



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Diseño, construcción e instalación de una mesa de vibración
para verificación del funcionamiento de suspensiones de
vehículos, en el taller de Ingeniería Automotriz, de la
Universidad Tecnológica Equinoccial.**

TRABAJO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: PABLO RAMIRO LÓPEZ SÁNCHEZ

DIRECTOR: ING. SIMON HIDALGO

Quito, Julio, 2013

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **Pablo Ramiro López Sánchez**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Pablo Ramiro López Sánchez
C.I. 1711924900

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño, construcción e instalación de una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos, en el taller de Ingeniería Automotriz, de la Universidad Tecnológica Equinoccial.**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Pablo Ramiro López Sánchez**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Simón Hidalgo
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I 1707805642

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1.DEFINICIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.4.CONTEXTUALIZACIÓN | 3 |
| 1.4.1.CONTEXTUALIZACIÓN MACRO | 3 |
| 1.4.2.CONTEXTUALIZACIÓN MEZO | 3 |
| 1.4.3.CONTEXTUALIZACION MICRO | 4 |
| 1.5.PROGNOSIS..... | 4 |
| 1.6.JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 1.7.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 6 |
| 1.7.1.OBJETIVO GENERAL | 6 |
| 1.7.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 7 |
| 1.8.MARCO REFERENCIAL | 7 |
| 1.8.1.MARCO TEÓRICO | 7 |
| 1.8.2 MARCO CONCEPTUAL | 9 |
| 1.8.2.1.Prácticas pre-profesionales..... | 9 |
| 1.8.2.2.Suspensión..... | 9 |
| 1.8.2.3.Mesa de Vibración. | 9 |
| 1.8.2.4.Eje | 10 |
| 1.8.2.5.Excéntrica..... | 10 |
| 1.9.HIPÓTESIS | 10 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO II | 11 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 11 |
| 2.1.DEFINICIÓN DE SUSPENSIÓN..... | 11 |
| 2.1.1.Componentes de la suspensión..... | 16 |
| 2.1.1.1. Ballestas | 17 |
| 2.1.1.2. Resortes | 20 |
| 2.1.1.3. Barra de torsión | 23 |
| 2.1.1.4. Barras estabilizadoras | 24 |
| 2.1.1.5. Cojinetes elásticos | 27 |
| 2.1.1.6. Rótulas | 27 |
| 2.1.1.7. Mangueta y buje | 29 |
| 2.1.1.8. Trapecios o brazos de suspensión..... | 30 |
| 2.1.1.9. Topes de suspensión..... | 31 |
| 2.1.1.10. Amortiguadores | 32 |
| 2.1.1.10.1. Amortiguadores hidráulicos convencionales | 33 |
| 2.1.1.10.2. Amortiguadores a gas | 35 |
| 2.1.1.10.3. Amortiguadores de gas no regulables | 37 |
| 2.1.1.10.4. Amortiguadores de gas regulables..... | 37 |
| 2.1.2. Modelos de suspensión mecánica | 37 |
| 2.1.2.1. Suspensiones rígidas..... | 40 |
| 2.1.2.2. Suspensión semirrígida | 42 |
| 2.1.2.3. Suspensión con eje "De Dion" | 43 |
| 2.1.2.4. Eje torsional..... | 45 |
| 2.1.2.5. Suspensión independiente..... | 47 |
| 2.1.2.5.1. Suspensión de eje oscilante | 48 |
| 2.1.2.5.2. Suspensión de brazos tirados o arrastrados | 49 |

| | |
|---|------------|
| 2.1.2.5.3. Suspensión McPherson | 51 |
| 2.1.2.5.4. Suspensión de paralelogramo deformable | 53 |
| 2.1.2.5.5. Suspensiones Multibrazo o Multilink | 56 |
| 2.1.2.6. Suspensión Hidroneumática | 61 |
| 2.1.2.7. Suspensión neumática..... | 63 |
| 2.1.2.8. Suspensión neumática integral | 65 |
| 2.1.2.8.1. Componentes de la suspensión | 65 |
| CAPÍTULO III | 67 |
| 3. DISEÑO | 67 |
| 3.1 CONCEPTO DE ESFUERZO | 84 |
| 3.1.1. Plancha de asentamiento del neumático | 88 |
| 3.1.2. Tubos Rectangulares | 90 |
| 3.1.3. Eje principal y secundario..... | 91 |
| 3.1.4. Ballesta..... | 93 |
| 3.1.5. Chumaceras | 94 |
| 3.1.6. Motor | 97 |
| 3.1.7. Pernos | 98 |
| CAPÍTULO IV | 107 |
| 4. CONSTRUCCIÓN..... | 115 |
| 4.1. Plancha de asentamiento del neumático | 115 |
| 4.2. Tubos Rectangulares..... | 118 |
| 4.3. Eje principal y eje secundario | 122 |
| 4.4. Base de la ballesta | 123 |
| 4.4.1. Cilindro base de la ballesta..... | 123 |
| 4.4.2. Plancha base de ballesta | 126 |
| 4.5. Ballesta..... | 128 |

| | |
|--|------------|
| 4.6. Excéntrica y biela | 129 |
| 4.7. Chumaceras | 130 |
| 4.8. Armado general | 132 |
| 4.9. Pruebas | 136 |
| CAPÍTULO V | 140 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 140 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 140 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 141 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 145 |

ÍNDICES DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Elementos de suspensión | 11 |
| Figura 2. Amortiguación en el vehículo | 13 |
| Figura 3. Oscilaciones que se producen en el automóvil | 14 |
| Figura 4. Influencia de la dureza del espiral en las oscilaciones | 15 |
| Figura 5. Hojas de ballestas | 17 |
| Figura 6. Conjunto bastidor, eje y rueda | 18 |
| Figura 7. Ballesta por debajo del eje | 19 |
| Figura 8. Ballesta transversal | 19 |
| Figura 9. Resortes | 20 |
| Figura 10. Fuerzas en el espiral | 20 |
| Figura 11. Tipos de resortes | 21 |
| Figura 12. Resorte principal y auxiliar | 22 |
| Figura 13. Resorte sin carga y con carga | 22 |
| Figura 14. Barra de torsión | 23 |
| Figura 15. Barra de torsión longitudinal y transversal | 23 |
| Figura 16. Barra de torsión montaje mixto | 24 |
| Figura 17. Auto con y sin barra estabilizadora | 25 |
| Figura 18. Barra estabilizadora | 25 |
| Figura 19. Barra estabilizadora en suspensión | 26 |
| Figura 20. Conjunto suspensión barra estabilizadora | 26 |
| Figura 21. Barra estabilizadora y bujes | 27 |
| Figura 22. Rótula | 28 |
| Figura 23. Sustitución de rótula | 28 |
| Figura 24. Mangueta y buje | 29 |
| Figura 25. Mangueta, buje y disco | 30 |
| Figura 26. Brazos de suspensión | 31 |
| Figura 27. Amortiguador | 32 |
| Figura 28. Amortiguador bitubo y monotubo | 33 |
| Figura 29. Amortiguador hidráulico | 34 |
| Figura 30. Amortiguador en expansión y compresión | 35 |
| Figura 31. Amortiguador a gas | 36 |
| Figura 32. Suspensión rígida | 38 |
| Figura 33. Suspensión independiente | 39 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 34. Comparación suspensión rígida y suspensión independiente | 39 |
| Figura 35. Suspensión rígida posterior..... | 41 |
| Figura 36. Ballesta y eje posterior..... | 41 |
| Figura 37. Barra Panhard | 42 |
| Figura 38. Suspensión de Dion..... | 44 |
| Figura 39. Suspensión de Dion con ballestas | 44 |
| Figura 40. Suspensión posterior de Dion | 45 |
| Figura 41. Suspensión Semi-Independiente..... | 46 |
| Figura 42. Eje torcional..... | 47 |
| Figura 43. Suspensión de eje oscilante..... | 49 |
| Figura 44. Brazo arrastrado y semi-arrastrado | 50 |
| Figura 45. Suspensión Mc. Pherson | 51 |
| Figura 46. Partes suspensión Mc Pherson..... | 52 |
| Figura 47. Despiece de suspensión Mc. Pherson | 52 |
| Figura 48. Conjunto suspensión Mc. Pherson..... | 53 |
| Figura 49. Paralelogramo deformable..... | 54 |
| Figura 50. Partes suspensión de paralelogramo deformable | 55 |
| Figura 51. Vista paralelogramo deformable..... | 56 |
| Figura 52. Suspensión multibrazo delantera | 57 |
| Figura 53. Suspensión multibrazo posterior | 58 |
| Figura 54. Esquema suspensión multibrazo..... | 59 |
| Figura 55. Conjunto suspensión multibrazo | 59 |
| Figura 56. Suspensión delantera de cuatro brazos | 60 |
| Figura 57. Suspensión multibrazo posterior | 60 |
| Figura 58. Suspensión multibrazo de 5 brazos..... | 61 |
| Figura 59. Componentes suspensión hidroneumática | 62 |
| Figura 60. Funcionamiento corrector de altura | 62 |
| Figura 61. Suspensión neumática Audi A8 | 64 |
| Figura 62. Alimentación de aire | 66 |
| Figura 63. Primer boceto de la Mesa de Vibración | 69 |
| Figura 64. Primer boceto de la Mesa de Vibración. Vista interna..... | 69 |
| Figura 65. Primer boceto de la Mesa de Vibración en 3D..... | 70 |
| Figura 66. Primer boceto de la Mesa de Vibración en 3D abierto | 70 |
| Figura 67. Segundo de la Mesa de Vibración..... | 72 |
| Figura 68. Segundo boceto de la Mesa de Vibración en 3D | 73 |
| Figura 69. Segundo boceto de la Mesa de Vibración en 3D vista lateral | 73 |

| | |
|---|------------|
| Figura 70. Diseño final de la Mesa de Vibración vista inferior..... | 78 |
| Figura 71. Diseño final de la Mesa de Vibración, vista superior..... | 78 |
| Figura 72. Diseño final de la Mesa de Vibración, vista frontal..... | 79 |
| Figura 73. Diseño final de la Mesa de Vibración, vista posterior..... | 79 |
| Figura 74. Diseño final de la Mesa de Vibración, vista isométrica..... | 80 |
| Figura 75. Esfuerzo y deformación por flexión..... | 85 |
| Figura 76. Esfuerzo y deformación triaxial..... | 86 |
| Figura 77. Esfuerzo y deformación biaxial..... | 86 |
| Figura 78. Esfuerzo y deformación uniaxial..... | 87 |
| Figura 79. Esfuerzo y deformación por torsión..... | 87 |
| Figura 80. Esfuerzo y deformación combinados..... | 88 |
| Figura 81. Plancha de asentamiento del neumático, vista isométrica superior..... | 89 |
| Figura 82. Plancha de asentamiento del neumático, vista isométrica inferior..... | 90 |
| Figura 83. Tubos Rectangulares, vista isométrica..... | 91 |
| Figura 84. Tubo Rectangular principal, vista isométrica..... | 92 |
| Figura 85. Tubo Rectangular, vista isométrica..... | 93 |
| Figura 86. Ballesta..... | 94 |
| Figura 87. Chumacera de piso..... | 95 |
| Figura 88. Chumacera de pared..... | 96 |
| Figura 89. Pernos..... | 99 |
| Figura 90. Plancha de asentamiento del neumático terminada..... | 117 |
| Figura 91. Plancha de asentamiento del neumático, vista lateral..... | 117 |
| Figura 92. Perforaciones del Tubo Rectangular..... | 119 |
| Figura 93. Perforaciones en Tubo Rectangular principal..... | 119 |
| Figura 94. Unión entre Tubo Rectangular y eje secundario..... | 120 |
| Figura 95. Soldadura en unión entre el Tubo Rectangular..... | 120 |
| Figura 96. Soldadura entre el Tubo Rectangular y eje para chumaceras de pared..... | 121 |
| Figura 97. Eje para chumaceras de pared..... | 121 |
| Figura 98. Eje principal, chumaceras y base de ballesta..... | 122 |
| Figura 99. Refrentado y cilindrado de ejes..... | 125 |
| Figura 100. Cilindro de base de ballesta..... | 126 |
| Figura 101. Base de ballesta terminada y soldada a cilindro base..... | 127 |
| Figura 102. Base de ballesta soldada a eje principal..... | 127 |
| Figura 103. Perforaciones para pernos en ballesta..... | 128 |
| Figura 104. Ballesta terminada..... | 129 |
| Figura 105. Bases de excéntrica..... | 130 |

| | |
|---|------------|
| Figura 106. Rodamiento para excéntrica | 130 |
| Figura 107. Chumacera para eje principal | 131 |
| Figura 108. Chumaceras de pared | 131 |
| Figura 109. Chumacera unida a eje | 131 |
| Figura 110. Unión del Tubo Rectangular, eje principal, chumaceras y base de ballesta | 132 |
| Figura 111. Unión de Ballesta con bases hacia el eje | 132 |
| Figura 112. Fijación de ballesta hacia el eje principal..... | 133 |
| Figura 113. Unión de plancha de asentamiento del neumático..... | 133 |
| Figura 114. Vista posterior del ensamblaje | 134 |
| Figura 115. Vista Lateral de la Mesa de Vibración | 134 |
| Figura 116. Vista de plancha y tubos rectangulares | 135 |
| Figura 117. Estructura completa | 135 |
| Figura 118. Armado final | 136 |

ÍNDICES DE ANEXOS

| | |
|---|------------|
| Anexo 1. Plancha de asentamiento del neumático | 151 |
| Anexo 2. Tubos Rectangulares | 152 |
| Anexo 3. Eje principal | 153 |
| Anexo 4. Eje secundario..... | 154 |
| Anexo 5. Ballesta | 155 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|------------|
| Tabla 1. Tabla de pesos de los vehículos..... | 81 |
| Tabla 2. Tabla de pesos de los vehículos [Continua...] | 82 |
| Tabla 3. Tabla de pesos de los vehículos [Continua...] | 83 |
| Tabla 4 Características Chumacera (1 pulgada)..... | 96 |
| Tabla 5 Características Chumacera (2 pulgadas)..... | 97 |
| Tabla 6 Tipos de pernos y ajuste | 98 |
| Tabla 7 Composición Típica AISI 1020 | 100 |
| Tabla 8 Estirado en Frio AISI 1020..... | 101 |
| Tabla 9 Tratamiento térmico AISI 1020 | 101 |
| Tabla 10 Análisis Químico (%en peso)..... | 102 |
| Tabla 11 Análisis Químico Chronit 400 HB (%) | 104 |
| Tabla 12 Análisis Químico ASTM A517 (%) | 104 |
| Tabla 13 Propiedades Mecánicas Chronit 400 HB..... | 105 |
| Tabla 14 Características de último dígito Corriente Eléctrica | 107 |
| Tabla 15 Estudio de periodo de oscilación | 114 |
| Tabla 16 Composición Química Electrodo 6011..... | 116 |
| Tabla 17 Propiedades Químicas Electrodo 7018..... | 125 |

RESUMEN

El diseño, construcción e instalación de una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones en el taller de la facultad de ingeniería automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, se lo realiza basado en la necesidad de tener una mesa de vibración la misma que servirá para que los estudiantes puedan observar el funcionamiento del sistema de suspensión así como los componentes que conforman el mismo, aplicando los conceptos de suspensiones automotrices obtenidos a lo largo de la carrera, conjuntamente con la investigación, y su finalidad de cumplir los objetivos planteados en el proyecto, obteniendo como resultado un equipo altamente efectivo y funcional.

ABSTRACTT

The design, construction and installation of a vibration table to verify the function of the vehicle suspension for the workshop of automotive engineering of the faculty Equinoctial Technological University, Is made based on the need to take a tester who will serve for the students to observe the operation of the suspension system and the components of this system, applying the concepts of automotive suspensions obtained throughout the studies, along with research, and aims to meet the goals outlined in the project, resulting in a team highly effective and functional.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El diseño, construcción e instalación de una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones, se lo realiza por que personalmente pude observar y darme cuenta que los estudiantes aprendemos de mejor manera cuando realizamos una práctica de lo que hemos aprendido, mientras que cuando no se realizan prácticas o solamente se recibe un conocimiento teórico (fotografías), quedan muchos vacíos y dudas que en el momento de enfrentar a un problema en la vida real, se cometen errores que pudieron ser evitados si se hubiese realizado una explicación de la teoría conjuntamente con una mesa de vibración para suspensiones. Lo que se gana al realizar este tipo de prácticas, además de que el estudiante entienda y aprenda de mejor manera, es que la Universidad evita que sus estudiantes salgan a enfrentar problemas reales y que causen daños al sistema que está reparando, que no sepa cómo utilizar herramienta, que no sepa la forma de retirar algún componente de un sistema, entre otros problemas que le pueden suceder al estudiante, además de que la Universidad pierde prestigio cuando suceden este tipo de inconvenientes cuando sus estudiantes salen a cumplir las horas de práctica pre-profesionales; todo esto la Universidad lo puede impedir mediante esta mesa de vibración y ayudas didácticas.

Por otro lado, la mesa de vibración para verificación del funcionamiento de la suspensiones puede ser de gran ayuda en talleres de mecánica general, donde es necesario tener una herramienta que pueda ayudar al diagnóstico de daños, ya que en muchos casos no es fácil para el operario encontrar la falla o el problema que tiene el vehículo y utilizando la mesa de vibración

para verificación del funcionamiento de suspensiones, el operario podrá encontrar dichos fallos o problemas de una manera rápida y sencilla ya que podrá observar al sistema de suspensión del vehículo sin necesidad de que el auto tenga que salir a la calle ya que mesa de vibración realizará el movimiento simulando que el vehículo se encuentra en la calle.

1.1 DEFINICIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Diseño, construcción e instalación de una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos, en el taller de Ingeniería Automotriz, de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El no tener una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos en el taller de Ingeniería Automotriz, produce que los estudiantes no puedan aplicar sus conocimientos teóricos adquiridos en clase sobre el tema.

Los estudiantes por no aplicar sus conocimientos en el taller, son propensos a cometer errores al momento de realizar las prácticas pre-profesionales que exige la Universidad, para que los estudiantes puedan graduarse.

Los profesores de Ingeniería Automotriz al no tener ayudas didácticas para impartir sus conocimientos, producen que los mismos se limiten a ser

impartidos teóricamente y que los estudiantes no comprendan en su totalidad dichos conocimientos.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con la instalación de la mesa de vibración en el taller de ingeniería automotriz de la UTE, ¿se puede constatar el funcionamiento de suspensiones de vehículos?.

1.4 CONTEXTUALIZACIÓN

1.4.1 CONTEXTUALIZACIÓN MACRO

La carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial se beneficiará ya que sus estudiantes tendrán mejores conocimientos y mayor experiencia en cuanto a lo aprendido en clase, por lo que saldrán mejor preparados para sus prácticas pre-profesionales.

1.4.2 CONTEXTUALIZACIÓN MEZO

Los profesores de Ingeniería Automotriz de la UTE que necesiten de ayudas didácticas para sus clases, podrán utilizar la mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos, para que sus

estudiantes puedan comprender de mejor manera y a cabalidad los conocimientos que el profesor les está impartiendo, ya que en la mesa de vibración se podrán observar y verificar el funcionamiento de varios sistemas que tiene una suspensión.

1.4.3 CONTEXTUALIZACION MICRO

Los estudiantes de Ingeniería Automotriz podrán realizar prácticas en la mesa de vibración sobre los conocimientos teóricos que han aprendido en clase por lo que entenderán de mejor manera y ganaran experiencia la cual es necesaria al momento de realizar las prácticas pre-profesionales.

1.5 PROGNOSIS

En el caso de que la mesa de vibración para verificar el funcionamiento de suspensiones de vehículos no llegue a diseñarse, construirse e instalarse, los alumnos de la carrera de Ingeniería Automotriz no tendrán un conocimiento claro del funcionamiento de la suspensión de un vehículo así como sus partes y de la importancia de que el sistema de suspensión del vehículo se encuentre en correcto estado de funcionamiento para evitar accidentes o daños en el mismo sistema, por lo que el estudiante al momento de realizar sus prácticas pre-profesionales, va a tener muchas dudas y puede cometer errores costosos además de desprestigiar a la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial por no impartir los conocimientos adecuadamente.

Los profesores también necesitan de una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos para que sus estudiantes puedan entender de forma práctica los conocimientos que él imparte, y en el caso de que no se diseñe ni construya la mesa de vibración, el profesor tendrá que limitarse a enseñar a sus estudiantes mediante fotografías y dibujos los cuales no dejan muy claro al estudiante lo que el profesor quiere enseñar.

1.6 JUSTIFICACIÓN

El diseño, construcción e instalación de la mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos, se lo realiza por que personalmente pude observar y darme cuenta que los estudiantes aprendemos de mejor manera cuando realizamos una práctica de lo que hemos aprendido, mientras que cuando no se realizan prácticas o solamente se recibe un conocimiento teórico (fotografías), quedan muchos vacíos y dudas que en el momento de enfrentar a un problema en la vida real, se cometen errores que pudieron ser evitados si se hubiese realizado una explicación de la teoría conjuntamente con la mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos.

Lo que se gana al realizar este tipo de prácticas, además de que el estudiante entienda y aprenda de mejor manera, es que la Universidad evita que sus estudiantes salgan a enfrentar problemas reales ocasionando que el estudiante cause daños al sistema que está reparando, que no sepa cómo utilizar herramienta, que no sepa la forma de retirar algún componente

de un sistema, entre otros problemas que le pueden suceder al estudiante, además de que la Universidad pierde prestigio cuando suceden este tipo de inconvenientes cuando sus estudiantes salen a cumplir las horas de práctica pre-profesionales, y todo esto la Universidad lo puede impedir mediante la mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos y ayudas didácticas.

Por otro lado, la mesa de vibración puede ser de gran ayuda en talleres de mecánica general, donde es necesario tener una herramienta que pueda ayudar al diagnóstico de daños, ya que en muchos casos no es fácil para el operario encontrar la falla o el problema que tiene el vehículo y utilizando la mesa de vibración de suspensión, el operario podrá encontrar dichos fallos o problemas de una manera rápida y sencilla ya que podrá observar al sistema de suspensión del vehículo sin necesidad de que el auto tenga que salir a la calle ya que la mesa de vibración realizará el movimiento simulando que el vehículo se encuentra en la calle.

1.7 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir e instalar una mesa de vibración aplicando conocimientos adquiridos en la carrera para realizar la verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos, en el taller de ingeniería automotriz de la UTE.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño de una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos para poder usar en las prácticas dentro del taller de la Universidad para uso tanto de profesores como estudiantes.
- Fabricar la mesa de vibración siguiendo las características del diseño para mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante ayudas didácticas.
- Colocar estratégicamente la mesa de vibración en el taller de ingeniería automotriz de la UTE, para garantizar el perfecto funcionamiento.

1.8 MARCO REFERENCIAL

1.8.1 MARCO TEÓRICO

La Universidad Tecnológica Equinoccial, en la facultad de Ciencias de la Ingeniería, tiene la carrera de Ingeniería Automotriz, la cual ha ido creciendo en los últimos años y como toda carrera de la universidad, tiene requisitos que los estudiantes deben cumplir para poder obtener el título de Ingeniero (a) Automotriz, entre los cuales se encuentra la certificación de haber cumplido un mínimo de 720 horas de prácticas pre-profesionales para los alumnos que están matriculados a partir del 2008 y 1000 horas de prácticas pre-profesionales para los alumnos matriculados antes del mismo año y es por esta razón que la universidad trata de que sus estudiantes aprendan en las aulas de la mejor manera los conocimientos que los profesores imparten y es por eso que la universidad trata de tener un taller donde los estudiantes puedan realizar prácticas con sus profesores como guías para despejar

cualquier duda, y que de esta manera los estudiantes puedan enfrentar problemas reales de la mejor manera; para esto, la universidad tiene en el taller de Ingeniería Automotriz gran variedad de piezas y partes automotrices así como motores y sistemas de un vehículo, pero todos son solamente maquetas o sistemas y motores que no funcionan por lo que el estudiante no puede realizar una práctica adecuada y tampoco puede aclarar todas sus dudas que sí las aclararía si es que pudiera interactuar de mejor manera con una mesa vibratoria donde se vea el movimiento que tienen los componentes y su funcionamiento; es por esta razón que se quiere realizar una mesa de vibración para verificación del funcionamiento de suspensiones de vehículos y el funcionamiento de sus piezas o partes y despejar cualquier duda que tenga el estudiante.

Los profesores también se ven obligados a utilizar otro tipo instrumentos para poder enseñar a los alumnos y que estos puedan comprender, como fotografías, dibujos, animaciones en 3d, pero no son muy buenas para que el estudiante entienda como es debido y esto sucede por la falta de una mesa vibratoria como la que se está pensando diseñar y construir, donde el profesor tendrá la posibilidad de hacer que los estudiantes vean el funcionamiento de la suspensión de un vehículo y sus partes mediante el movimiento real de las mismas.

1.8.2 MARCO CONCEPTUAL

1.8.2.1 Prácticas pre-profesionales.

Son prácticas que los estudiantes deben realizar obligatoriamente en empresas, para adquirir conocimientos mediante la práctica y es un requisito para poder obtener el título de la carrera.

1.8.2.2 Suspensión.

La suspensión en un automóvil es el conjunto de piezas y elementos que están diseñados para absorber las irregularidades del terreno por donde circula el automóvil y brindar comodidad a los ocupantes del mismo. (MARTÍN, 2003)

1.8.2.3 Mesa de Vibración.

Es el lugar en donde se realizan vibraciones de un sistema para poder observar su funcionamiento y sus posibles fallas

1.8.2.4 Eje

El eje es un elemento mecánico el cual sirve para guiar el movimiento de rotación a una pieza o varias piezas; el eje puede girar o también puede ser fijo (GIANCOLI, 2006)

1.8.2.5 Excéntrica

La excentricidad se denomina a lo que está fuera de centro o que tiene un centro diferente. (GIANCOLI, 2006)

1.9 HIPÓTESIS

Si existiera mayor cantidad de ayudas didácticas como la mesa vibratoria, en el taller de Ingeniería Automotriz, los estudiantes podrían entender mejor las clases recibidas teóricamente.

Si los profesores tuvieran la herramienta necesaria para poder explicar bien sus conocimientos a los estudiantes, el nivel académico de los estudiantes incrementaría significativamente.

Si los estudiantes pudieran observar el funcionamiento en vivo de varios sistemas del vehículo, los mismos aclararían todas sus dudas y enfrentarían de mejor manera los problemas reales.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIÓN DE SUSPENSIÓN.

Se conoce como suspensión a los elementos elásticos que están entre los elementos suspendidos y elementos no suspendidos, los cuales son elásticos; los elementos suspendidos son el bastidor, carrocería, pasajeros y carga mientras que los elementos no suspendidos son las ruedas y los ejes. (MARTÍN, 2003)

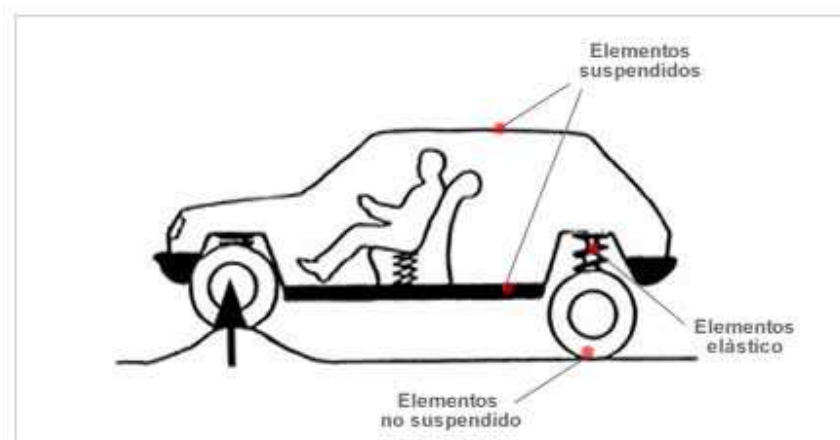


Figura 1. Elementos de suspensión
(VALENZUELA, 2010)

La función que tiene la suspensión es absorber las irregularidades del camino y las reacciones que producen las mismas en el auto en general para de esta manera hacer que el auto no pierda estabilidad y sea más controlable además de dar mayor comodidad a los ocupantes. (DALEZ, 2007)

La suspensión además debe cumplir con otras funciones importantes como las siguientes:

- Transmitir las fuerzas de aceleración y de frenado entre los ejes y bastidor.
- Resistir el par motor y de frenado.
- Resistir los efectos de las curvas.
- Conservar el ángulo de dirección en todo el recorrido.
- Conservar el paralelismo entre los ejes y la perpendicularidad del bastidor.
- Proporcionar una estabilidad adecuada al eje de balanceo.
- Soportar la carga del vehículo.

Si un vehículo transita por un camino malo, las llantas se someten a impactos que se transmiten a la carrocería; si la irregularidad del terreno es leve, los impactos son absorbidos por las llantas y los componentes de la suspensión del vehículo, pero en el caso de ser una irregularidad del terreno muy grande, los golpes serían recibidos por los ocupantes del vehículo.

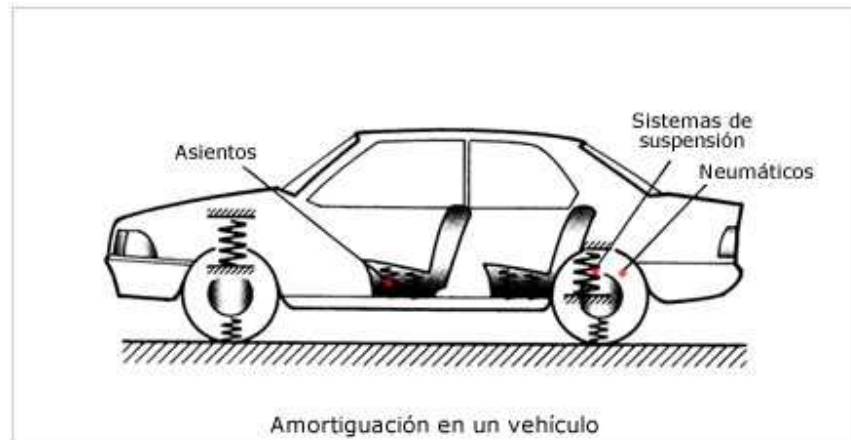


Figura 2. Amortiguación en el vehículo

(VALENZUELA, 2010)

En el caso de que un vehículo pase por un hueco o una irregularidad del terreno, se produce un golpe en la llanta, el cual genera una reacción en la suspensión, eje y en el chasis y esto produce oscilaciones las mismas que también se pueden dar por una mala conducción del vehículo. (DALEZ, 2007)

Los tres tipos de oscilaciones son:

- Empuje: Se produce al pasar por terreno ondulado.
- Cabeceo: Se produce al efectuar un frenado brusco.
- Bamboleo: Se genera al tomar curvas a alta velocidad.

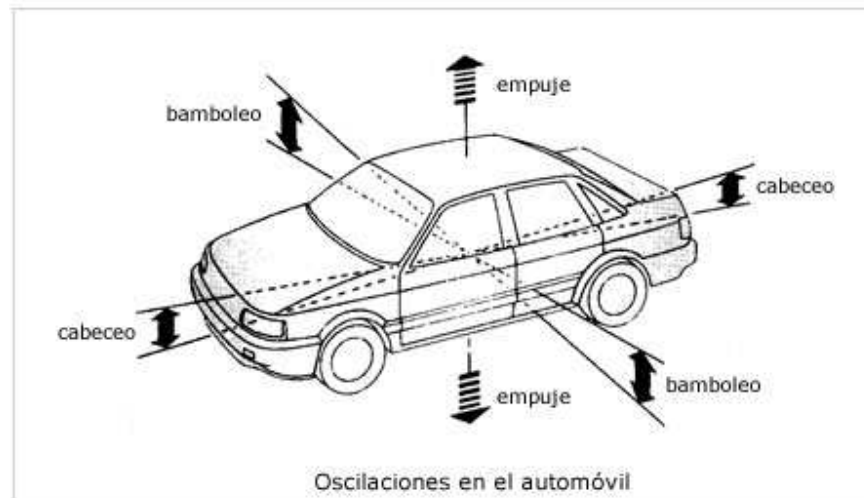


Figura 3. Oscilaciones que se producen en el automóvil
(VALENZUELA, 2010)

Las características que debe reunir la suspensión son;

- -La suspensión debe ser fuerte para soportar las cargas del vehículo sin deformarse.
- -Debe ser muy elástica, para que las llantas se adapten al camino irregular.
- -Por ser elástica la suspensión, en un terreno irregular se producen oscilaciones que no cesan hasta que la energía que produce las oscilaciones sea absorbida en su totalidad y estas oscilaciones deben ser amortiguadas hasta cierto punto para que no causen molestias o incomodidad en los pasajeros.

Un espiral blando tiene un recorrido mayor y menor número de oscilaciones y un resorte duro tiene menor recorrido pero un mayor número de oscilaciones.

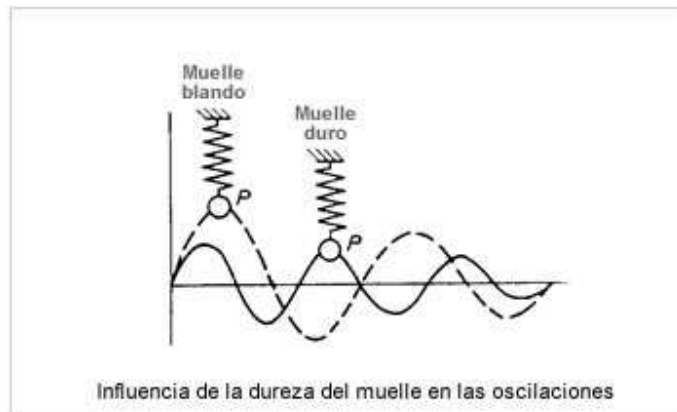


Figura 4. Influencia de la dureza del espiral en las oscilaciones
(VALENZUELA, 2010)

Como la carga que tiene un vehículo no siempre es la misma, se generan variables que hacen que no se pueda calcular una suspensión ideal ya que si se calcula una suspensión para el peso máximo que puede resistir sin variar su elasticidad resultaría muy dura cuando el vehículo no tenga carga, y si se calcula la suspensión para una carga mínima, resultaría una suspensión muy blanda para cuando exista incremento de carga.

Para tratar de tener una suspensión casi ideal se trata de mantener la oscilación constante con un elemento que tenga una flexibilidad variable para que al aumentar la carga, aumente su rigidez, esto se consigue con un amortiguador ya que este absorbe la energía producida por los terrenos irregulares evitando que se propague por la carrocería. En las suspensiones neumáticas o hidroneumáticas se consigue la flexibilidad variable aumentando o disminuyendo la presión interna en sus elementos. (DALEZ, 2007)

2.1.1 Componentes de la suspensión.

“La suspensión comprende el conjunto de órganos mecánicos que unen los elementos de rodadura con la correcta carrocería del vehículo.” (GIANCOLI, 2006)

“Las funciones fundamentales de un sistema de suspensión es dar estabilidad al vehículo controlando las principales acciones que se ejercen sobre el como fuerza centrífuga, esfuerzos de aceleración y frenada, acción del viento, fluctuaciones del terreno y efectos de la dirección, otorgándoles a las ruedas una adherencia continua” (MARTÍN, 2003)

La suspensión está compuesta por un elemento flexible (muelle o resorte, barra de torsión, muelle de goma, gas o aire) y un elemento de amortiguación (amortiguador).

Elementos de suspensiones simples:

- Muelle o ballesta.
- Resorte.
- Barras de torsión.

Estos elementos, son muy elásticos pero tienen poca capacidad de absorción de energía mecánica, por lo que necesitan de un amortiguador de doble efecto que frene las oscilaciones tanto de compresión como de expansión.

2.1.1.1. Ballestas

Las ballestas están constituidas por un conjunto de hojas o láminas de acero especial para muelles, unidas mediante unas abrazaderas que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman por el peso que soportan. La hoja superior, va curvada en sus extremos formando unos ojos en los que se montan unos casquillos de bronce para su acoplamiento al soporte del bastidor por medio de unos pernos o bulones. (MARTINEZ D. H., 2006)

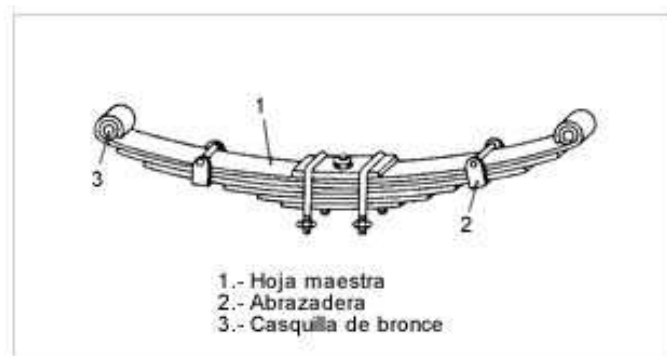


Figura 5. Hojas de ballestas
(VALENZUELA, 2010)

El número de hojas y el espesor de las mismas está en función de la carga que van a soportar.

El montaje de las ballestas puede realizarse longitudinal o transversalmente al sentido de desplazamiento del vehículo.

Montaje longitudinal: utilizado generalmente en camiones, se realiza montando la ballesta con un punto fijo en la parte delantera de la y otro móvil, para permitir los movimientos oscilantes de la misma cuando se deforma. (MARTINEZ D. H., 2006)

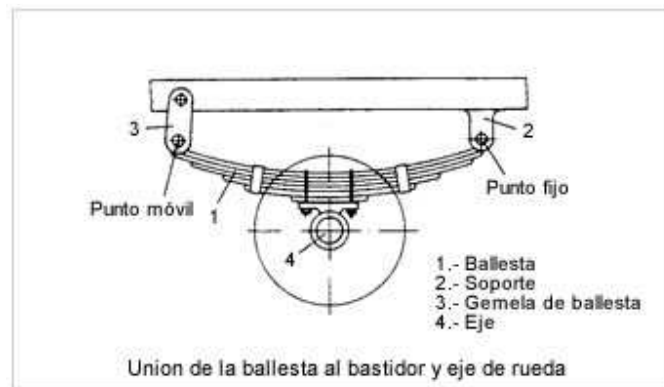


Figura 6. Conjunto bastidor, eje y rueda
(VALENZUELA, 2010)

La ballesta puede estar sobre el eje para ganar altura o bajo el eje para ganar estabilidad.

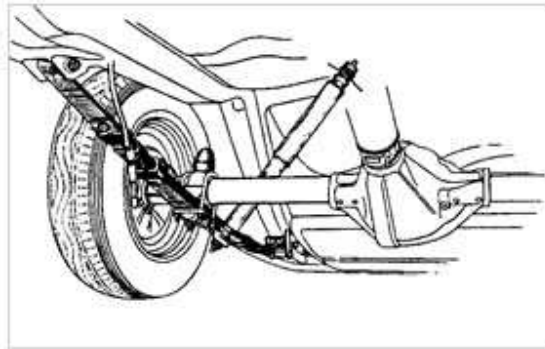


Figura 7. Ballesta por debajo del eje
(VALENZUELA, 2010)

Montaje transversal: utilizado generalmente en turismos, se unen los extremos de la ballesta al puente o brazos de suspensión.

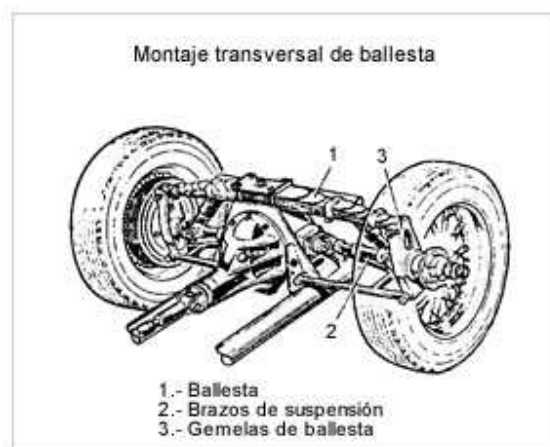


Figura 8. Ballesta transversal
(VALENZUELA, 2010)

2.1.1.2. Resortes

Son elementos que reemplazan a las ballestas ya que tienen la ventaja de ocupar menos espacio y menos pesos y además de que pueden conseguir una elasticidad blanda por su recorrido. (MARTINEZ D. H., 2006)



Figura 9. Resortes
(MEGANEBOY2, 2011)

Los espirales consisten en un enrollamiento helicoidal de acero elástico con su grosor variable dependiendo de la carga que vaya a soportar el espiral

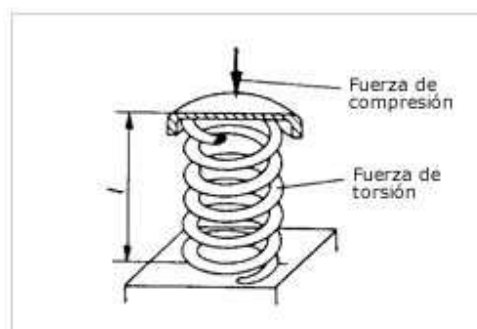


Figura 10. Fuerzas en el espiral
(MEGANEBOY2, 2011)

La flexibilidad de los espirales se da en función del número de espiras, del diámetro del resorte, del paso entre espiras, del espesor o diámetro del hilo y de las características del material. Se pueden conseguir con una flexibilidad progresiva, utilizando diferentes diámetros de enrollado por medio de resortes cónicos y con paso entre espiras variable o disponiendo de resortes adicionales. (MARTINEZ D. H., 2006)

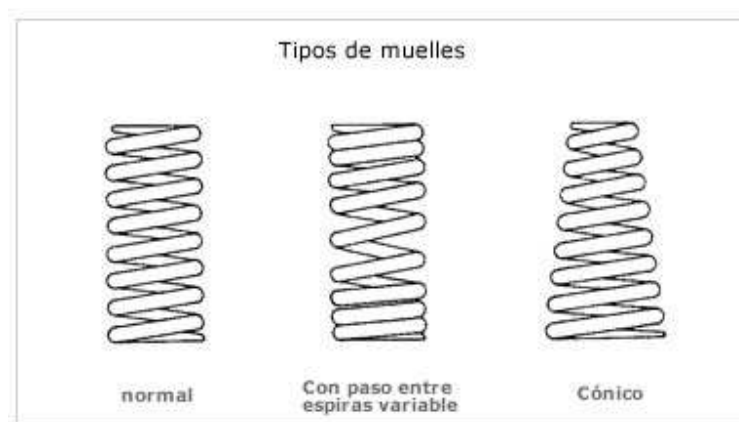


Figura 11. Tipos de resortes

(MEGANEBOY2, 2011)

Existen resortes con un resorte auxiliar el cual entra en funcionamiento cuando la carga que soporta el espiral principal es excesiva haciendo que se comprima al punto de que el espiral auxiliar entre en funcionamiento e incremente su rigidez al entrar en trabajo.

