje o conjunto de ejes.

5.3. Para el caso de vehículos o combinaciones vehiculares que cuenten simultáneamente con suspensión neumática y con neumáticos extra anchos, con excepción del eje delantero tratándose de vehículos de transporte de mercancías, la bonificación total sobre el peso bruto vehicular será de hasta el 10%.

5.4. Los vehículos de la categoría M₂ que cuenten con suspensión neumática en todos sus ejes o conjunto de ejes y neumáticos extra anchos (medida igual o mayor de 385/65) en el eje delantero, podrán tener un peso máximo de 8 toneladas en dicho eje.

6. CERTIFICADO DE BONIFICACIÓN

6.1. Para que un vehículo sea beneficiado con las bonificaciones contenidas en los numerales precedentes, el transportista deberá acreditar, con el correspondiente Certificado de Bonificación emitido por el fabricante del mismo o por su representante o distribuidor autorizado en el Perú, que dicho vehículo cuenta con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos. Alternativamente, dicha certificación podrá ser emitida por alguna entidad certificadora designada por la Dirección General de Circulación Terrestre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para emitir los Certificados de Conformidad y Operatividad.

6.2. El Certificado de Bonificación deberá especificar las capacidades máximas que, de acuerdo al diseño del fabricante, correspondan a la suspensión, eje o ejes propiamente dichos y a los neumáticos, determinación que se realizará por cada eje o conjunto de ejes del vehículo. Dicho certificado deberá contener, además, los datos de identificación del vehículo, así como la medida de los aros y de los neumáticos correspondientes, de acuerdo al formato contenido en el Anexo I de la presente resolución.

6.3. El Certificado de Bonificación tendrá una vigencia de dos (2) años, a contarse desde la fecha de su expedición.

7. REQUISITOS PARA SOLICITAR EL PERMISO DE BONIFICACIONES

Para que un vehículo con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos, sea beneficiado con las bonificaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, el transportista deberá presentar:

7.1. Solicitud de bonificaciones dirigida al Gerente de Operaciones de PROVIAS NACIONAL.

7.2. Certificado de Bonificación emitido de acuerdo al Anexo I. Tratándose de los vehículos con matrícula extranjera cuyo fabricante no tiene representante o distribuidor autorizado en el Perú, el certificado emitido deberá ser validado consularmente en el país de origen o deberá presentar uno expedido por alguna entidad certificadora designada por la Dirección General de Circulación Terrestre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

7.3. Copia simple de la Tarjeta de Propiedad del Vehículo.

7.4. Copia simple del documento de identidad del transportista en caso de ser persona natural o de su representante legal en caso de tratarse de persona jurídica.

7.5. Para el caso de vehículos de transporte con matrícula extranjera, el representante legal de la empresa en el Perú deberá presentar, adicionalmente a los requisitos antes exigidos, los documentos oficiales que acrediten la autorización del transportista y/o la habilitación del vehículo, conforme a los acuerdos o convenios internacionales sobre transporte terrestre suscritos por el Perú.

8. PROCEDIMIENTO

8.1. La solicitud para el otorgamiento de las bonificaciones se presentará en la Mesa de Partes de la sede central de PROVIAS NACIONAL o en la Mesa de Partes de las Unidades Zonales de PROVIAS NACIONAL, a fin de que sean evaluadas por la Gerencia de Operaciones de esta dependencia.

8.2. En caso de observación de la solicitud por la falta de un requisito formal, será de aplicación la Ley N° 27444,

Ley del Procedimiento Administrativo General.

8.3. La documentación será evaluada por la Unidad de Pesos y Medidas Vehiculares y aprobada por la Gerencia de Operaciones, la misma que emitirá el permiso de bonificaciones correspondiente en un plazo máximo de quince (15) días hábiles de presentada la solicitud.

8.4. En caso de ser denegada la solicitud de bonificaciones, el transportista podrá interponer los recursos administrativos a que se refiere el artículo 207^o y siguientes de la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N° 27444, en el plazo que dicha norma señala, siendo la Gerencia de Operaciones la primera instancia administrativa y la Dirección Ejecutiva del PROVIAS NACIONAL la segunda instancia administrativa.

9. PERMISO DE BONIFICACIONES

9.1. PROVIAS NACIONAL, a través de la Gerencia de Operaciones, evaluará el Certificado de Bonificación y expedirá el permiso de bonificaciones correspondiente de acuerdo al formato contenido en el Anexo II, según se trate de vehículo simple o combinación vehicular, respectivamente, estableciendo en el mismo las bonificaciones en kilogramos por eje o conjunto de ejes que corresponda al vehículo, así como la bonificación en el peso bruto vehicular, sin exceder los límites máximos estipulados en el numeral 5, según sea el caso.

9.2. La bonificación por cada eje o conjunto de ejes es la diferencia existente entre el peso máximo por eje (s) legal permitido por el Reglamento Nacional de Vehículos y el menor valor resultante entre las capacidades máximas que, de acuerdo al diseño del fabricante, correspondan a la suspensión, eje o ejes propiamente dichos y neumáticos del vehículo, los mismos que deben estar consignados en el Certificado de Bonificación. En caso que este resultado exceda los límites máximos establecidos en el numeral 5, la bonificación se reducirá a dichos límites.

9.3. Cuando la suma total de las bonificaciones en kilogramos que corresponda otorgar a los pesos por eje o conjunto de ejes por uso de suspensiones neumáticas sea mayor al 5% del peso bruto vehicular máximo permitido para la configuración vehicular, la bonificación al peso bruto vehicular será el 5% de este valor expresado en kilogramos.

9.4. Cuando la suma total de las bonificaciones en kilogramos que corresponda otorgar a los pesos por eje o conjunto de ejes por uso de suspensiones neumáticas sea menor o igual al 5% del peso bruto vehicular máximo permitido para la configuración vehicular, la bonificación al peso bruto vehicular será la suma de las bonificaciones parciales que corresponda otorgar a los pesos por eje o conjunto de ejes de la configuración vehicular expresado en kilogramos.

9.5. Cuando la suma total de las bonificaciones en kilogramos que corresponda otorgar a los pesos por eje o conjunto de ejes por uso de suspensiones neumáticas con neumáticos extra anchos sea mayor al 10% del peso bruto vehicular máximo permitido para la configuración vehicular, la bonificación al peso bruto vehicular será el 10% de este valor expresado en kilogramos.

9.6. Cuando la suma total de las bonificaciones en kilogramos que corresponda otorgar a los pesos por eje o conjunto de ejes por uso de suspensiones neumáticas con neumáticos extra anchos sea menor o igual al 10% del peso bruto vehicular máximo permitido para la configuración vehicular, la bonificación al peso bruto vehicular será la suma de las bonificaciones parciales que corresponda otorgar a los pesos por eje o conjunto de ejes de la configuración vehicular expresado en kilogramos.

9.7. El permiso de bonificaciones tendrá una vigencia indefinida mientras el vehículo no sufra modificaciones o alteraciones de las características o capacidades originales que motivaron su otorgamiento. A este efecto, el certificado de bonificación deberá ser actualizado cada dos (2) años calendario. Si el día de la actualización es inhábil, se entenderá prorrogado al primer día hábil siguiente.

10. REGISTRO DE VEHÍCULOS BENEFICIADOS CON BONIFICACIONES

10.1. Créase el REGISTRO NACIONAL DE VEHÍCULOS CON BONIFICACIONES para aquellos

vehículos que cuenten con suspensiones neumáticas o suspensiones neumáticas con neumáticos extra-anchos, cuya actualización, custodia y acervo documental estará a cargo de la Unidad de Pesos y Medidas de la Gerencia de Operaciones de PROVIAS NACIONAL.

10.2. Otorgado el permiso de bonificaciones, éste será inscrito de oficio en el Registro Nacional de Vehículos con Bonificaciones, al mismo que podrá acceder cualquier persona interesada, previo pago de los derechos correspondientes.

10.3. El Registro a que se refiere el párrafo anterior estará conformado por una base de datos informática, cuyo software contendrá los vehículos que cuenten con el permiso de bonificaciones por uso de suspensiones neumáticas o suspensiones neumáticas con neumáticos extra-anchos.

11. CONCLUSIÓN DEL PERMISO

El permiso de bonificaciones concluye y, por tanto, se pierde el beneficio correspondiente, por las siguientes causales:

11.1. Declaración de nulidad del permiso de bonificaciones por cualquiera de las causales establecidas en la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N° 27444.