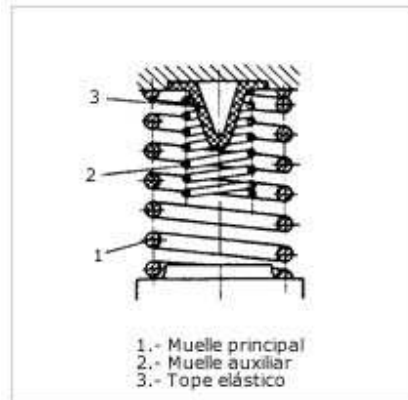


Figura 12. Resorte principal y auxiliar
(MEGANEBOY2, 2011)

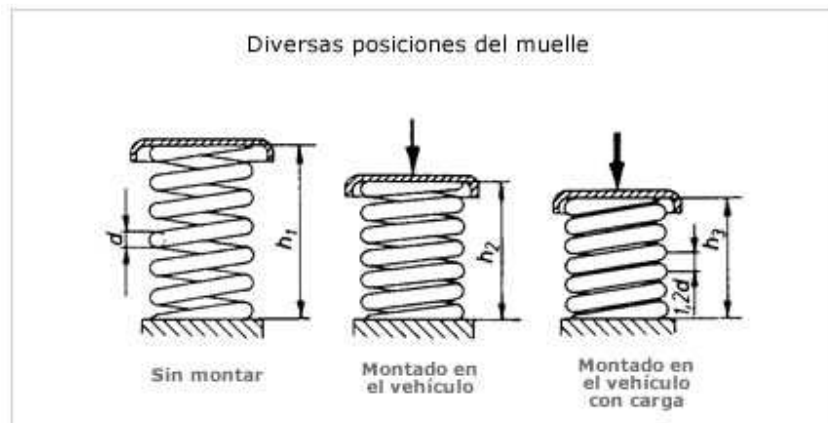


Figura 13. Resorte sin carga y con carga
(MEGANEBOY2, 2011)

Los espirales no deben comprimirse hasta que sus espiras choquen entre ellas, ya que de ser el caso que esto ocurra, las oscilaciones pasarán directamente hacia la carrocería y los ocupantes de la misma.

2.1.1.3. Barra de torsión

Este tipo de resorte utilizado en algunos turismos con suspensión independiente, está basado en el principio de que; a una varilla de acero elástico sujeta por uno de sus extremos se le aplica por el otro un esfuerzo de torsión, esta varilla tenderá a retorcerse, volviendo a su forma original por su elasticidad cuando cesa el esfuerzo de torsión. (PÉREZ, 2011)

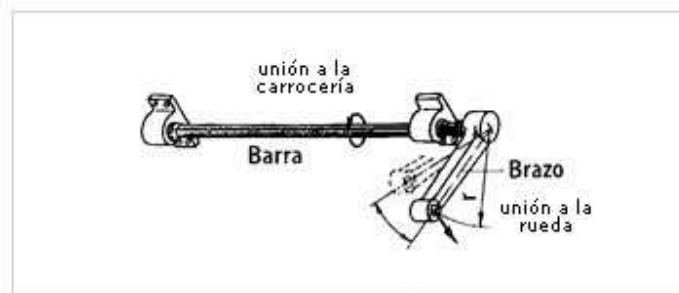


Figura 14. Barra de torsión
(MEGANEBOY2, 2011)

Las barras de torsión ser montadas de forma longitudinal o transversal.

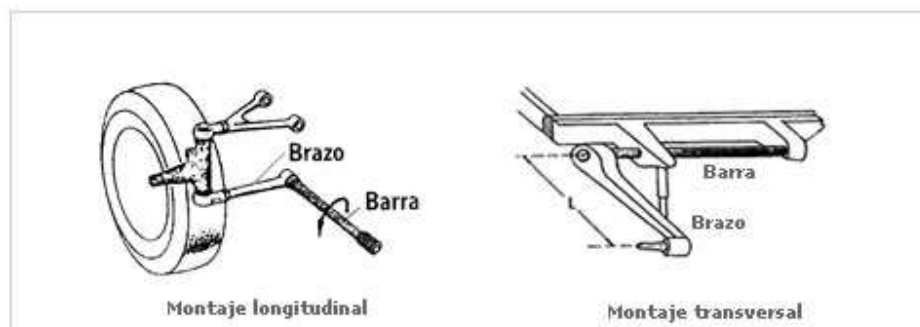


Figura 15. Barra de torsión longitudinal y transversal
(MEGANEBOY2, 2011)

Para vehículos de tracción delantera se monta en una disposición mixta las barras de torsión de forma en que las barras quedan situadas longitudinalmente para la suspensión delantera y transversalmente para la suspensión trasera.

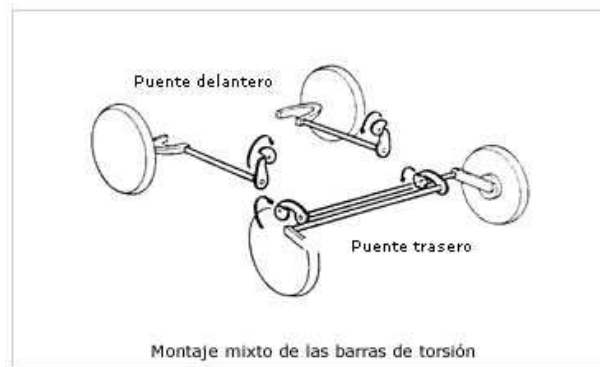


Figura 16. Barra de torsión montaje mixto
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.4. Barras estabilizadoras

Al momento de tomar una curva, la fuerza centrífuga hace que el auto tienda a inclinarse hacia el lado contrario de la curva incrementando el peligro de vuelco y disminuye la comodidad de los pasajeros. (PÉREZ, 2011)

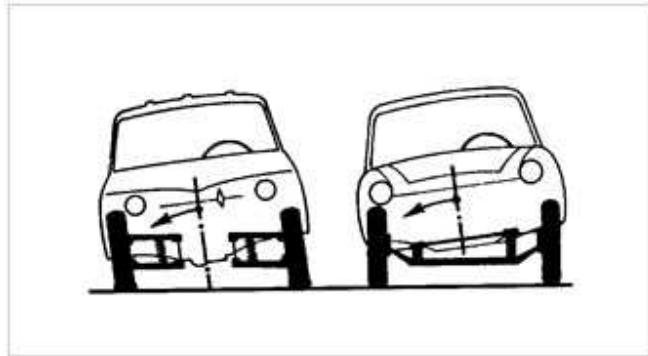


Figura 17. Auto con y sin barra estabilizadora
(MEGANEBOY2, 2011)

Para que no se den estos inconvenientes se montan sobre los ejes delantero y trasero las barras estabilizadoras, que consisten esencialmente en una barra de acero elástico sujeta a los soportes de suspensión de las ruedas; así, al tomar una curva, como una de las ruedas tiende a bajar y la otra a subir, se crea un par de torsión en la barra que absorbe el esfuerzo y se opone a que esto ocurra, e impide, que la carrocería se incline a un lado manteniéndola estable. (PÉREZ, 2011)

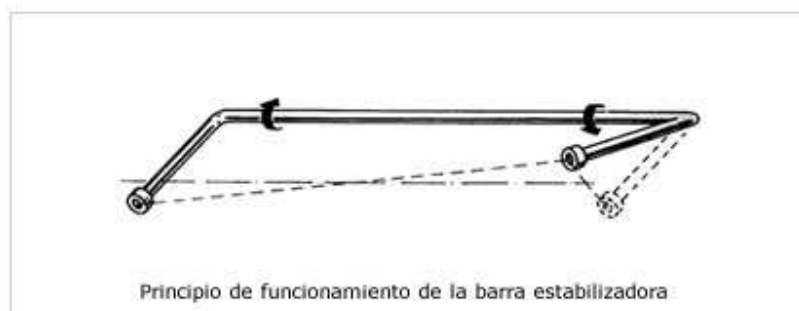


Figura 18. Barra estabilizadora
(MEGANEBOY2, 2011)

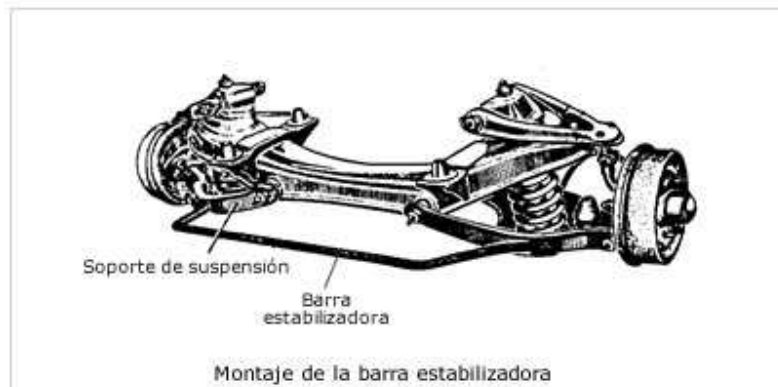


Figura 19. Barra estabilizadora en suspensión
(MEGANEBOY2, 2011)

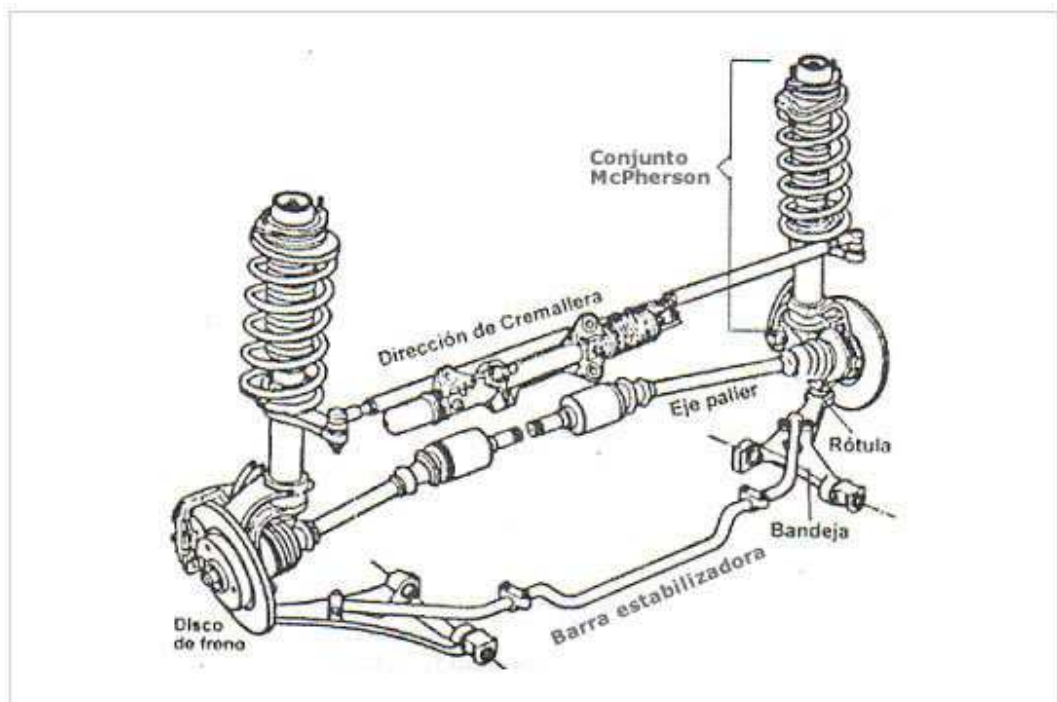


Figura 20. Conjunto suspensión barra estabilizadora
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.5. Cojinetes elásticos

Son aislantes de caucho u otro material elástico que se encargan de amortiguar las reacciones en los apoyos de la suspensión. Su propósito es amortiguar los golpes existentes entre dos elementos en los que existe movimiento. Su sustitución debe realizarse cuando el caucho esté deteriorado. (PÉREZ, 2011)

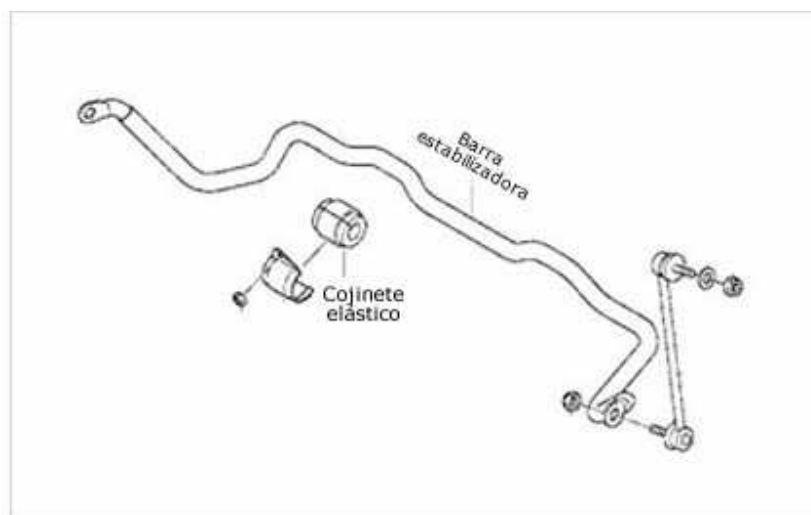


Figura 21. Barra estabilizadora y bujes
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.6. Rótulas

Es un elemento de unión y fijación de la suspensión y de la dirección, que permite su giro manteniendo la geometría de las ruedas. La fijación de las rótulas se realiza mediante tornillos o roscados exteriores o interiores. (PÉREZ, 2011)



Figura 22. Rótula
(MEGANEBOY2, 2011)

La sustitución de una rótula se debe realizar si esta deformada o si tiene juegos excesivos.

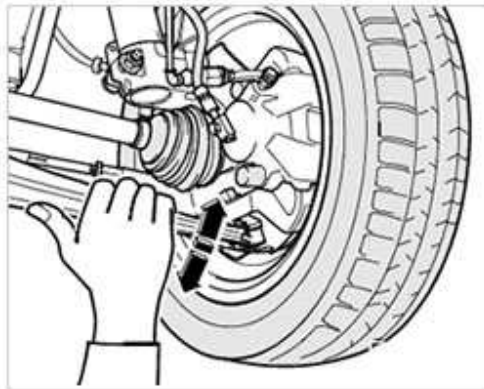


Figura 23. Sustitución de rótula
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.7. Mangueta y buje

La mangueta es una pieza fabricada con acero o aleaciones que une el buje de la rueda y la rueda a los elementos de la suspensión; tirantes, trapecios, amortiguador, etc. La mangueta se diseña teniendo en cuenta las características geométricas del vehículo. En el interior del buje se montan los rodamientos o cojinetes que garantizan el giro de la rueda. (PÉREZ, 2011)

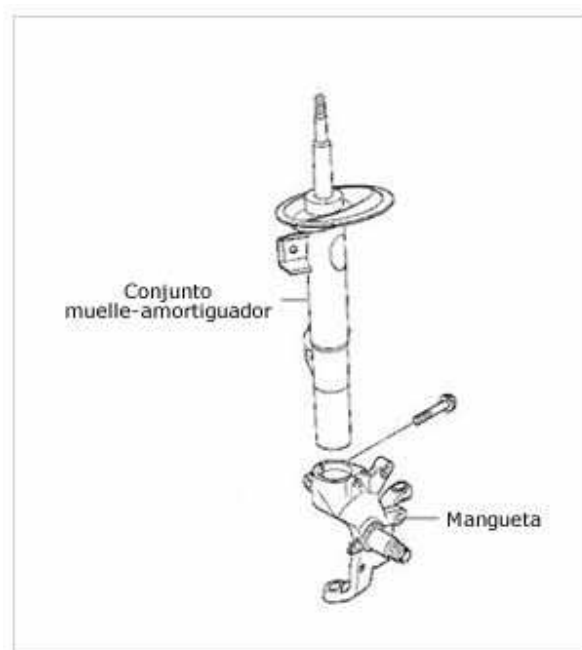


Figura 24. Mangueta y buje

(MEGANEBOY2, 2011)

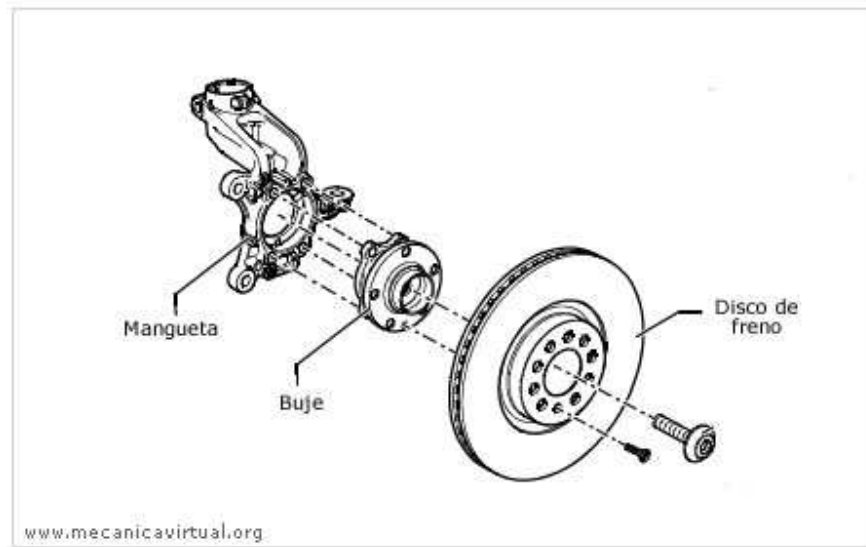


Figura 25. Mangueta, buje y disco
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.8. Trapecios o brazos de suspensión

Son brazos articulados fabricados en fundición o en chapa de acero que soportan al vehículo. Unen la mangueta y su buje mediante rótulas al vehículo soportando los esfuerzos generados por este. (PÉREZ, 2011)

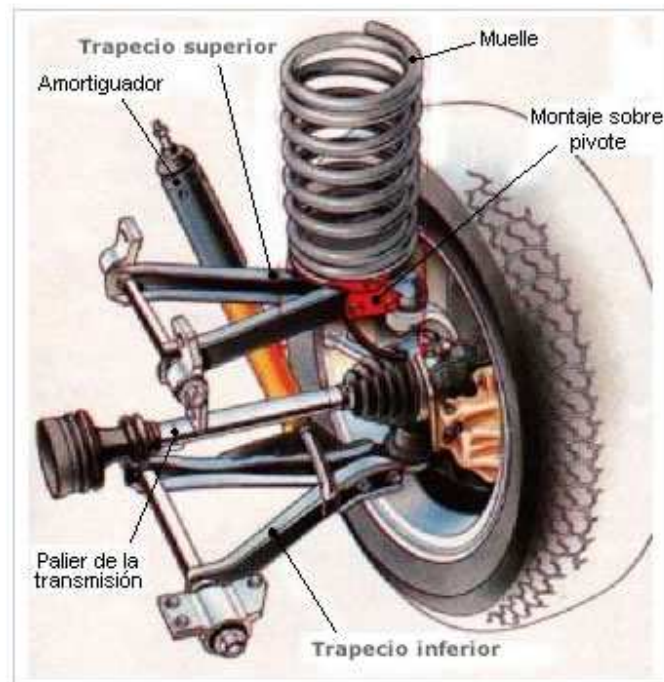


Figura 26. Brazos de suspensión
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.9. Topes de suspensión

Estos topes sirven para que la suspensión no tenga una compresión excesiva y pueden ser elásticos o semirrígidos en forma de taco o en forma de casquillo. En las suspensiones McPherson se monta en el interior del vástago del amortiguador, mientras que en las suspensiones por ballesta se suele montar anclado en la carrocería. (PÉREZ, 2011)

2.1.1.10. Amortiguadores

Estos elementos absorben las vibraciones que producen los elementos elásticos de la suspensión, como son los espirales o barras de torsión. Funcionan como freno al movimiento del espiral ya que al momento de caer en un hueco o pasar por un desnivel, el espiral tiende a estirarse o comprimirse generando este movimiento repetidamente hasta que la energía causada por el hueco o desnivel se elimine y el amortiguador frena este movimiento y por eso es llamado amortiguador de doble efecto. Existen amortiguadores regulables para variar su dureza. (MARTÍN, 2003)

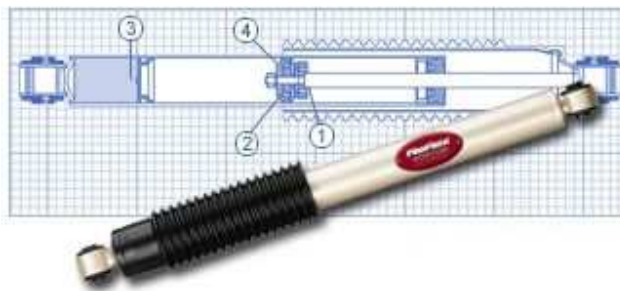


Figura 27. Amortiguador

(MEGANEBOY2, 2011)

En la actualidad se utilizan más los amortiguadores de tipo telescópico de funcionamiento hidráulico. Dentro de estos podemos distinguir:

- Los amortiguadores hidráulicos convencionales (monotubo y bitubo): Dentro de esta categoría podemos encontrar los fijos y los regulables.
- Los amortiguadores a gas (monotubo o bitubo): No regulables

- Los amortiguadores a gas (monotubo): Regulables.

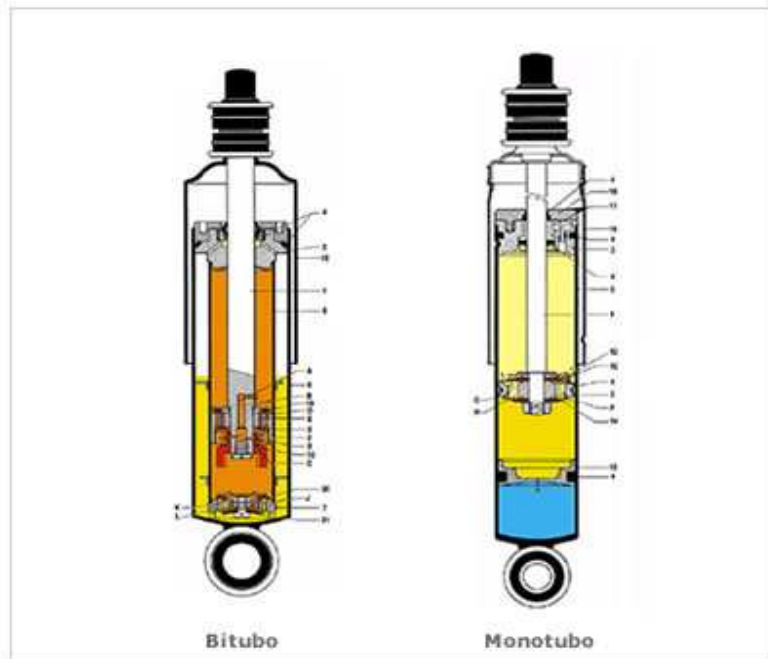


Figura 28. Amortiguador bitubo y monotubo
(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.10.1. Amortiguadores hidráulicos convencionales

Los amortiguadores hidráulicos son aquellos en los que la amortiguación, para evitar las oscilaciones, obtiene forzando el paso de un fluido a través de unos pasos calibrados de diferente apertura, con el fin de obtener la flexibilidad necesaria para el control del vehículo en diferentes estados. Son los más usuales y baratos pero su duración es limitada y presentan pérdidas de eficacia con trabajo excesivo, debido al aumento de temperatura.

El funcionamiento de los amortiguadores se basa en el paso del fluido mediante los pasos calibrados haciendo que la compresión del amortiguador sea más rápida que la expansión haciendo que las oscilaciones provocadas por el espiral o la ballesta sean disminuidas, permitiendo así una mejor conducción del vehículo. (MARTÍN, 2003)

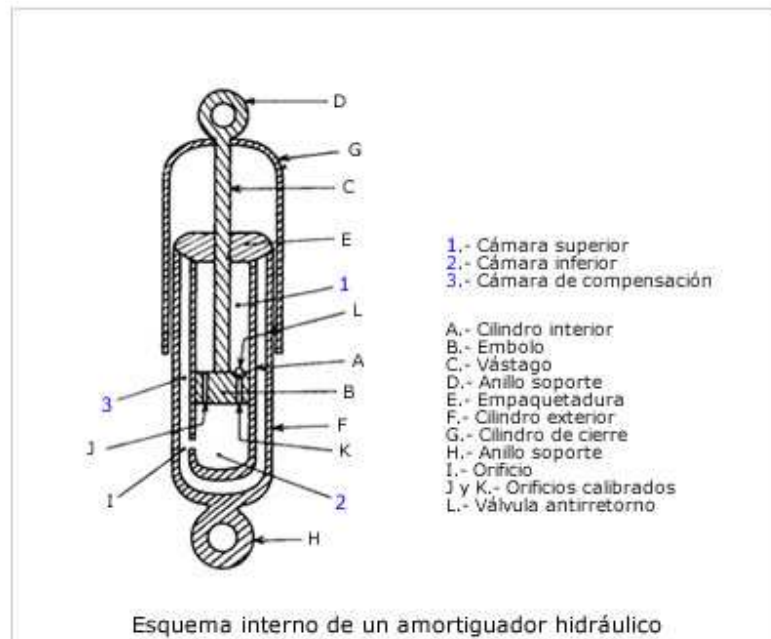


Figura 29. Amortiguador hidráulico

(MEGANEBOY2, 2011)

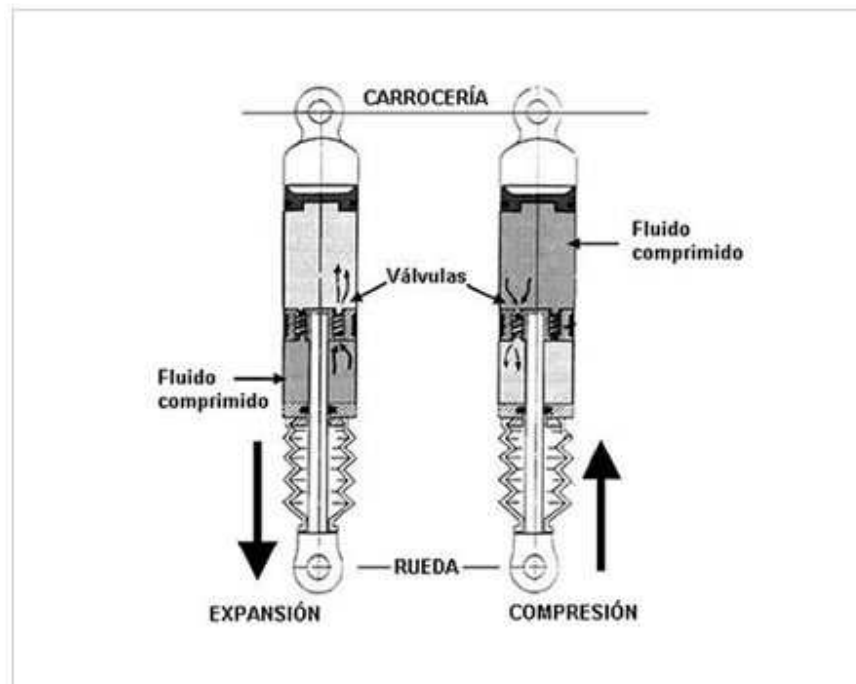


Figura 30. Amortiguador en expansión y compresión
(MEGANEBOY2, 2011)

La energía que es absorbida por el amortiguador es transformada en calor y es absorbida por el líquido. La temperatura ambiente y el calor absorbido por el aceite de los amortiguadores puede variar la dureza de la suspensión por momentos ya que en invierno el líquido se vuelve más denso y fluye menos dentro del amortiguador y fluye mas cuando se encuentra menos denso lo que sucede en calor. (MARTÍN, 2003)

2.1.1.10.2. Amortiguadores a gas

Estos trabajan bajo el mismo principio básico que los hidráulicos, pero contienen en uno de sus extremos nitrógeno a alta presión

(aproximadamente 25 bares). Un pistón flotante separa este gas del aceite impidiendo que se mezclen. Cuando el aceite al desplazarse el vástago, comprime el gas, éste sufre una variación de volumen que permite dar una respuesta instantánea y un funcionamiento silencioso. Los amortiguadores a gas además de amortiguar también hacen en cierto modo de resorte elástico, es por ello que este tipo de amortiguadores vuelven a su posición cuando se deja de actuar sobre ellos. (PÉREZ, 2011)

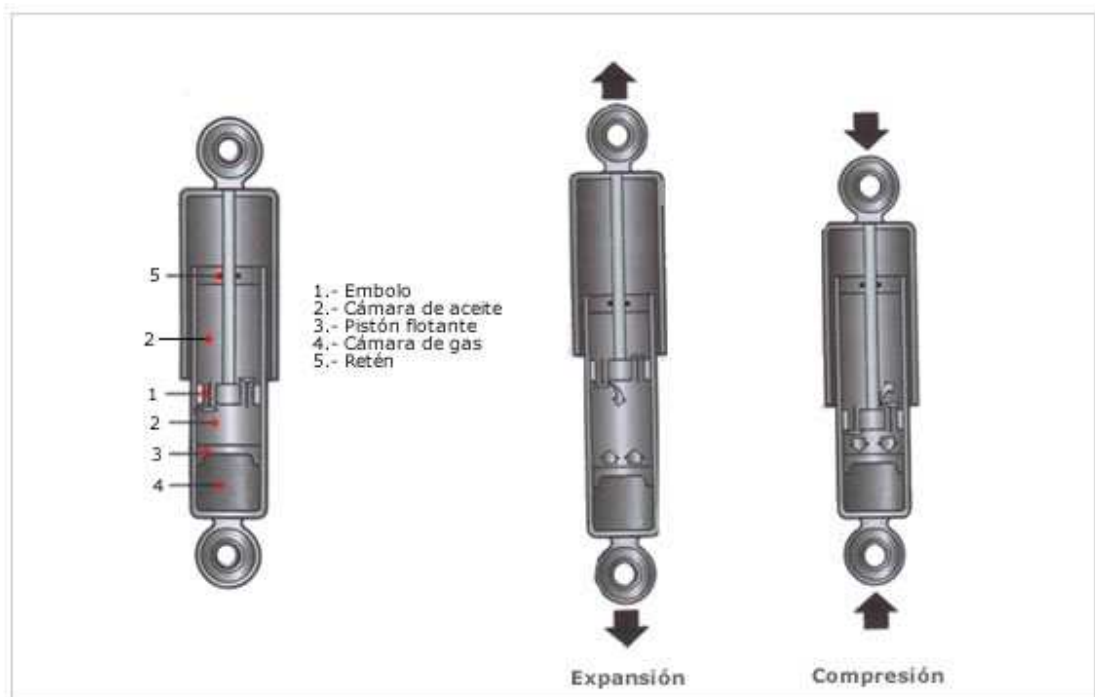


Figura 31. Amortiguador a gas

(MEGANEBOY2, 2011)

2.1.1.10.3. Amortiguadores de gas no regulables

Suelen ser amortiguadores monotubo o bitubo, muy resistentes a golpes, de alta duración y de alta resistencia a la pérdida de eficacia por temperatura de trabajo. Aunque el precio es mayor, se ve compensado por su durabilidad y fiabilidad. Es un tipo de amortiguador de muy alta calidad. Su uso es recomendable para los vehículos de altas prestaciones. (RILEY, 1996)

2.1.1.10.4. Amortiguadores de gas regulables

Son monotubo, con o sin botella exterior, con posibilidad de variación. Es un tipo de amortiguador de alta tecnología, con precio alto pero proporcional a su eficacia, por eso es el más usado en conducción deportiva, en los vehículos de competición y de altas prestaciones. (RILEY, 1996)

2.1.2. Modelos de suspensión mecánica

Según el tipo de elementos empleados y la forma de montajes de los mismos, existen varios sistemas de suspensión, todos ellos basados en el mismo principio de funcionamiento. Constan de un sistema elástico, amortiguación y barra estabilizadora independientes para cada uno de los ejes del vehículo.

Actualmente existen distintas disposiciones de suspensión cuyo uso depende del tipo de comportamiento que se busca en el vehículo: mayores prestaciones, más comodidad, sencillez, economía, entre otros. (DALEZ, 2007)

Principio básico: Las primeras suspensiones estaban formadas por un "eje rígido" en cuyos extremos se montaban las ruedas. Como consecuencia de ello, todo el movimiento que afecta a una rueda se transmite a la otra del mismo eje, al elevarse una rueda, se extiende su inclinación al eje y de este a la otra rueda. Como el eje va fijado directamente sobre el bastidor, la inclinación se transmite a todo el vehículo. Este montaje es muy resistente y más económico de fabricar, pero tiene la desventaja de ser poco cómodo para los ocupantes y una menor seguridad. (PÉREZ, 2011)

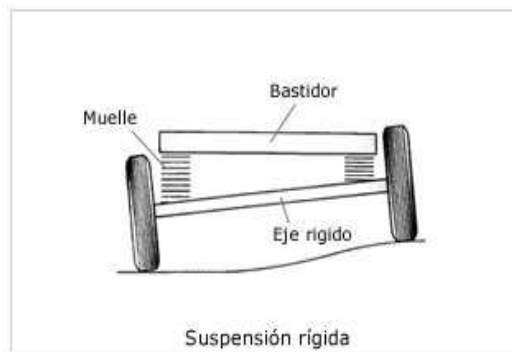


Figura 32. Suspensión rígida
(MEGANEB0Y3, 2011)

El sistema de suspensión "independiente" tiene un montaje elástico independiente que no está unido a otras ruedas. A diferencia del sistema rígido, el movimiento de una rueda no se transmite a la otra y la carrocería resulta menos afectada.

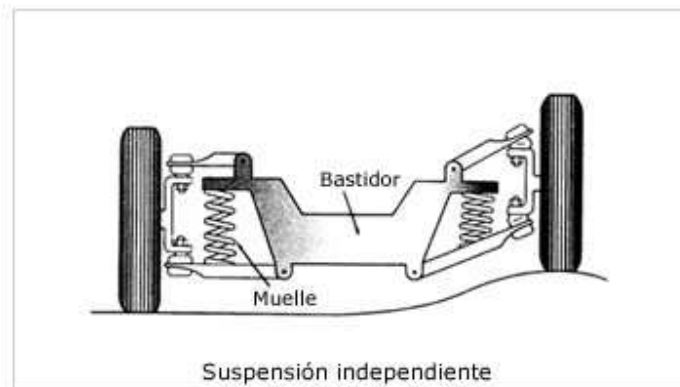


Figura 33. Suspensión independiente
(MEGANEBY3, 2011)

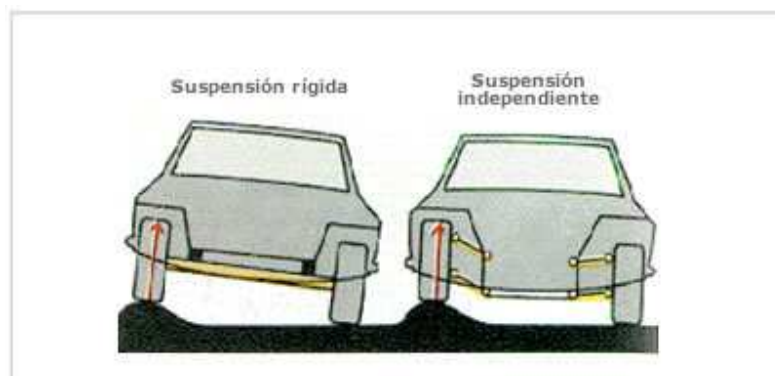


Figura 34. Comparación suspensión rígida y suspensión independiente
(MEGANEBY3, 2011)

Suspensiones delanteras y traseras: No todos los modelos de suspensión pueden ser montados en el eje delantero o trasero indistintamente; la mayor o menor facilidad de adaptación a las necesidades específicas de los dos

ejes ha determinado una selección, por lo que cada tipo de suspensión se adapta mejor a uno de los dos ejes.

Se pueden clasificar las suspensiones mecánicas en tres grupos:

- Suspensiones rígidas: En las que la suspensión de una rueda va unida a la otra mediante un eje rígido, se transmiten las vibraciones de una rueda a la otra.
- Suspensiones semirrígidas: Similares a las suspensiones rígidas pero con menor peso no suspendido.
- Suspensiones independientes: En esta disposición las ruedas tienen una suspensión independiente para cada una de ellas y no se transmiten las oscilaciones de unas ruedas a otras. (PÉREZ, 2011)

2.1.2.1. Suspensiones rígidas

Esta suspensión tiene unidas las ruedas mediante un eje rígido formando un conjunto. El principal uso de esta disposición de suspensión se realiza sobre todo en vehículos industriales, autobuses, camiones y vehículos todo terreno. En un modelo de eje rígido actuando de eje propulsor el eje está constituido por una caja que contiene el mecanismo diferencial y por los tubos que contienen los palieres. El eje rígido se apoya contra el bastidor mediante ballestas que hacen de elemento elástico transmitiendo las oscilaciones y completan el conjunto los amortiguadores.

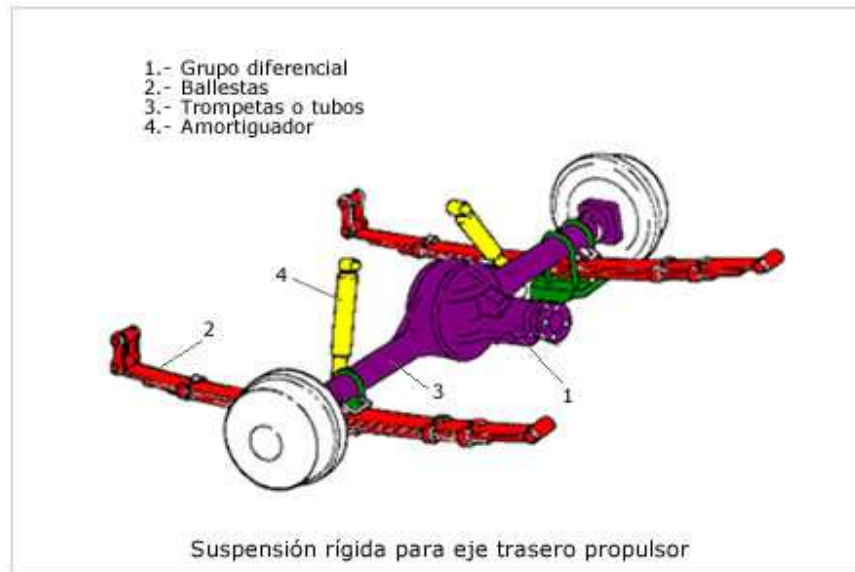


Figura 35. Suspensión rígida posterior
(MEGANEBOY3, 2011)



Figura 36. Ballesta y eje posterior
(MEGANEBOY3, 2011)

Una suspensión rígida trasera que sustituye las ballestas por resortes no presenta rigidez longitudinal, de forma que el eje rígido lleva incorporada barras longitudinales que mantienen el eje fijo en su posición, evitando que se mueva en el eje longitudinal. (DALEZ, 2007)

Además para estabilizar el eje y generar un único centro de balanceo de la suspensión, se añade una barra transversal que une el eje con el bastidor. A esta barra se le conoce con el nombre de de barra "Panhard". Tanto las barras longitudinales como la barra Panhard dispone de articulaciones elásticas que las unen con el eje y la carrocería. (DALEZ, 2007)

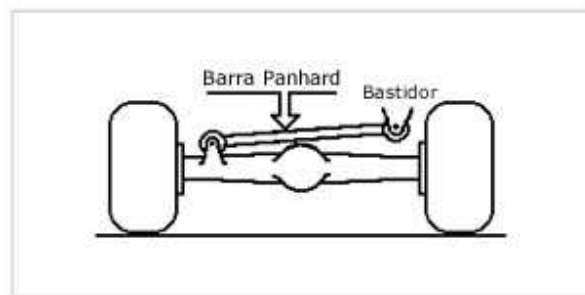


Figura 37. Barra Panhard
(MEGANEBOY3, 2011)

2.1.2.2. Suspensión semirrígida

Estas suspensiones son muy parecidas a las anteriores su diferencia principal es que las ruedas están unidas entre sí como en el eje rígido pero transmitiendo de una forma parcial las oscilaciones que reciben de las irregularidades del terreno. En cualquier caso aunque la suspensión no es

rígida total tampoco es independiente. La función motriz se separa de la función de suspensión el diferencial se une al bastidor, no es soportado por la suspensión. (DALEZ, 2007)

2.1.2.3. Suspensión con eje "De Dion"

En ella las ruedas van unidas mediante soportes articulados al grupo diferencial, que en la suspensión con eje De Dion es parte de la masa suspendida, es decir, va anclado al bastidor del automóvil. Bajo este aspecto se transmite el giro a las ruedas a través de dos semiejes (palieres) como en las suspensiones independientes.

A su vez ambas ruedas están unidas entre sí mediante un tubo De Dion que las ancla de forma rígida permitiendo a la suspensión deslizamientos longitudinales. Este sistema tiene la ventaja frente al eje rígido de que se disminuye la masa no suspendida debido al poco peso del eje De Dion y al anclaje del grupo diferencial al bastidor y mantiene los parámetros de la rueda prácticamente constantes como los ejes rígidos gracias al anclaje rígido del tubo. La suspensión posee además elementos elásticos de tipo resorte y suele ir acompañada de brazos longitudinales que limitan los desplazamientos longitudinales.

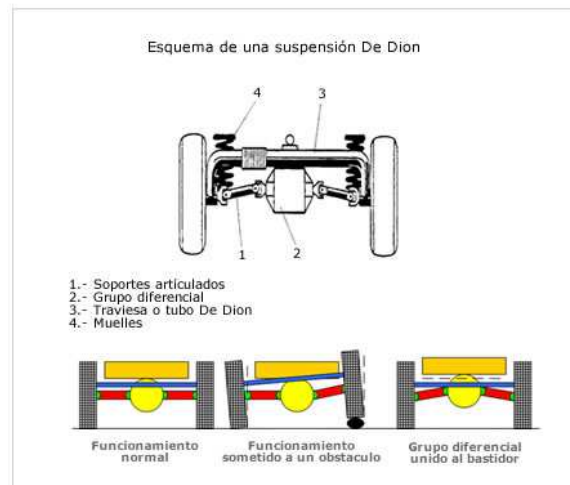


Figura 38. Suspensión de Dion
(MEGANEBOY3, 2011)

Suspensión semirrígida "De Dion" pero que utiliza ballestas.