11.2. Modificación o alteración de las características o capacidades del vehículo que dieron mérito a su otorgamiento detectada por el inspector de campo de PROVIAS NACIONAL.

11.3. Por cancelación de la inscripción del vehículo en el Registro de la Propiedad Vehicular en caso de vehículos con matrícula nacional.

11.4. Por incumplir con la actualización del Certificado de Bonificación en el plazo que establece esta Directiva.

11.5. Por renuncia del transportista al permiso de bonificaciones.

12. CONTROL DE LAS BONIFICACIONES

12.1. El control de los vehículos con permiso de bonificaciones por el uso de suspensiones neumáticas o suspensiones neumáticas con neumáticos extra-anchos se realizará en las estaciones y unidades móviles de pesaje y estará a cargo de los inspectores designados por PROVIAS NACIONAL y/o por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Para acreditar el derecho a la bonificación, el transportista deberá presentar el original del permiso de bonificaciones o una copia de éste fedateada por el fedatario del Ministerio de Transportes y Comunicaciones o el de PROVIAS NACIONAL, debiendo el inspector verificar su autenticidad y vigencia.

12.2. El transportista que presente documentación fraudulenta o adulterada con el propósito de obtener un beneficio indebido de bonificación por el uso de suspensión neumática o neumáticos extra-anchos, será sancionado de acuerdo a lo establecido por la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N° 27444.

12.3. Los vehículos que, pese a contar con permiso de bonificaciones por el uso de suspensiones neumáticas o suspensiones neumáticas con neumáticos extra-anchos, incurran en exceso en los pesos vehiculares, serán sancionados de conformidad con el numeral 7 del Anexo IV del Reglamento Nacional de Vehículos.

12.4. En los casos en que el inspector de campo detecte que se han modificado o alterado las características o capacidades del vehículo que motivaron el otorgamiento del permiso de bonificaciones, éste deberá decomisar dicho documento y dar cuenta a la Gerencia de Operaciones de PROVIAS NACIONAL para la cancelación de la inscripción del permiso en el Registro correspondiente.

13. DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA

Los vehículos que no cuenten con suspensión neumática original de fábrica y/o neumáticos extra anchos, podrán ser modificados para el uso de dichos mecanismos de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 28° del Reglamento Nacional de Vehículos.

ANEXO I

(Datos del fabricante del vehículo, representante o distribuidor autorizado en el Perú o Entidad Certificadora)
(Dirección, teléfono, fax, etc.)

CERTIFICADO DE BONIFICACIÓN
N° :

.....(Consignar nombre o razón o denominación social de fabricante del vehículo, representante autorizado en el Perú o Entidad Certificadora)

CERTIFICA:

Que el vehículo de Placa Única Nacional de Rodaje N° y con las siguientes características registrables:

1	Categoría	5	VIN / N° de Serie
2	Marca	6	N° de Motor
3	Modelo	7	N° ejes
4	Año de fabricación	8	N° ruedas

Tiene las siguientes capacidades en sus ejes o conjunto de ejes, de acuerdo a las especificaciones del fabricante:

	Tipo de suspensión (1)	Capacidad del eje o ejes propiamente dichos (kg)	Capacidad de la suspensión o conjunto de suspensiones (kg)	Capacidad de los neumáticos (kg) (especificar medida del aro y de los neumáticos)	Clase de neumático (2)
Eje(s) delantero(s) (3)					
Primer conjunto de ejes posteriores					
Segundo conjunto de ejes posteriores					
Tercer conjunto de ejes posteriores					

- (1) Indicar si es mecánica o neumática.
(2) Indicar si es convencional o extra ancho
(3) No aplica para semiremolques.

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....

Se expide el presente certificado en la ciudad de.....a los.....del mes de.....del 20.....

.....
(Firma y sello del Representante legal del fabricante del vehículo, su representante o distribuidor autorizado en el Perú o del responsable acreditado de la Entidad Certificadora)

ANEXO II

PROVIAS NACIONAL-GERENCIA DE OPERACIONES

PERMISO DE BONIFICACIONES

Resolución de Gerencia N° :,
Lima, (consignar fecha de expedición)

VISTOS:

La solicitud de permiso de bonificaciones con Registro N° presentada por respecto al vehículo o combinación vehicular de la configuración , con las siguientes características registrables:

I). VEHICULO MOTORIZADO		5	Año de fabricación	
1	Placa	6	VIN / N° de Serie	
2	Categoría	7	N° Motor	
3	Marca	8	N° ejes	
4	Modelo	9	N° ruedas	

II). VEHICULO REMOLCADO DELANTERO		III). VEHICULO REMOLCADO POSTERIOR	
1	Placa	1	Placa
2	Categoría	2	Categoría
3	Marca	3	Marca
4	Modelo	4	Modelo
5	VIN / N° de Serie	5	VIN / N° de Serie
6	N° ejes	6	N° ejes
7	N° ruedas	7	N° ruedas

(Los cuadros II y III deberán ser llenados cuando se trate de una combinación vehicular)

CONSIDERANDO:

Que, el vehículo o combinación vehicular antes referido cumple con las condiciones establecidas en el numeral 5 del Anexo IV "Pesos y Medidas" del Reglamento Nacional de Vehículos para gozar del beneficio de bonificación por el uso de suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos e, igualmente, se ha cumplido con presentar los requisitos documentales establecidos en la Directiva N° 001-2006-MTC/15, habiéndose adjuntado l(os) Certificado (s) de Bonificación N° (s) yemitidos por, en los que se consigna las capacidades técnicas de la suspensión, eje o ejes propiamente dichos y de los neumáticos, respecto a cada eje o conjunto de ejes del vehículo.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Otorgar permiso de bonificaciones por el uso suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos al vehículo o combinación vehicular a que se refiere la parte expositiva de la presente resolución, conforme al cuadro que sigue:

Ejes o conjunto de ejes	Tipo de suspensión (1)	Capacidades especificadas por el fabricante			Bonificación Clase de neumático (3)	Peso otorgada para el eje o conjunto de ejes (kg)	Bonificación máximo por eje o conjunto de ejes con bonificación (kg)	Peso bruto otorgada al peso bruto vehicular (kg)	vehicular con bonificación (kg)
		Eje o conjunto de ejes (kg)	Suspensión o conjunto de suspensiones (kg)	Neumáticos (kg) (2)					
Delantero(s)									
Posteriores	1°								
	2°								
	3°								
	4°								

(1) Indicar si es mecánica o neumática.

(2) Indicar medida del aro y de los neumáticos.

(3) Indicar si es convencional o extra ancho.

Artículo 2°.- Regístrese el vehículo o combinación vehicular, así como las bonificaciones otorgadas, en el Registro Nacional de Vehículos con Bonificaciones.

Comuníquese y cúmplase.



Anexo 1: Formato de Inspección

REGISTRO DE INSPECCION DEL SISTEMA SUSPENSION

CHECK LIST

FECHA 28 de AGOSTO del 2018

Placa de Rodaje Remolque: <u>A7B-980</u>	Conductor: _____
Km Remolque: <u>380,730</u>	Fecha: <u>28-08-18</u>

NOTA: MARQUE "X" SI SE ENCUENTRA DEFECTUOSO Y ESCRIBA LA FALLA

COMPONENTE	"X"	OBSERVACIÓN
1. Revisión de Mangueras	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>MANGUERA AIRE RAJADA 2do EJE (RESERVA)</u>
2. Revisión de fuelles(bolsa de aire)	<input type="checkbox"/>	
3. Revisión de cañerías	<input type="checkbox"/>	
4. Revisión de acoples, reductores	<input type="checkbox"/>	
5. Revisión de presión de aire	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>COMPLETAR PRESION AIRE #13-14-19-20</u>
6. Revisión de válvula de aire principal	<input type="checkbox"/>	
7. Revisión de válvula de aire desfogue	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>CAMBIO VALVULA (FUGA AIRE)</u>
8. Revisión de válvula de bolsas de aire	<input type="checkbox"/>	
9. Revisión de soportes de suspensión	<input type="checkbox"/>	
10. Revisión de Rajaduras de soporte	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>SOLDAR RAJADURA PUNTO #10039</u>

OTROS

1. Revisión de Neumático Balón	<input type="checkbox"/>	
2. Revisión de Aros	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>POSICION #14 RAJADO REVISION</u>
3. Revisión de Cortes, Averías	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>POSICION 11 CAMBIO NEUMATICO</u>