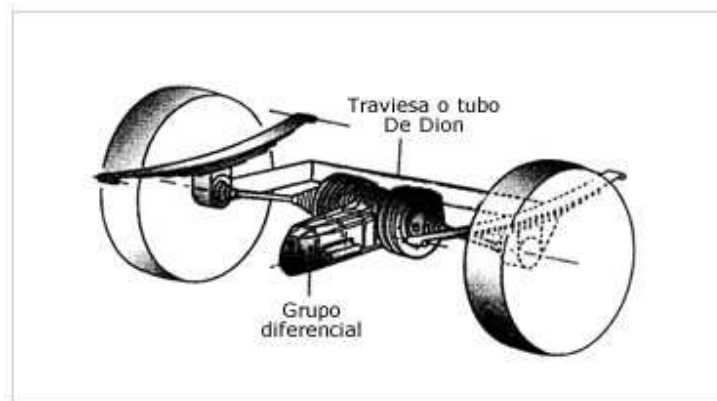


Figura 39. Suspensión de Dion con ballestas
(MEGANEBOY3, 2011)

En la actualidad hay pocos coches que montan esta suspensión debido a que su costo es elevado. Alfa Romeo es uno de los fabricantes que monto este sistema, más en concreto en el modelo 75. En la actualidad lo montan vehículos como el Honda HR-V y el Smart City Coupe. (HIBBELER, 2006)

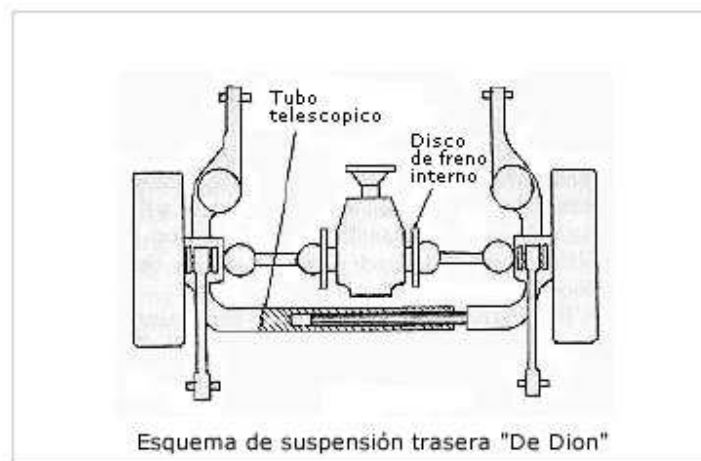


Figura 40. Suspensión posterior de Dion
(MEGANEB0Y3, 2011)

2.1.2.4. Eje torsional

Es otro tipo de suspensión semirrígida (semi-independiente), utilizada en las suspensiones traseras, en vehículos que tienen tracción delantera (como ejemplo: Volkswagen Golf). El tubo que une las dos ruedas tiene forma de "U", por lo que es capaz de deformarse un cierto ángulo cuando una de las ruedas encuentra un obstáculo, y después una vez pasado el obstáculo volver a la posición inicial.

Las ruedas están unidas rígidamente a dos brazos longitudinales unidos por un travesaño que los une y que se tuerce durante las sacudidas no simétricas, dando estabilidad al vehículo. Esta configuración da buena estabilidad al auto, características que junto al bajo peso, al bajo costo y al poco espacio que ocupan, es ideal instalarla junto con otros componentes debajo del piso (depósito de combustible, escape, etc.). Esta configuración ha convertido a este tipo de suspensiones en una de las más empleadas en vehículos de gama media-baja. (MARTÍN, 2003)

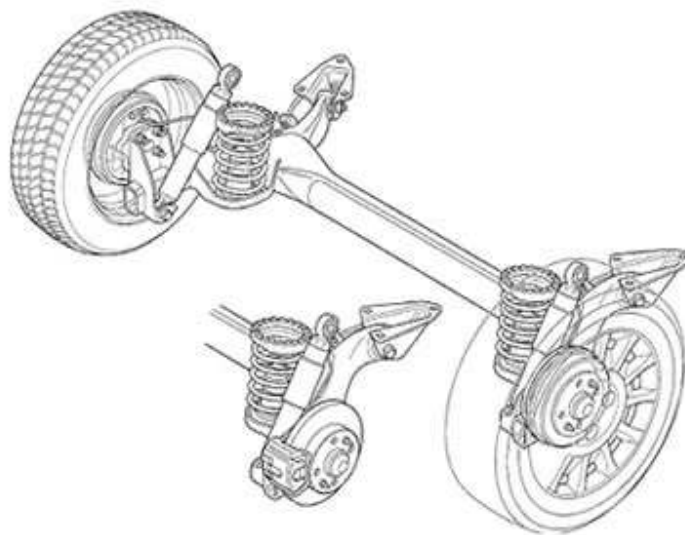


Figura 41. Suspensión Semi-Independiente
(MEGANEBOY3, 2011)

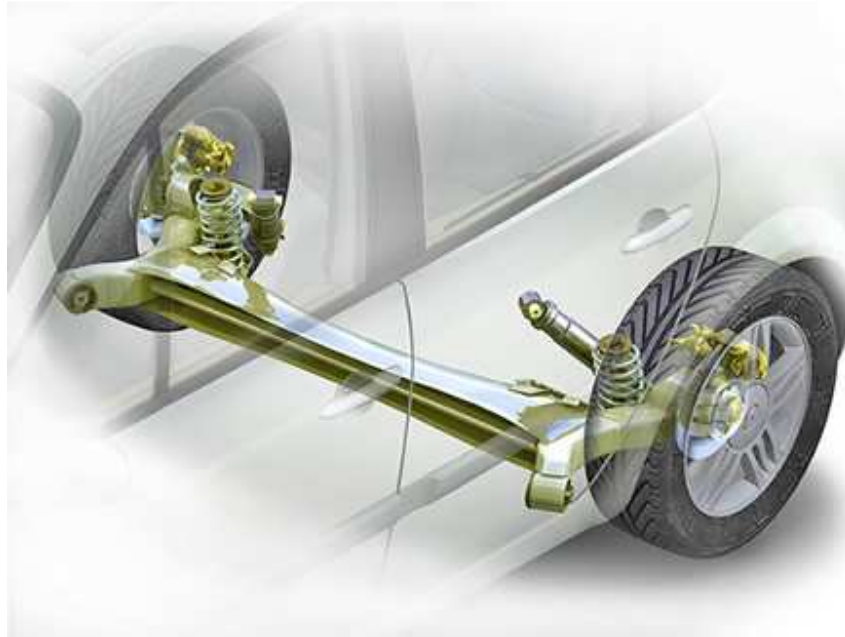


Figura 42. Eje torcional
(MEGANEBOY3, 2011)

2.1.2.5. Suspensión independiente

Actualmente la suspensión independiente a las cuatro ruedas se va utilizando cada vez mas debido a que es la más óptima desde el punto de vista de confort y estabilidad al reducir de forma independiente las oscilaciones generadas por el pavimento sin transmitirlas de una rueda a otra del mismo eje. La principal ventaja añadida de la suspensión independiente es que posee menor peso no suspendido que otros tipos de suspensión por lo que las acciones transmitidas al chasis son de menor magnitud. El diseño de este tipo de suspensión deberá garantizar que las variaciones de caída de rueda y ancho de ruedas en las ruedas directrices deberán ser pequeñas para conseguir una dirección segura del vehículo.

Pero para cargas elevadas esta suspensión puede presentar problemas. Actualmente éste tipo de suspensión es el único que se utiliza para las ruedas directrices. (MARTINEZ D. H., 2006)

El número de modelos de suspensión independiente es muy amplio y además posee numerosas variantes.

Los principales tipos de suspensión de tipo independiente son:

- Suspensión de eje oscilante.
- Suspensión de brazos tirados.
- Suspensión McPherson.
- Suspensión de paralelogramo deformable.
- Suspensión multibrazo (multilink).

2.1.2.5.1. Suspensión de eje oscilante

En este sistema rotatorio y el semieje son solidarios (salvo el giro de la rueda), de forma que el conjunto oscila alrededor de una articulación 3 próxima al plano medio longitudinal del vehículo. Este tipo de suspensión no se puede usar como eje directriz puesto que en el movimiento oscilatorio de los semiejes se altera notablemente la caída de las ruedas en las curvas. Completan el sistema de suspensión el resorte y el amortiguador telescópico (MARTÍN, 2003)

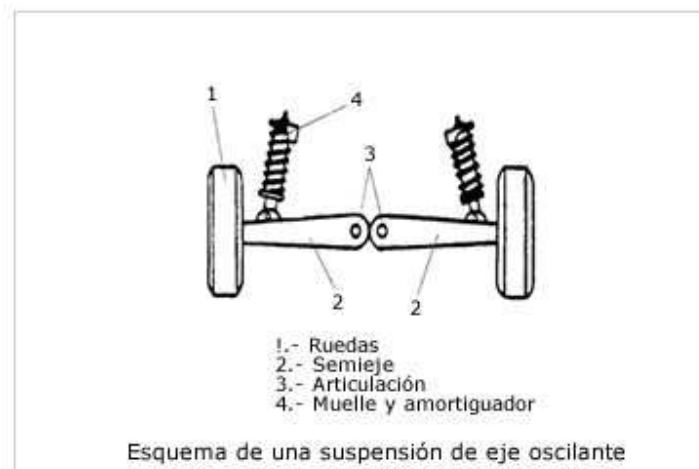


Figura 43. Suspensión de eje oscilante
(MEGANEBOY3, 2011)

2.1.2.5.2. Suspensión de brazos tirados o arrastrados

Este tipo se caracteriza por tener dos elementos soporte o "brazos" en disposición longitudinal que van unidos por un extremo al bastidor y por el otro a la mangueta de la rueda. Si el eje es de tracción, el grupo diferencial va anclado al bastidor. En cualquier caso las ruedas son tiradas o arrastradas por los brazos longitudinales que pivotan en el anclaje de la carrocería. Este sistema de suspensión ha dado un gran número de variantes cuyas diferencias estriban fundamentalmente en cuál es el eje de giro del brazo tirado en el anclaje al bastidor y cuál es el elemento elástico que utiliza. Los brazos tirados pueden pivotar de distintas formas:

Los brazos longitudinales pivotan sobre un eje de giro perpendicular al plano longitudinal del vehículo. Este tipo de suspensión apenas produce variaciones de vía, caída o avance de la rueda. O pivotan los brazos sobre

ejes que tienen componentes longitudinales, es decir sobre ejes oblicuos al plano longitudinal del vehículo. A esta última variante también se la conoce como "brazos semi-arrastrados" y tiene la ventaja de que no necesita estabilizadores longitudinales debido a la componente longitudinal que tiene el propio brazo o soporte. Aquí las variaciones de caída y de vía dependen de la posición e inclinación de los brazos longitudinales por lo tanto, permite que se varíe durante la marcha la caída y el avance de las ruedas con lo que se mejora la estabilidad del vehículo. En cuanto al tipo de elementos elásticos que se utilizan en estas suspensiones, se encuentran las barras de torsión y los resortes. (MARTINEZ D. H., 2006)

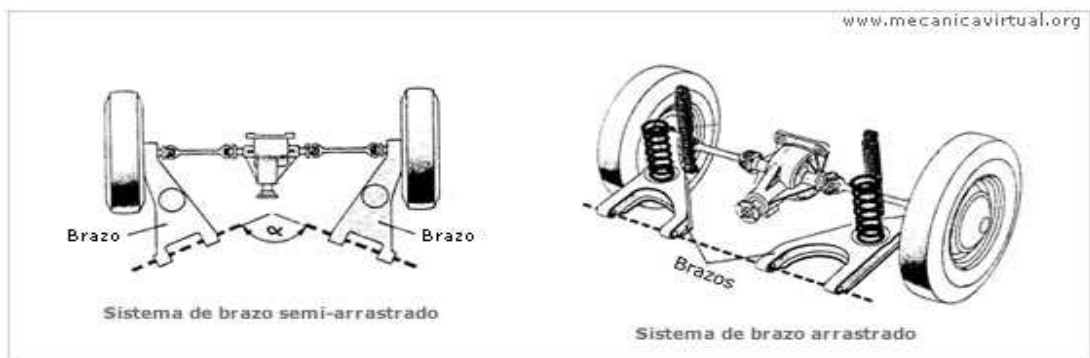


Figura 44. Brazo arrastrado y semi-arrastrado

(MEGANEBOY3, 2011)

2.1.2.5.3. Suspensión McPherson

Esta suspensión fue desarrollada por Earle S. McPherson, ingeniero de Ford. Este sistema es uno de los más utilizados en el tren delantero aunque se puede montar igualmente en el trasero. Este sistema ha tenido mucho éxito, sobre todo en vehículos más modestos, por su sencillez de fabricación y mantenimiento, el costo de producción y el poco espacio que ocupa. Con esta suspensión es imprescindible que la carrocería sea más resistente en los puntos donde se fijan los amortiguadores y resortes, con objeto de absorber los esfuerzos transmitidos por la suspensión. (MARTINEZ D. H., 2006)



Figura 45. Suspensión Mc. Pherson

(MEGANEBOY3, 2011)

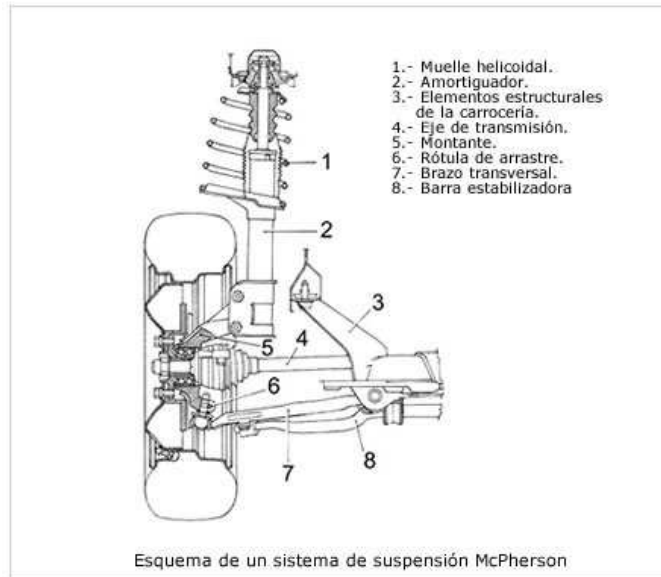


Figura 46. Partes suspensión Mc Pherson
 (MEGANEBOY3, 2011)

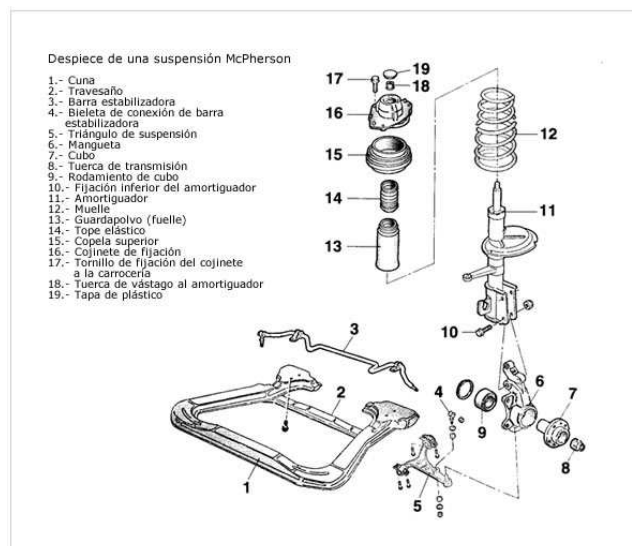


Figura 47. Despiece de suspensión Mc. Pherson
 (MEGANEBOY3, 2011)

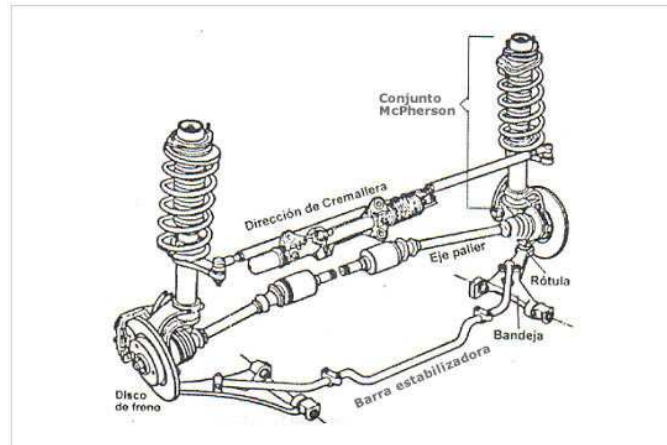


Figura 48. Conjunto suspensión Mc. Pherson
(MEGANEBOY3, 2011)

2.1.2.5.4. Suspensión de paralelogramo deformable

Esta suspensión junto con la McPherson es la más utilizada en un gran número de automóviles tanto para el tren delantero como para el trasero. También se denomina: suspensión por trapecio articulado y suspensión de triángulos superpuestos.



Figura 49. Paralelogramo deformable
(MEGANEBY3, 2011)

El paralelogramo está formado por un brazo superior y otro inferior que están unidos al chasis a través de unos pivotes, cerrando el paralelogramo a un lado el propio chasis y al otro la propia mangueta de la rueda.

La mangueta está articulada con los brazos mediante rótulas esféricas que permiten la orientación de la rueda. Los elementos elásticos y amortiguador coaxiales son de tipo resorte e hidráulico telescópico respectivamente y están unidos por su parte inferior al brazo inferior y por su parte superior al bastidor.

Completan el sistema unos topes de goma que evitan que el brazo inferior suba lo suficiente como para sobrepasar el límite elástico del resorte y un estabilizador lateral que va anclado al brazo inferior.

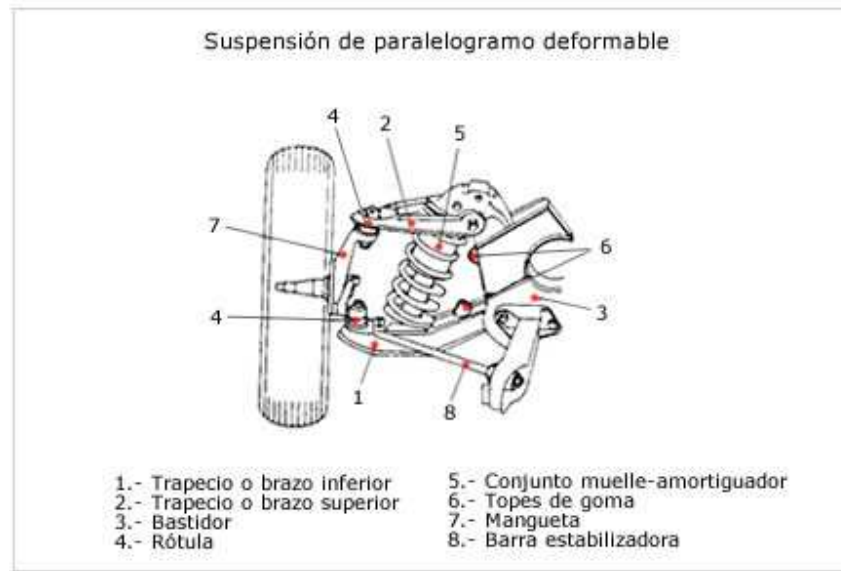


Figura 50. Partes suspensión de paralelogramo deformable
(MEGANEB0Y3, 2011)

Con distintas longitudes de los brazos y se pueden conseguir distintas geometrías de suspensión de forma que puede variar la estabilidad y la dirección según sea el diseño de estos tipos de suspensión.



Figura 51. Vista paralelogramo deformable
(MEGANEBOY3, 2011)

La evolución de estos sistemas de suspensión de paralelogramo deformable ha llegado hasta las actuales suspensiones llamadas multibrazo o multilink.
(MARTINEZ D. H., 2006)

2.1.2.5.5. Suspensiones Multibrazo o Multilink

Se basan en el mismo concepto básico que sus precursoras las suspensiones de paralelogramo deformable, es decir, el paralelogramo está formado por dos brazos transversales, la mangueta de la rueda y el propio bastidor.

La diferencia fundamental que aportan estas nuevas suspensiones es que los elementos guía de la suspensión multibrazo pueden tener anclajes elásticos mediante manguitos de goma. Gracias a esta variante las multibrazo permiten modificar tanto los parámetros fundamentales de la rueda, como la caída o la convergencia, de la forma más apropiada para la estabilidad en las distintas situaciones de uso del automóvil. Esto significa que las dinámicas longitudinal y transversal pueden configurarse de forma precisa y prácticamente independiente entre sí, y que puede alcanzarse un grado máximo de estabilidad, direccional y confort.

Para que una suspensión se considere multibrazo debe estar formada al menos por tres brazos.



Figura 52. Suspensión multibrazo delantera

(MEGANEBOY3, 2011)

Un sistema multibrazo trasero del tipo paralelogramo deformable con tres brazos: Consta de un brazo superior con forma de triángulo como la delantera, pero dispone de dos brazos transversales, superior e inferior y un tirante longitudinal inferior. Las articulaciones son similares al modelo de suspensión delantera. Ambos sistemas poseen como elementos elásticos resortes y amortiguadores telescópicos y también barra estabilizadora. En la disposición delantera el amortiguador va anclado a la barra inferior transversal mediante una horquilla. (MARTINEZ D. H., 2006)

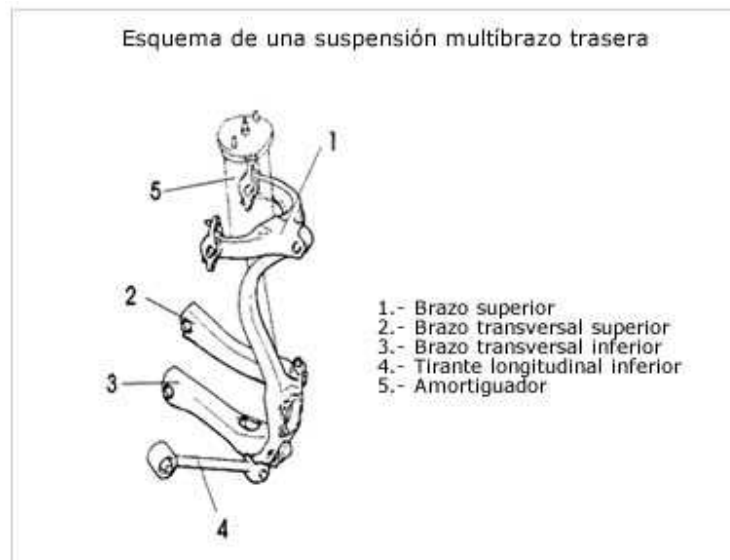


Figura 53. Suspensión multibrazo posterior
(MEGANEBOY3, 2011)

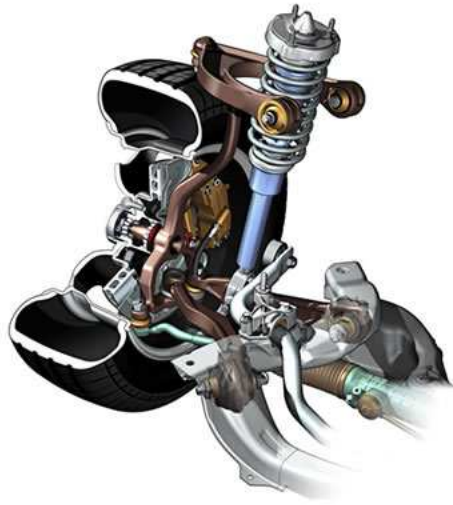


Figura 54. Esquema suspensión multibrazo
(MEGANEBOY3, 2011)

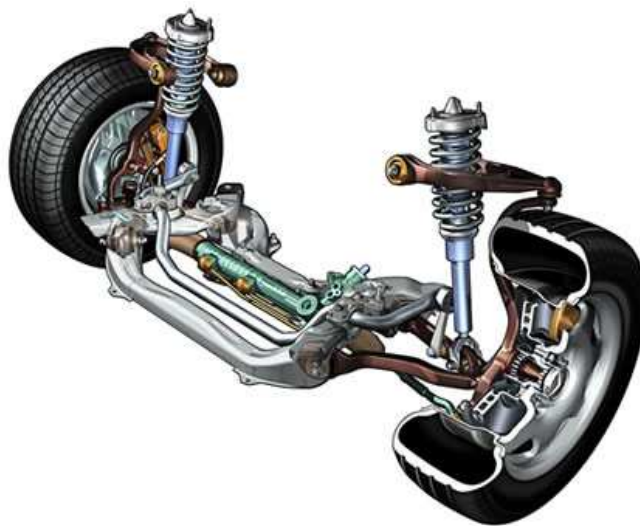


Figura 55. Conjunto suspensión multibrazo
(MEGANEBOY3, 2011)

Audi A6
Delantera, cuatro brazos



Figura 56. Suspensión delantera de cuatro brazos
(MEGANEBY3, 2011)

Audi Quattro
Trasera, multibrazo

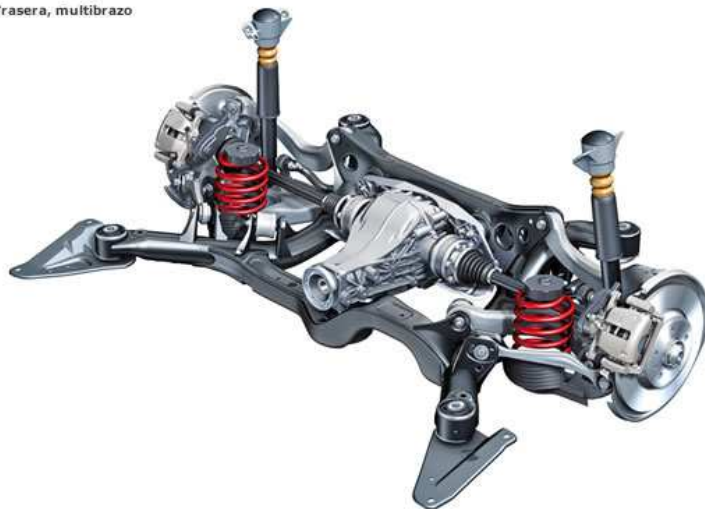


Figura 57. Suspensión multibrazo posterior
(MEGANEBY3, 2011)

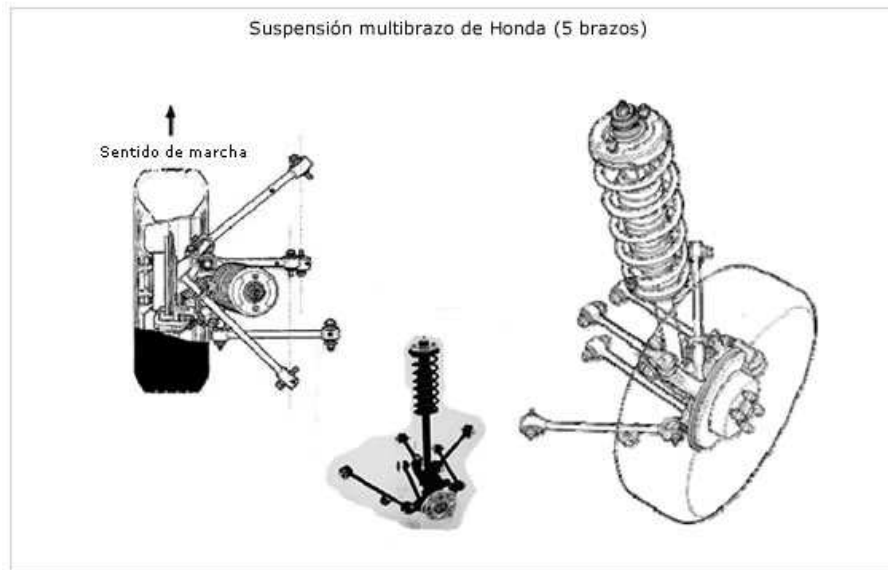


Figura 58. Suspensión multibrazo de 5 brazos
(MEGANEBOY3, 2011)

2.1.2.6. Suspensión Hidroneumática

Esta suspensión combina un sistema mixto de elementos hidráulicos y neumáticos que garantiza una suspensión suave y elástica, facilitando además, la nivelación de la carrocería de forma automática. Esta suspensión proporciona la confortable sensación de "flotar", una gran estabilidad, que hace que apenas se noten las desigualdades del terreno y también un notable agarre de las ruedas al mismo. Este tipo de suspensión tiene como principio la utilización de unas esferas que tienen en su interior un gas (nitrógeno) que es compresible y que se encuentran situadas en cada una de las ruedas. La función que realiza el gas es la del resorte y este es comprimido por la acción de un líquido LHM (líquido hidráulico mineral) que recorre un circuito hidráulico que comunica cada una de las cuatro ruedas.

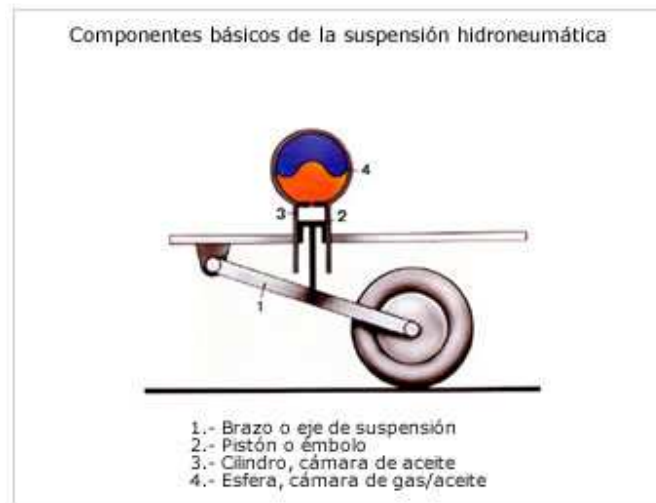


Figura 59. Componentes suspensión hidroneumática
 (MEGANEBOY4, 2011)

La presión de las esferas es idéntica en el mismo eje, pero distinta entre la parte delantera y la trasera debido a las diferencias de carga a soportar.
 (MARTÍN, 2003)

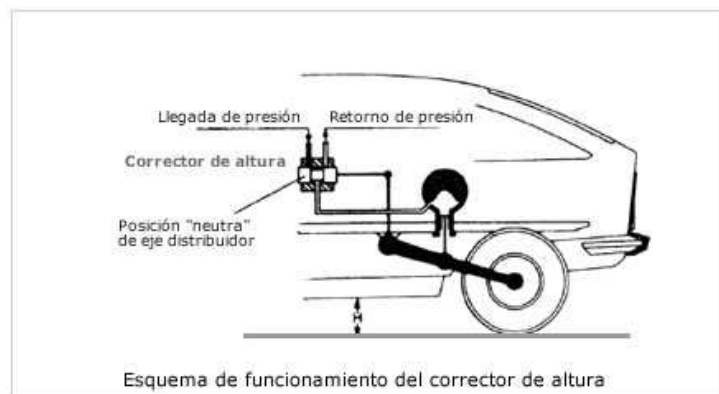


Figura 60. Funcionamiento corrector de altura
 (MEGANEBOY4, 2011)

2.1.2.7. Suspensión neumática

Este tipo de suspensión se está utilizando desde hace pocos años sobre todo en vehículos de alta gama. La suspensión neumática basa su funcionamiento en las propiedades que ofrece el aire sometido a presión. En esta suspensión, se sustituye el resorte mecánico (muelle, ballesta o barra de torsión) por un fuelle o cojín de aire que varía su rigidez.

La suspensión neumática permite:

- Adaptar la carrocería a distintas alturas en función de las necesidades de marcha.
- Adaptar la suspensión y la amortiguación a la situación de la calzada y a la forma de conducir.

Se caracteriza por su elevada flexibilidad, notable capacidad de amortiguación de las vibraciones y por la autorregulación del sistema que permite mantener constante la distancia entre el chasis y la superficie de carretera independientemente de la carga presente en el vehículo. La suspensión neumática es un sistema complejo y de costo elevado, ya que integra numerosos componentes y necesita de una instalación de aire comprimido para su funcionamiento. Esta suspensión es muy utilizada en vehículos industriales (autobuses, camiones, etc.). Automóviles que utilizan esta suspensión tenemos: Audi A8, Mercedes de la Clase E, S, R, etc. y algunos todo terreno como el VW Tuareg, el Range Rover y el Audi Q7 entre otros.

La suspensión neumática se puede aplicar tanto en el eje trasero o integral a las cuatro ruedas. Con esta suspensión se puede variar la altura de la carrocería manual o automáticamente en función de la velocidad, de las características de la calzada y el estilo de conducción. Se conecta o desconecta la suspensión en las patas telescópicas con un volumen de aire adicional. (MARTINEZ D. H., 2006)

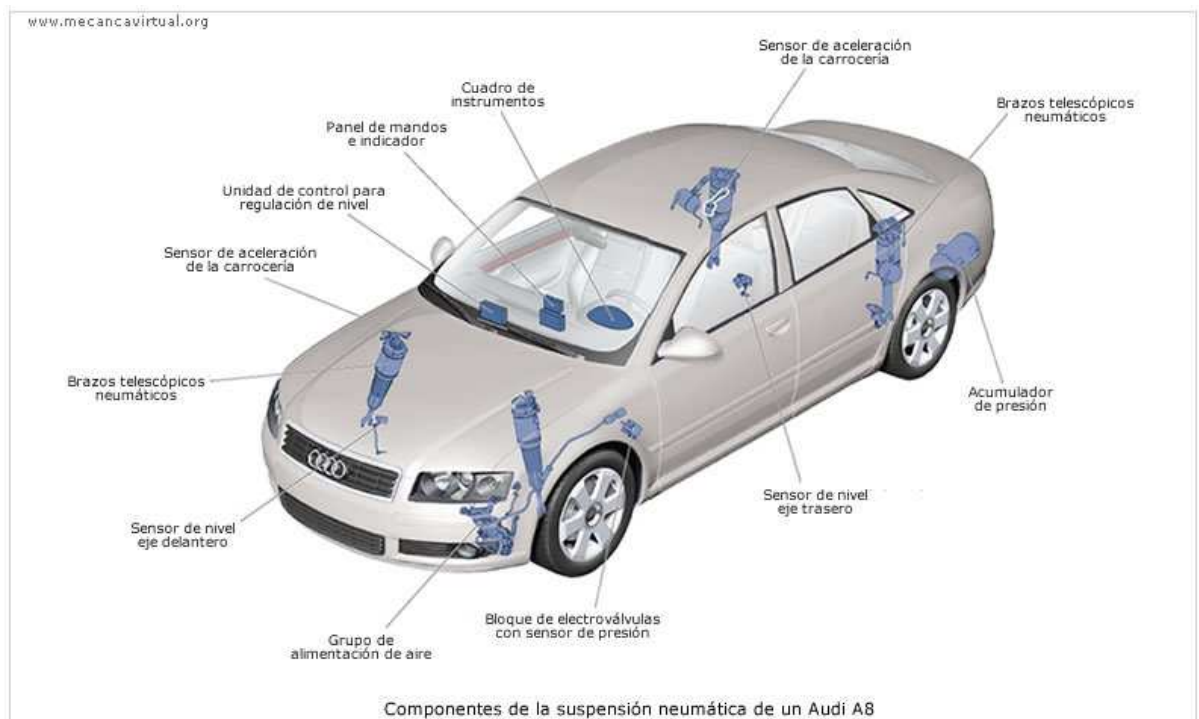


Figura 61. Suspensión neumática Audi A8
(MEGANEBOY9, 2011)

2.1.2.8. Suspensión neumática integral

Esta suspensión se aplica a las cuatro ruedas, mantiene la altura del vehículo a un valor teórico constante mediante un sistema de amortiguación neumática en el eje delantero y en el eje trasero, independiente de la carga. La distancia entre el eje y la carrocería es determinada por cuatro sensores de altura llamados transmisores de nivel del vehículo.

En el caso de existir diferencias con respecto al valor teórico, mediante el compresor y las electroválvulas de suspensión se varía el volumen de aire en el muelle neumático, que vuelve a regular la altura de la carrocería hasta alcanzar el valor teórico.

Existen autos como el Audi A8 dispone de tren de rodaje standard (adaptive air suspension) y el tren de rodaje deportivo (adaptive air suspension sport). (PÉREZ, 2011)

2.1.2.8.1. Componentes de la suspensión

Brazo muelle/amortiguador: La estructura básica de los cuatro brazos telescópicos muelle/amortiguador es idéntica. El brazo de suspensión está formado por dos partes:

- Una neumática que sustituye al resorte de las suspensiones mecánicas convencionales y que sirve principalmente para nivelar la carrocería.

- Una suspensión de reglaje continuo de la amortiguación, que utiliza amortiguadores variables a través de unas electroválvulas que controlan el paso del aceite. (MARTÍN, 2003)



Figura 62. Alimentación de aire
 (MEGANEBOY9, 2011)

CAPITULO III

3. DISEÑO

El diseño de la mesa de vibración es el resultado de una necesidad, ya que se empezó por la necesidad de tener un equipo donde los estudiantes puedan aprender de mejor manera las partes de la suspensión de un vehículo así como su funcionamiento y posibles fallas. El equipo que se necesita es aquel donde el estudiante pueda ver el funcionamiento de la suspensión en vivo y en directo y para hacer esto posible, se lo puede realizar de muchísimas maneras, por lo que en un principio se pensaba realizar un equipo que muestre el funcionamiento de la suspensión más común, que es la independiente Mc Pherson, pero el principal problema es que el equipo se limitaría a un solo tipo de suspensión y solamente a las piezas que confirman este tipo de suspensión; además de que en el caso de que se quisiera exponer otro tipo de suspensión se necesitaría de otro equipo para poder hacerlo y así sería con cada tipo de suspensión teniendo como resultado varios equipos incrementando de manera excesiva el costo de la fabricación así como de mantenimiento de los mismos, por lo que se eliminó la idea de centrarse en un solo tipo de suspensión dando paso a la idea de tener en solo equipo la posibilidad de poder observar el funcionamiento de cualquier tipo de suspensión .

Es en este momento donde se empieza la investigación para determinar cuál es el común denominador de todos los tipos de suspensiones que existen desde la antigüedad hasta el presente dando como resultado que el común denominador entre suspensiones no es entre piezas y componentes, ya que los mismos varían entre suspensiones e incluso hay suspensiones

que no tienen casi nada de componentes en común, sino que el común denominador es el trabajo que realizan todas las suspensiones, que es el de absorber las irregularidades del camino y las reacciones que se producen las mismas en el auto para mantener el auto estable y dar comodidad a los ocupantes, por lo que se necesita de un equipo en el que no solo muestre el funcionamiento de un solo tipo de suspensión sino que se necesita de un equipo en el que se pueda mostrar cualquier tipo de suspensión ya sea antigua o moderna incluyendo las nuevas tecnologías que saldrán en un futuro, todo esto dando como resultado a equipo que genere y simule las irregularidades que se encuentran en el camino haciendo que se pueda observar el funcionamiento de la suspensión automotriz sea rígida, independiente, neumática o cualquier tipo de suspensión que se quiera estudiar.

Teniendo la idea clara de que lo se necesita es un equipo que genere las irregularidades de la carretera, se procede a realizar diferentes tipos de bocetos de equipos que puedan simular irregularidades de un camino para de esta manera observar el funcionamiento de cualquier tipo de suspensión.

El primero de los diseños se basa en tratar de simular las irregularidades del camino mediante dos rodillos, uno de ellos unido a un motor para hacer girar el neumático y el otro rodillo gira por medio del movimiento del neumático y es el mismo que en su rodadura tiene topes de diferentes tamaños para hacer que el neumático al pasar por estos topes salte simulando los baches e irregularidades que puede tener la carretera. Todo este sistema va en una caja donde solamente queda a la vista los rodillos

donde se asienta el neumático y todo en conjunto va anclado al ras del piso para que el vehículo pueda entrar fácilmente al equipo.

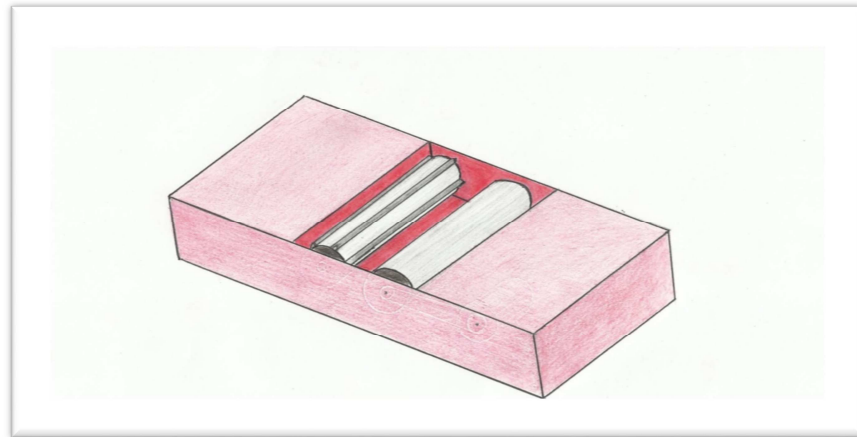


Figura 63. Primer boceto del equipo

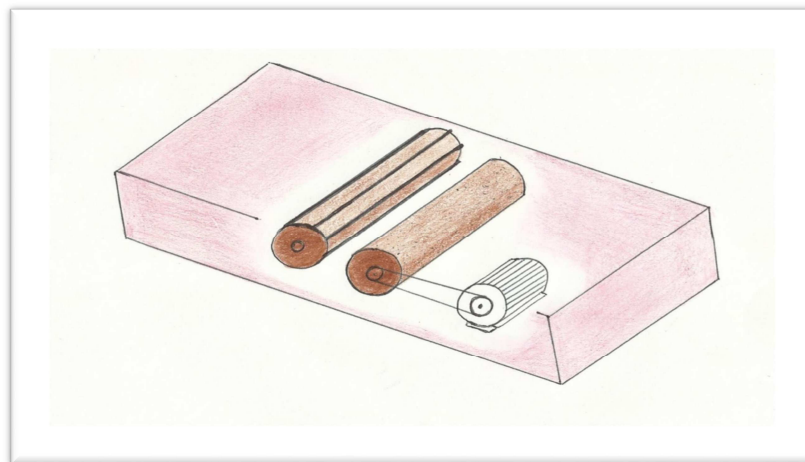


Figura 64. Primer boceto del equipo. Vista interna

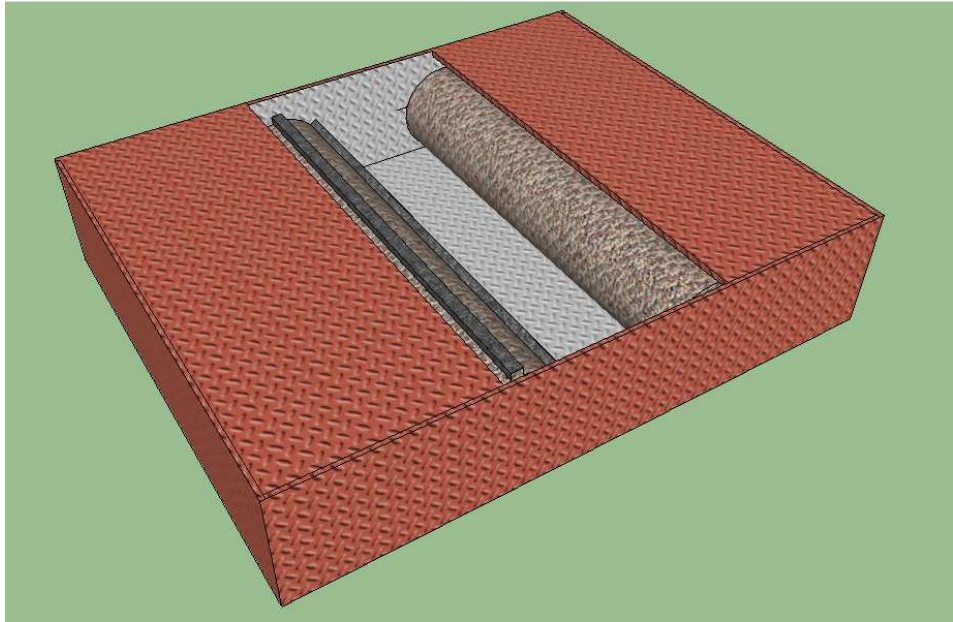


Figura 65. Primer boceto del equipo en 3D

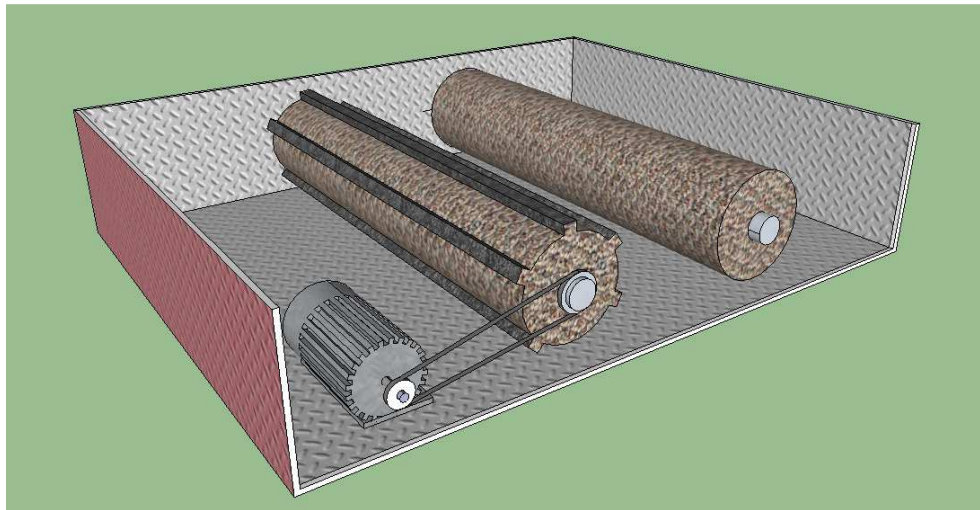


Figura 66. Primer boceto del equipo en 3D abierto

Las ventajas del diseño son:

- La sencillez del equipo en cuanto a diseño y funcionamiento.
- La cantidad reducida de piezas a usarse para la fabricación del mismo.

Las desventajas son:

- La dificultad que se tiene para poder realizar medidas computarizadas ya que no existe un lugar equipo donde se pueda colocar un sensor que envíe una señal a la computadora.
- Las variaciones de la suspensión que podrían darse al usar el equipo con neumáticos mojados por causa de lluvia ya que los rodillos podrían deslizarse y dejar de cumplir su trabajo.
- La disposición de los rodillos haría que la simulación sea mínima ya que los topes tienen una medida constante que no se puede variar a menos que se cambien los topes por otros de otro tamaño y volver a realizar la prueba, lo que genera una pérdida de tiempo.
- En el caso de que la suspensión no se encuentre en buen estado y empiece a rebotar en los rodillos podría generar chillidos de las llantas, golpes fuertes en el rodillo los cuales podrían descentrar a los rodillos de su eje o dañar los mismos.

Por las desventajas anteriormente mencionadas el diseño de este equipo fue descartado y se llegó a la conclusión de que lo que se necesita es un equipo donde el neumático no tenga que moverse para evitar deslizamientos de mismo en caso de estar húmedos, además de que el movimiento del

neumático no afecta directamente al funcionamiento de la suspensión por lo que se procedió al siguiente diseño.

El diseño del equipo con una plancha fija donde se asiente el neumático y que sea la que genere el movimiento hacia la suspensión fue la solución, dando como resultado el siguiente diseño.

Consta de una plancha de acero que se asienta en una estructura la cual soporta el peso del vehículo y es la misma estructura la cual genera el movimiento y las oscilaciones para la simulación. La estructura se encuentra fijada a una base la cual está unida a una biela la cual tiene una excéntrica conectada al eje del motor eléctrico para generar los movimientos oscilatorios y hacer que la plancha donde se encuentra asentado el neumático empiece a moverse de arriba hacia abajo haciendo que la suspensión empiece a trabajar.

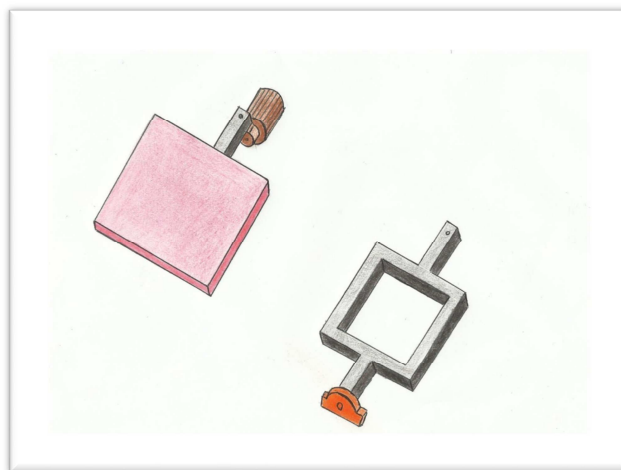


Figura 67. Segundo boceto del equipo

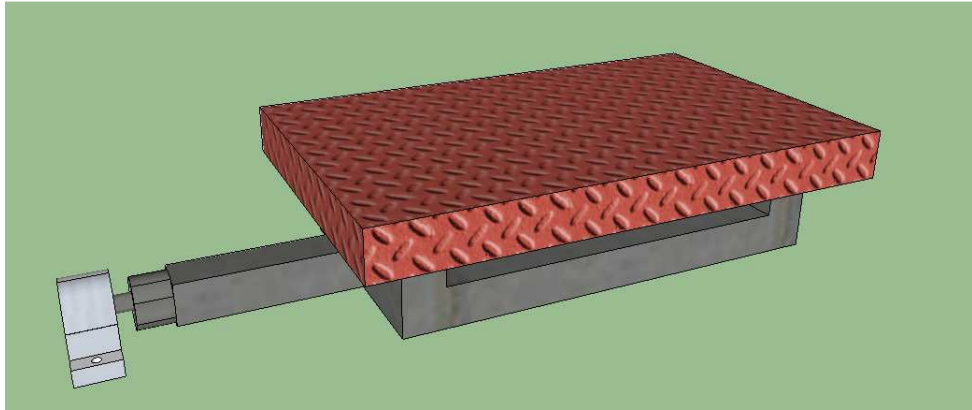


Figura 68. Segundo boceto del equipo en 3D

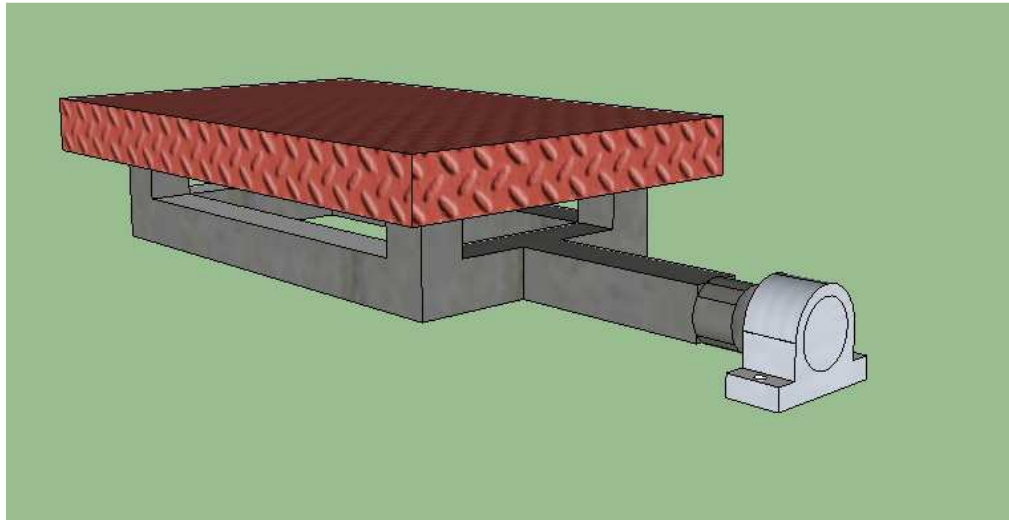


Figura 69. Segundo boceto del equipo en 3D vista lateral

Las ventajas del diseño son:

- El neumático se encuentra fijo sin movimiento y asentado en la plancha, eliminando la posibilidad de que el mismo resbale al estar húmedo, permitiendo así poder observar el trabajo de la suspensión en cualquier condición.
- La resistencia de la mesa vibratoria aumenta al tener una estructura donde se reparte el peso del vehículo al cual se está realizando la prueba.
- Se reduce el espacio que ocupa el equipo con todos sus componentes.

Las desventajas del diseño son:

- Al momento en el que el peso del vehículo se distribuye hacia la estructura, se genera un esfuerzo en la misma, lo que hace que con el uso la estructura empiece a debilitarse y con el tiempo y el uso, la estructura podría fallar, lo que implica cambiar la estructura o reforzarla constantemente lo que saldría costoso.
- En el caso de que la estructura soporte el trabajo generado, el desgaste se podría ver reflejado en el eje del motor, por lo que se tendría que reemplazar o rectificar el eje o en el peor de los casos cambiar el motor por lo que el costo sería muy elevado.
- El neumático debe ser ubicado únicamente en el centro de la plancha, ya que de no ser así, la estructura tendería a descuadrarse o incluso podría fallar (fisuras, romperse, torcerse).
- El costo por reparación de componentes es muy elevado ya que los elementos que componen la mesa vibratoria son elementos sólidos que no

son desarmables, por lo que al fallar uno de estos elementos, habría que cambiar todo el elemento y no solamente parte del mismo.

Por las desventajas anteriormente mencionadas, el diseño del equipo fue descartado y se llegó a la conclusión de que lo que se necesita es de un equipo con piezas que puedan ser sustituidas en caso de fallar y que las mismas no sean muy costosas, además de que la estructura del equipo debe ser lo suficientemente resistente para no fallar ya que es un elemento crucial para el correcto funcionamiento del equipo por lo que no debe fallar y el esfuerzo que realiza debe ser reducido al máximo o distribuido a otros elementos de fácil sustitución.

El siguiente y definitivo diseño consta de una plancha de acero en donde se asienta el neumático del auto al igual que en el anterior diseño, con la diferencia de que la estructura ha sido diseñada para soportar el peso del auto además de distribuir el esfuerzo de trabajo que realiza el equipo hacia varios puntos, haciendo que se disminuya el fallo de la estructura al máximo.

La estructura consta de 4 Tubos Rectangulares en donde se asienta y sujeta la plancha; estos tubos rectangulares van sujetos a dos ejes los cuales van anclados a una estructura mediante chumaceras que permiten el movimiento de los ejes. Uno de los ejes, el eje principal, es el que transmite el movimiento hacia la plancha.

Al igual que el anterior diseño, el movimiento es generado mediante un motor eléctrico que mediante una excéntrica mueve a una biela con la

diferencia de que la biela está sujeta a una plancha de acero y está sujeta al eje principal mediante pernos, transmitiendo el movimiento del motor y de la biela hacia el eje principal y los tubos rectangulares, haciendo así que la plancha pueda generar el movimiento a la suspensión del vehículo.

El equipo está diseñado de esta manera para que el peso del vehículo y el esfuerzo realizado por el trabajo se reparta a varios puntos de la estructura, como son las chumaceras y la plancha que sujeta al eje principal siendo esta plancha quien realice el mayor trabajo de todos los elementos.

El equipo con todos sus elementos se asienta en una estructura que soporta a todo el equipo.

Las ventajas de este diseño son:

- El neumático del vehículo se encuentra sin movimiento sobre la plancha eliminando la posibilidad de que el mismo se resbale en caso de estar húmedo, lo que permite usar el equipo con neumáticos secos o húmedos.
- Al repartir el peso a varios componentes y elementos del equipo de suspensiones se reduce al máximo la posibilidad de que los elementos más importantes y costosos se dañen.
- Se reduce el tamaño del equipo de suspensiones con todos sus componentes.

- Al tener 4 tubos rectangulares que sostienen la plancha donde se asienta el neumático, eliminamos la posibilidad de que la estructura falle (fisuras, torceduras, descuadras).
- El diseño del equipo permite la posibilidad de usar varios sensores de movimiento, de posición, de peso, entre otros los que pueden ser colocados en el equipo como proyectos de otros estudiantes.

Las desventajas del diseño son:

- Mas piezas, elementos y componentes que conforman al equipo incrementando el costo de construcción pero disminuyendo el costo de mantenimiento y reparación.

Por las ventajas y desventajas anteriormente mencionadas, este diseño es el definitivo para ser construido previo estudio de dimensiones, teniendo en cuenta que incluso en las desventajas tenemos una ventaja a futuro.

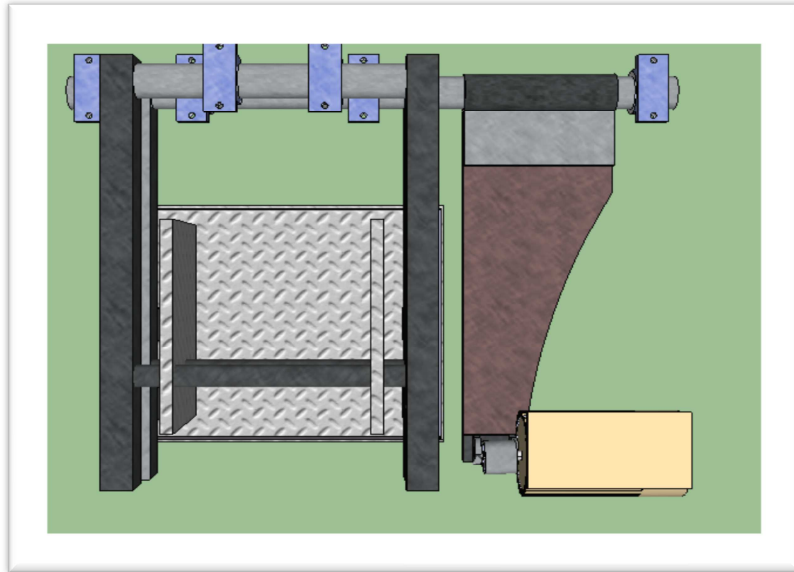


Figura 70. Diseño final del equipo vista inferior

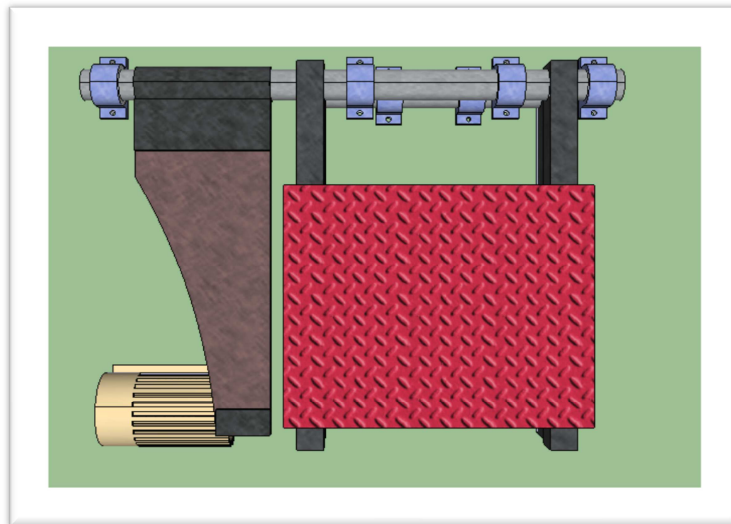


Figura 71. Diseño final del equipo, vista superior.

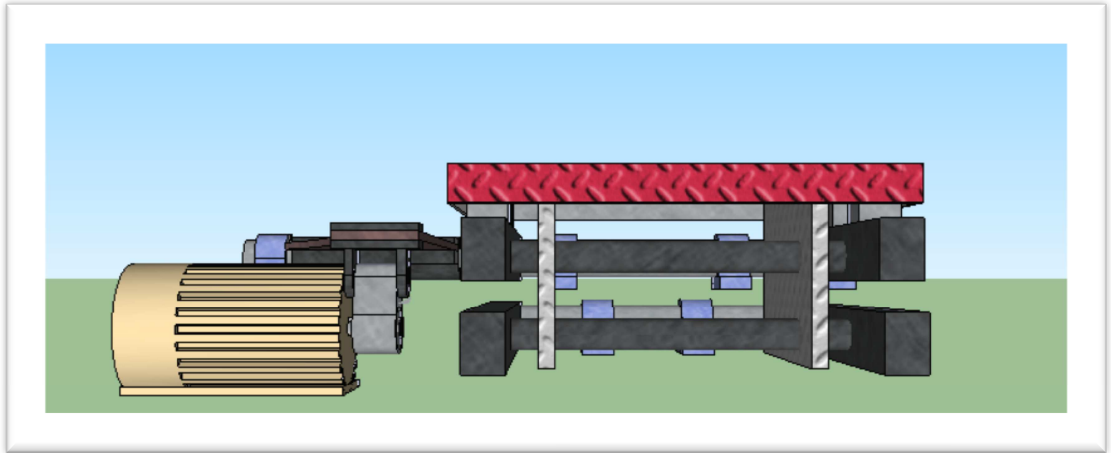


Figura 72. Diseño final del equipo, vista frontal.

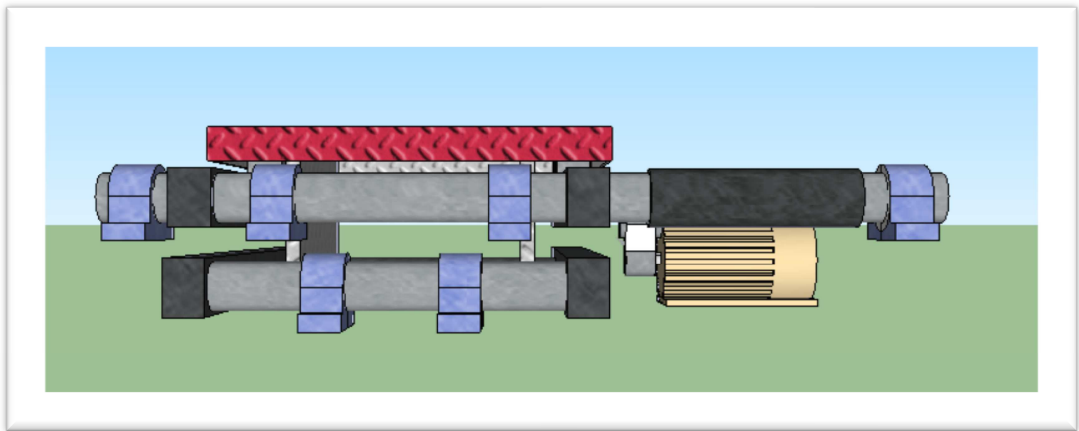


Figura 73. Diseño final del equipo, vista posterior.

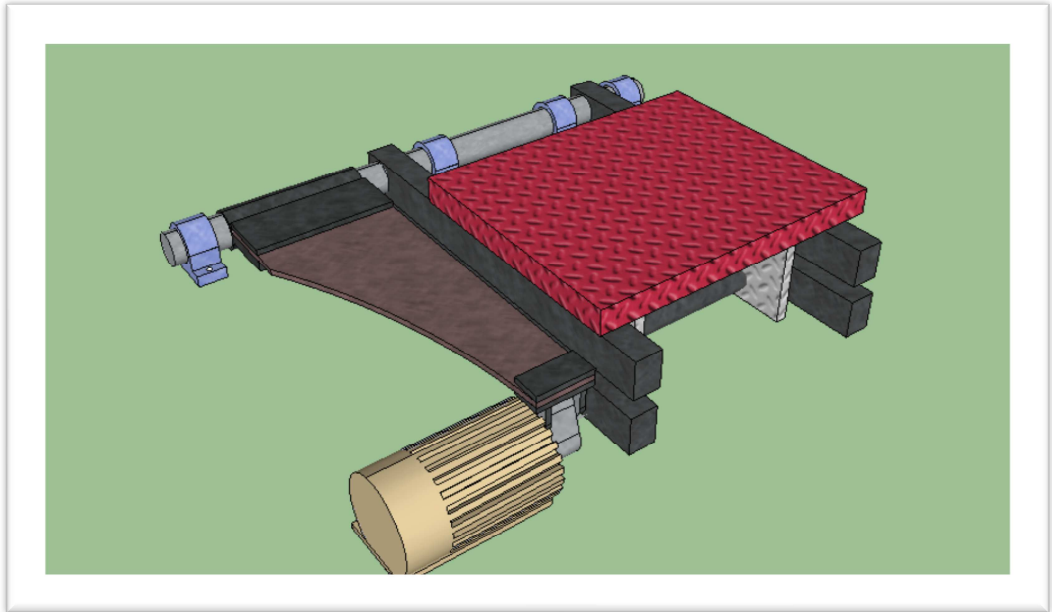


Figura 74. Diseño final del equipo, vista isométrica.

Al tener listo el diseño, se procede a la investigación de las medidas que va a tener el equipo en cada uno de sus componentes, empezando por la plancha donde se asienta el neumático, por lo que se realiza un estudio de los vehículos más comunes en la ciudad de Quito y el peso que tiene cada uno en el eje delantero ya que es este el que más pesa en todo el vehículo por lo que el motor está ubicado en la parte frontal de los autos.

La investigación se realiza por que debemos saber el peso máximo que tiene que soportar el equipo para de esta manera poder determinar las medidas del mismo.

La investigación se realiza en la revisión técnica vehicular [Tabla 1] donde acuden los autos de Quito obligatoriamente para ser revisados mecánicamente y es aquí donde tienen los equipos adecuados para pesar a los vehículos en KG. , teniendo como resultado lo siguiente.

Cuadro de pesos en KG. De los autos más comunes en Quito. [Tabla 1]

Tabla 1. Tabla de pesos de los vehículos

| MARCA | MODELO | AÑO | PESO EJE DELANTERO KG. |
|-----------|---------------------|------|------------------------|
| BMW | X3 | 2008 | 983 |
| Chevrolet | Aveo Gt 5p | 2008 | 763 |
| Chevrolet | Grand Vitara 5p | 2011 | 736 |
| Chevrolet | Vitara Sz | 2010 | 781 |
| Chevrolet | Luv D-Max | 2012 | 875 |
| Chevrolet | Vitara 3P | 2009 | 638 |
| Chevrolet | Spark GT | 2012 | 674 |
| Chevrolet | Trooper | 1998 | 1048 |
| Chevrolet | Luv D-Max 2.4 | 2011 | 876 |
| Chevrolet | Corsa Evolution 5p | 2010 | 751 |
| Chevrolet | Aveo emotion | 2009 | 734 |
| Chevrolet | Grand Vitara 5p XL7 | 2008 | 893 |
| Chevrolet | Vitara 5p | 2006 | 738 |
| Chevrolet | Vitara 3P | 2008 | 644 |
| Chevrolet | Vitara Sz | 2012 | 801 |
| Chevrolet | Luv | 2011 | 773 |
| Chevrolet | Sail | 2012 | 718 |
| Chevrolet | Grand Vitara 3P | 2007 | 695 |
| Chevrolet | D-MAX 2.4 | 2013 | 876 |
| Chevrolet | Optra | 2006 | 830 |
| Chevrolet | Grand Vitara 5p XL7 | 2007 | 880 |

Tabla 2. Tabla de pesos de los vehículos [Continua...]

| | | | |
|-----------|--------------------|------|------|
| Chevrolet | Spark | 2009 | 584 |
| Chevrolet | Spark | 2011 | 584 |
| Chevrolet | Optra | 2011 | 818 |
| Chevrolet | Aveo Gt 5p | 2009 | 751 |
| Chevrolet | Aveo Family | 2012 | 703 |
| Citroen | C3 | 2008 | 713 |
| Daewoo | Lanos 5P | 2003 | 724 |
| Daewoo | Lanos 5P | 2002 | 712 |
| Dodge | Journey | 2013 | 1056 |
| Fiat | Uno | 2005 | 589 |
| Fiat | Uno | 2005 | 581 |
| Ford | Explorer | 2005 | 1109 |
| Ford | Explorer Sportrack | 2009 | 1296 |
| Ford | Explorer | 2010 | 1020 |
| Greatwall | Volexc30 | 2012 | 736 |
| Honda | CRV | 2009 | 919 |
| Honda | CRV | 2002 | 864 |
| Honda | Civic | 2010 | 833 |
| Honda | CRV | 2007 | 956 |
| Hyundai | Accent | 2012 | 676 |
| Hyundai | Tucson | 2010 | 937 |
| Hyundai | Elantra | 2009 | 845 |
| Hyundai | Veracruz | 2008 | 1184 |
| Hyundai | Tucson | 2006 | 973 |
| Hyundai | tucson IX | 2012 | 881 |
| Jeep | Compass | 2011 | 924 |
| Kia | Rio | 2010 | 737 |
| Kia | Carens | 2004 | 886 |
| Kia | Picanto | 2007 | 626 |
| Kia | Cerato Forte | 2011 | 738 |
| Kia | Sportage | 2011 | 908 |
| Kia | Sportage | 2011 | 907 |
| Lada | 21043 | 1994 | 617 |
| Mazda | B2600 | 2005 | 970 |
| Mazda | Alegro 1.6 | 2008 | 747 |

Tabla 3. Tabla de pesos de los vehículos [Continua...]

| | | | |
|--------------|----------------|------|------|
| Mazda | 3 | 2011 | 846 |
| Mazda | BT50 | 2010 | 1057 |
| Mazda | 5 | 2007 | 917 |
| Mazda | BT50 | 2009 | 1176 |
| MercedesBenz | C230K | 2003 | 885 |
| MercedesBenz | E320 | 2002 | 881 |
| Mitsubishi | Lancer GT | 2009 | 858 |
| Mitsubishi | ASX | 2013 | 878 |
| Mitsubishi | Montero | 2004 | 839 |
| Mitsubishi | Montero | 2005 | 937 |
| Nissan | Pick Up | 1994 | 788 |
| Nissan | Sentra Classic | 1994 | 683 |
| Nissan | Sentra SE | 2012 | 845 |
| Nissan | Navara | 2011 | 1125 |
| Nissan | Xtrail | 2009 | 864 |
| Nissan | Sentra Classic | 2009 | 649 |
| Peugeot | 206 | 2002 | 648 |
| Peugeot | 206 | 2005 | 676 |
| Renault | Logan Familier | 2011 | 692 |
| Renault | Sandero | 2012 | 734 |
| Renault | Logan | 2012 | 734 |
| Renault | Stepway | 2011 | 771 |
| Toyota | Corolla | 2009 | 523 |
| Toyota | Fortunner | 2013 | 1058 |
| Toyota | Prado 5P | 2001 | 1020 |
| Toyota | Yaris 3P | 2008 | 671 |
| Toyota | Rav 4 | 2002 | 819 |
| Toyota | Highlander | 2010 | 1252 |
| Toyota | Yaris 3P | 2005 | 675 |
| Volkswagen | Fox | 2005 | 713 |
| Volkswagen | Gol 5P | 2003 | 693 |
| Volkswagen | Bora | 2007 | 907 |
| Volkswagen | Jetta | 2011 | 793 |
| Volkswagen | Jetta | 2009 | 813 |
| Volkswagen | Parati | 1999 | 688 |
| Volkswagen | Gol 5P | 2011 | 668 |

El resultado obtenido de la investigación refleja que el vehículo que más pesa de la muestra es de 1252 KG. del Toyota Highlander del 2010 por lo que el equipo debe soportar 1300 KG. [Tabla 1]

3.1 CONCEPTO DE ESFUERZO.

El esfuerzo se define como la resistencia interna ofrecida por una unidad de área de un material del cual está hecho un miembro a una carga aplicada externamente.

“El cambio en longitud de un objeto es directamente proporcional al producto de la longitud, la del objeto y la fuerza por unidad de área F/A que se aplica. Es una práctica general definir la fuerza por unidad de área como el esfuerzo” (GIANCOLI, 2006)

“El esfuerzo es la magnitud de la reacción interna producida en un sólido bajo la acción de una carga externa” (GONZÁLEZ, 2003)

Lo más importante es tratar de determinar lo que sucede dentro de un miembro si soporta la carga.

El concepto de esfuerzo se expresa matemáticamente como:

Esfuerzo [1.1] = $F(\text{Fuerza}) / (\text{sobre}) (\text{Área})$. (GIANCOLI, 2006).

_____ -

[1.1]

Definición de esfuerzo (GIANCOLI, 2006)

Existen varios tipos de deformaciones dependiendo de las fuerzas que actúan sobre cierto miembro, estas deformaciones pueden axiales, biaxiales, triaxiales, por flexión, por torsión, o combinados, como se muestran en las siguientes figuras:

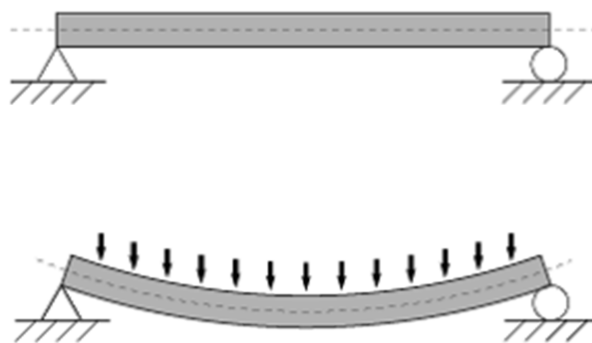


Figura 75. Esfuerzo y deformación por flexión.

(MARTINEZ F. D., 2011)

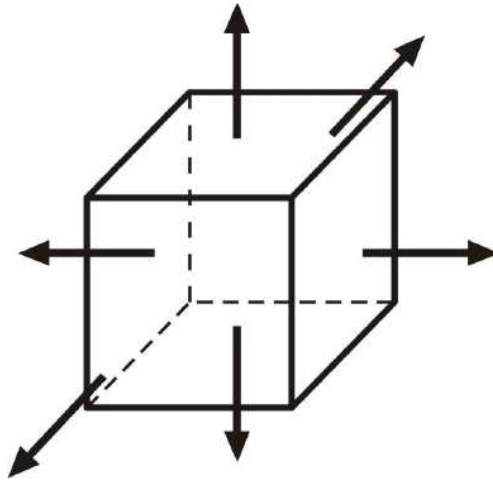


Figura 76. Esfuerzo y deformación triaxial.
(VILLAREAL, 2008)

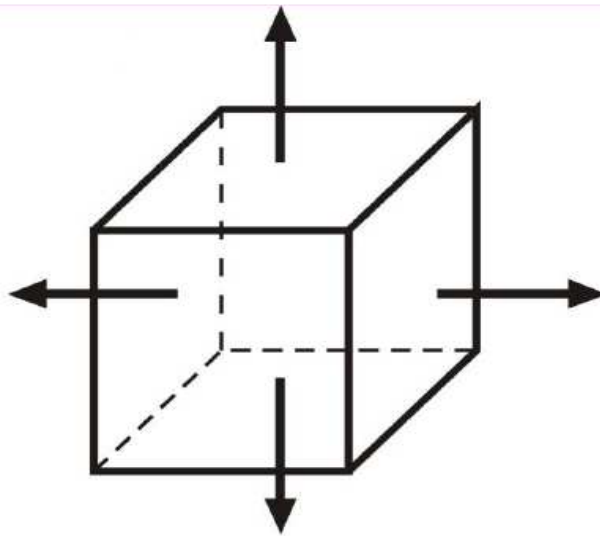


Figura 77. Esfuerzo y deformación biaxial.
(VILLAREAL, 2008)

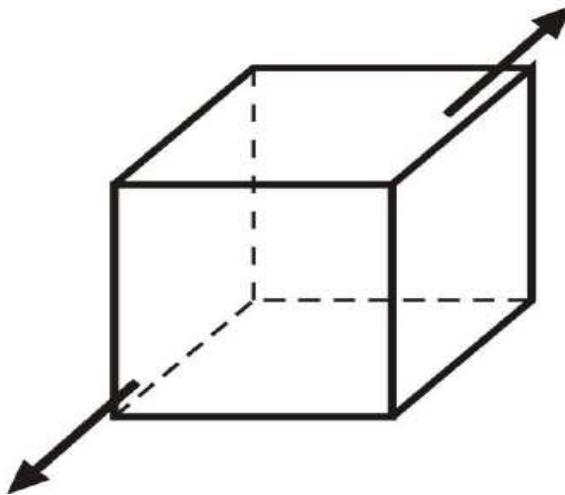


Figura 78. Esfuerzo y deformación uniaxial.
(VILLAREAL, 2008)

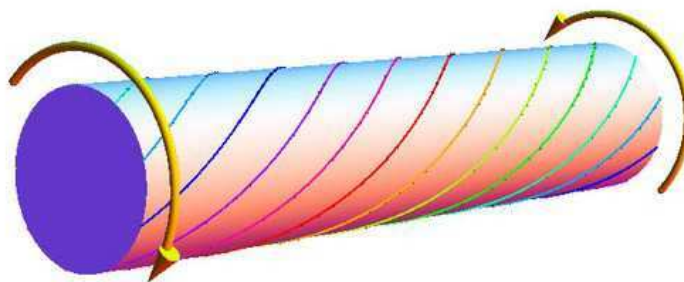


Figura 79. Esfuerzo y deformación por torsión.
(TECNERIFE, 2011)

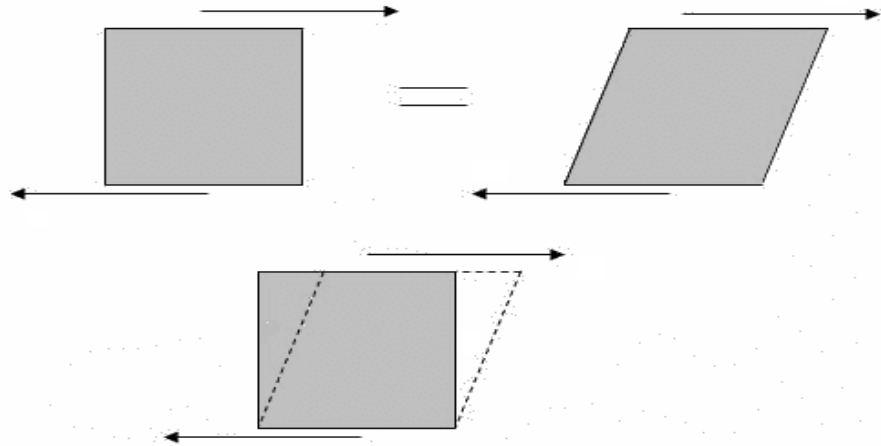


Figura 80. Esfuerzo y deformación combinados.

(OVIEDO, 2008)

Varios de estos esfuerzos y deformaciones son los que se podrán encontrar al momento de desarrollar el funcionamiento de la mesa vibratoria.

3.1.1. Plancha de asentamiento del neumático

La plancha de asentamiento es donde la llanta del vehículo se asentará para realizar la medición, las medidas de la plancha fueron definidas por el tamaño de neumático más grande que tendrá que sostener el equipo, teniendo como referencia el neumático del Toyota Highlander el cual viene de fábrica con neumáticos 245/55/R19 los cuales al estar en contacto con la superficie asientan 20 centímetros de su rodadura, por lo que el ancho de la plancha debe tener como mínimo un ancho de 25 centímetros para que el neumático se asiente sin ningún inconveniente.

Por lo tanto, las medidas de la plancha son de 660 mm. de largo, 430 mm. de ancho y 50 mm. de alto, para que el neumático pueda asentarse en la plancha sin ningún inconveniente.

El material que se utiliza en esta plancha es un acero AISI 1020 que es un acero al carbono, el cual es muy utilizado por su resistencia en barras, planchas y estructuras.

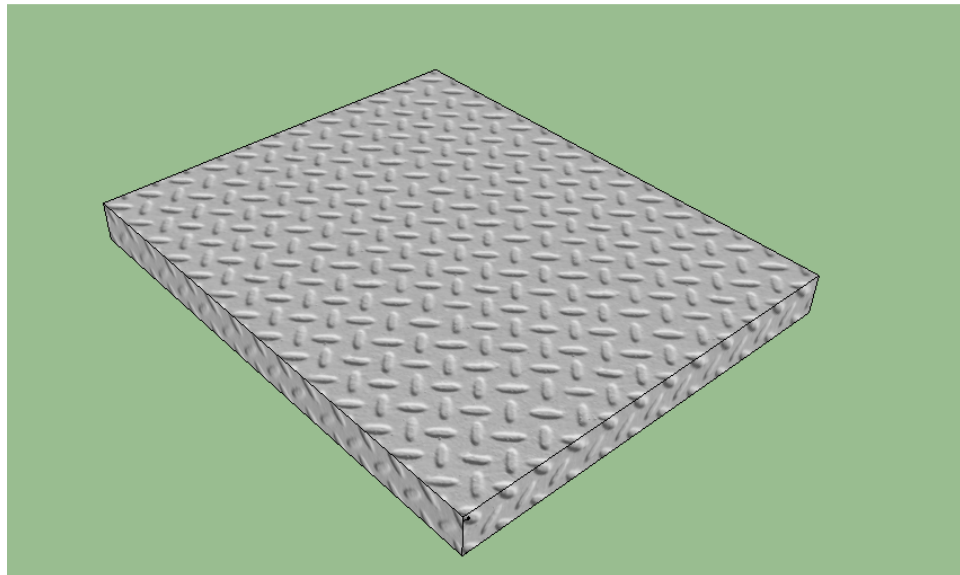


Figura 81. Plancha de asentamiento del neumático, vista isométrica superior.

(SKETCHUP3D, © 2004, 2010)

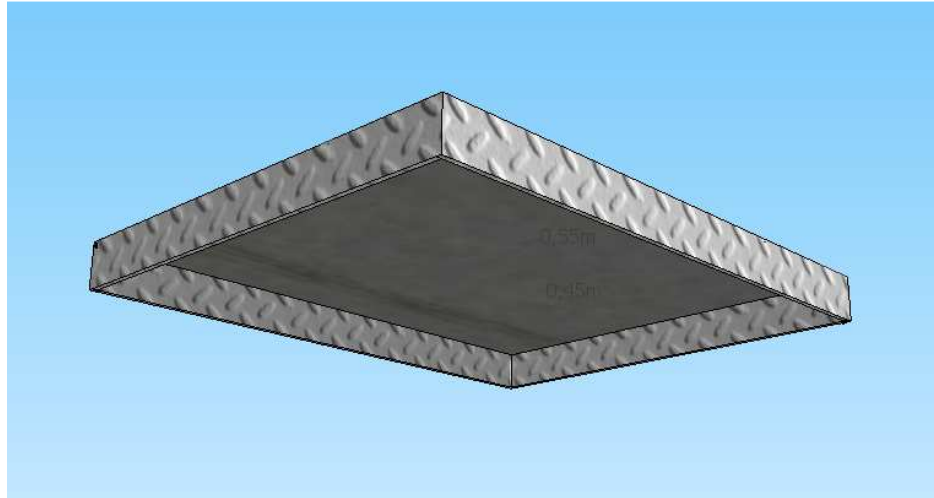


Figura 82. Plancha de asentamiento del neumático, vista isométrica inferior.

(SKETCHUP3D, © 2004, 2010)

3.1.2. Tubos rectangulares

Los tubos rectangulares son donde se asienta la plancha base y son los que transmiten el movimiento generado por el motor eléctrico de la mesa produciendo las vibraciones, además de soportar el peso del vehículo.

El equipo tiene 4 tubos rectangulares unidos a dos ejes, dos tubos rectangulares al eje principal y dos al eje secundario.

Las medidas del eje principal son 2 pulgadas de diámetro x 860 milímetros de largo mientras que el eje secundario es de 1 pulgada de diámetro x 520 milímetros de largo.

El material utilizado en los tubos rectangulares es el mismo que se utiliza en la plancha de asentamiento del neumático que es el acero AISI 1020 por su alta resistencia y por lo que se encuentra en el mercado nacional.

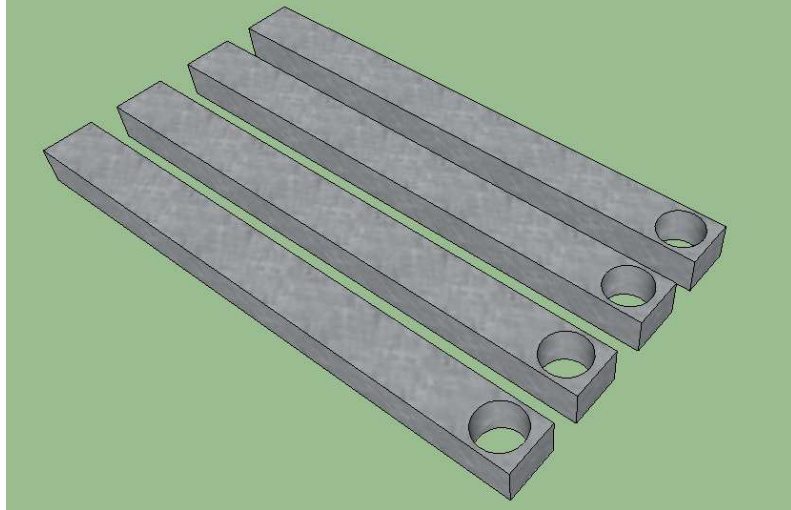


Figura 83. Tubos rectangulares, vista isométrica.

(SKETCHUP3D, © 2004, 2010)

Los tubos rectangulares tienen 480 mm. de largo, 80 mm. de ancho y 40 mm. de espesor con un agujero de 2 pulgadas. de diámetro por donde cruza el eje principal y de 1 pulgada por donde cruza el eje secundario.

3.1.3. Eje principal y secundario

El eje principal del equipo es el eje que transmite el movimiento hacia la plancha base; el movimiento es producido por una excéntrica conectada a

un motor eléctrico, el cual al ser encendido hace que la excéntrica gire, produciendo una vibración que es transmitida hacia el eje principal mediante una plancha.

El eje secundario no está conectado a la plancha que genera el movimiento, y sirve de apoyo para el eje principal para repartir el peso a varios puntos y que no se concentre el peso en un solo punto del equipo que en este caso sería el eje principal.

Las medidas del eje principal son 2 pulgadas de diámetro x 860 milímetros de largo mientras que el eje secundario es de 1 pulgada de diámetro x 520 milímetros de largo.

El material que se utiliza para la fabricación de los ejes es el Acero AISI 1018 conocido también como acero de transmisión el cual tiene un bajo contenido de carbono y es muy utilizado para estructuras por su resistencia.

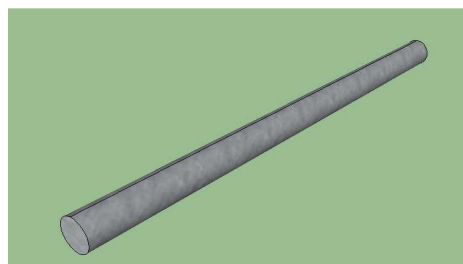


Figura 84. Eje principal, vista isométrica.

(SKETCHUP3D, © 2004, 2010)

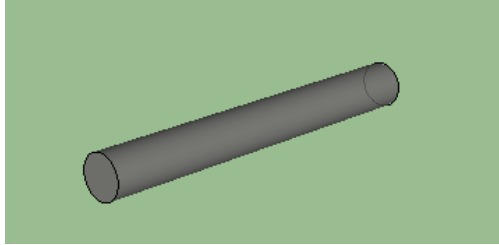


Figura 85. Eje secundario, vista isométrica.

(SKETCHUP3D, © 2004, 2010)

3.1.4. Ballesta

La ballesta es la plancha principal que va sujeta al eje principal y es la que transmite el movimiento del motor y la excéntrica hacia el eje principal.

La forma que tiene la plancha está diseñada para que se encaje por un extremo hacia el eje principal y por otro extremo hacia la excéntrica que va conectada al motor, por lo que en un extremo la plancha mide de ancho 250 mm. y de otro extremo mide tan solo 65 mm. El espesor de la plancha es de 10 mm. y el largo es de 530 mm. lo que hace que al momento de transmitir el movimiento desde la excéntrica hacia el eje principal la plancha fleje produciendo vibraciones hacia el eje.

Ya que la plancha es la que transmite el movimiento es muy importante que sea resistente para que no se rompa por el trabajo que realiza por lo que el

material que se utiliza para esta plancha es Chronit 400 el cual es un acero bonificado de la empresa BÖHLER que en la norma ASTM viene a ser el acero A517 y que en norma AISI no tiene ninguna denominación. Es un acero al carbono muy resistente y es ideal para el trabajo que va a realizar la plancha.

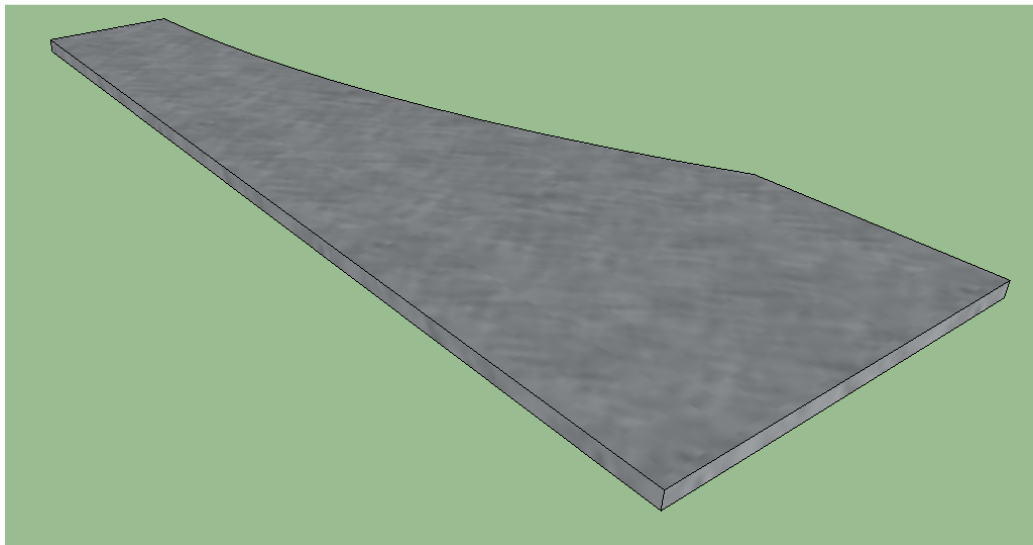


Figura 86. Ballesta

(SKETCHUP3D, © 2004, 2010)

3.1.5. Chumaceras

Las chumaceras son muy importantes ya que son las que sostienen al eje principal y al eje secundario además de permitir el movimiento de los mismos, "Las chumaceras están compuestas de un rodamiento, ya sea de rodillos esféricos, cónicos o de bolas, con un soporte. Las chumaceras se permiten instalar y desinstalar con facilidad generando agilidad en el

proceso de mantenimiento. Además de la facilidad que se genera en el mantenimiento, estas chumaceras dependiendo del diseño en cuestión, pueden absorber desalineaciones en cierto grado y además permite algún desplazamiento axial previniendo la expansión térmica del eje.” (INGENIATIVA, 2011)

En la mesa de vibración se utilizan dos tipos de chumaceras, 4 de pared para sostener la plancha hacia los tubos rectangulares y 4 para sostener los ejes principal y secundario.

Las chumaceras de piso son las que sostienen a los ejes; las que sostienen el eje principal son chumaceras de 2 pulgadas y las que sostienen el eje secundario son de 1 pulgada.



Figura 87. Chumacera de piso

(ROHESA, © 2013)

Las chumaceras son de acero por lo que son muy resistentes además de que el peso está repartido en varias chumaceras por lo que se reduce la fatiga que podría tener la misma.

Las chumaceras de pared son las que sostienen a la plancha y la unen hacia los tubos rectangulares; son de dos pernos y se utilizan 4 en el equipo.



Figura 88. Chumacera de pared
(ROHESA S.A, © 2013)

| Soportes de pie con rodamientos Y, soporte de fundición, prisionero | | | | | | | | | | | |
|---|----|------|----------------------|-----|---|------|------------------------------------|---------|---------------|-----------|-----------------|
| Dimensiones | | | Capacidades de carga | | Velocidad límite con eje de tolerancia h6 | Masa | Designaciones Unidad de rodamiento | Soporte | Rodamiento | | |
| d | A | H | H ₁ | L | | | | | | C | C ₀ |
| mm | | | | | kN | | | | | | |
| 23,813 | 36 | 66,9 | 33,35 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,73 | SYH 15/16 RM | SYH 505 U | YAT 205-015 |
| 23,813 | 36 | 66,9 | 33,35 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,77 | SYH 15/16 TF | SYH 505 U | YAR 205-015-2F |
| 23,813 | 36 | 70 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,63 | SY 15/16 RM | SY 505 U | YAT 205-015 |
| 23,813 | 36 | 70 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,69 | SY 15/16 TF | SY 505 U | YAR 205-015-2F |
| 25 | 36 | 70,5 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,72 | SY 25 TF | SY 505 M | YAR 205-2F |
| 25 | 36 | 70,5 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 4300 | 0,72 | SY 25 TR | SY 505 M | YAR 205-2RF |
| 25 | 36 | 70,5 | 36,5 | 140 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,73 | SYJ 25 TF | SYJ 505 | YAR 205-2F |
| 25,4 | 36 | 66,9 | 33,35 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,73 | SYH 1. RM | SYH 505 U | YAT 205-100 |
| 25,4 | 36 | 66,9 | 33,35 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,77 | SYH 1. TF | SYH 505 U | YAR 205-100-2F |
| 25,4 | 36 | 70 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,69 | SY 1. RM | SY 505 U | YAT 205-100 |
| 25,4 | 36 | 70 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,72 | SY 1. TF | SY 505 U | YAR 205-100-2F |
| 25,4 | 36 | 70,5 | 36,5 | 130 | 14 | 7,8 | 4300 | 0,72 | SY 1. TR | SY 505 M | YAR 205-100-2RF |
| 25,4 | 36 | 70,5 | 36,5 | 140 | 14 | 7,8 | 7000 | 0,73 | SYJ 1. TF | SYJ 505 | YAR 205-100-2F |
| 26,988 | 40 | 79,8 | 39,7 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,36 | SYH 1.1/16 TF | SYH 506 U | YAR 206-101-2F |
| 26,988 | 40 | 82 | 42,9 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,2 | SY 1.1/16 TF | SY 506 U | YAR 206-101-2F |
| 26,575 | 40 | 79,8 | 39,7 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,25 | SYH 1.1/8 RM | SYH 506 U | YAT 206-102 |
| 26,575 | 40 | 79,8 | 39,7 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,32 | SYH 1.1/8 TF | SYH 506 U | YAR 206-102-2F |
| 26,575 | 40 | 82 | 42,9 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,18 | SY 1.1/8 RM | SY 506 U | YAT 206-102 |
| 26,575 | 40 | 82 | 42,9 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,18 | SY 1.1/8 TF | SY 506 U | YAR 206-102-2F |
| 30 | 40 | 82,5 | 42,9 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,1 | SY 30 TF | SY 506 M | YAR 206-2F |
| 30 | 40 | 82,5 | 42,9 | 152 | 19,5 | 11,2 | 3800 | 1,1 | SY 30 TR | SY 506 M | YAR 206-2RF |
| 30 | 42 | 82,5 | 42,9 | 165 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,05 | SYJ 30 TF | SYJ 506 | YAR 206-2F |
| 30,163 | 40 | 79,8 | 39,7 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,25 | SYH 1.3/16 RM | SYH 506 U | YAT 206-103 |
| 30,163 | 40 | 79,8 | 39,7 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,32 | SYH 1.3/16 TF | SYH 506 U | YAR 206-103-2F |
| 30,163 | 40 | 82 | 42,9 | 152 | 19,5 | 11,2 | 6300 | 1,11 | SY 1.3/16 RM | SY 506 U | YAT 206-103 |

Tabla 4 Características Chumacera (1 pulgada)
(SKF, 2013)

| Soportes de pie con rodamientos Y, soporte de fundición, prisionero | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|----------------|---------|----------------------|----------------|---|------|----------------|-----------|-----------------|
| Dimensiones | | | | | Capacidades de carga | | Velocidad límite con eje de tolerancia h6 | Masa | Designaciones | Soporte | Rodamiento |
| d | A | H | H ₁ | L | C | C ₀ | | | | | |
| mm | | | | | kN | | rpm | kg | - | | |
| 44,45 | 52 | 107,5 | 54 | 190 | 33,2 | 21,6 | 4300 | 2,3 | SYJ 1.3/4 TF | SYJ 509 | YAR 209-112-2F |
| 44,45 | 53,975 | 114,3 | 57,15 | 203 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,95 | SYM 1.3/4 TF | SYM 510 U | YAR 210-112-2F |
| 45 | 48 | 107,5 | 54 | 187 | 33,2 | 21,6 | 4300 | 2,2 | SY 45 TF | SY 509 M | YAR 209-2F |
| 45 | 48 | 107,5 | 54 | 187 | 33,2 | 21,6 | 2400 | 2,2 | SY 45 TR | SY 509 M | YAR 209-2RF |
| 45 | 52 | 107,5 | 54 | 190 | 33,2 | 21,6 | 4300 | 2,4 | SYJ 45 TF | SYJ 509 | YAR 209-2F |
| 49,212 | 54 | 113,4 | 55,58 | 203 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,7 | SYH 1.15/16 RM | SYH 510 U | YAT 210-115 |
| 49,212 | 54 | 113,4 | 55,58 | 203 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,85 | SYH 1.15/16 TF | SYH 510 U | YAR 210-115-2F |
| 49,212 | 54 | 114 | 57,2 | 203 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,7 | SY 1.15/16 RM | SY 510 U | YAT 210-115 |
| 49,212 | 54 | 114 | 57,2 | 203 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,85 | SY 1.15/16 TF | SY 510 U | YAR 210-115-2F |
| 49,212 | 60,4 | 127 | 63,5 | 219,075 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,9 | SYM 1.15/16 TF | SYM 511 U | YAR 211-115-2F |
| 50 | 54 | 114,5 | 57,2 | 203 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,7 | SY 50 TF | SY 510 M | YAR 210-2F |
| 50 | 54 | 114,5 | 57,2 | 203 | 35,1 | 23,2 | 2200 | 2,7 | SY 50 TR | SY 510 M | YAR 210-2RF |
| 50 | 58 | 114,5 | 57,2 | 206 | 35,1 | 23,2 | 4000 | 2,95 | SYJ 50 TF | SYJ 510 | YAR 210-2F |
| 50,8 | 60 | 126 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 1900 | 3,65 | SY 2. TR | SY 511 M | YAR 211-200-2RF |
| 50,8 | 60 | 126 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,65 | SYJ 2. TF | SYJ 511 | YAR 211-200-2F |
| 50,8 | 60 | 127 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,5 | SY 2. RM | SY 511 U | YAT 211-200 |
| 50,8 | 60 | 127 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,6 | SY 2. TF | SY 511 U | YAR 211-200-2F |
| 50,8 | 60,4 | 126,5 | 61,93 | 219,1 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,75 | SYH 2. RM | SYH 511 U | YAT 211-200 |
| 50,8 | 60,4 | 126,5 | 61,93 | 219,1 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,85 | SYH 2. TF | SYH 511 U | YAR 211-200-2F |
| 55 | 60 | 126 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,6 | SY 55 TF | SY 511 M | YAR 211-2F |
| 55 | 60 | 126 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 1900 | 3,6 | SY 55 TR | SY 511 M | YAR 211-2RF |
| 55 | 60 | 126 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,7 | SYJ 55 TF | SYJ 511 | YAR 211-2F |
| 55,563 | 80 | 127 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 1900 | 3,5 | SY 2.3/16 RM | SY 511 U | YAT 211-203 |
| 55,563 | 80 | 127 | 63,5 | 219 | 43,6 | 29 | 3600 | 3,6 | SY 2.3/16 TF | SY 511 U | YAR 211-203-2F |
| 55,563 | 60,4 | 126,5 | 61,93 | 219,1 | 43,6 | 29 | 1900 | 3,5 | SYH 2.3/16 RM | SYH 511 U | YAT 211-203 |

Tabla 5 Características Chumacera (2 pulgadas)
(SKF, 2013)

Como se puede observar en las tablas, la capacidad de carga de las chumaceras de 1 pulgada es de 14 kN lo cual es 1400 kg y la chumacera de 2 pulgadas tiene una capacidad de carga de 43.6 KN lo cual es 4360 kg, por lo que son adecuadas para la mesa vibratoria y soportan la carga a la que se va a someter el equipo.

3.1.6. Motor

El motor que se utiliza es un motor trifásico de 2500 rpm y 1,5 hp; se utiliza este motor ya que lo que se desea conseguir son oscilaciones no muy fuertes y tampoco muy leves, por lo que a 2500 rpm es suficiente para que el equipo genere oscilaciones.

3.1.7. Pernos

Los pernos que se utilizan en la mesa de vibración son pernos de diferentes tamaños y longitudes., teniendo los siguientes:

- 5/16 x 3/4 (Utilizados en plancha de asentamiento)
- 1/2 x 1¼ (Utilizados en la sujeción de la ballesta)
- 1/2 x 1½ (Utilizados en la sujeción de la ballesta)
- 5/8 x 1½ (Utilizados en la estructura)






| Grado SAE | 1 or 2 | 5 | 6 | 8 | Competencia |
|-----------|--|--|--|---|--|
| |  |  |  |  |  |
| Tamaño | Lb/Pie | Lb/Pie | Lb/Pie | Lb/Pie | Lb/Pie |
| 1/4 | 5 | 7 | 10 | 10.5 | 11 |
| 5/16 | 9 | 14 | 19 | 22 | 24 |
| 3/8 | 15 | 25 | 34 | 37 | 40 |
| 7/16 | 24 | 40 | 55 | 60 | 65 |
| 1/2 | 37 | 60 | 85 | 92 | 97 |
| 9/16 | 53 | 88 | 120 | 132 | 141 |
| 5/8 | 74 | 120 | 167 | 180 | 192 |
| 3/4 | 120 | 220 | 280 | 286 | 316 |
| 7/8 | 190 | 302 | 440 | 473 | 503 |
| 1 | 282 | 466 | 660 | 714 | 771 |

Tabla 6 Tipos de pernos y ajuste

(FERRACEROS, 2013)

Se utilizan pernos grado 8 ya que son muy resistentes; el material de los pernos es de acero al carbono templado y revenido.

Este tipo de pernos es muy utilizado para requerimientos de alta resistencia a la tracción ya que tienen una resistencia a la tracción de 80 kg/mm² y un límite de fluencia mínima de 64 kg/mm² por lo que son adecuados para la

mesa vibratoria para dar una buena fijación a los elementos que conforman la misma.

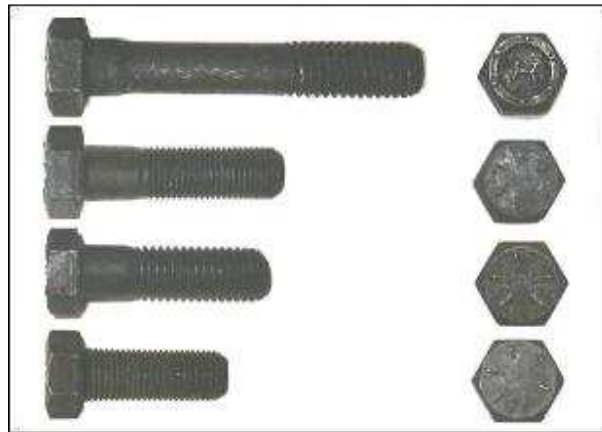


Figura 89. Pernos
(GONZÁLEZ, 2003)

3.1.8. Materiales

Los materiales utilizados en el equipo son de diferentes tipos y con diferentes características, según la norma AISI (American Iron and Steel Institute) utiliza un esquema general para realizar la especificación de los aceros mediante 4 números.

- **AISI 1020** (Material utilizado en plancha de asentamiento de neumático y en tubos rectangulares)

1: para indicar que se trata de un acero corriente u ordinario;

0: no aleado;

20: para indicar un contenido máx. de carbono (C) del 0.20%.

Características:

Es un acero clasificado en el grupo de los aceros bajo carbono. Su composición química le permite entregar un mejor desempeño en sus propiedades mecánicas, soldabilidad y maquinabilidad que otros aceros del mismo grupo. Tiene un rango de maquinabilidad de alrededor del 76%. Fácil de ser soldado por los procedimientos más comunes entregando resultados de una excelente calidad, el tipo de soldadura a usar depende del servicio, diseño y medidas requeridas.

| %C | %Mn | %P | %S |
|------|------------|-----------|-----------|
| 0.20 | 0.60- 0.90 | 0.04 máx. | 0,05 máx. |

Tabla 7 Composición Típica AISI 1020
(FERRACEROS, 2013)

Dureza: 120 - 150 HB

Propiedades Mecánicas Típicas:

| Resistencia a la Tracción psi | Límite Elástico psi | Elongación en 2% | Reducción de área | Dureza Brinell* |
|-------------------------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 64000 | 54000 | 15 | 40 | 126 |

Tabla 8 Estirado en Frio AISI 1020
(FERRACEROS, 2013)

| FORJADO °C | RECOCIDO °C | TEMPLE °C |
|------------|-------------|--|
| 1120 -1290 | 850 – 900 | No se logra un incremento en la dureza |

Tabla 9 Tratamiento térmico AISI 1020
(FERRACEROS, 2013)

Aplicaciones:

Esta clase de acero puede ser empleado en piezas que no estén sometidas a fuertes esfuerzos mecánicos. Considerando la escasa penetración de temple que tiene, generalmente se usa en estado normalizado. Puede emplearse en estado templado y revenido para piezas de pequeño espesor. (FERRACEROS, 2013)

- **AISI 1018** (Material utilizado en ejes del equipo)

| Carbono (C) | Silicio (Si) | Manganeso (Mn) | Fósforo (P)máx.. | Azufre (S)máx... |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 0.15 – 0.20 | 0.15 – 0.35 | 0.60-0.90 | 0.040 | 0.050 |

Tabla 10 Análisis Químico (%en peso)
(INDUSTRIALES, 2013)

Formas y Acabados:

Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera, laminadas o forjadas en caliente, estiradas en frío y peladas o maquinadas.

Características:

Entre los aceros de bajo carbono, el 1018 es el más versátil por sus características; análisis controlado, mejores propiedades mecánicas que otros aceros del mismo tipo por su alto contenido de manganeso, buena soldabilidad, buena maquinabilidad. Cuando se requiere una superficie muy dura pero un centro tenaz, este acero cementado cumple perfectamente. Estirado en frío mejora sus valores de resistencia mecánica y su maquinabilidad, haciéndose muy popular para un sin número de aplicaciones.

Aplicaciones:

Se utiliza en la fabricación de partes para maquinaria; automotriz, línea blanca, equipo de proceso, etc.; que no estén sujetas a grandes esfuerzos.

Por su ductilidad es ideal para procesos de transformación en frío como doblar, estampar, recalcar, etc.. Sus usos típicos son flechas, tornillos, pernos, sujetadores, etc., ya cementado en engranes, piñones, etc. (INDUSTRIALES, 2013)

- **CHRONIT 400 HB**

El acero Chronit 400 HB, es un acero especial bonificado de la empresa BÖHLER, el cual no tiene ninguna equivalencia en normas AISI ni en normas DIN, pero por su tipo de aleación en norma ASTM viene a ser el acero A517.

| Carbono (C) | Silicio (Si) | Manganeso (Mn) | Cromo (Cr)máx.. | Titanio (Ti)máx... | Boro (B) |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 0.25 | 0.55 | 1.60 | 0.40 | 0.02 | 0.004 |

Tabla 11 Análisis Químico Chronit 400 HB (%)
(INDUSTRIALES, 2013)

| Carbono (C) | Silicio (Si) | Manganeso (Mn) | Fósforo (P)máx.. | Azufre (S)máx... | Cromo (Cr) | Molibdeno (Mo) | Boro (B) |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|
| 0.20 | 0.10 – 0.70 | 1.70 | 0.035 | 0.010 | 0.80 | 0.80 | 0.005 |

Tabla 12 Análisis Químico ASTM A517 (%)
(INDUSTRIALES, 2013)

Descripción

Es una lámina aleada y bonificada para construcción mecánica y estructural, de gran resistencia al desgaste con abrasión, impacto y deslizamiento. Más tenaz y resiste a la corrosión atmosférica que otros aceros al carbono.

Aplicaciones

Para elementos de movimientos de tierras, minerales y materiales abrasivos como: Dientes y pala

s de retroexcavadoras, volquetas, maquinaria pasada, tolvas trituradoras, prensas, blindajes de armas de mano, partes estructurales soldadas donde se requiere alta resistencia mecánica como puentes, torres, estructuras, acoples, ganchos, amarres, etc.

| Presentación | Límite de fluencia N / mm² | Resistencia a la tracción N / mm² |
|---------------------|--|---|
| 400 HB | 1163 | 1316 |
| 500 HB | 1297 | 1449 |

Tabla 13 Propiedades Mecánicas Chronit 400 HB
(INDUSTRIALES, 2013)

Nota: Los materiales usados tanto para el diseño y construcción fueron seleccionados por sus características de resistencia y por sus propiedades químicas y mecánicas, basándonos en los manuales de aceros especiales.

Se utilizó normas AISI (American Iron and Steel Institute) y ASTM (American Section of the internacional association for testing materials), que son organizaciones donde realizan pruebas de materiales para clasificarlos y normalizarlos. No existe mayor diferencia entre normas AISI y ASTM e incluso se puede conseguir en

los manuales de materiales en normas AISI las equivalencias en normas ASTM.

3.1.9. Soldadura

Para comprender la nomenclatura de los electrodos para soldar las piezas del equipo debemos tener en cuenta lo siguiente:

Se especifican cuatro o cinco dígitos con la letra E al comienzo, detallados a continuación:



a = Prefijo E de electrodo para acero dulce

b = Resistencia a la tracción mínima del depósito en miles de libras por pulgada cuadrada (Lbs/pul²)

c = Posición de soldar.

1- TODA POSICIÓN

2- PLANA HORIZONTAL

d = Tipo de revestimiento, Corriente eléctrica y Polaridad a usar según tabla

| ULTIMO DIGITO | CARACTERISTICAS ULTIMO DIGITO | | |
|---------------|----------------------------------|---------------------|-----------|
| | TIPO DE REVESTIMIENTO | CORRIENTE ELECTRICA | POLARIDAD |
| 0 | Celulósico sódico | CC | PI |
| 1 | Celulósico Potásico | CA - CC | PI |
| 2 | Rutilico Sódico | CA - CC | PD |
| 3 | Rutilico Potásico | CA - CC | PD - PI |
| 4 | Rutilico + Hierro en polvo | CA - CC | PD - PI |
| 5 | Bajo hidrógeno sódico | CC | PI |
| 6 | Bajo hidrógeno Potásico | CA - CC | PI |
| 7 | Mineral + Hierro en polvo | CA - CC | PD - PI |
| 8 | Bajo hidrógeno + Hierro en polvo | CA - CC | PI |

Tabla 14 Características de último dígito Corriente Eléctrica (LORCA, 2009)

CC = Corriente continua

CA = Corriente alterna

PD = Polaridad Directa (Electrodo negativo)

PI = Polaridad invertida (Electrodo positivo)

Para los materiales escogidos se utilizará dos tipos de electrodos, el electrodo E6011 y el electrodo E7018; El primero se utilizará en soldaduras generales del equipo y el segundo se utilizará en los ejes. (LORCA, 2009)

3.1.10. Resorte

En el equipo, debajo de la plancha de asentamiento se debe colocar un resorte que soporte el peso del vehículo más pesado; tomando en cuenta el resultado de la investigación realizada de los pesos de los vehículos [tabla 1] tenemos que el vehículo más pesado es Toyota Highlander del 2010 con un peso en el eje delantero 1252 KG. por lo que se repartiría un peso a cada llanta de 650 kg aproximadamente y es este peso el que debe soportar el resorte como mínimo para mantener la plancha de asentamiento nivelada y sobretodo poder generar las vibraciones hacia la misma.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se buscó en el mercado un resorte para un vehículo con características similares para posteriormente realizar el cálculo del mismo y comprobar si cumple las necesidades del equipo.

El resorte que se encontró tiene las siguientes características:

- Diámetro del alambre de 16 mm
- Paso(distancia entre alambres) 28,5 mm
- Número de espiras, 8.
- Diámetro interior entre espiras 110 mm

Esfuerzo cortante máximo (GIANCOLI, 2006)

- Cortante directo (uniforme sobre la sección de área A)

$$\tau_F = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d^2} = \tau_{F \max} \quad [2.1]$$

- Cortante torsional:

$$\tau_M(r) = \frac{Mr}{I} = \frac{F \frac{d}{2} r}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{16FDr}{\pi d^4} \quad [2.2]$$

$$\tau_{M \max} = \tau_M(d/2) = \frac{8FD}{\pi d^3} \quad [2.3]$$

- Tensión máxima resultante:

$$\tau_{\max} = \tau_{F \max} + \tau_{M \max} = \frac{4F}{\pi d^2} + \frac{8FD}{\pi d^3} = \left(\frac{d}{2D} + 1 \right) \frac{8FD}{\pi d^3} \quad [2.4]$$

- Índice de resorte:

$$C = D/d \quad (6 \div 12) \quad [2.5]$$

- Factor de aumento de esfuerzo cortante:

$$k_s = \frac{2C + 1}{2C} \quad [2.6]$$

- Esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{\max} = k_s \frac{8FD}{\pi d^3} \quad [2.7]$$

Teniendo en cuenta el peso máximo del vehículo y el peso que se reparte a cada neumático, se dice lo siguiente: [2.6] [2.5] [2.7] (GIANCOLI, 2006)

- F = 700kg
- D = 110 mm
- d = 16 mm

$$K_s = \frac{2C + 1}{2C} = \frac{2(6.88) + 1}{2(6.88)} = \frac{14.76}{13.76} = 1.07$$

$$C = \frac{D}{d} = \frac{110}{16} = 6.88$$

$$\tau = k_s \frac{8FD}{\pi d^3} = 1.07 \left(\frac{8(700\text{kg})(110\text{mm})}{3.14(16)\text{mm}^3} \right) = 51,22\text{kg/mm}^2$$

3.1.11. Volante de Inercia (contrapesa)

El volante de inercia es muy importante en el equipo ya que de no tenerlo el motor sufriría mayor esfuerzo y desgaste, además de que al momento de apagar el equipo, se detendría frenando enseguida y de forma brusca al motor. Esto se da ya que el motor genera un movimiento pero al momento de ser desconectado o apagado es frenado por el resto de componentes que conforman el equipo haciendo que pierda su energía y se pare por completo. Para resolver este problema nos ayudamos de la energía cinética.

La energía cinética es energía del movimiento. La energía cinética de un objeto es la energía que posee como consecuencia de su movimiento. La energía cinética de un punto de masa m está dado por:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

[3.1]

La ecuación dice que si un cuerpo se mueve a cierta velocidad, tiene una energía asociada hacia él, la cual es proporcional a la masa del objeto por el cuadrado de su velocidad. (NAVE, 2010)

Para la mesa vibratoria se fabricó un volante de inercia de hierro fundido el cual tiene un peso específico de 7250 Kg/m^3 .

Las dimensiones del volante de inercia son las siguientes:

- 237 mm de diámetro
- 79 mm de espesor
- Material: hierro fundido

Para determinar el peso total del volante de inercia primeramente determinamos el área de la circunferencia.

$$\begin{aligned}\text{Área} &= r^2\pi & [3.2] \\ &= ((118.5 \text{ mm})^2 \pi) \\ &= 44115.13 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Una vez determinada el área [3.2] de la circunferencia del volante de inercia, procedemos a determinar el volumen [3.3] de la misma.

$$\begin{aligned}\text{Volumen} &= (\text{ÁREA} \times \text{ALTURA}) & [3.3] \\ &= (44115.13 \text{ mm}^2) (79 \text{ mm}) \\ &= 3485095.48 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

Por último, procedemos a calcular el peso total (masa)[3.4].

$$\begin{aligned}\text{MASA} &= \text{VOLUMEN} \times \text{PESO ESPECÍFICO} & [3.4] \\ &= (3485095.48 \text{ mm}^3)(7250 \text{ Kg} / \text{m}^3) \\ &= 25.26 \text{ Kg.}\end{aligned}$$

Después de haber obtenido la masa [3.4] del volante de inercia o contrapesa, procedemos a calcular la energía cinética [3.1] (NAVE, 2010) producida por el mismo.

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{1}{2} m v^2 & [3.1] \\ &= \frac{1}{2} (25.26 \text{ kg})(10 \text{ km/h})^2 \\ E_c &= 126.3 \text{ Julios} \end{aligned}$$

3.1.12. Excéntrica

Para generar las oscilaciones en la plancha de asentamiento del neumático se requiere generar un movimiento ascendente y descendente, el cual el eje del motor no lo puede realizar sin la existencia de la excéntrica.

La excentricidad se definió en 5mm ya que las oscilaciones que puede tener la suspensión del vehículo varían por varios factores como la velocidad del mismo y las condiciones del terreno. La dureza de la suspensión también es un factor que interviene en las oscilaciones de la suspensión, teniendo un mayor periodo de oscilaciones en una suspensión más blanda.

De estos estudios se ha establecido que las oscilaciones más perjudiciales son aquellas de baja frecuencia (entre 20 y 150 Hz) que están próximas a las frecuencias naturales de oscilación de los órganos internos del ser humano. (GUZMAN, 2010)

| Periodo de oscilación y Frecuencia (seg.-Hz) | Deflexión Estática en mm | Impresión de confort pasajeros | Tolerancia física según el periodo de oscilación |
|--|--------------------------|--------------------------------|--|
| 0,2 / 5 | 10,0 | Muy mala | Intolerable |
| 0,4 / 2,5 | 40,0 | Muy mala | Intolerable |
| 0,5 / 2 | 62,5 | Suspensión seca (sport) | Tolerable por poco tiempo |
| 0,9 / 1,1 | 200 | Confortable | Tolerable indefinidamente |
| 1,0 / 1 | 250 | Confortable | Tolerable indefinidamente |

Tabla 15 Estudio de periodo de oscilación
(CHACON, 2009)

Al momento de generar las oscilaciones se produce un recorrido total de la plancha de 10 mm siempre y cuando exista peso y la suspensión del vehículo se encuentre en buen estado ya que la misma tratará de frenar las oscilaciones que genera la mesa de vibración y en caso contrario de que la suspensión del vehículo que se encuentra en la mesa de vibración esté en mal estado, no detendrá las oscilaciones haciendo que la plancha incremente su recorrido a más de 10 mm ya que por el material de la ballesta y al no tener un “freno” de oscilaciones se producirá que fleje más la misma.

Al generar oscilaciones de 10 mm se simula un terreno con irregularidades no muy pronunciadas pero al tener un motor de 2500 rpm la frecuencia y las oscilaciones aumentan observando cómo reacciona la suspensión a estas irregularidades

CAPITULO IV

4. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN

Para empezar con la construcción de la mesa de vibración se compran todos los materiales necesarios para la construcción para ser mecanizados para posteriormente ser ensamblados.

4.1. Plancha de asentamiento del neumático

La plancha de asentamiento del neumático es una plancha corrugada AISI 1020 la cual para darle la forma del diseño los trabajos realizados en la plancha fueron:

- **Corte de la plancha**

El corte de la plancha se lo realiza mediante cizalla dejando un rango de 50 mm por lado para realizar el dobléz de la misma.

- **Doblez de la plancha**

Para el dobléz de la plancha se realizan cortes con sierra eléctrica de 50 mm en cada una de las esquinas para posteriormente realizar el dobléz mediante la dobladora.

- **Soldadura de las esquinas del dobléz**

La suelda se realiza con suelda eléctrica y un electrodo E6011

El electrodo E6011 posee un revestimiento de timo celulósico, diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se lo puede usar con corriente continua, es un electrodo positivo.

La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobrecabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición como permitiendo altas velocidades de soldadura.

Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero dulce, especialmente en trabajos donde se requiere alta penetración.

| Composición química (típica del metal depositado): | | | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---|-----|--------------------------------|
| C 0,10%; Mn 0,68%; P 0,01%; S 0,02%; Si 0,34% | | | | | | |
| Características típicas del metal depositado: | | | | | | |
| Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte (según norma AWS: A5.1-91): | | | | Requerimientos según norma AWS: A5.1-91: | | |
| Resistencia a la tracción: 71.500 lb/pulg2 (493 MPa) | | | | 60.000 lb/pulg2 (414 MPa) | | |
| Limite de fluencia : 61.000 lb/pulg2 (420 MPa) | | | | 48.000 lb/pulg2 (331 MPa) | | |
| Alargamiento en 50 mm.: 30% | | | | 22% | | |
| Amperajes recomendados: | | | | | | |
| Diámetro pulg. | Electrodo mm. | Longitud mm. | Electrodo mm. | Amperaje min. max. | | Electrodos x kg. aprox. |
| 3/32 | 2,4 | 12 | 300 | 50 | 90 | 74 |
| 1/8 | 3,2 | 14 | 350 | 80 | 120 | 34 |
| 5/32 | 4,0 | 14 | 350 | 120 | 160 | 24 |
| 3/16 | 4,8 | 14 | 350 | 160 | 220 | 17 |

Tabla 16 Composición Química Electrodo 6011.

(BULONERIA, 2013)

- **Pintura**

Para la pintura de la plancha de asentamiento del neumático se escogió un color rojo ya que indica peligro inminente por que la plancha es el único elemento en el equipo que está en movimiento al aire libre y sin ninguna protección para las personas que estén alrededor al momento de su funcionamiento pudiendo provocar algún tipo de lesión.



Figura 90. Plancha de asentamiento del neumático terminada



Figura 91. Plancha de asentamiento del neumático, vista lateral.

4.2. Tubos rectangulares

Los tubos rectangulares de la mesa de vibración son las bases donde se asienta la plancha de asentamiento del neumático; Los tubos rectangulares están hechos de vigas de acero AISI 1020 el cual es ideal para estructuras que necesitan alta resistencia. Los trabajos que se realizaron en los tubos rectangulares para soportar la plancha, albergar a las chumaceras de pared y poder transmitir el movimiento del eje hacia la plancha fueron los siguientes:

- Corte de los tubos rectangulares a la medida deseada (480 mm de largo)

El corte de los tubos rectangulares se realizó mediante sierra eléctrica.

- Perforado para el eje principal y eje secundario

El perforado se realizó mediante fresadora usando broca de 2 pulgadas de diámetro.

- Soldadura hacia el eje principal y secundario

La soldadura se hace mediante suelda eléctrica usando electrodo 6011.

- Perforado para los ejes de las chumaceras de pared

- Fijación de los ejes de las chumaceras hacia los tubos rectangulares



Figura 92. Perforaciones en tubos rectangulares



Figura 93. Perforaciones en tubos rectangulares principales



Figura 94. Unión entre tubos rectangulares y eje secundario



Figura 95. Soldadura en unión entre tubos rectangulares

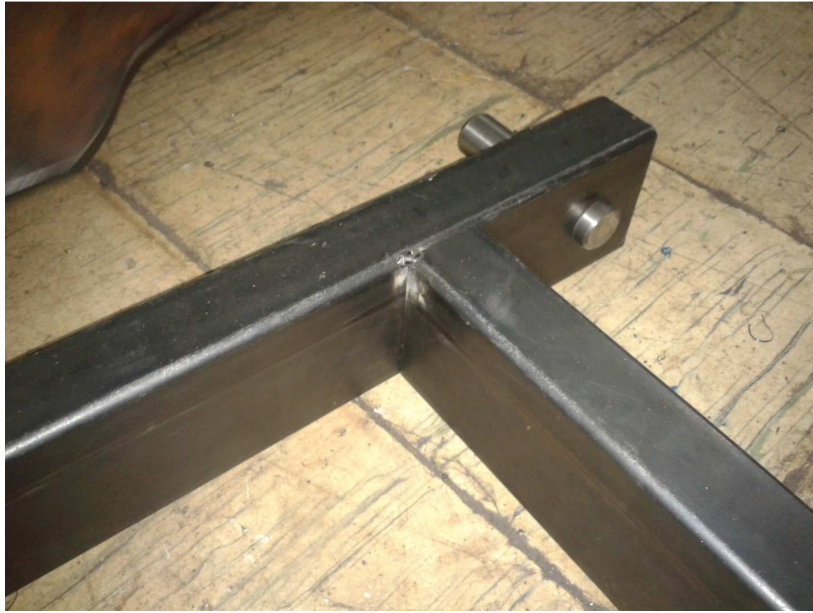


Figura 96. Soldadura entre tubos rectangulares y eje para chumaceras de pared



Figura 97. Eje para chumaceras de pared

4.3. Eje principal y eje secundario

Tanto el eje principal como el eje secundario son hechos de acero AISI 1018 los cuales para obtener la forma del diseño se realizaron los siguientes trabajos:

- Corte de los ejes a las medidas del diseño

El corte se realiza mediante sierra eléctrica.

- Refrentado de los ejes

El refrentado se realiza utilizando un torno industrial.

Los ejes son soldados con los tubos rectangulares y asentados en las chumaceras, pero con la diferencia que en el eje principal se suelda la base de la ballesta.



Figura 98. Eje principal, chumaceras y base de ballesta

4.4. Base de la ballesta

La base de la ballesta es una plancha de 250 mm. x 100 mm. x 10 mm. que está soldada a un cilindro el cual está soldado hacia el eje principal para poder transmitir el movimiento de la ballesta producido por el motor.

Para soldar el cilindro hacia el eje se utiliza suelda eléctrica con un electrodo E 7018.

El trabajo para la construcción de la base de la ballesta consta primero de la construcción del cilindro el cual es del mismo material de los ejes principal y secundario (AISI 1018).

4.4.1. Eje perforado para base de ballesta

Los trabajos para la construcción del eje para obtener la forma del diseño y encajar con el eje son:

- Corte de la pieza a las medidas del diseño

El corte se realiza mediante sierra eléctrica.

- Refrentado

El refrentado se lo realiza mediante torno industrial.

- Cilindrado

El cilindrado se lo realiza mediante torno industrial

- Soldadura hacia el eje principal

Se utiliza suelda eléctrica con electrodo 7018, el cual es un electrodo de bajo hidrogeno con polvo de hierro en el revestimiento para soldar en todas posiciones. Tiene excelente propiedades mecánicas a temperaturas bajo cero. Como características sobresalientes se tiene que es un electrodo de muy fácil operación con corriente directa CD polaridad invertida PI no hay chisporroteo ni salpicadura arco sereno y de fácil manipulación

Uso y Aplicaciones:

Se puede soldar aceros que contienen y aceros de bajo y mediano carbón es ideal para soldar maquinaria agrícola y de construcción grúas puentes, tanques de almacenamiento compuestas hidráulicas. (RANGEL, 2012)

Estructuras vagones y carros ferroviarios automotrices termoeléctricos de astilleros etc.

Propiedades Mecánicas según AWS (American Welding Society):

- Resistencia a la tensión: 49500 Kg/cm² (70,000.00lbs/pul²)
- Elongación en 50mm: 22%
- Limite elástico :4100Kg/cm² (58000 PSI)
- Dureza Brinell: 180

| Carbono (C) | Magnesio (Mn) | Silicio (Si) |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| 0.09 | 0.80 | 0.60 |

Tabla 17 Propiedades Químicas Electrodo 7018
(RANGEL, 2012)



Figura 99. Refrentado y cilindrado de ejes.



Figura 100. Eje de base de ballesta

4.4.2. Plancha base de ballesta

Para la construcción de la plancha base se utilizó una plancha AISI 10-18 la cual para obtener las medidas del diseño se realizaron los siguientes trabajos:

- Corte de la plancha a las medidas del diseño

El corte se realiza con sierra eléctrica

- Perforado de los agujeros para el empernado de la ballesta hacia la base

El perforado de los agujeros se hace en perforación vertical con fresadora.

- Soldadura de la plancha hacia el cilindro base
Se utiliza suelda eléctrica con electrodo 7018 (Tabla 17)



Figura 101. Base de ballesta terminada y soldada a eje base



Figura 102. Base de ballesta soldada a eje principal

4.5. Ballesta

La ballesta es una plancha de acero Chronit 400 el cual es muy resistente y tiene una alta resistencia. Los trabajos realizados en la plancha para obtener la forma del diseño fueron los siguientes:

- Corte de la plancha a las medidas del diseño
El corte se lo realiza con cizalla a las medidas especificadas en el Anexo 5.

- Perforaciones para los pernos

Las perforaciones se las realiza verticalmente mediante fresadora.



Figura 103. Perforaciones para pernos en ballesta



Figura 104. Ballesta terminada

4.6. Excéntrica y biela

La excéntrica cumple la función de generar las vibraciones en el equipo por el hecho de tener un centro fuera de eje por lo que para su construcción se realizaron los siguientes pasos.

- Construcción de la biela para la excéntrica
- Construcción de la excéntrica (5 mm de excentricidad)
- Unión de la biela, excéntrica motor y eje



Figura 105. Bases de excéntrica



Figura 106. Rodamiento para excéntrica

4.7. Chumaceras

Las chumaceras son la base de los ejes principal y secundario por lo que se los une a los mismos para poder permitir tanto su asentamiento como sus movimientos al momento de funcionar el equipo.



Figura 107. Chumacera para eje principal



Figura 108. Chumaceras de pared



Figura 109. Chumacera unida a eje

4.8. Armado general

En el armado general se unen todas las piezas del equipo para comprobar medidas y para verificar los componentes.



Figura 110. Unión del Tubo Rectangular, eje principal, chumaceras y base de ballesta



Figura 111. Unión de Ballesta con bases hacia el eje



Figura 112. Fijación de ballesta hacia el eje principal



Figura 113. Unión de plancha de asentamiento del neumático



Figura 114. Vista posterior del ensamblaje



Figura 115. Vista Lateral del equipo



Figura 116. Vista de plancha y tubos rectangulares



Figura 117. Estructura completa



Figura 118. Armado final

4.9. Instalación del equipo

Para la instalación de la mesa vibratoria se requiere de un terreno firme para que soporte tanto el peso de la mesa así como las vibraciones que genera la misma.

Por lo anteriormente mencionado se procede a la ubicación de la mesa de vibración en el taller de ingeniería automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, con la excavación de un hueco 1700 mm x 1100 mm x 500 mm.

Para la base de la mesa vibratoria se construye una losa de concreto de 100 mm de espesor donde se asentará el equipo y el cual también absorberá las vibraciones.

Posteriormente se fija la mesa de vibración hacia la losa para posteriormente rellenar el hueco y nivelar el piso con la cama vibratoria, dejando un espacio de 1 centímetro entre la estructura del equipo y el cemento de relleno.

Se realiza la conexión eléctrica del cableado el cual va a una toma de corriente trifásica 220v con un switch de encendido On/off.



Figura 119 Encendido On / Off

4.10. Pruebas

Las pruebas que se realizaron en mesa de vibración, fueron principalmente del ajuste de todas las piezas y componentes que conforman todo el sistema para posteriormente realizar la prueba de funcionamiento.

En la prueba de ajuste verificamos que todas las piezas que se fabricaron encajaron de la manera prevista sin ningún inconveniente y todo de acuerdo a lo planeado, además de verificar que todos los pernos se encuentren bien ajustados tanto mesa de vibración como en la estructura que sostiene a la misma.

Esto es muy importante ya que para el correcto funcionamiento mesa de vibración es necesario que todos los componentes se encuentren fijos ya que de no ser así, los componentes y piezas del conjunto podrían fallar teniendo como resultado el fallo completo de todo el conjunto ya que cada pieza y componente es muy importante para el correcto funcionamiento de la mesa.

Posteriormente teniendo listo mesa de vibración, se procedió a la prueba de funcionamiento del motor en donde se comprobó que funcione correctamente para ser instalado y acoplado hacia la estructura del equipo, teniendo como resultado que el motor funciona perfectamente.

En la prueba de funcionamiento el motor estuvo encendido 5 minutos sin parar.

Después de que el motor fue instalado y acoplado a la mesa de vibración, se realiza la última prueba donde se hace funcionar a todo el conjunto con el peso de un vehículo Chevrolet Aveo 5 puertas, donde se comprobó que la mesa de vibración cumple su función a cabalidad, la cual es generar vibraciones para simular las irregularidades del terreno hacia el vehículo.

Como resultado final de las pruebas, pudimos constatar que el proyecto cumple exitosamente los objetivos planteados de funcionamiento.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El estudio e investigación de los componentes de una suspensión automotriz permitió que el diseño del equipo sea el adecuado para cualquier tipo de suspensiones.

Para el diseño del de la mesa de vibración se utilizaron conocimientos de diferentes asignaturas, obtenidos a lo largo de toda la carrera.

En la construcción de la mesa de vibración se aplicaron conocimientos obtenidos conjuntamente con la investigación realizada para de esta manera lograr el correcto desempeño y funcionamiento del mismo.

La implementación del equipo permitió el mejor aprendizaje en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la UTE.

La mesa de vibración de suspensiones permitió ampliar el conocimiento sobre los tipos de suspensiones de los vehículos, su funcionamiento y las características que los diferencian.

Mediante las guías de prácticas los estudiantes pudieron aplicar los conocimientos obtenidos en clases para ampliar de mejor manera los conocimientos adquiridos.

Los objetivos planteados se cumplieron en totalidad logrando que la mesa de vibración cumpla su trabajo que es el de generar una simulación de irregularidades en el terreno.

En la mesa de vibración existe un resorte el cual ayuda a soportar la carga o el peso del vehículo; en el caso de que sobrepase el peso para el cual esta diseñado el equipo el resorte no se romperá, por lo contrario se comprimirá al máximo haciendo que el esfuerzo se incremente en la ballesta y esta si se romperá.

5.2 RECOMENDACIONES

Realizar un mantenimiento cada quince días del equipo, el cual consiste en limpiar todas sus piezas con una escobilla para retirar la acumulación de polvo.

Engrasar las chumaceras cada 6 meses para prevenir cualquier tipo de daño que puedan sufrir las mismas.

Tener precaución al momento de utilizar la mesa de vibración y observar que no existan objetos extraños cerca de la misma.

Mantener distancia prudente para evitar cualquier tipo de accidentes.

Pintar líneas de seguridad que indiquen peligro alrededor del equipo.

Encender el motor mesa de vibración por periodos de 20 segundos para ver el funcionamiento de la suspensión de un auto, ya que al apagar el motor, la contrapesa del mismo hace que el eje del motor siga girando por determinado tiempo.

Utilizar la mesa de vibración únicamente bajo supervisión del profesor encargado.

Los mantenimientos deben ser realizados bajo supervisión del profesor encargado y se debe llevar un registro de los mismos.

Realizar los mantenimientos con todo el sistema apagado y desconectado para evitar accidentes.

6. GLOSARIO

Glosario de Términos Mesa de Vibración

Amortiguador: Es un dispositivo construido de materiales resistentes cuya función es la de controlar las fuerzas axiales, radiales, centrifugas y de carga a las que es sometido un vehículo durante la conducción, para mantenerlo en equilibrio dinámico

Ballesta: Es un arma impulsora consistente en un arco montado sobre una base recta que dispara proyectiles, a menudo llamados pernos o virotes

Mesa de Vibración: Es el lugar en donde se realizan vibraciones de un sistema para poder observar su funcionamiento y sus posibles fallas

Biela: Es un elemento mecánico que sometido a esfuerzos de tracción o compresión, transmite el movimiento articulando a otras partes de la máquina. En un motor de combustión interna conectan el pistón al cigüeñal.

Buje: Es el elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión.

Chumacera: Es una pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

Cojinete: Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

Eje: Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje. Un eje se aloja por un diámetro exterior al diámetro interior de un agujero, como el de cojinete o un cubo, con el cual tiene un determinado tipo de ajuste.

Flexión: Tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

Resorte: Es un operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido

Suspensión: Es el conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo.

Torsión: Es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o, en general, elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

Esfuerzo: Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones perpendiculares (normales) a la sección transversal de un prisma mecánico. Este tipo de sollicitación formado por tensiones paralelas está directamente asociado a la tensión normal.

7. BIBLIOGRAFIA

LIBROS

GIANCOLI, C. D. (2006). *FISICA. Principios con aplicaciones, Volumen 1 Sexta edición*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN .

PÉREZ, M. Á. (2011). *Circuitos de Fluidos, Suspensión y Dirección*. España: Parafinfo S.A.

RILEY, W. F. (1996). *Ingeniería mecánica: estática*. Reverte.

DALEZ, D. N. (2007). *Manual Técnico Automotriz," Operación, mantenimiento y servicio de sistema de suspensión, Dirección y frenos"*. Hispanoamericana S.A.

CHACON, V. (2009). Diseño de una suspensión para un vehículo automovil basada en amortiguadores magneto-reológicos. En V. C. HERNANDO. Madrid.

INACAP. (2001). *Mecánica Automotriz, Diccionario técnico automotriz*. Chile: INACAP 1972.

MARTINEZ, D. H. (2006). *Manual del Automóvil, Reparación y mantenimiento de Suspensión, dirección y frenos*. Cultural S.A.

PÉREZ, M. Á. (2011). *Circuitos de Fluidos, Suspensión y Dirección*. España: Parafinfo S.A.

RILEY, W. F. (1996). *Ingeniería mecánica: estática*. Reverte.

GONZÁLEZ, J. L. (2003). *Metalurgia Mecánica*. Mexico: Limusa S.A. Grupo Nortiega Editores.

HILBBER, R. C. (2006). *Mecánica de Materiales*. México: Pearson Educación

MARTÍN, J. C. (2003). *Mecánica del automóvil actualizada*. Zaragoza: Servicio de Publicaciones, Centro Politecnico Superior Universidad de Zaragoza.

MARTINEZ, D. H. (2006). *Manual del Automóvil, Reparación y mantenimiento de Suspensión, dirección y frenos*. Cultural S.A.

HERBERT, E. E. (1991). *Manual de mecánica automotriz*. Prentice-Hall Hispanoamericana

OROVIO, M. (2012). *Tecnología del Automóvil*. Madrid- España: Paranifo S.A.

VICENTE, M. D. (2005). *4x4 Manual del Mecánico*. Barcelona (España): Ceac.

SITIOS WEB

ROHESA. (© 2013). *Obtenido de*

<http://www.rohesaonline.com/images/chumaceras/chumacera%20de%20piso.jpg>

ROHESA S.A. (© 2013). *Obtenido de*

<http://www.rohesaonline.com/images/chumaceras/chumacera%20De%20Brida%20Dos%20Tornillos.jpgR>

TECNERIFE. (2011). *Recuperado el 2013, de Estructuras - Teoría:*

http://www.tecnerife.com/estructuras/estructuras_teoria.html

BULONERIA, R. (2013). *Buloneria Reginato* . Recuperado el 2013, de

http://www.buloneriareginato.com.ar/manual_soldadura/indura6011.html

FERRACEROS, S. (2013). *FERRACEROS.COM*. Recuperado el 2013, de

ferraceros.com.co/Productos/Carbono1020.htm

GUZMAN, H. M. (2010). Recuperado el 2013, de

http://biblioteca.pucp.edu.pe/docs/elibros_pucp/medina_hugo/Medina_Fisica2_Cap2.pdf

INDUSTRIALES, S. R. (2013). *REPIND*. Recuperado el 2013, de

www.repind.com.mx/sites/default/files/GRADO%20MAQUINARIA.pdf

INGENIATIVA. (2011). S.A. VALEROSA. Recuperado el 2013, de VALEROSA:
www.valerosa.com.mx/chumaceras.php

LORCA, J. (20 de 08 de 2009). *EMAGISTER*. Recuperado el 2013, de
<http://www.emagister.com/curso-soldadura-arco-manual-electrico-fundamentos/clasificacion-identificacion-electrodos>

MARTINEZ, F. D. (11 de 11 de 2011). *Ciencia Explicada*. Recuperado el 2013,
de <http://www.ciencia-explicada.com/2011/11/una-de-integrales-y-fisica-por-que-los.html>

MEGANEBOY2, D. (2011). *Aficionados a la Mecanica*. Recuperado el 2013, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>

MEGANEBOY3, D. (2011). *Aficionados a la mecánica*. Recuperado el 2013, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension3.htm>

MEGANEBOY4, D. (2011). *Aficionados a la Mecanica*. Recuperado el 2013, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension4.htm>

MEGANEBOY9, D. (2011). *Aficionados a la Mecánica*. Recuperado el 2013, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension9.htm>

NAVE, M. O. (2010). *HYPERPHYSICS*. Recuperado el 2013, de
hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/ke.html

OVIEDO, L. D. (7 de 7 de 2008). *Jriver ForoSpanish*. Recuperado el 2013, de <http://jriver.forospanish.com/t212-pregunta-03>

RANGEL. (2012). *Todo para soldar* . Recuperado el 2013, de <http://www.todoparasoldar.com.mx/mp/ELE44701832E.htm>

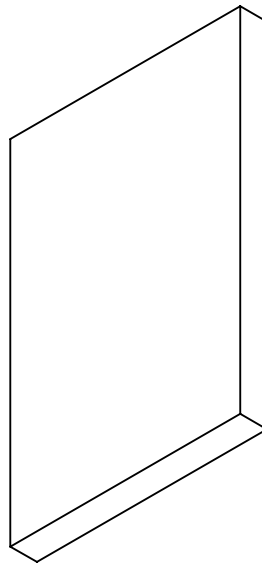
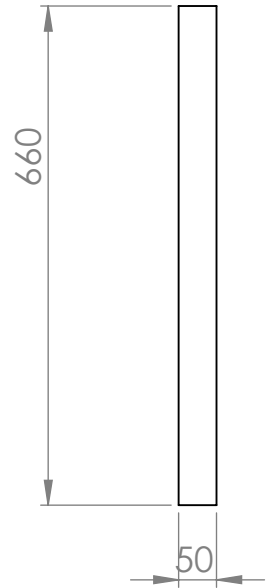
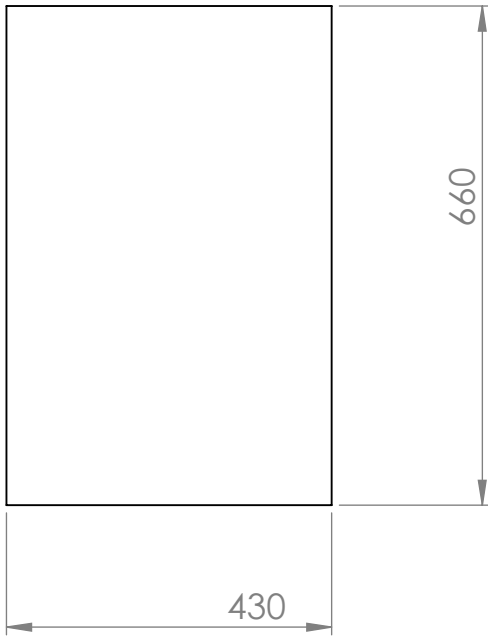
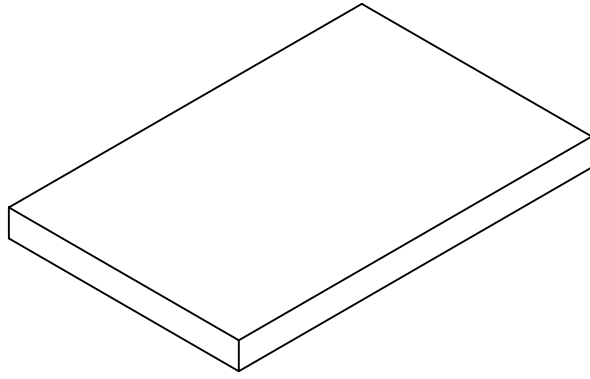
SKETCHUP3D. (30 de 7 de © 2004, 2010). *Trimble Navigation Limited*. Recuperado el 2013, de <http://www.sketchup.com/sketchupdate>

SKF. (2013). *SKF*. Obtenido de www.skf.com

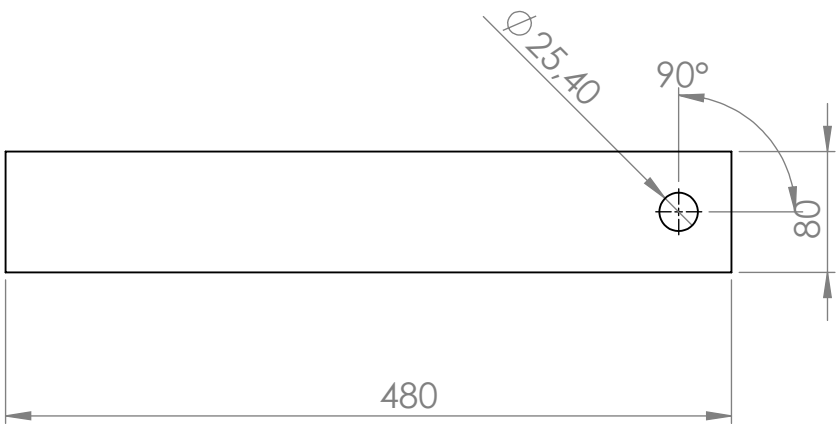
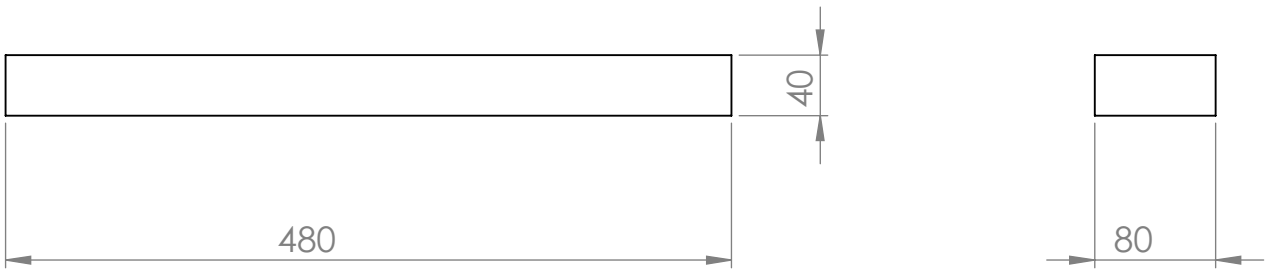
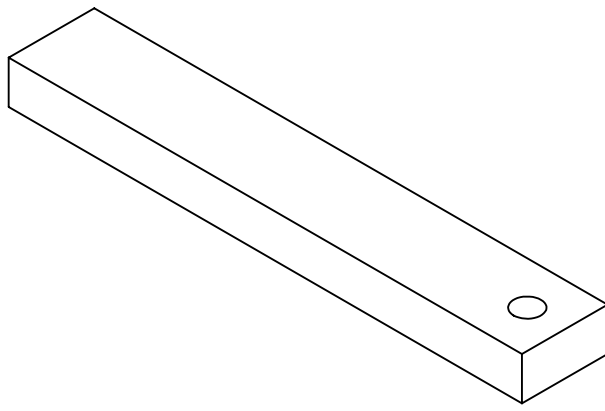
VALENZUELA, J. M. (13 de 01 de 2010). *4X4 Fullextreme*. Recuperado el 2013, de <http://www.fullextreme.com.mx/index.php/component/content/article/1-latest-news/57-suspension>

VILLAREAL, D. G. (2008). *DOC 199*. Recuperado el 2013, de 4share: http://dc199.4shared.com/doc/BPc_IISp/preview.html

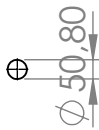
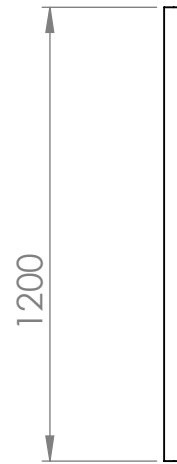
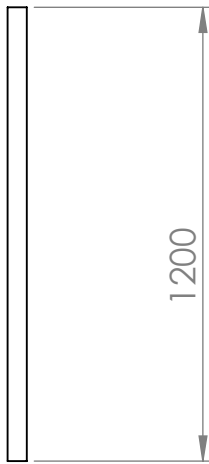
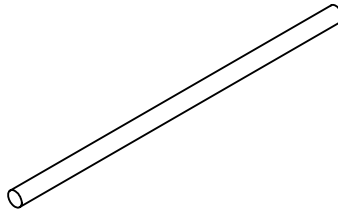
8. ANEXOS



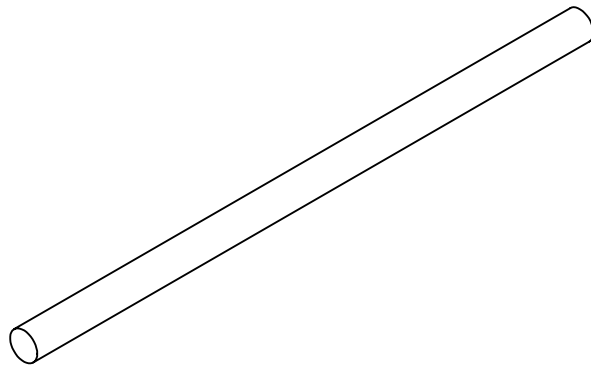
| | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-------|------------|----------------------|-------------|
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA | TÍTULO: | |
| DIBUJ. | Pablo López | | 01/05/2013 | Plancha de neumático | |
| VERIF. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 | | |
| APROB. | Ing. Simón Hidalgo | | | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL | | | MATERIAL: | N.º DE DIBUJO | A4 |
| FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | | | ACERO A36 | 001 | |
| CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ | | | | ESCALA: 1:10 | HOJA 1 DE 7 |



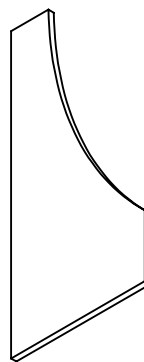
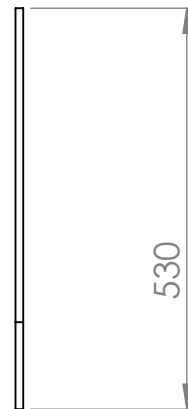
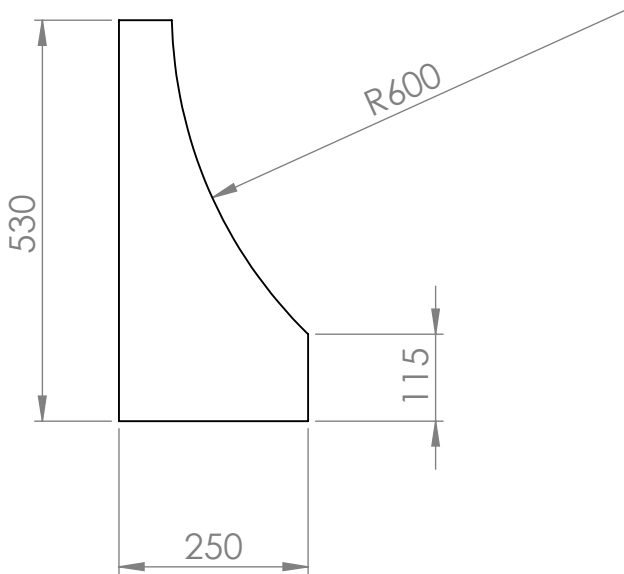
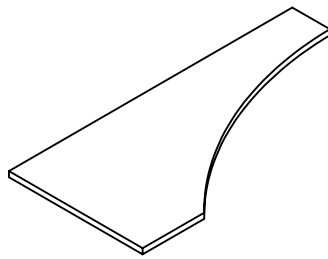
| | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-------|------------|------------------------------|-------------|
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA | TÍTULO: | |
| DIBUJ. | Pablo López | | 01/05/2013 | <h1>Tubos rectangulares</h1> | |
| VERIF. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 | | |
| APROB. | Ing. Simón Hidalgo | | | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL | | | MATERIAL: | N.º DE DIBUJO | |
| FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | | | ACERO A36 | 002 | A4 |
| CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ | | | | ESCALA: 1:5 | HOJA 2 DE 7 |



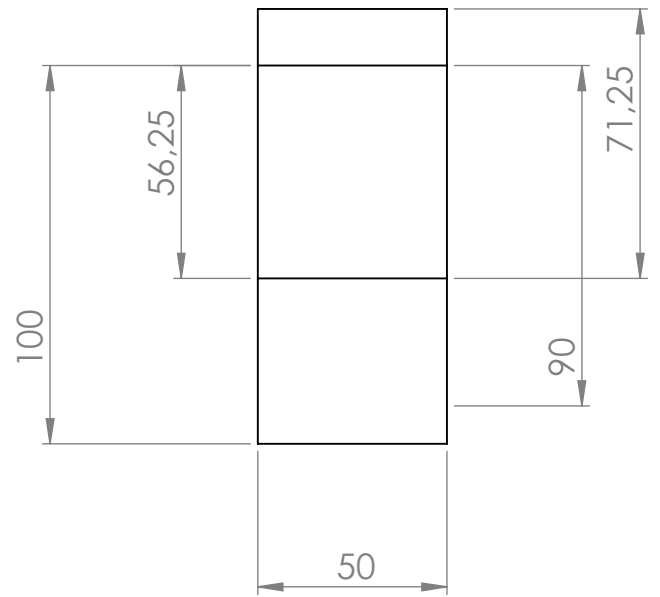
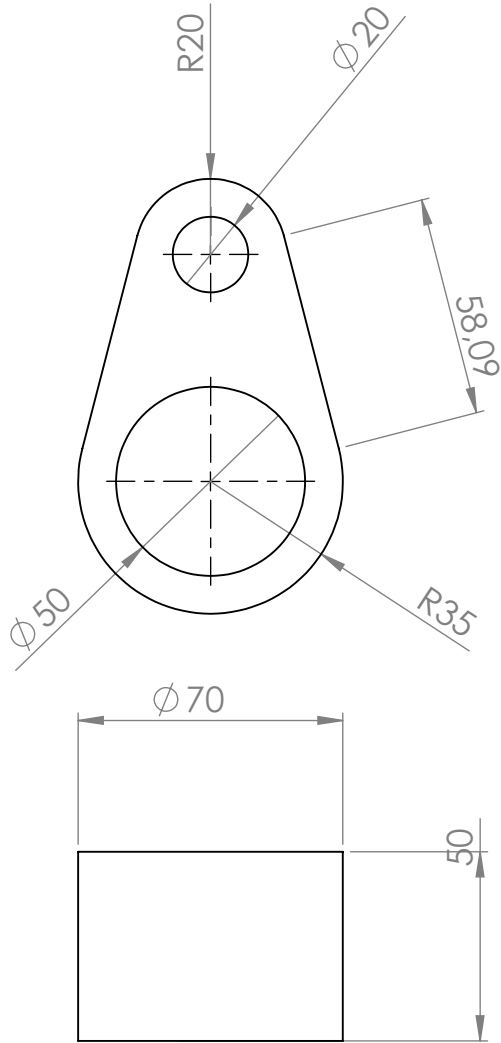
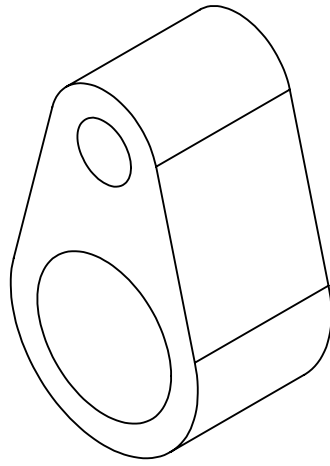
| | | | | TÍTULO: | |
|--|--------------------|-------|------------|------------------------|---------------|
| DIBUJ. | Pablo López | FIRMA | FECHA | <h1>Eje principal</h1> | |
| VERIF. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 | | |
| APROB. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ | | | | MATERIAL: | N.º DE DIBUJO |
| | | | | ACERO 10-18 | 003 |
| | | | | ESCALA: 1:20 | HOJA 3 DE 7 |
| | | | | | A4 |



| | NOMBRE | FIRMA | FECHA | TÍTULO: | |
|--|--------------------|-------|------------|-------------------------|---------------|
| DIBUJ. | Pablo López | | 01/05/2013 | <h1>Eje secundario</h1> | |
| VERIF. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 | | |
| APROB. | Ing. Simón Hidalgo | | | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ | | | | MATERIAL: | N.º DE DIBUJO |
| | | | | ACERO 10-18 | 004 |
| | | | | ESCALA: 1:5 | HOJA 4 DE 7 |
| | | | | | A4 |



| | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|------------|-------------|---------------|-------------------|--|
| | NOMBRE | FIRMA | FECHA | | TÍTULO: | <h1>Ballesta</h1> | |
| DIBUJ. | Pablo López | | 01/05/2013 | | | | |
| VERIF. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 | | | | |
| APROB. | Ing. Simón Hidalgo | | | | | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ | | | | MATERIAL: | N.º DE DIBUJO | <h2>005</h2> | |
| | | | | CHRONIT 400 | ESCALA: 1:10 | | |
| | | | | | | A4 | |



| | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|---------------------------------------|--------------------|-------|------------|
| DIBUJ. | Pablo López | | 01/05/2013 |
| VERIF. | Ing. Simón Hidalgo | | 01/05/2013 |
| APROB. | Ing. Simón Hidalgo | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL | | | |
| FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ | | | |

TÍTULO:

Soporte Ecxéntrica

N.º DE DIBUJO

006

A4

ESCALA: 1:2

HOJA 7 DE 7

Simulación de Ballesta

Fecha: martes, 02 de julio de 2013

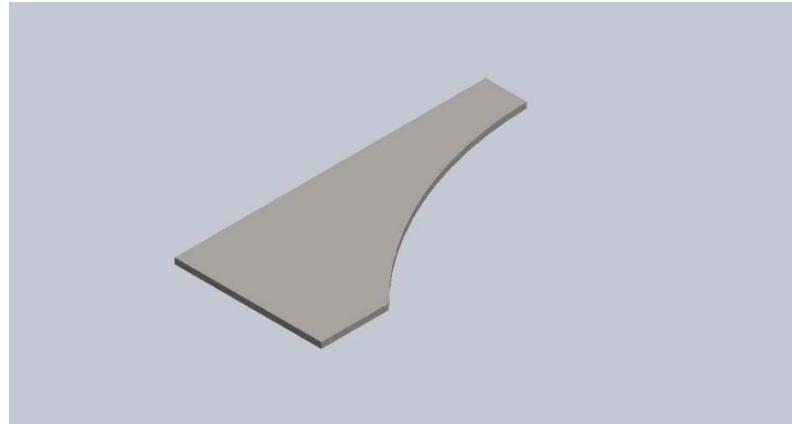
Diseñador: Pablo López

Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de análisis: Estático

Contenidos

| | |
|---|----|
| Descripción | 1 |
| Suposiciones | 2 |
| Información de modelo | 2 |
| Propiedades del estudio | 3 |
| Unidades | 4 |
| Propiedades de material | 4 |
| Cargas y sujeciones | 5 |
| Definiciones de conector | 5 |
| Información de contacto ¡Error! Marcador no def | |
| Información de malla | 6 |
| Detalles del sensor | 7 |
| Fuerzas resultantes | 7 |
| Vigas..... ¡Error! Marcador no definido. | |
| Resultados del estudio | 8 |
| Conclusión | 12 |



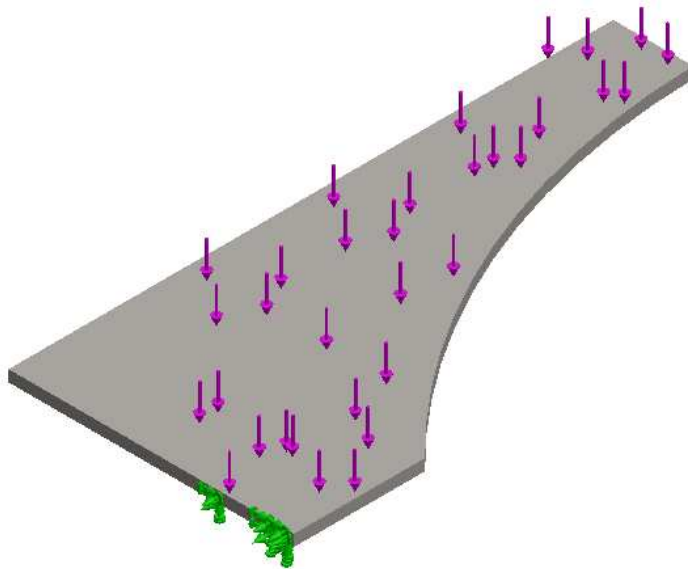
Descripción

Estudio de la ballesta para determinar la deformación máxima permitida por el diseño.



Suposiciones

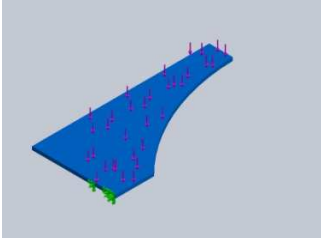
Información de modelo



Nombre del modelo: Ballesta
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|

| | | | |
|--|---------------|--|---|
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:6.3726 kg Volumen:0.000817 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:62.4514 N</p> | <p>C:\Users\Admin\Desktop\Banco de suspensión\Ballesta.SLDP RT Jun 19 17:50:14 2013</p> |
|--|---------------|--|---|

Propiedades del estudio

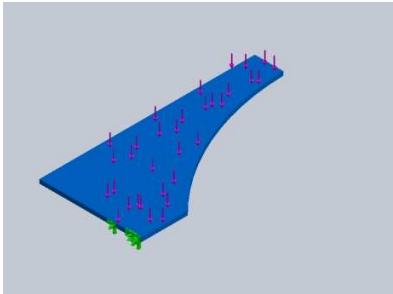
| | |
|---|--|
| Nombre de estudio | Estudio 1 |
| Tipo de análisis | Estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | FFEPlus |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automática |
| Gran desplazamiento | Activar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SolidWorks (C:\Users\Admin\Desktop\Banco de suspensión) |



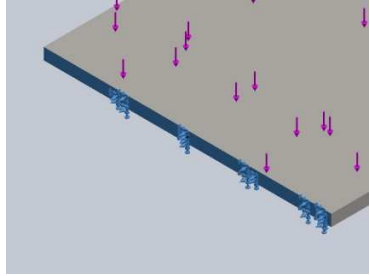
Unidades

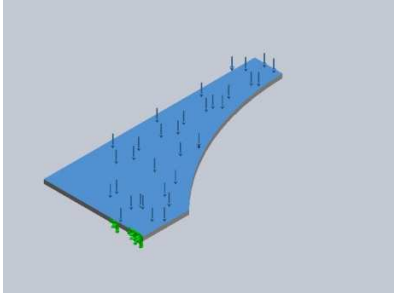
| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|--|---|---------------------------------------|
|  | <p>Nombre: 1.7225 (42CrMo4) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 7.5e+008 N/m² Límite de tracción: 1e+009 N/m² Módulo elástico: 2.1e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.28 Densidad: 7800 kg/m³ Módulo cortante: 7.9e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.1e-005 /Kelvin</p> | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Ballesta) |
| Datos de curva:N/A | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|----------------------------|---|--|-----------|-------------------|
| Fijo-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | 0.0809937 | 9801.3 | -0.517578 | 9801.3 |
| Momento de reacción(N-m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|--|
| Fuerza-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 9800 N |

Definiciones de conector

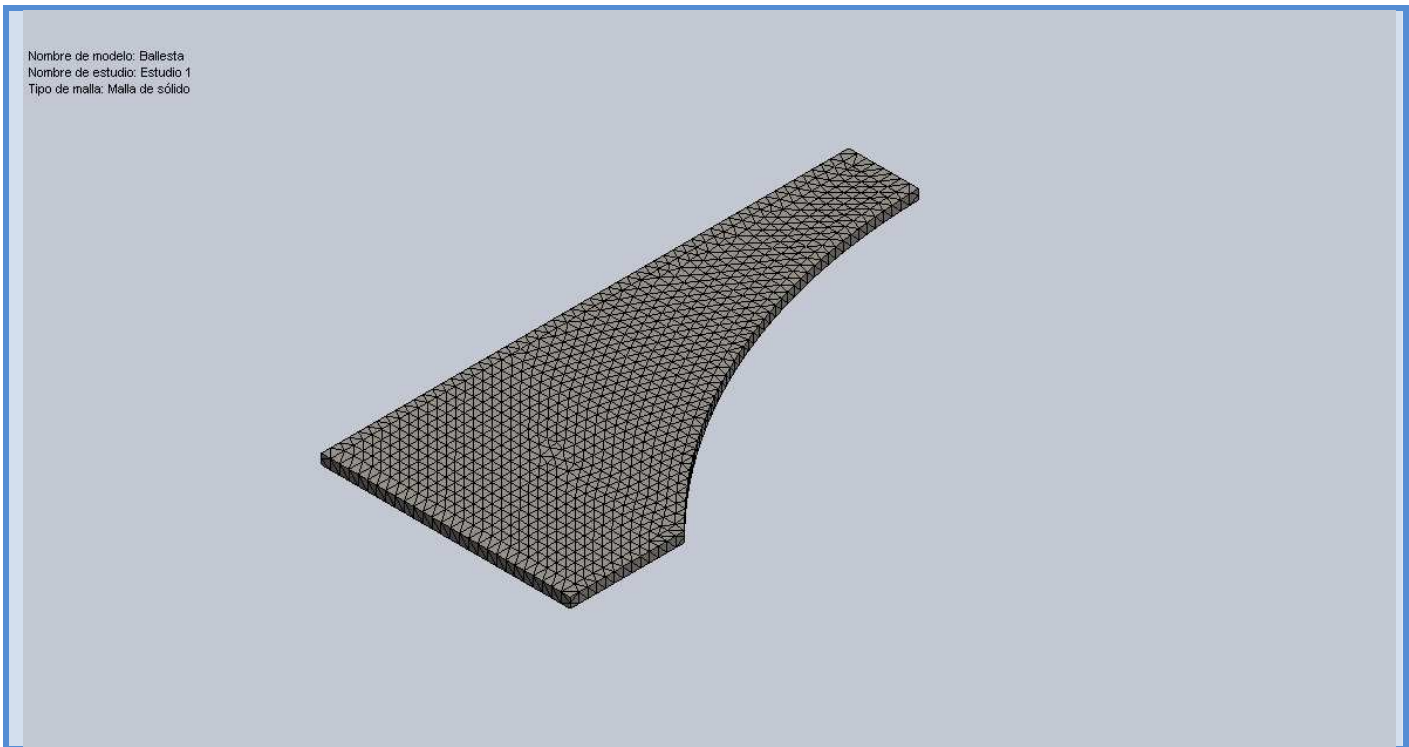
No hay datos

Información de malla

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla estándar |
| Transición automática: | Desactivar |
| Incluir bucles automáticos de malla: | Desactivar |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño de elementos | 9.35069 mm |
| Tolerancia | 0.467534 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 17594 |
| Número total de elementos | 10054 |
| Cociente máximo de aspecto | 4.0976 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 99.8 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh;mm;ss): | 00:00:06 |
| Nombre de computadora: | ADMIN-HP |



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-----------|--------|-----------|------------|
| Todo el modelo | N | 0.0809937 | 9801.3 | -0.517578 | 9801.3 |

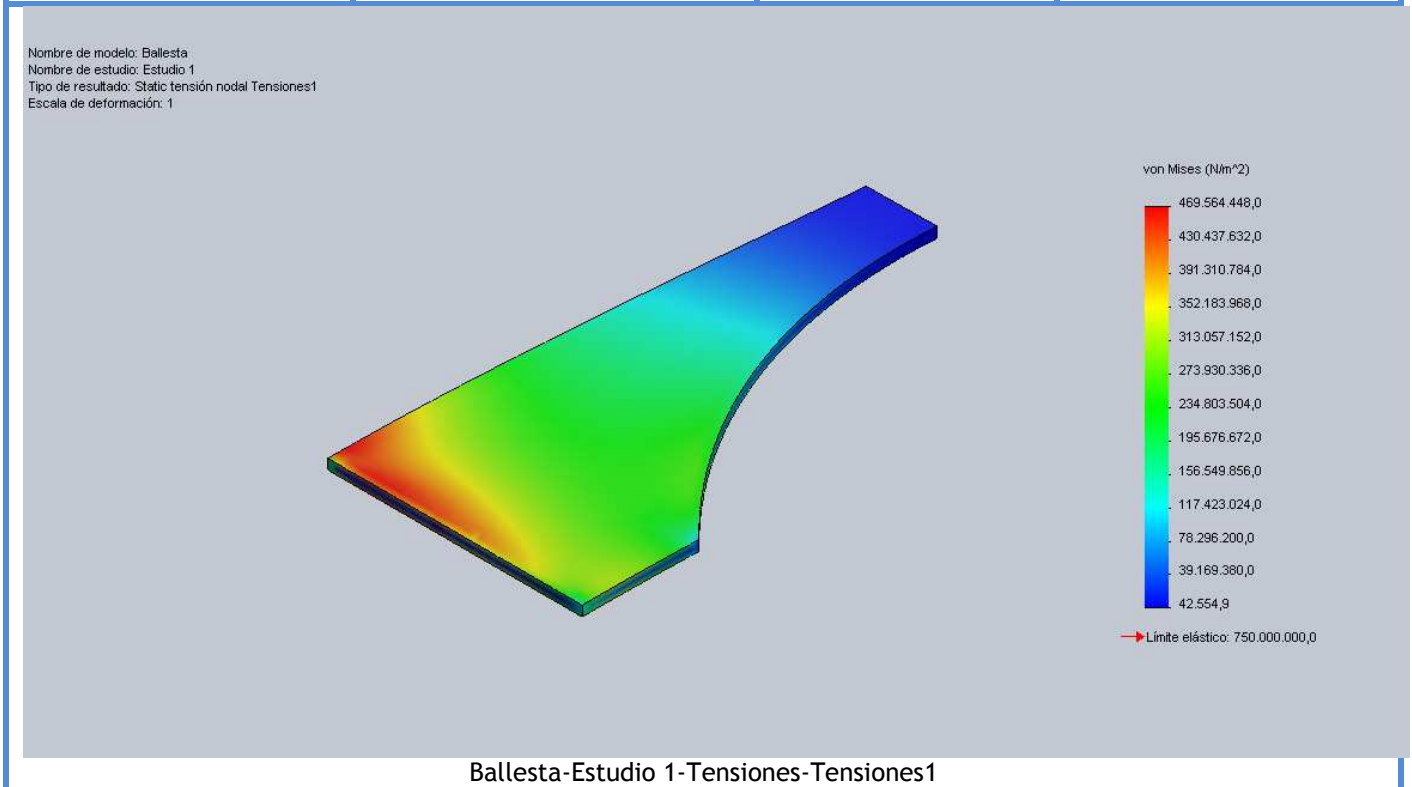
Momentos de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|--------|--------|--------|------------|
| Todo el modelo | N-m | 0 | 0 | 0 | 0 |

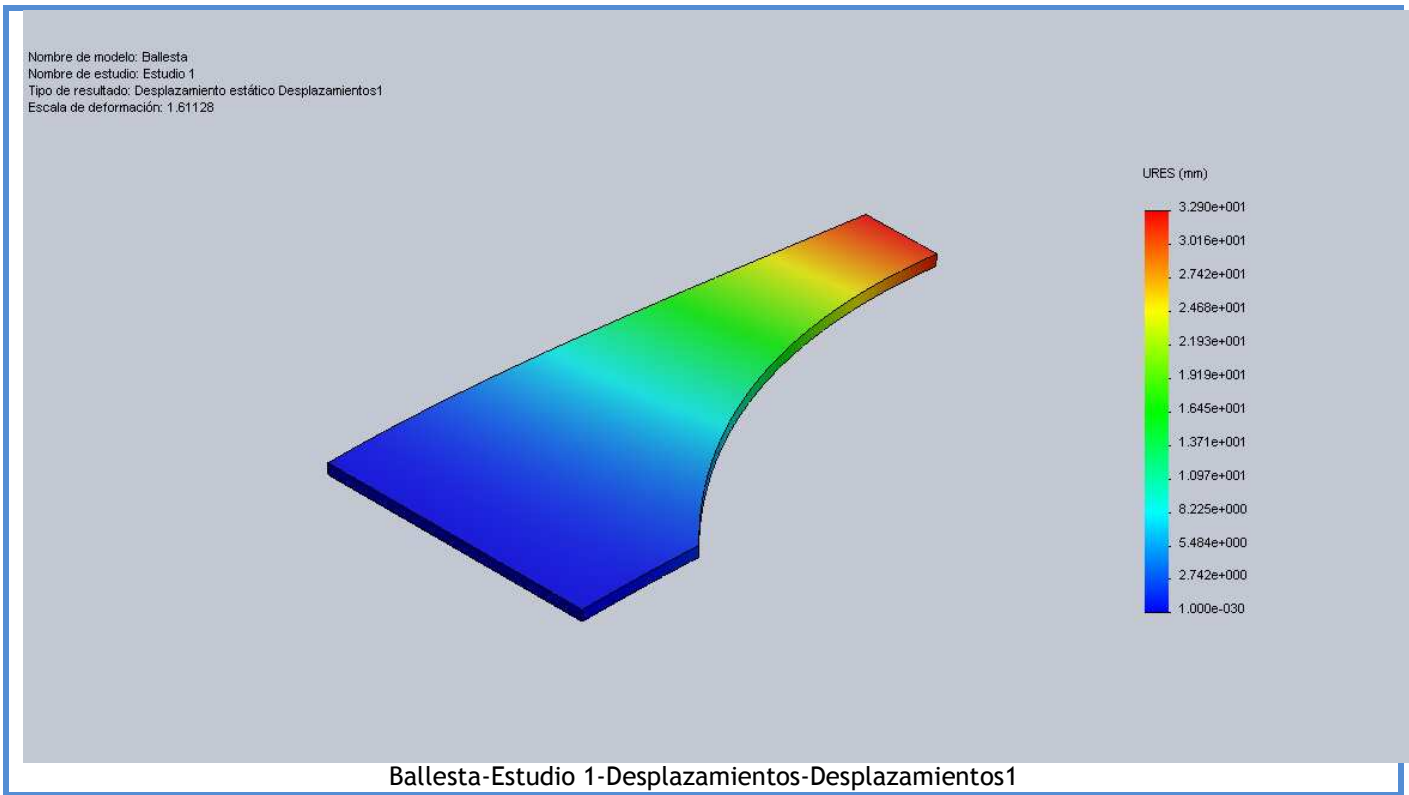


Resultados del estudio

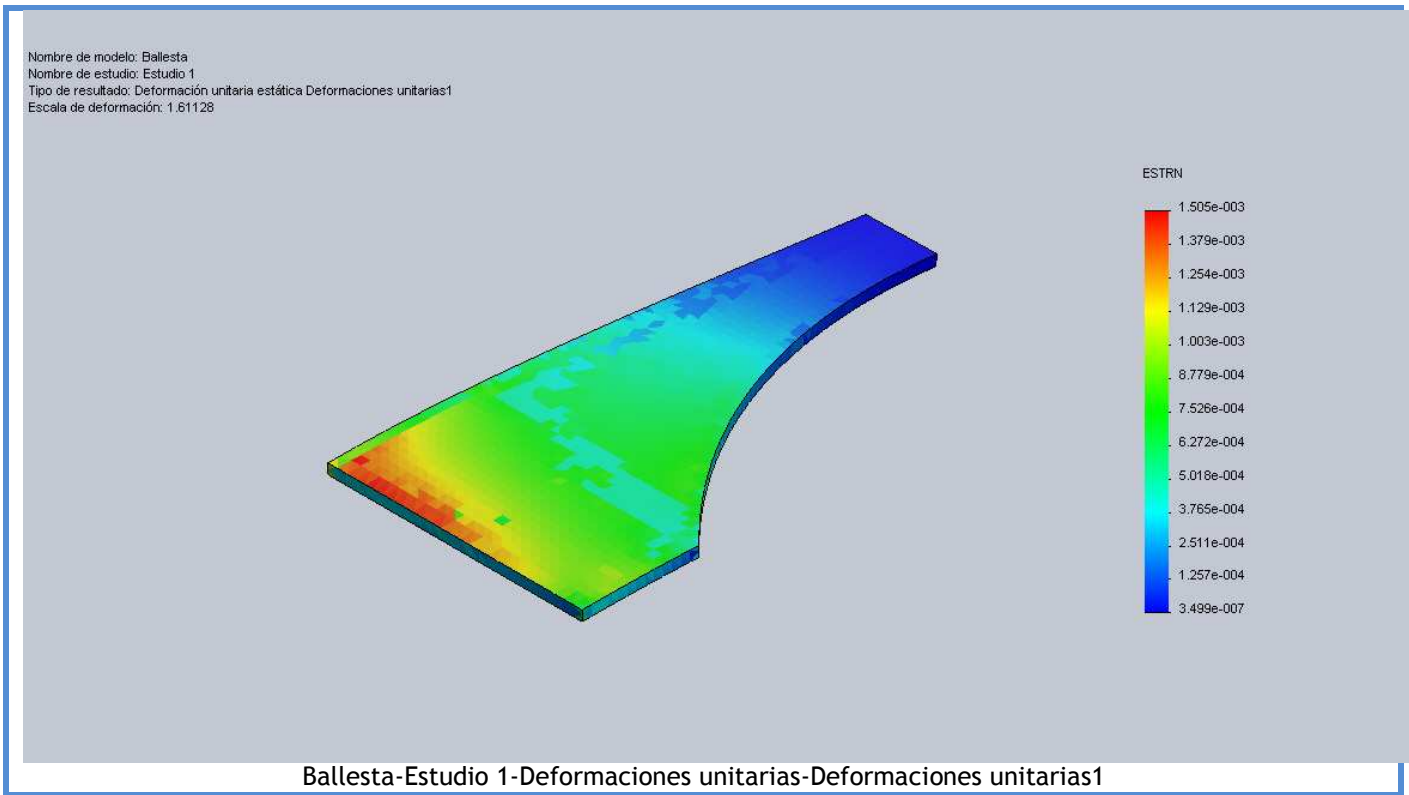
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------|---------------------------|---------------------------------------|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 42554.9 N/m ² Nodo: 135 | 4.69564e+008 N/m ² Nodo: 17297 |



| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1 | 32.9015 mm Nodo: 196 |

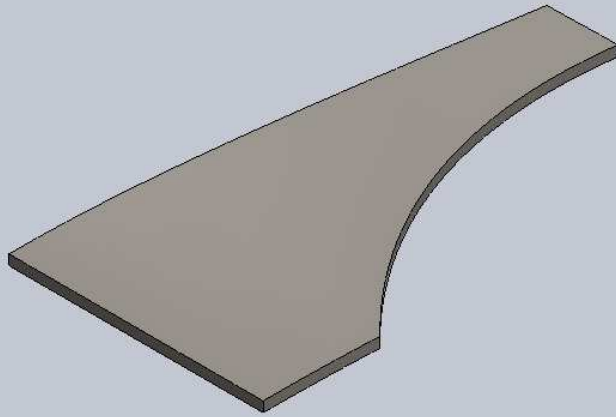


| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 3.49926e-007 Elemento: 2575 | 0.00150475 Elemento: 7816 |



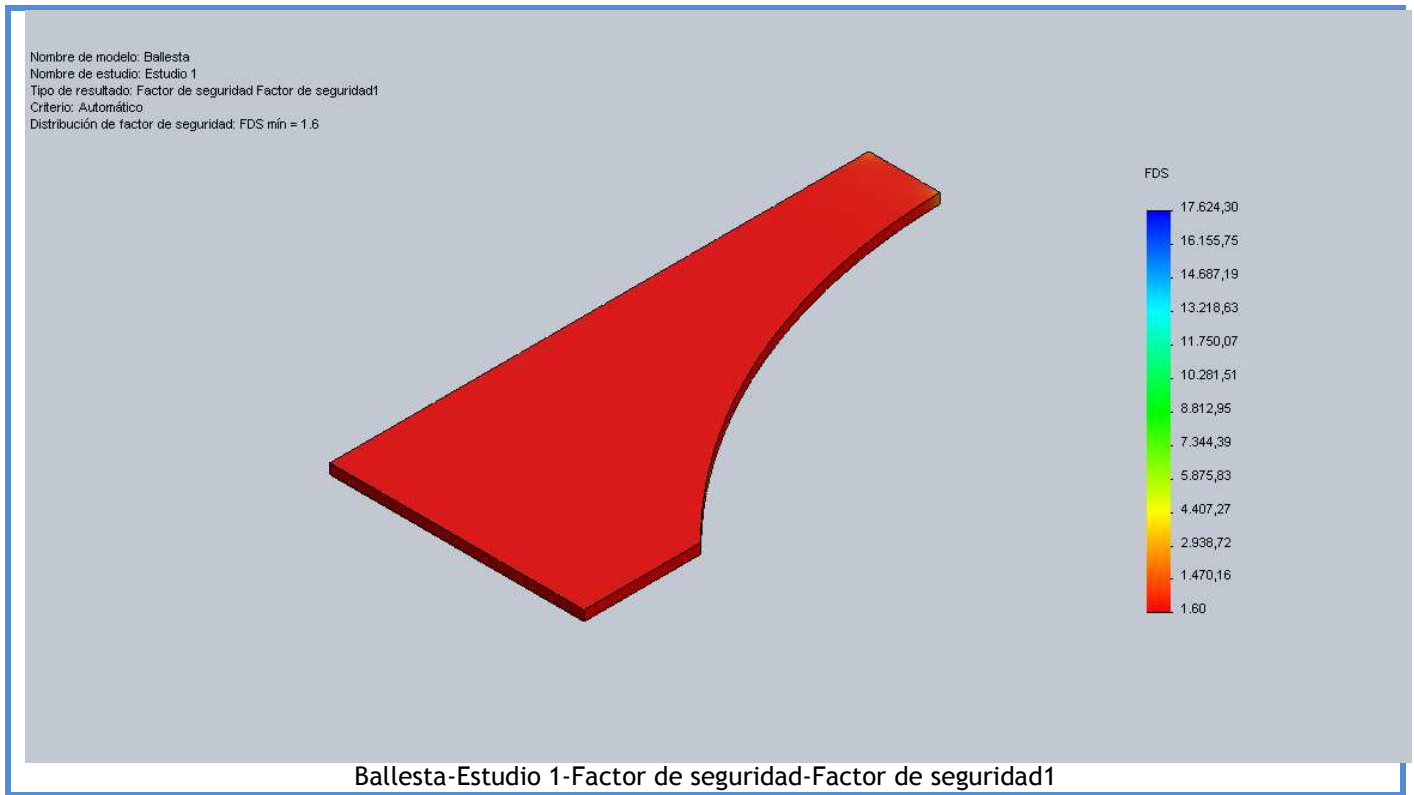
| Nombre | Tipo |
|---------------------|-----------------|
| Desplazamientos1{1} | Forma deformada |

Nombre de modelo: Ballesta
 Nombre de estudio: Estudio 1
 Tipo de resultado: Forma deformada Desplazamientos1(1)
 Escala de deformación: 1.61128



Ballesta-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|------------------------|----------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 1.59722 Nodo: 17297 | 17624.3 Nodo: 135 |



Conclusión

El estudio de la ballesta demuestra que el diseño soportará las cargas a las cuales será sometida en los periodos de trabajo.



Simulación de Eje principal

Fecha: martes, 02 de julio de 2013

Diseñador: Pablo López

Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de análisis: Estático

Table of Contents

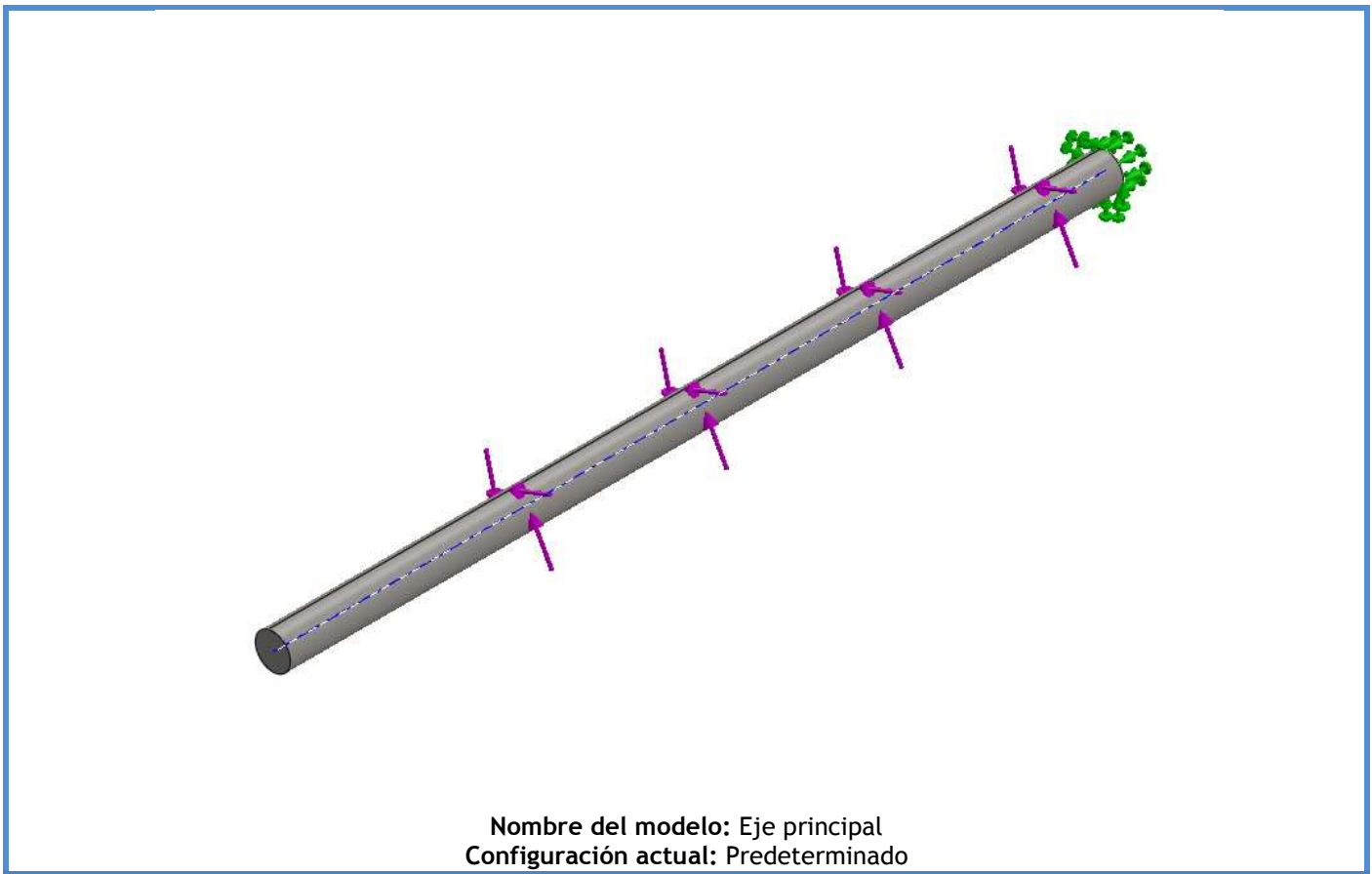
| | |
|--------------------------------|----|
| Descripción | 1 |
| Suposiciones | 2 |
| Información de modelo | 2 |
| Propiedades del estudio | 3 |
| Unidades | 4 |
| Propiedades de material | 4 |
| Cargas y sujeciones | 5 |
| Definiciones de conector | 5 |
| Información de malla | 6 |
| Detalles del sensor | 7 |
| Fuerzas resultantes | 7 |
| Resultados del estudio | 8 |
| Conclusión | 12 |

Descripción

Estudio del eje principal para determinar la deformación máxima permitida por el diseño.

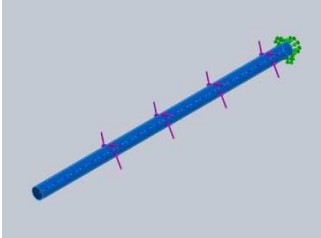
Suposiciones

Información de modelo



Sólidos

| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|

| | | | |
|--|---------------|--|---|
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:19.2143 kg Volumen:0.0024322 m³ Densidad:7900 kg/m³ Peso:188.301 N</p> | <p>C:\Users\Admin\Desktop\Banco de suspensión\Eje principal.SLDPRT Jun 20 16:10:29 2013</p> |
|--|---------------|--|---|

Propiedades del estudio

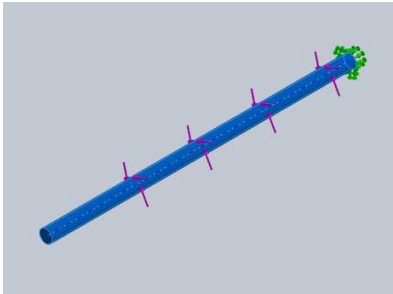
| | |
|---|---|
| Nombre de estudio | Estudio 1 |
| Tipo de análisis | Estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | FFEPlus |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automática |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SolidWorks (C:\Users\Admin\Desktop\Banco de suspensión) |



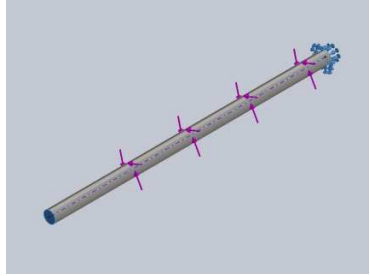
Unidades

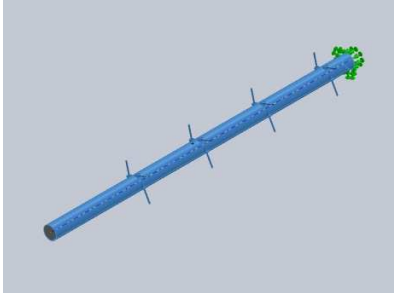
| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|--|--|--|
|  | <p>Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 3.51571e+008 N/m² Límite de tracción: 4.20507e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 7900 kg/m³ Módulo cortante: 7.7e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.5e-005 /Kelvin</p> | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Eje principal) |
| Datos de curva:N/A | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|----------------------------|---|--|----------|-------------------|
| Fijo-1 |  | Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | -1.33838 | 2.93677 | 2.35561 | 3.99559 |
| Momento de reacción(N-m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|---|
| Torsión-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 9800 N-m |

Definiciones de conector

No hay datos

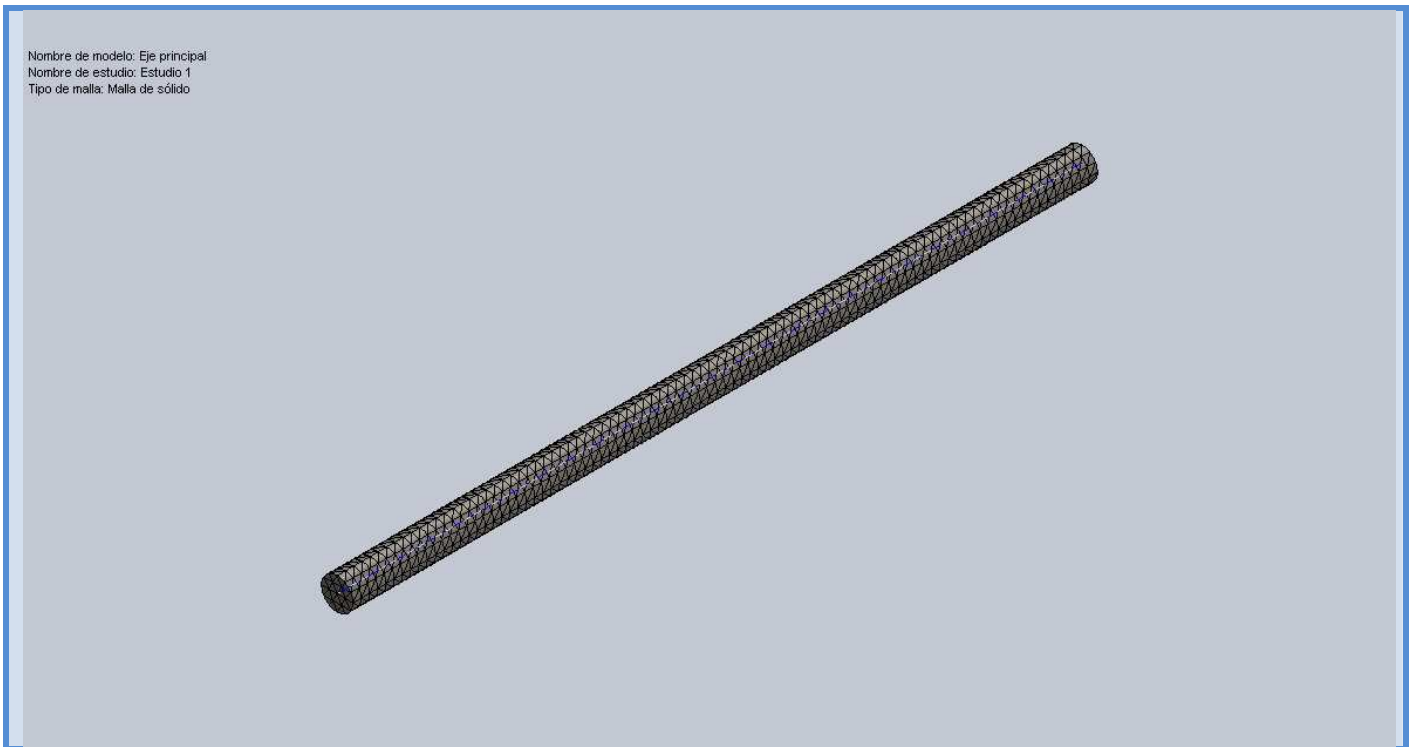
Información de malla

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla estándar |
| Transición automática: | Desactivar |
| Incluir bucles automáticos de malla: | Desactivar |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño de elementos | 13.451 mm |
| Tolerancia | 0.672548 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 11388 |
| Número total de elementos | 6769 |
| Cociente máximo de aspecto | 3.4361 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 99.8 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh;mm:ss): | 00:00:03 |
| Nombre de computadora: | ADMIN-HP |





Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|----------|---------|---------|------------|
| Todo el modelo | N | -1.33838 | 2.93677 | 2.35561 | 3.99559 |

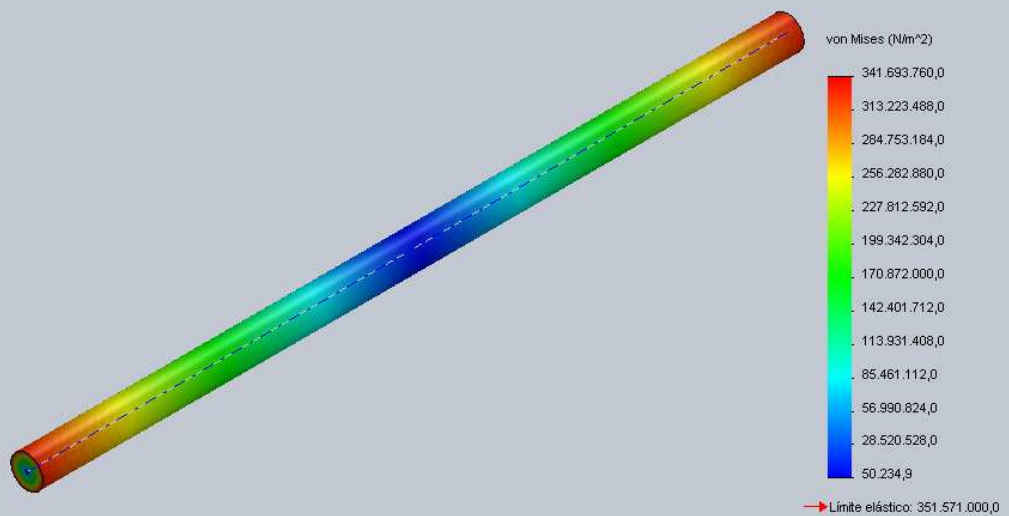
Momentos de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|--------|--------|--------|------------|
| Todo el modelo | N-m | 0 | 0 | 0 | 0 |

Resultados del estudio

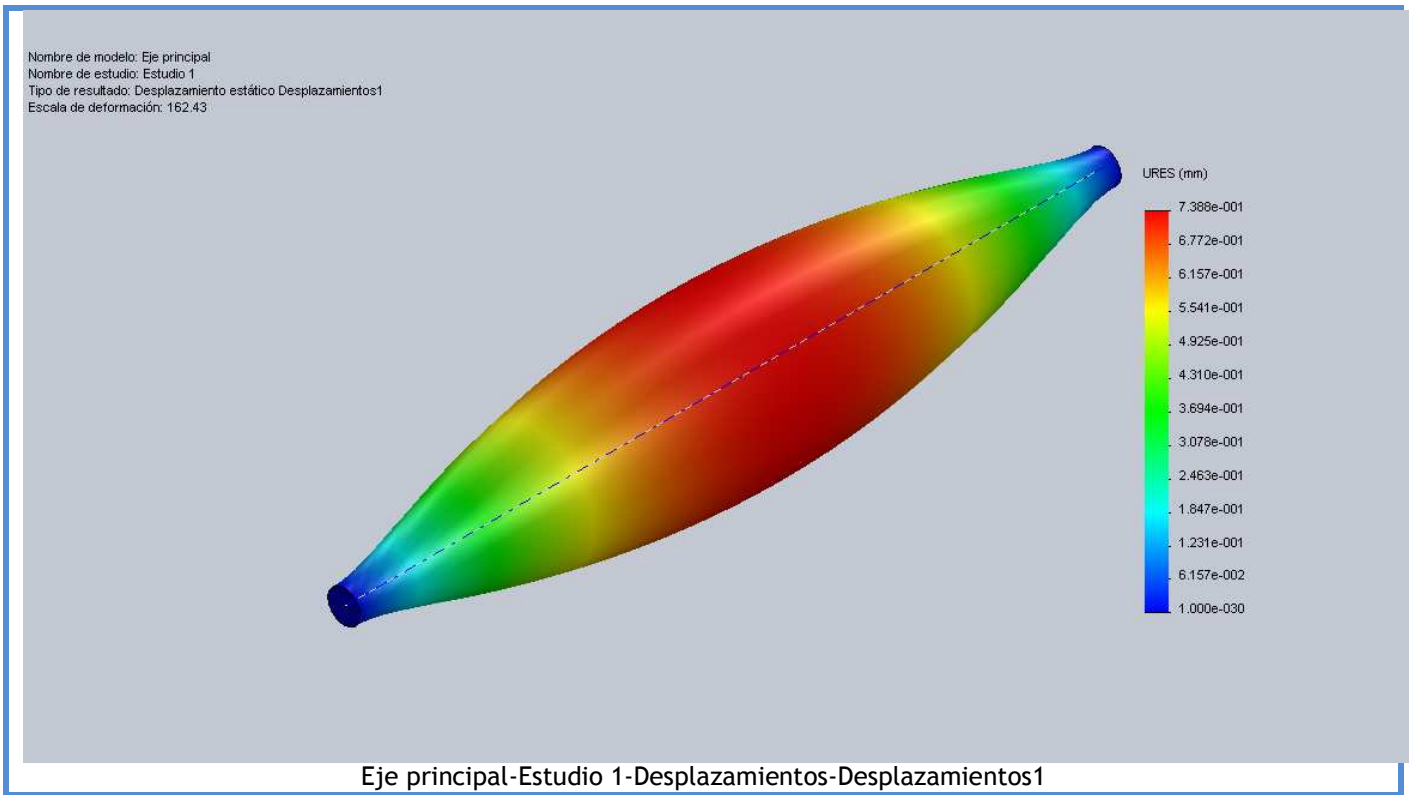
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------|---------------------------|--|---|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 50234.9 N/m ² Nodo: 1171 | 3.41694e+008 N/m ² Nodo: 99 |

Nombre de modelo: Eje principal
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1

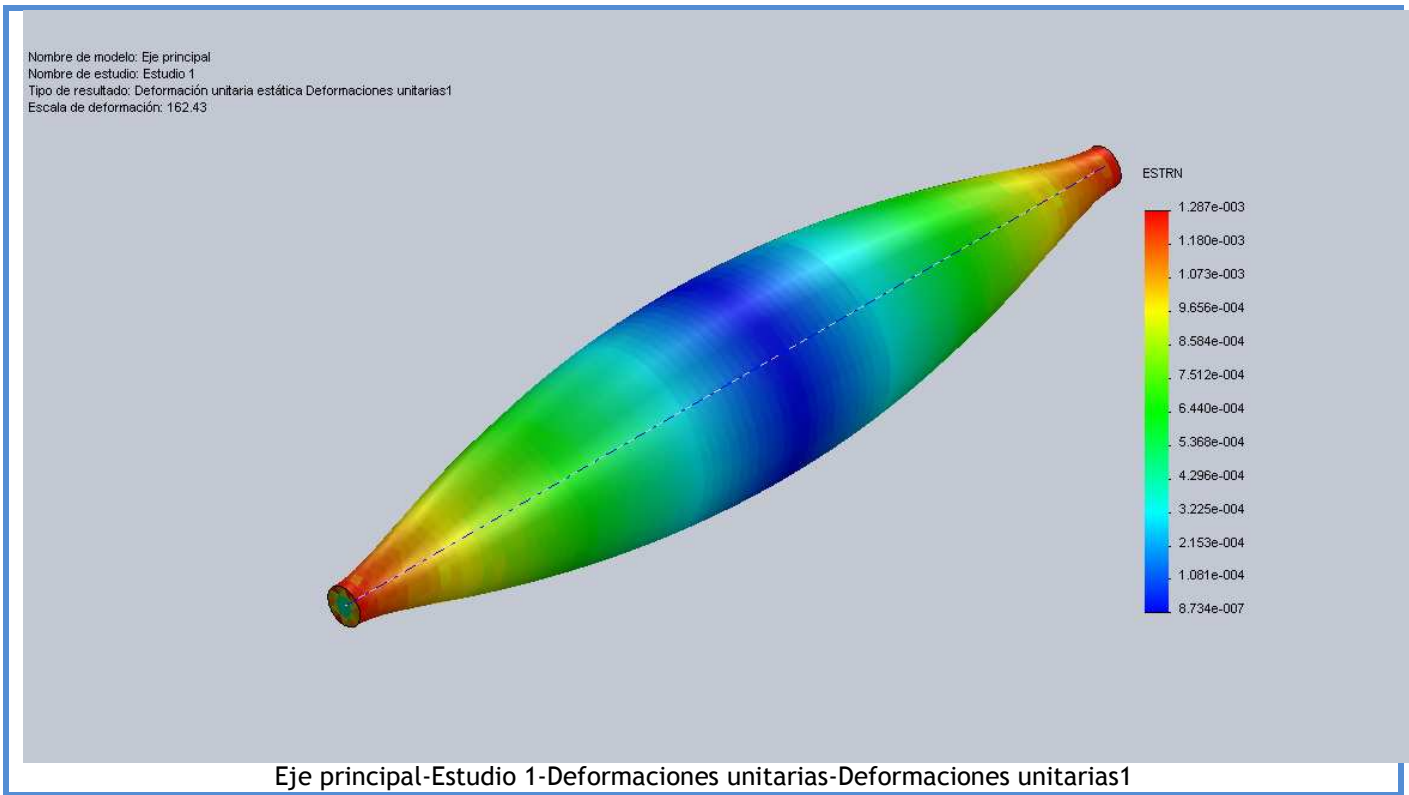


Eje principal-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

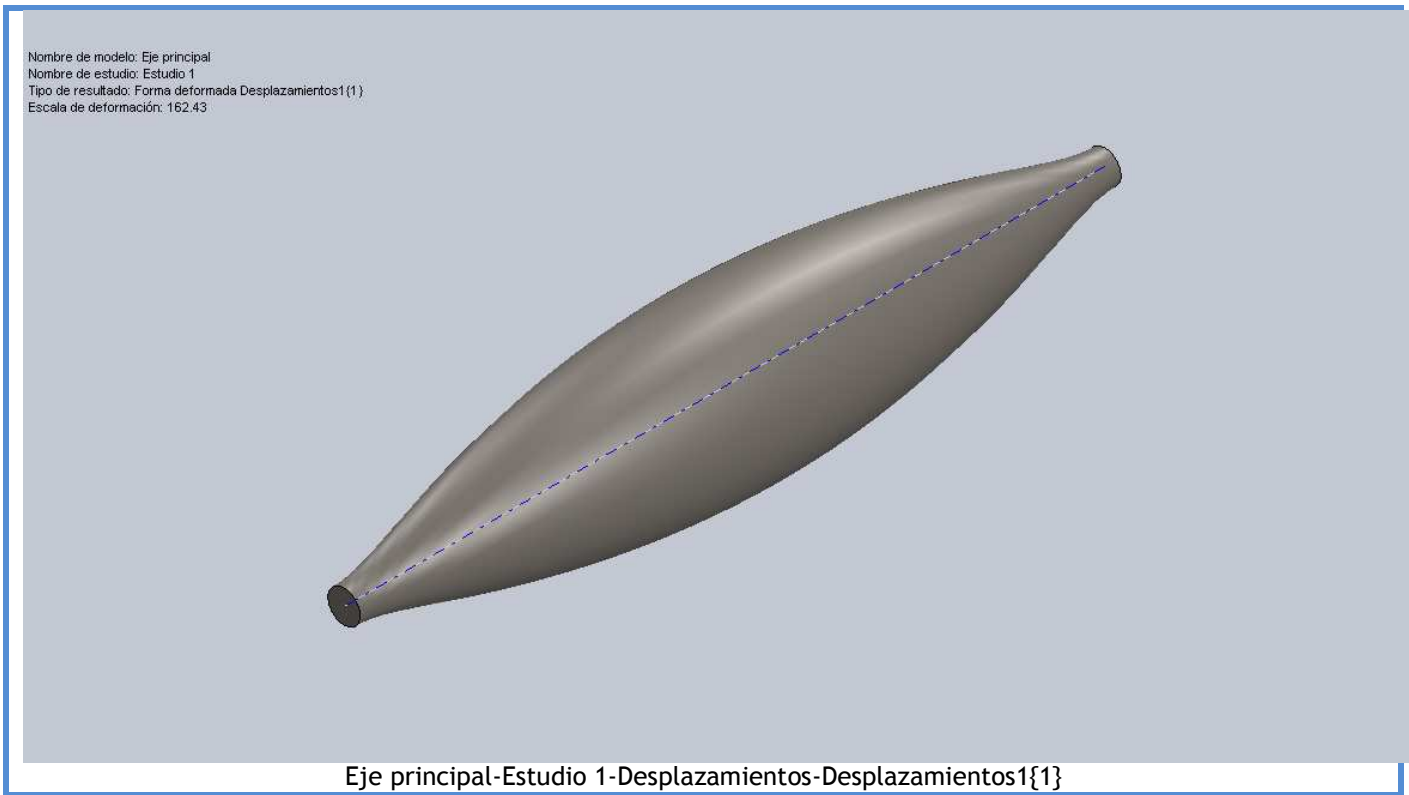
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1 | 0.738796 mm Nodo: 191 |



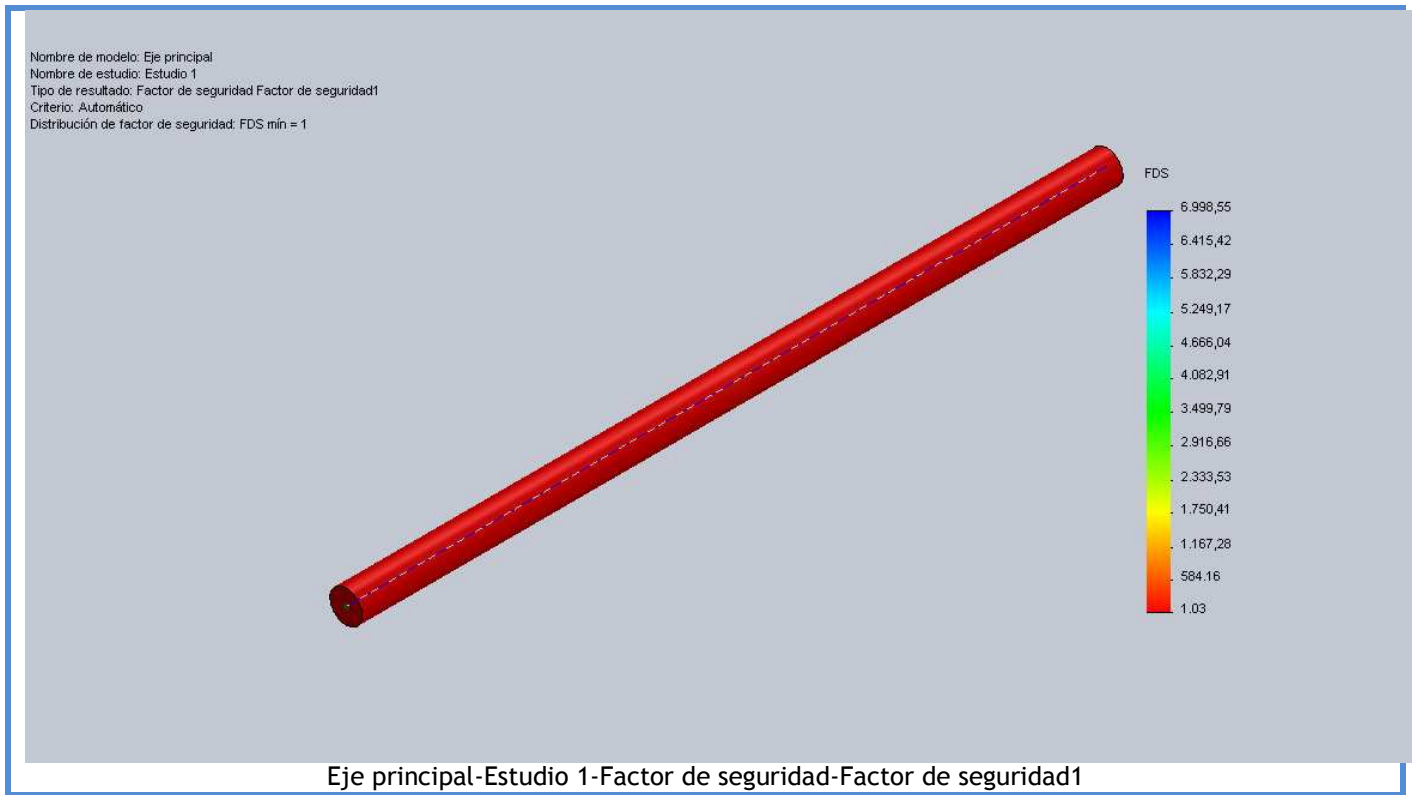
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 8.73397e-007 Elemento: 1598 | 0.0012872 Elemento: 6489 |



| Nombre | Tipo |
|---------------------|-----------------|
| Desplazamientos1{1} | Forma deformada |



| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|---------------------|-----------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 1.02891 Nodo: 99 | 6998.55 Nodo: 1171 |



Conclusión

El estudio del eje principal demuestra que el diseño soportará las cargas a las que será sometido en los periodos de trabajo.

| PRÁCTICA # 1 | |
|--|--|
| “Observación, identificación y ubicación de sistemas de suspensión” | |
| 1. OBJETIVOS | |
| <ul style="list-style-type: none">> Mediante la observación, conjuntamente con los conceptos, el estudiante podrá identificar los sistemas de suspensión del vehículo.> Posteriormente, el estudiante podrá ubicar todos los elementos de la suspensión del vehículo.> El estudiante podrá desmontar y montar amortiguadores y espirales de un vehículo sin inconvenientes. | |
| 2. INTRODUCCIÓN | |
| <p>Sistema de suspensión rígida</p> <p>El sistema de suspensión rígida consiste en que las ruedas izquierda y derecha, están unidas a un eje y mediante resortes la carrocería se monta sobre dicho eje. El problema de la suspensión rígida es que el movimiento de una llanta, afecta a la otra llanta, lo cual se puede sentir con mayor intensidad cuando el terreno donde circula el auto está en malas condiciones.</p> <p>Sistema de Muelles</p> <p>Al eje rígido son unidos los muelles, los cuales están distribuidos longitudinalmente respecto al eje y estos muelles van a los dos extremos del eje. Los muelles están ajustados a la carrocería por lo que al momento de funcionar este tipo de suspensión, toda la fuerza del trabajo es transmitida hacia la carrocería del auto.</p> | |

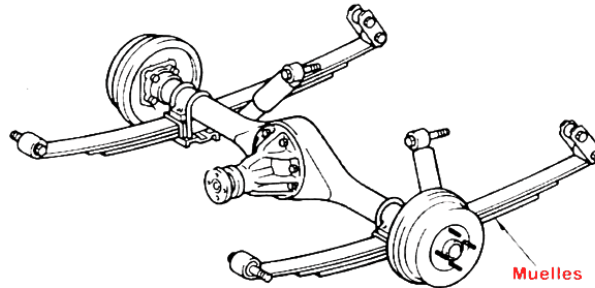
Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

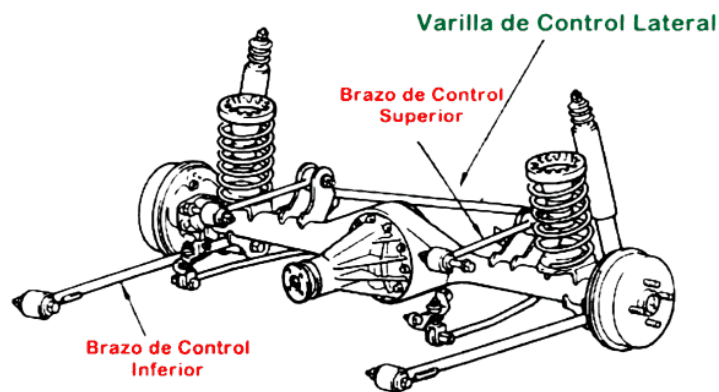
Suspensión Posterior



Configuración de la Suspensión del Tipo de Muelles

Sistema de Conexión

Los brazos están sujetos hacia la carrocería del vehículo en dirección longitudinal y estos están unidos al eje rígido por arriba y por debajo del mismo, además de tener un brazo de control superior el cual está montado de derecha a izquierda en dirección de la carrocería. Los brazos en este tipo de suspensiones soportan la fuerza que se genera en movimientos hacia adelante y hacia atrás mientras que los resortes hacia arriba y hacia abajo.



Configuración de la Suspensión de Conexión

www.ute.edu.ec

Misión

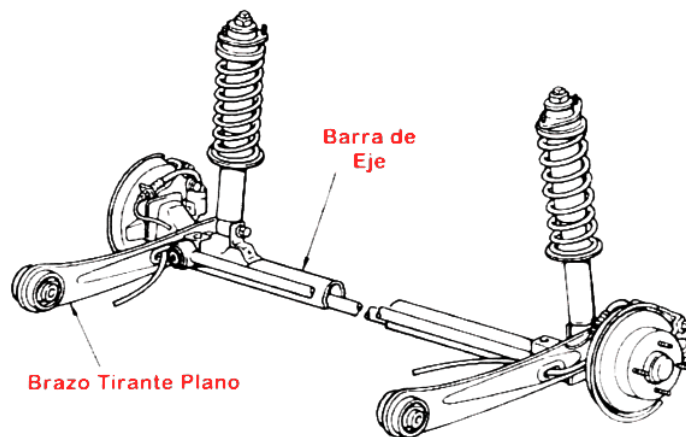
Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

Sistema de Barra Tirante

Los brazos tirantes son dos placas planas que están conectadas al eje rígido y estas a su vez sujetadas a la carrocería, estos brazos están montados en los lados izquierda y derecha del eje y por su configuración sirven de apoyo a los resortes que soportan las fuerzas de arriba hacia abajo.



Configuración de la Suspensión de Barra Tirante

Sistema de suspensión independiente

En una suspensión independiente, los neumáticos del vehículo tienen brazos separados para cada neumático y la carrocería está montada en estos brazos mediante resortes. Ya que los neumáticos se mueven independientemente el uno del otro, no existe influencia en el movimiento de una llanta hacia la otra, por lo que el movimiento de la carrocería se reduce haciendo de un viaje más cómodo usando este tipo de suspensiones.

Suspensión de Horquilla

Este tipo de suspensión consiste de dos brazos, uno superior e inferior, el cual soporta los neumáticos, y un muñón (en el caso de suspensión delantera) o un

www.ute.edu.ec

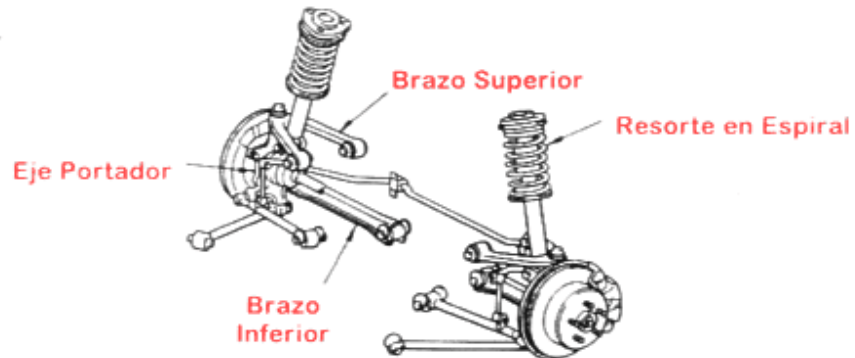
Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

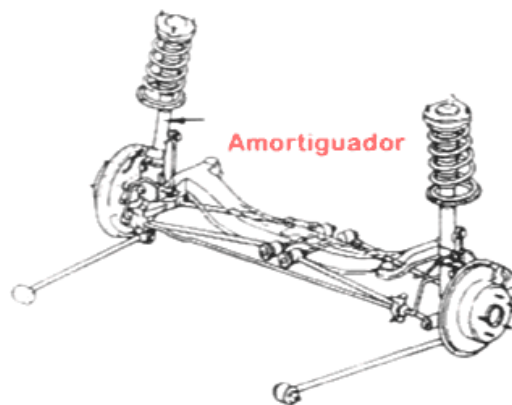
Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

eje portador (en el caso de suspensión posterior) que une los brazos en conjunto. Las características de suspensión son determinadas por la longitud de los brazos superior e inferior y sus ángulos de instalación, permitiendo así una gran cantidad de libertad en el diseño de la suspensión.



Suspensión de Tirantes

En esta suspensión encontramos que los amortiguadores son parte de los brazos los que soportan los neumáticos, lo cual hace que la suspensión soporte de mejor manera las irregularidades del pavimento minimizando su efecto. Esta suspensión se la encuentra en suspensiones delanteras en autos pequeños o medianos.



www.ute.edu.ec

Misión

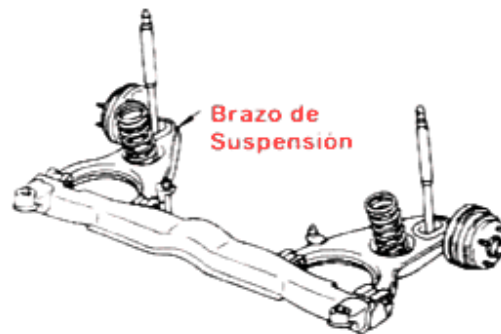
Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

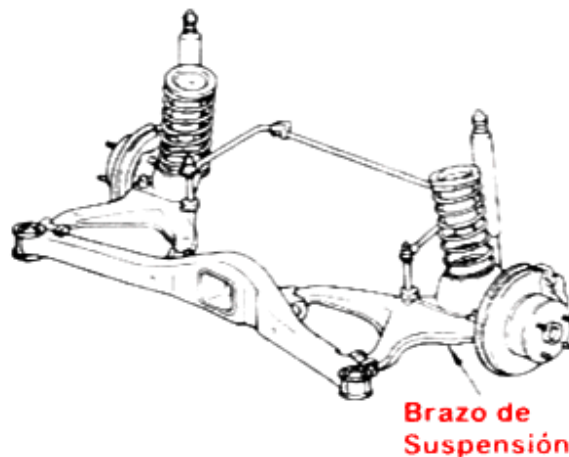
Suspensión de Brazo Tirante

En este tipo de suspensión, los brazos están montados en ángulos rectos en la dirección longitudinal de la carrocería.



Suspensión de Brazos Semi-Tirantes

Este tipo de suspensión se parece al tipo de brazos tirantes, pero los puntos de apoyo son montados, tanto como sea inclinado con respecto a la dirección longitudinal de la carrocería.



www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

| |
|--|
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS |
| 3.1. MATERIALES |
| <p>3.1.1. Materiales</p> <ul style="list-style-type: none">• Gafas de protección para ojos• Linterna• Overol• Cuaderno de apuntes• Juego de llaves mixtas• Juego de rachas <p>3.1.2. Equipo</p> <ul style="list-style-type: none">• Banco de pruebas |
| 3.2. MÉTODO |
| <ul style="list-style-type: none">> El estudiante deberá leer conjuntamente con el profesor la introducción para despejar cualquier duda que se tenga con los diferentes tipos de suspensiones.> El estudiante deberá distinguir las diferencias entre los tipos de suspensiones que existen.> Luego de definir los tipos de suspensiones, se procederá a observar en vivo los sistemas de la suspensión, utilizando las gafas de protección y el overol de la carrera, mediante la explicación del profesor guía.> Posteriormente se procederá al desmontaje y montaje de amortiguador y espiral del vehículo en prueba.> Anotar todos los pasos para el desmontaje.> Anotar las precauciones que se deben tomar en el desmontaje.> Anotar todos los pasos para el montaje.> Anotar todas las precauciones que se deben tomar al momento del montaje.> Revisar y comprobar que todo esté debidamente ajustado y en su lugar.> Señalar los tipos de suspensión y sus componentes. |

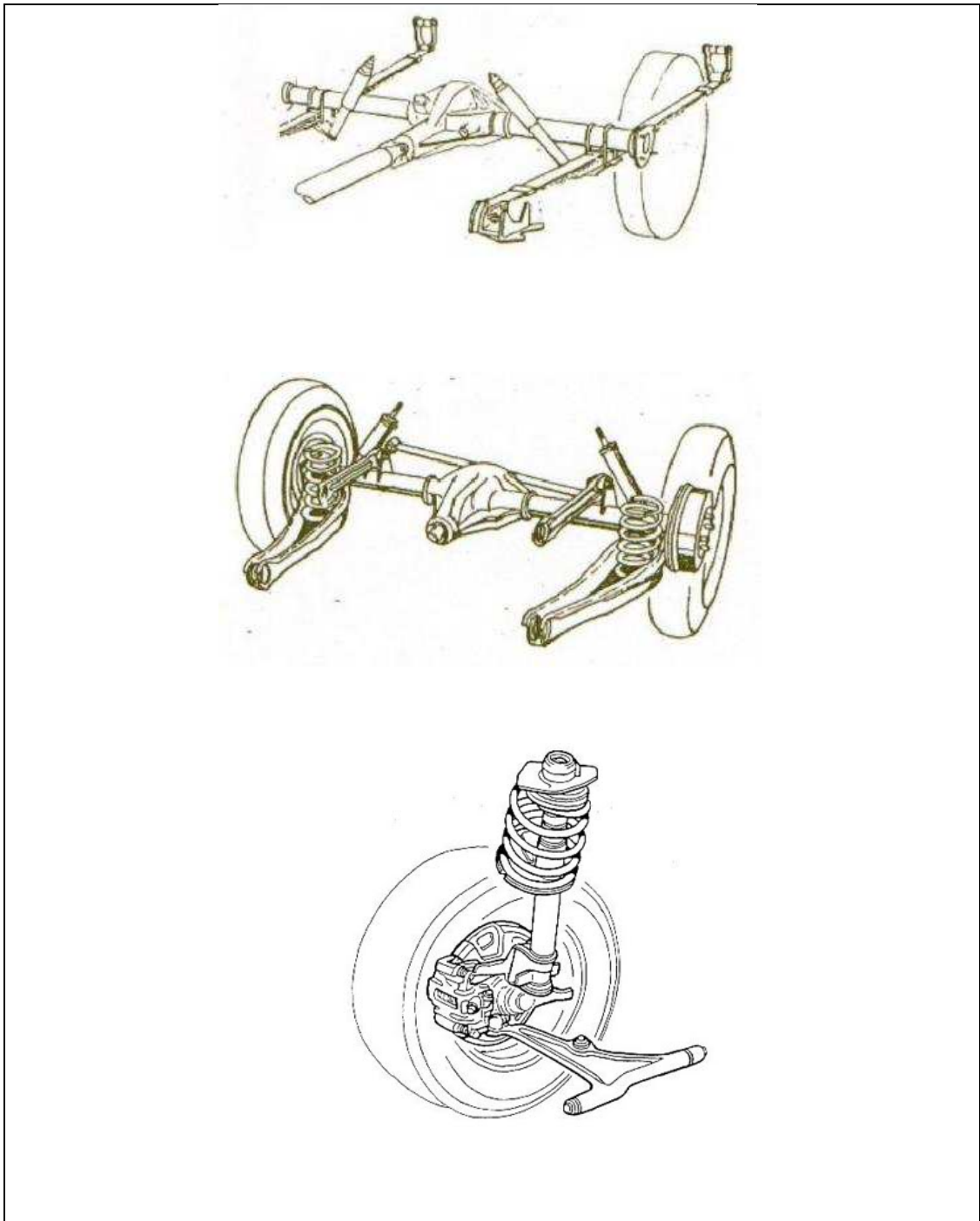
www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.



www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

4. CUESTIONARIO

- ¿Qué es una suspensión rígida?
- ¿Qué es una suspensión independiente?
- Principales diferencias entre suspensión rígida y suspensión independiente
- Tipos de suspensión rígida
- Tipos de suspensión independiente
- ¿En qué tipo de suspensión trabajó?
- Detallar paso a paso el desmontaje y montaje
- Detallar herramienta utilizada
- ¿Cuáles fueron los inconvenientes encontrados en el desmontaje y montaje?
- ¿Qué precauciones se deben tomar?
- ¿Qué recomendaciones daría usted para trabajar en suspensiones?

5. BIBLIOGRAFÍA

- SISTEMAS DE DIRECCION Y SUSPENSION DEL AUTOMOVIL, DIAGNOSTICO Y REPARACION.REMLING, JOHN.

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
BANCO DE PRUEBAS DE SUSPENSIÓN



www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

PRÁCTICA #2

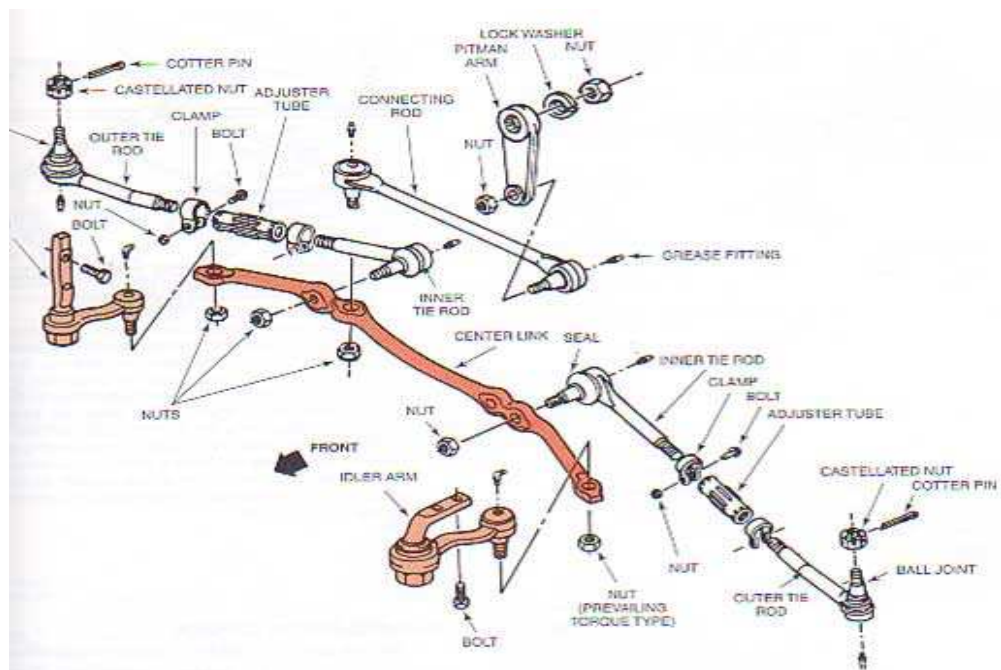
“Observación del funcionamiento de los componentes de la suspensión de un vehículo”

1. OBJETIVOS

- > Observar las funciones que cumplen cada uno de los componentes de la suspensión de un vehículo.
- > Determinar cuáles son los posibles daños que puede tener cada uno de los componentes observados en la práctica.
- > Determinar las causas que producen los daños en los componentes.
- > Definir posibles mantenimientos preventivos para la suspensión.

2. INTRODUCCIÓN

Sistema de dirección



www.ute.edu.ec

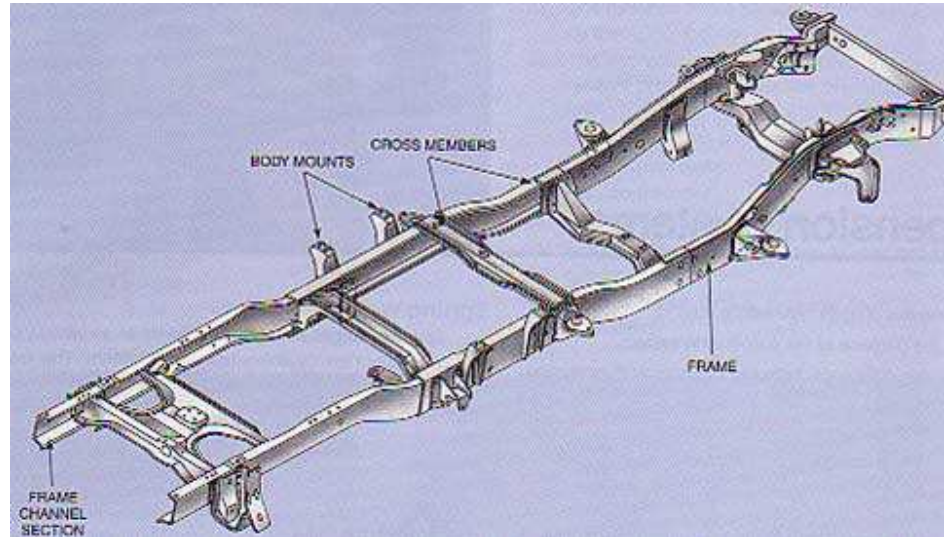
Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

Chasis



Barras de torsión frontal

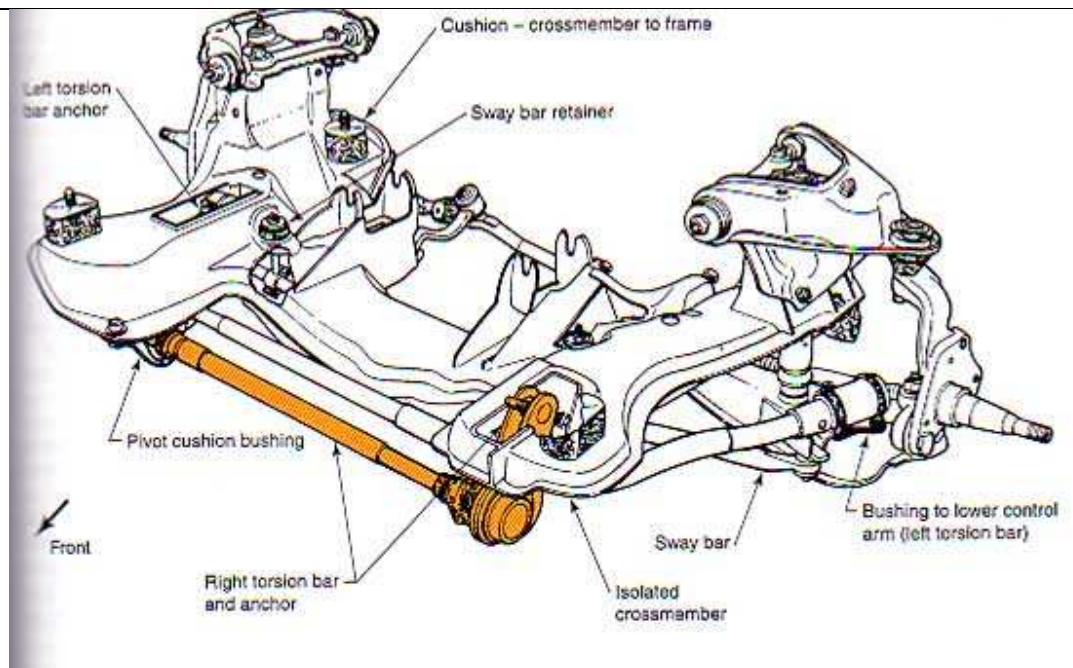
www.ute.edu.ec

Misión

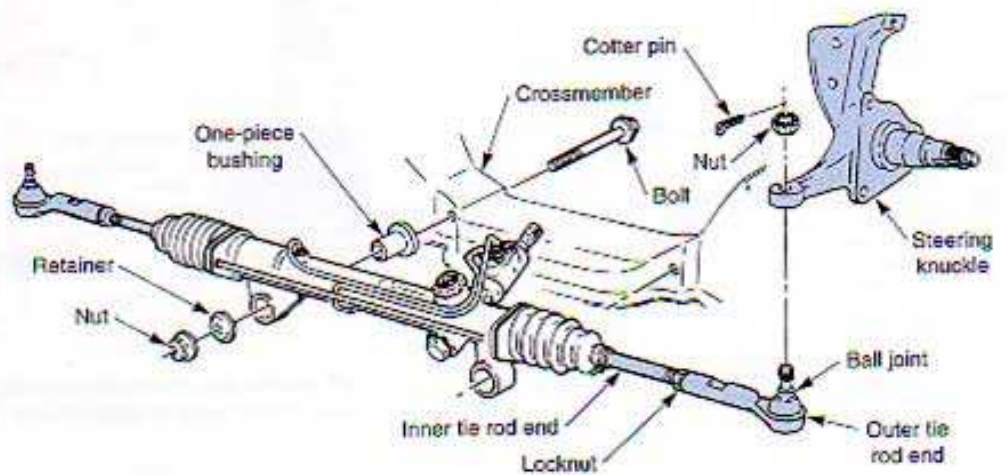
Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.



Sistema de Rack y piñón



Suspensión con diferencial

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

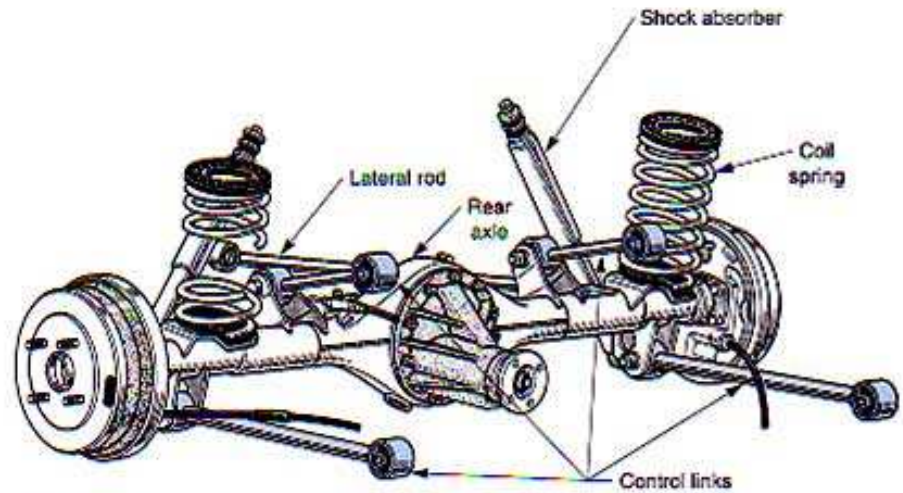


Figure 7-6. A rear drive axle setup that uses four control arms or links. (Toyota)

Suspensión Frontal independiente

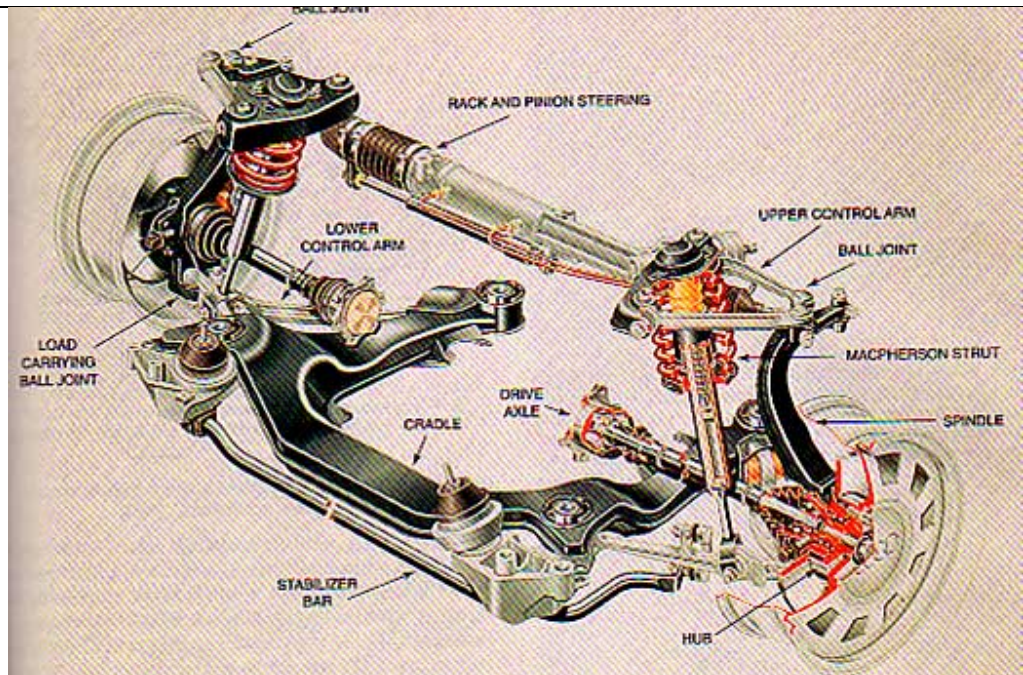
www.ute.edu.ec

Misión

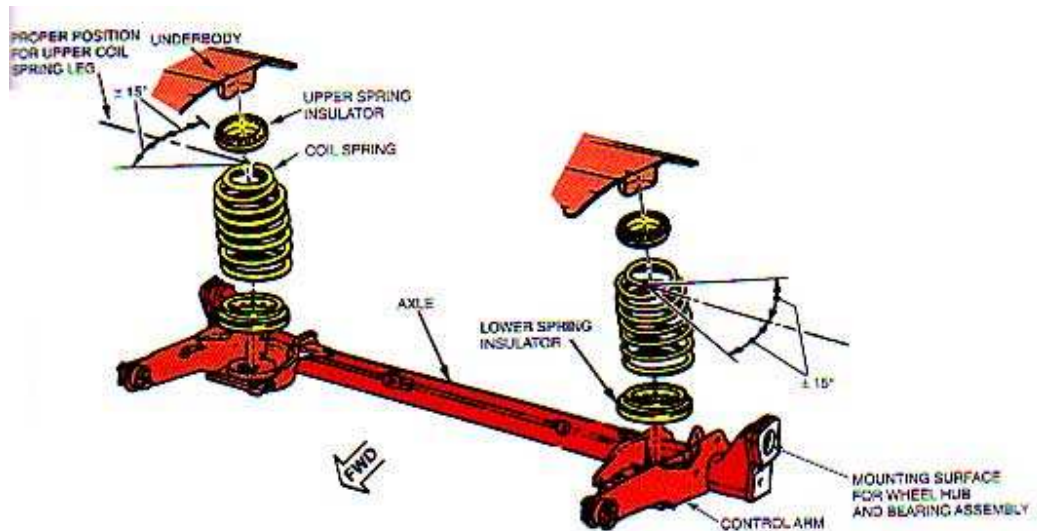
Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.



Suspensión posterior



www.ute.edu.ec

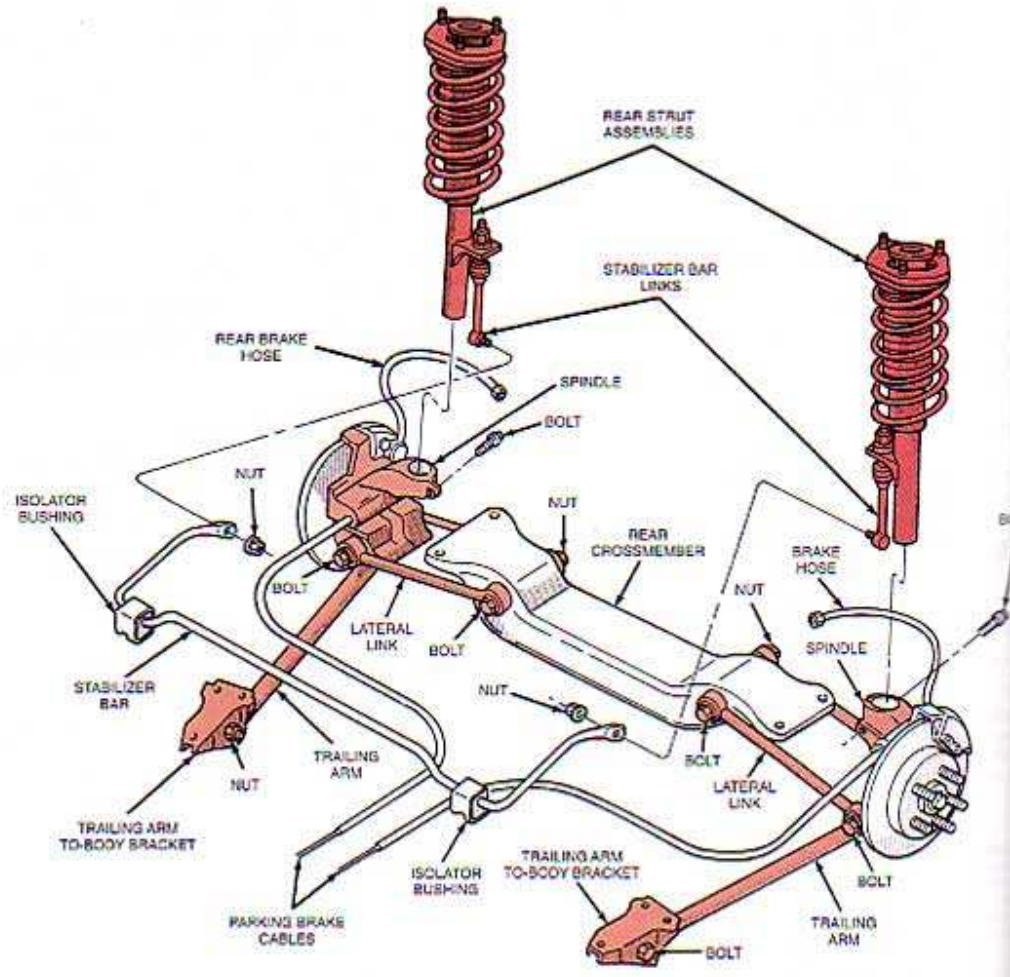
Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

Suspensión posterior independiente



www.ute.edu.ec

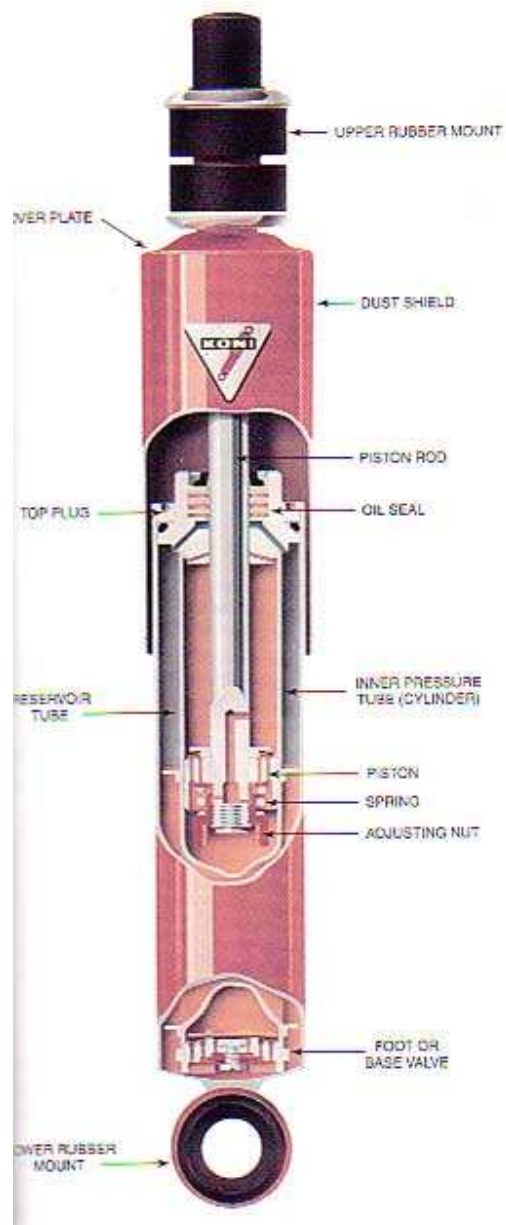
Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

Amortiguador



www.ute.edu.ec

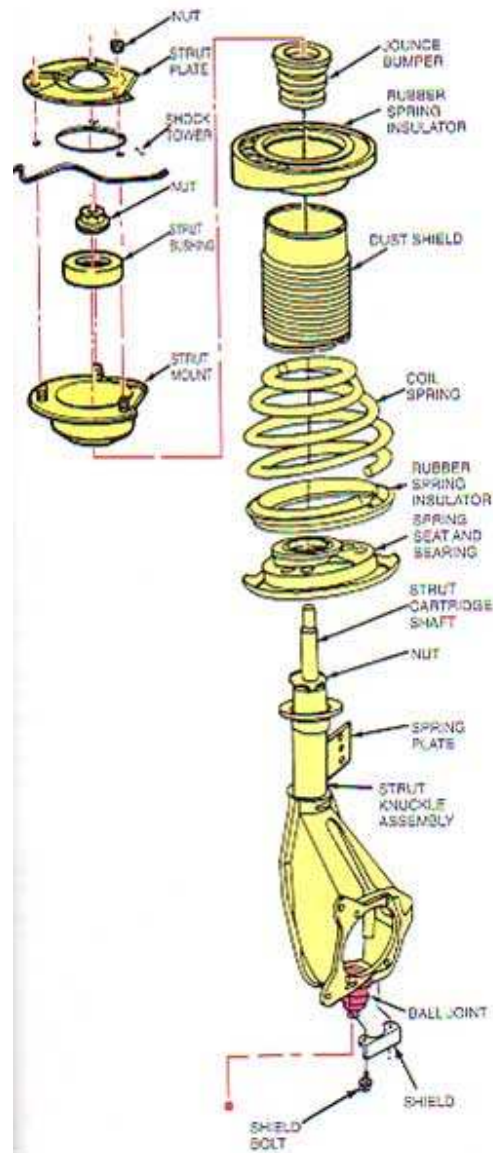
Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

Mc Pherson



www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

| |
|---|
| 3. MATERIALES Y MÉTODO |
| 3.1. MATERIALES |
| 3.1.1. Materiales <ul style="list-style-type: none">• Gafas de protección para ojos• Linterna• Overol• Cuaderno de apuntes• Juego de llaves mixtas• Juego de rachas• Llave de ruedas |
| 3.1.2. Equipo <ul style="list-style-type: none">• Banco de pruebas |
| 3.2. MÉTODO |
| <ul style="list-style-type: none">> Los estudiantes conjuntamente con el profesor, deberán hacer uso del banco de pruebas para poder realizar la práctica.> Usando las debidas protecciones, el estudiante deberá posicionarse en un lugar donde pueda observar perfectamente el funcionamiento de cada componente.> El estudiante deberá observar mediante una explicación del profesor guía, cada uno de los componentes de la suspensión y ver cuál es el funcionamiento de cada uno.> En el caso de ser necesario, se deberá desmontar los componentes que no puedan ser observados a simple vista para el mejor entendimiento del estudiante.> Se deberá tomar apunte de cuáles son los posibles daños o los daños más comunes que sufre cada componente de la suspensión.> Se deberá debatir sobre cuáles son las posibles causas de los daños y que se puede hacer para prevenir los mimos. |

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

4. CUESTIONARIO

- > ¿Cuál componente de la suspensión cree usted que tiene más tendencia a dañarse o a sufrir desgaste? ¿Por qué?
- > ¿Cuál consejo le daría usted al dueño de un vehículo para prevenir daños de la suspensión? ¿Por qué?
- > ¿Cuáles componentes de la suspensión de un vehículo cree usted que son los más importantes para el correcto funcionamiento del sistema? ¿Por qué?
- > Realice un cuadro donde conste el componente de la suspensión, los mantenimientos preventivos que se deben realizar, los posibles daños y una foto del componente.
- > ¿Cómo se pueden calcular las fuerzas que se ejercen en una suspensión automotriz? Consultar.

5. BIBLIOGRAFÍA

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

- SISTEMAS DE DIRECCION Y SUSPENSION DEL AUTOMOVIL, DIAGNOSTICO Y REPARACION.REMLING, JOHN.
- www.automecanico.com/suspensiones
- www.wikipedia.org/wiki/suspension

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

PRACTICA #3

“Detección de daños en el sistema de suspensión automotriz”

1. OBJETIVOS

- > Detectar mediante la observación, los conocimientos adquiridos y la práctica, los daños que tenga un vehículo en el sistema de suspensión.
- > Proponer soluciones para los daños encontrados en la suspensión del vehículo.
- > Proponer controles y mantenimientos para el vehículo en que se está realizando la práctica.
- > Poder llegar a detectar problemas en la suspensión correctamente y poder dar un análisis completo y detallado del estado de la suspensión de un vehículo.

2. INTRODUCCIÓN

La suspensión de un vehículo es muy importante para la seguridad del mismo y de sus ocupantes, por lo que el sistema debe estar en correctas condiciones para su óptimo funcionamiento caso contrario puede ocasionar accidentes graves ya que el auto se vuelve inestable e inseguro. Es por esto que se debe aclarar el tipo de seguridades que existen.

Seguridad activa:

Al hablar de seguridad activa en un automóvil se hace referencia al conjunto de mecanismos destinados a disminuir el riesgo de que se produzca un accidente. Así, unos frenos en buen estado, una dirección estable, unos neumáticos y amortiguadores en buen estado, un motor que este en óptimas condiciones son factores que intervienen en la seguridad activa.

Seguridad pasiva:

Se encarga de minimizar los posibles daños de los ocupantes del vehículo en el caso de que llegue a ocurrir un accidente. En la seguridad pasiva se basa desde el diseño de

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

las estructuras de deformación del vehículo para que absorban la energía en caso de impacto hasta los cinturones de seguridad y los airbag.

Seguridad preventiva:

Afecta a todos aquellos aspectos que influyen en el conductor para que no llegue a producirse un accidente, por lo que se pueden incluir entre los elementos de seguridad preventiva desde un diseño que asegure la ergonomía y la visibilidad o una correcta climatización hasta unos asientos cómodos y que sujeten correctamente el cuerpo.

Prevención en el sistema de suspensión

Revisar periódicamente que los amortiguadores no presenten fugas de aceite.

Revisar si es suspensión de ballestas que las grapas aseguren todas las hojas y que estén remachadas.

Verificar que las hojas de ballesta no presenten fisuras.

Verificas que las llantas y el rin no presenten desigualdades causadas por golpes. Si es sistema de suspensión Mc Pherson verificar que los tornillos que sujetan el amortiguador estén bien ajustadas.

Evitar el paso fuerte por huecos y baches altos.

Lavar periódicamente lo que es el chasis del automóvil ya que el sucio que recoge de la calle se pega en los cauchos y produce chillidos.

Fallas por suspensión

- > Si se siente que el carro no amortigua, puede ser que el eje del amortiguador esta torcido. En este caso el vehículo sufrirá directamente todas las sacudías y esto dañara algunos o todos los elementos de la suspensión y el vehículo perderá seguridad.
- > Si existen fugas de aceite en el amortiguador puede ser porque el vástago tiene rayados lo cual produce fugas de aceite y poca presión.
- > Si el estado de los amortiguadores es irregular se verán afectados los neumáticos.

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

El automóvil tira hacia un lado

Neumáticos desequilibrados o desiguales, neumáticos mal inflados.

- > Muelles rotos o debilitados.
- > En automóvil presenta un desgaste anormal de los neumático.
- > Muelles rotos o debilitados
- > Neumáticos desequilibrados o mal inflados
- > Se sienten ruidos anormales en la parte delantera del vehículo.
- > Desgaste, agarrotamiento o flojedad en los extremos de la barra de acoplamiento, articulaciones de rótulas inferiores, articulaciones de rótulas interiores de la barra de acoplamiento o juntas del eje impulsor.
- > Daños de los amortiguadores, puntales o montajes.
- > Barra estabilizadora desajustada.
- > Tuercas de rueda desajustadas
- > Tuercas de la suspensión desajustadas.
- > Muelles de suspensión rotos.
- > Cojinetes de la punta gastados o mal lubricados.

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales

- Gafas de protección para ojos
- Linterna
- Overol
- Juego de llaves mixtas
- Juego de rachas
- Llaves de ruedas
- Martillo de goma
- Guantes
- Cuaderno de apuntes

3.1.2. Equipo

- Gata hidráulica
- Banco de pruebas de suspensión

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

3.2. MÉTODO

- > El estudiante deberá elegir un auto donde trabajará, de preferencia tiene que ser un auto usado con algún problema de suspensión.
- > Posteriormente se deberá utilizar el banco de pruebas para determinar si existen sonidos extraños, o un mal funcionamiento de algún componente.
- > Se deberá determinar cuáles son las piezas que se deben cambiar en el vehículo para el correcto funcionamiento del sistema de suspensión.
- > Si es necesario desmontar algún componente de la suspensión para su verificación, se lo debe hacer utilizando las medidas de seguridad necesarias para realizar un trabajo seguro.
- > Las herramientas utilizadas deben ser limpiadas después de su uso.
- > Se debe tomar nota de los daños que tiene el vehículo para posteriormente hacer un análisis y dar las soluciones necesarias.
- > Después de revisar el vehículo se debe comprobar que todo esté bien ajustado y en su posición correcta.

4. CUESTIONARIO

- > ¿Cuáles son las características el auto en el que realizó la práctica? (marca, año, modelo)
- > ¿Qué tipo de suspensión tiene el vehículo en el que realizó la práctica?
- > ¿Cuáles fueron los daños encontrados en el sistema de suspensión?
- > ¿Cuáles son las soluciones que usted propone para los daños que encontró en la suspensión? Justifique su respuesta.
- > ¿Qué aconsejaría usted al dueño del vehículo para prevenir daños a futuro?
- > ¿Por qué cree usted que se dañaron o tienen desgaste los componentes de la suspensión en la que usted trabajó?
- > Realizar un cuadro del trabajo realizado donde consten los daños encontrados, las posibles causas, y los mantenimientos y precauciones que usted recomienda al dueño del vehículo.

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.

5. BIBLIOGRAFIA

- SISTEMAS DE DIRECCION Y SUSPENSION DEL AUTOMOVIL, DIAGNOSTICO Y REPARACION.REMLING, JOHN.
- MANUAL DEL AUTOMOVIL: REPARACION Y MANTENIMIENTO, CULTURAL S.A.
- MECANICA DEL AUTOMOVIL ACTUALIZADACALVO MARTIN, JESUS;MIRAVETE DE MARCO, ANTONIO

www.ute.edu.ec

Misión

Formar con excelencia y liderazgo, profesionales Íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

Visión

Ser una universidad de trascendencia académica en América Latina.