DIBUJO NEUMATICO

FECHA 02-9-18
SALUDAD
KM 380,730



Anexo 2: Ficha técnica

FICHA TÉCNICA DE REPUESTOS DE SUSPENSION NEUMATICA

FECHA, 28 de AGOSTO del 2018

Placa de Rodaje Remolque: <u>A7D-980</u>	Conductor: <u>MECANICO: MARCO JARRO</u>
Km Remolque: <u>380, ¥30</u>	Fecha: <u>28-08-18</u>

NOTA: MARQUE "X" SI SE ENCUENTRA DEFECTUOSO

1. Mangueras	De lona	<input type="checkbox"/>	
	Jebe	<input type="checkbox"/>	
	Gaicho	<input checked="" type="checkbox"/>	2 ^{do} eje
2. Válvulas de Aire Principal	Aluminio	<input type="checkbox"/>	
	Bronce	<input type="checkbox"/>	
	Fierro	<input type="checkbox"/>	
3. Válvulas de Aire Desfogue	Aluminio	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Bronce	<input type="checkbox"/>	
	Fierro	<input type="checkbox"/>	
4. Fuelles bolsas de Aire	Original	<input type="checkbox"/>	
	Alternativo	<input type="checkbox"/>	
	Convencional	<input type="checkbox"/>	
5. Regulador bolsas de Aire	Original	<input type="checkbox"/>	
	Alternativo	<input type="checkbox"/>	
	Convencional	<input type="checkbox"/>	
6. Neumáticos	Nacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Marca <u>MICHELIN</u>
	Chinos	<input type="checkbox"/>	Marca <u>(CONTE)</u>
	Coreanos	<input type="checkbox"/>	Marca
7. Aros	Aluminio	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>OBSERVACION</u>
	Fierro	<input type="checkbox"/>	
8. Regulador de Altura	Original	<input type="checkbox"/>	
	Alternativo	<input type="checkbox"/>	

Anexo 3: Análisis Documentario.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS										
Placa Equipo	Código	Fecha	N° Orden de trabajo	Sistema	Componente	Cantidad	Tipo de trabajo	Hora de falla	horas hombre	Costo de H.H en \$\$
AFA-989		02-07-18	008-1230	SOLDADURA	BASE DE AMORTIGUADOR	02	SOLDAR	3h	1h	5.00
A7B-980		02-07-18	008-1231	Aire	Ruedas	06	Relleno Aire	30 minutos	30 minutos	2.50
A7B-981		05-07-18	008-1232	FRENO	PULMON FRENO	01	CAMBIO	1h	1h	5.00
A7B-982		06-07-18	008-1233	Suspension	AMORTIGUADOR	02	CAMBIO	30 minutos	30 minutos	2.50
A7B-983		08-07-18	008-1234	Electrico	foco	04	CAMBIO	1h	1h	5.00
T2L-991		10-07-18	008-1235	MANTENI	Bocanosa	06	MANTENIMIENTO	8h	8h	40.00
T2L-992		11-07-18	008-1235	Rueda	Rueda	01	CAMBIO	1h	1h	5.00
T2L-997		11-07-18	008-1235	SOLDADURA	BASE PULMON	02	SOLDAR	1h	1h	5.00
AFA-989		12-07-18	008-1230	Electrico	FARO LUZES	02	ELECTRICO	1h	1h	5.00
A7B-980		08-07-18	008-1232	VANES	VALVULAS	01	CAMBIO	2h	2h	10.00

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS



ACTA DE SUSTENTACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: "**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN RÍGIDA Y NEUMÁTICA EN SEMIREMOLQUE PARA REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA PAKATNAMU S.A.C.**", del bachiller:

RODRIGUEZ ORDOÑEZ, CARLOS ALONSO

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 15 de julio del 2019


.....
Firma
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
16728343

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Rosario Dora Casas Auyas identificado con DNI N° 16695059 egresada de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN RÍGIDA Y NEUMÁTICA EN SEMIREMOLOQUE PARA REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA PAROTYANU SAC"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 16695059

FECHA: 31 de JULIO del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. de Ingeniería Mecánica Eléctrica

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Carlos Alonso Rodríguez Orozco

INFORME TITULADO:

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN RÍGIDA Y PNEUMÁTICA EN SEMI-REMOLQUE PARA REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA PAKATNAMU S.A.C.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Eléctrico

SUSTENTADO EN FECHA: *05 Julio 2019*

NOTA O MENCIÓN:

Aprobado por Mayoria.



[Firma]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN