

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Arquitectura e Ingeniería

Maestría en Diseño Mecánico

Mención en Fabricación De Autopartes De Vehículos

Caracterización metalúrgica de materiales actuales utilizados en la fabricación de asientos y alternativas de sustitución para sistemas de manufactura nacional bajo normas ASTM e INEN.

Ing. Angel Guillermo Masaquiza Yanzapanta

Nota del Autor

Angel Guillermo Masaquiza Yanzapanta, Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Universidad Internacional SEK.

Director: Ing. Juan Carlos Rocha, MSc.

Codirector: Ing. Esteban López Espinel M.

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:

amasaquiza.mdm@uisek.edu.ec

Declaración Juramentada

Yo, Angel Masaquiza, con cédula de identidad 1803745239, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente. El presente trabajo pertenece al programa desarrollo tecnológico y la línea de investigación Eficiencia, Impacto Ambiental e Innovación en la industria a fin a la facultad de Arquitectura e Ingeniería.

Angel Guillermo Masaquiza Yanzapanta

CI: 1803745239

Índice de Contenido

| | |
|---|----|
| Declaración Juramentada | 2 |
| Resumen | 15 |
| Abstract..... | 16 |
| Introducción | 18 |
| Antecedentes..... | 18 |
| Planteamiento del problema | 20 |
| Justificación..... | 21 |
| Hipótesis | 23 |
| Estado del Arte | 23 |
| Seguridad vehicular con respecto a la movilidad en buses interprovinciales. | 23 |
| Pasiva | 24 |
| Activa..... | 24 |
| Asientos para pasajeros..... | 25 |
| Asientos para pasajeros tipo urbano | 27 |
| Asientos para pasajeros tipo interprovincial..... | 27 |
| Asientos para pasajeros tipo Ejecutivo | 28 |
| Dimensiones de los asientos de buses interprovinciales..... | 29 |
| Características de los asientos interprovinciales..... | 30 |
| Empresas Carroceras Nacionales..... | 31 |
| Fabricación de Carrocería Nacional | 32 |
| Fabricación de asientos para buses interprovinciales. | 32 |
| La empresa IMEISA (Fabricante de asientos buses interprovinciales) | 33 |
| Materiales utilizados en la estructura del asiento de buses interprovincial. | 34 |
| Aceros laminados en caliente. | 35 |

| | |
|--|----|
| Acero al carbono..... | 36 |
| Características de los materiales para los asientos de Buses Interprovinciales. | 37 |
| Resistencia de materiales..... | 38 |
| Propiedades mecánicas..... | 40 |
| Diagrama esfuerzo deformación..... | 42 |
| Características de los materiales en un ensayo de tracción..... | 43 |
| Ley de Hooke..... | 44 |
| Tipos de esfuerzos..... | 44 |
| Maquina ensayo de tracción..... | 45 |
| Características de la maquia de ensayos tracción..... | 46 |
| Probeta para ensayo de tracción..... | 47 |
| Proceso Operativo de tracción..... | 48 |
| Fluencia..... | 48 |
| Porcentaje de Elongación..... | 49 |
| Propiedades físicas..... | 49 |
| Densidad..... | 49 |
| Balanza..... | 49 |
| Peso específico..... | 50 |
| Importancias de la Metalurgia..... | 50 |
| Características metalúrgicas..... | 51 |
| Normativas nacionales..... | 52 |
| Requisitos mecánicos para grados ISO y ASTM..... | 52 |
| Propiedades Mecánicas para tubos..... | 53 |
| Requisitos mecánicos del acero base..... | 54 |
| Requisitos dimensionales..... | 56 |

| | |
|---|----|
| Normativas internacionales..... | 58 |
| Método | 59 |
| Tipo de investigación | 59 |
| Metodología..... | 60 |
| Procesos de realización probetas y ensayos. | 60 |
| Descripción de los materiales..... | 61 |
| Ubicación de materiales en la estructura asientos interprovinciales. | 62 |
| Planos para las Probetas. | 65 |
| Realización de Probetas para ensayos de tracción. | 68 |
| Probetas para los ensayos de densidad. | 69 |
| Equipo para hacer los ensayos..... | 70 |
| Proceso de Ensayos | 71 |
| Resultados | 75 |
| Materiales de los asientos para el análisis. | 75 |
| Análisis de Ensayo de Tracción y Densidad. | 77 |
| Resultados de Ensayos tracción..... | 78 |
| Análisis de resultado a Base cojín posterior. | 78 |
| Análisis de resultado a Anclaje resortes T..... | 78 |
| Análisis de resultado a Refuerzo espaldar platina | 79 |
| Análisis de resultado a Base cojín plancha. | 80 |
| Análisis de resultado a Anclaje asiento piso..... | 80 |
| Análisis de resultado a Tubo base cuadrado posterior y frontal. | 81 |
| Análisis de resultado a Tubo cuadrado base frontal. | 82 |
| Análisis de resultado a Platina grande de chupete..... | 82 |
| Análisis de resultado de ensayo a Platina | 83 |

| | |
|---|----|
| Análisis de resultado a Angulo anclaje..... | 84 |
| Análisis de resultado a Tubo redondo apoya pies..... | 84 |
| Análisis de resultado a Soporte espaldar y base. | 85 |
| Análisis de resultado a Conexión espaldar | 86 |
| Análisis de resultado a Varilla eje izquierdo o derecho..... | 86 |
| Análisis de resultado a Varilla lisa refuerzo espaldar. | 87 |
| Análisis de resultado a Soporte anclaje. | 88 |
| Resultados de Ensayos densidad. | 88 |
| Análisis de resultados Base cojín posterior. | 88 |
| Análisis de resultados al material Anclaje resortes T. | 89 |
| Análisis de resultados al material Refuerzo espaldar platina..... | 90 |
| Análisis de Resultados al material Base cojín plancha. | 90 |
| Análisis de resultados al material Anclaje asiento piso..... | 91 |
| Análisis de resultados al material Tubo base cuadrado. | 91 |
| Análisis de resultados al material Tubo cuadrado base frontal. | 92 |
| Análisis de resultados al material Platina grande de chupete | 92 |
| Análisis de resultados a la materia Platina..... | 93 |
| Análisis de resultados al material Angulo anclaje..... | 93 |
| Análisis de resultados al material Tubo redondo apoya pies..... | 94 |
| Análisis de resultados al material Soporte espaldar y base. | 94 |
| Análisis de resultados al material Conexión espaldar. | 95 |
| Análisis de resultados al material Varilla eje izquierdo o derecho..... | 95 |
| Análisis de resultados al material Varilla lisa refuerzo espaldar. | 96 |
| Análisis de resultados al material Soporte anclaje..... | 96 |
| Discusión de resultados | 97 |

Conclusiones..... 105

Referencias Bibliográficas..... 99

Anexos 117

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Sistema de seguridad en un choque frontal | 24 |
| Figura 2. Asiento para pasajeros | 26 |
| Figura 3. Asiento tipo Urbano..... | 27 |
| Figura 4. Asiento tipo interprovincial | 28 |
| Figura 5. Asiento tipo Ejecutivo | 29 |
| Figura 6. Asiento tipo interprovincial | 30 |
| Figura 7. Empresas carroceras en el País | 31 |
| Figura 8. Fabricación de carroceras en el País..... | 32 |
| Figura 9. Fabricación de asientos interprovincial anual..... | 33 |
| Figura 10. Construcción de asientos interprovinciales..... | 33 |
| Figura 11. Estructura de asiento..... | 34 |
| Figura 12. Acero Laminado en calenté | 35 |
| Figura 13. Acero al carbono..... | 36 |
| Figura 14. Componentes de los efectos internos de la sección | 39 |
| Figura 15. Diagrama de esfuerzo y deformación | 42 |
| Figura 16. Tipos de esfuerzos | 44 |
| Figura 17. Maquina Ensayo de tracción..... | 45 |
| Figura 18. Probeta para ensayos de tracción | 47 |
| Figura 19. Dimensiones para la probeta..... | 47 |
| Figura 20. Diagrama Fuerza - Alargamiento | 48 |
| Figura 21. Balanza Digital | 50 |
| Figura 22. Diagrama de flujo. | 60 |

| | |
|--|----|
| Figura 23. Designación de nombres a los materiales del bus interprovincial. | 61 |
| Figura 24. Subconjunto base de cojín | 62 |
| Figura 25. Subconjunto espaldar..... | 63 |
| Figura 26. Anclaje asiento piso platina. | 63 |
| Figura 27. Platinas..... | 64 |
| Figura 28. Tubos en la estructura del asiento..... | 64 |
| Figura 29. Varillas y Soporte Anclaje..... | 65 |
| Figura 30. Probeta tipo plana mayor a 3 hasta 4 mm..... | 66 |
| Figura 31. Probeta tipo plana 3-(0.1 a 3) mm. | 66 |
| Figura 32. Probeta tipo plana mayor a 4mm ancho 20mm. | 67 |
| Figura 33. Probeta tipo plana 2(0.1 a 3)mm..... | 67 |
| Figura 34. Probeta tipo cilíndrica mayor a 3 hasta 4 mm. | 68 |
| Figura 35. Proceso de realización de probeta..... | 68 |
| Figura 36. Probetas para los ensayos | 69 |
| Figura 37. Probetas para ensayo de densidad..... | 69 |
| Figura 38. Máquina de Ensayo Universal. | 70 |
| Figura 39. Balanza Digital. | 71 |
| Figura 40. Sujeción de la probeta..... | 71 |
| Figura 41. Análisis de la zona elástica, plástica y rotura del material | 72 |
| Figura 42. Análisis de resultado de la gráfica del ensayo de tracción | 72 |
| Figura 43. Rotura del Material. | 73 |
| Figura 44. Fisura del Material Plano..... | 73 |
| Figura 45. Fisura del Material circular..... | 74 |

Figura 46. Diseño de asiento área frontal..... 76

Figura 47. Materiales del asiento de buses interprovinciales..... 99

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Requisitos mecánicos para grados ISO. | 52 |
| Tabla 2. Requisitos mecánicos para grados ASTM. | 53 |
| Tabla 3. Propiedades mecánicas para tubos. | 53 |
| Tabla 4. Propiedades mecánicas para tubos. | 54 |
| Tabla 5. Requisitos mecánicos para materias laminadas en caliente menores a 6mm. | 54 |
| Tabla 6. Requisitos mecánicos para materia laminadas en caliente mayor que 6mm. | 55 |
| Tabla 7. Clasificación y propiedades mecánicas de los tubos. | 55 |
| Tabla 8. Dimensiones y masa de barra cuadrada. | 56 |
| Tabla 9. Dimensiones y masa de barras redondas. | 57 |
| Tabla 10. Dimensiones y masa de platinas. | 57 |
| Tabla 11. Propiedades mecánicas ASTM A36. | 58 |
| Tabla 12. Propiedades ASTM A500. | 58 |
| Tabla 13. Descripción de materiales. | 61 |
| Tabla 14. Materiales de Asientos para Analizar. | 76 |
| Tabla 15. Valores mínimos para resultados de ensayos. | 77 |
| Tabla 16. Resultados de ensayos al material Base cojín posterior. Angulo corredizo. | 78 |
| Tabla 17, Resultados de ensayos al material Anclaje resortes T. | 79 |
| Tabla 18. Resultados de ensayos al material Refuerzo espaldar platina. | 79 |
| Tabla 19. Resultados de ensayos al material Base cojín plancha. | 80 |
| Tabla 20. Resultados de ensayos al material Anclaje asiento piso. | 81 |
| Tabla 21. Resultados de ensayos al material Tubo base cuadrado posterior y frontal. | 81 |
| Tabla 22. Resultados de ensayos al material Tubo cuadrado base frontal. | 82 |

| | |
|---|----|
| Tabla 23. Resultados de ensayos al material Platina grande de chupete..... | 83 |
| Tabla 24. Resultados de ensayos al material Platina..... | 83 |
| Tabla 25. Resultados de ensayos al material Angulo anclaje. | 84 |
| Tabla 26. Resultados de ensayos al material Tubo redondo apoya pies. | 85 |
| Tabla 27. Resultados de ensayos al material Soporte espaldar y base. | 85 |
| Tabla 28. Resultados de ensayos al material Conexión espaldar..... | 86 |
| Tabla 29. Resultados de ensayos al material Varilla eje izquierdo o derecho. | 87 |
| Tabla 30. Resultados de ensayos al material Varilla lisa refuerzo espaldar. | 87 |
| Tabla 31. Resultados de ensayos al material Soporte anclaje..... | 88 |
| Tabla 32. Resultados de ensayos al material Base cojín posterior. Angulo corredizo..... | 89 |
| Tabla 33. Resultados de ensayos de densidad al material Anclaje resortes T. | 89 |
| Tabla 34. Resultados de ensayos de densidad al material Refuerzo espaldar platina..... | 90 |
| Tabla 35. Resultados de ensayos de densidad al material Base cojín plancha. | 90 |
| Tabla 36. Resultados de ensayos de densidad al material Anclaje asiento piso. | 91 |
| Tabla 37. Resultados de ensayos de densidad al Tubo base cuadrado posterior y frontal..... | 91 |
| Tabla 38. Resultados de ensayos de densidad al material Tubo cuadrado base frontal..... | 92 |
| Tabla 39. Resultados de ensayos de densidad al material Platina grande de chupete. | 92 |
| Tabla 40. Resultados de ensayos de densidad a la materia Platina..... | 93 |
| Tabla 41. Resultados de ensayos de densidad al material Angulo anclaje. | 93 |
| Tabla 42. Resultados de ensayos de densidad al material Tubo redondo apoya pies. | 94 |
| Tabla 43. Resultados de ensayos de densidad al material Soporte espaldar y base. | 94 |
| Tabla 44. Resultados de ensayos de densidad al material Conexión espaldar..... | 95 |
| Tabla 45. Resultados de ensayos de densidad al material Varilla eje izquierdo o derecho. | 95 |

Tabla 46. Resultados de ensayos de densidad al material Varilla lisa refuerzo espaldar. 96

Tabla 47. Resultados de ensayos de densidad al material Soporte anclaje. 96

Tabla 48. Cuadro de Normas Ecuatorianas, Fabricante, Ensayos Tracción y Densidad. 98

Índice de Anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Probeta tipo plana NTE-INEN-ISO 6892 mayor A 4mm ancho 20mm..... | 113 |
| Anexo 2. Probeta tipo cilíndrica NTE-INEN-ISO 6892 mayor a 3 hasta 4 mm..... | 114 |
| Anexo 3. Probeta tipo plana NTE INEN-ISO 6892 tipo 2(0.1 a 3)mm | 115 |
| Anexo 4. Probeta tipo plana NTE-INEN-ISO 6892 tipo 1-(0.1 a 3)mm | 116 |
| Anexo 5. Probeta tipo plana NTE-INEN-ISO 6892 tipo plana mayor a 3 hasta 4 mm | 117 |
| Anexo 6. Realización de Probetas Perfiles cuadrados, triangulo, T y platinas. | 118 |
| Anexo 7. Realización de Probetas circulares y varillas. | 119 |
| Anexo 8. Punto de Rotura. | 120 |
| Anexo 9. Punto de Elasticidad. | 121 |
| Anexo 10. Punto de Fluencia | 121 |
| Anexo 11. Vista del Diseño estructural de asiento lateral y posterior. | 122 |
| Anexo 12. Descripción con nombres a todos los materiales estructurales del asiento. | 123 |
| Anexo 13. Designación de códigos con nombres a las probetas planas. | 124 |
| Anexo 14. Designación de códigos con nombres a las probetas circulares y varillas. | 125 |
| Anexo 15. Designación de códigos con nombres a las probetas para ensayos de tracción. .. | 126 |
| Anexo 16. Designación de códigos con nombres a las probetas para ensayos de densidad. . | 127 |
| Anexo 17. Equipo de ensayo de tracción. | 128 |
| Anexo 18. Materiales de ensayos realizados..... | 129 |
| Anexo 19. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Base cojín posterior (angulo)..... | 130 |
| Anexo 20. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Anclaje resortes T | 131 |
| Anexo 21. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Refuerzo espaldar platina | 132 |
| Anexo 22. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Base cojín plancha | 133 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 23. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Anclaje asiento piso..... | 134 |
| Anexo 24. Resultado de Carga y Fuerza en Tubo base cuadrado posterior y frontal..... | 135 |
| Anexo 25. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Tubo cuadrado base frontal | 136 |
| Anexo 26. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Platina grande de chupete..... | 137 |
| Anexo 27. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Platina | 138 |
| Anexo 28. Resultado de ensayo de Carga en Angulo anclaje..... | 139 |
| Anexo 29. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Tubo redondo apoya pies..... | 140 |
| Anexo 30. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Soporte espaldar y base | 141 |
| Anexo 31. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Conexión espaldar | 142 |
| Anexo 32. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Varilla eje izquierdo o derecho..... | 143 |
| Anexo 33. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Varilla lisa refuerzo espaldar | 144 |
| Anexo 34. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Soporte anclaje..... | 145 |
| Anexo 35. Informe de simulaciones..... | 146 |
| Anexo 36. Planos de asientos interprovinciales..... | 158 |
| Anexo 37. Elementos de toda la estructura del asiento de buses interprovinciales..... | 176 |
| Anexo 38. Fichas de Materiales del Proveedor..... | 193 |
| Anexo 39. Facturas de ensayos..... | 201 |

Resumen

El presente proyecto que tiene como objeto principal la caracterización metalúrgica de materiales actualmente utilizados en la fabricación de asientos y alternativas de sustitución para sistemas de manufactura nacional bajo normas ASTM e INEN, por tanto, se busca realizar una descripción de los materiales, para mejorar su resistencia y seguridad en las estructuras del asiento; los materiales deben cumplir con las características mecánicas y físicas reduciendo el peso y aumentando la resistencia. Por lo tanto, se consideró delimitar los estudios en empresas fabricantes de asientos y carrocerías que cumplan con la norma de calidad, fichas del proveedor de materiales, normas técnicas vigentes establecidas por la INEN en producto, ASTM materiales y el empleo de los equipos para los ensayos de tracción y densidad.

El estudio muestra que los materiales actuales utilizados en la fabricación de asientos son aceros laminados en caliente y aceros al carbono galvanizados, que sus propiedades mecánicas y físicas de los materiales son desconocidas, los ensayos realizados de tracción y densidad de los 16 materiales estructurales, consta que dos materiales no cumplen con las normas establecidas INEN y ASTM, los cuales son el tubo redondo apoya pies y Varilla eje izquierdo o derecho mientras que el resto de los materiales seleccionados cumplen satisfactoriamente, se ha identificado el 85% de cumplimiento del total de los materiales, pero se recomienda el 100% para que soporten grandes esfuerzos, deformaciones y que obtenga la certificación ISO de calidad garantizando la resistencia y seguridad a todos los pasajeros.

Palabras clave: Asiento de Pasajero, Bus interprovincial, Comodidad, seguridad, Fichas de materiales.

Abstract

The present project, whose main purpose is the metallurgical characterization of materials currently used in the manufacture of seats and substitution alternatives for national manufacturing systems under ASTM and INEN standards, therefore, a description of the materials is sought to improve their resistance and safety in the seat structures; The materials must comply with the mechanical and physical characteristics by reducing the weight and increasing the resistance. Therefore, it was considered to delimit the studies in seat and body manufacturing companies that comply with the quality standard, material supplier cards, current technical standards established by the INEN in product, ASTM materials and the use of equipment for the tensile and density tests.

The study shows that the current materials used in the manufacture of seats are hot rolled steels and galvanized carbon steels, that their mechanical and physical properties of the materials are unknown, the tensile and density tests of the 16 structural materials, that two materials do not comply with the norms established INEN and ASTM, which are the round tube supports feet and rod left or right axis while the rest of the selected materials satisfactorily meet, 85% of compliance of the total of the materials, but 100% is recommended to withstand major efforts, deformations and obtain ISO quality certification ensuring resistance and safety to all passengers.

Keywords: Passenger seat, interprovincial bus, comfort, security, material sheets.

Introducción

Antecedentes

En la actualidad, los asientos montados en la mayoría de las carrocerías de buses interprovinciales del país, son producidos en el Ecuador; sin embargo, el diseño de los mismos no ha sido desarrollado por ecuatorianos, contando así con modelos internacionales. La base de dichos diseños proviene de fuentes europeas (Irizar), asiáticas (Yutong) y brasileñas (Marcopolo), teniendo estas dos últimas mayor confianza y aprobación en el país; además, las dimensiones de sus diseños han sido fundadas por características y costumbres de sus habitantes (Reyes, 2017).

Los asientos, como respuesta a los nuevos requisitos de seguridad adoptados en múltiples países de la UE, entre los que se encuentran los importantes mercados del Reino Unido y de Italia. Las nuevas normativas, más estrictas, exigen que cada asiento esté equipado con un cinturón de seguridad de tres puntos. El cinturón de seguridad es un condicionante importante en el diseño del asiento. Las tensiones que actúan sobre el asiento en caso de accidente son mucho más elevadas si el pasajero lleva un cinturón de seguridad abrochado. Además, la estructura completa se ve sometida a un considerable efecto de palanca, para mantener un peso reducido, la respuesta es utilizar acero de ultra alta resistencia (Reyes, 2017).

Las características estructurales, tanto de la silla como de los sistemas de retención, están relacionadas con la resistencia estructural y la absorción de energía por deformación de la estructura en el momento de un impacto según la Organización de la Naciones Unidas y Society of Automotive Engineers (Reyes, 2017).

Los buses llevan a varios destinos a los pasajeros que utilizan su servicio; un resultado negativo es cuando sufren accidentes de tránsito mientras viajan en estas unidades de transporte público. Un motivo importante es debido a que la carrocería y los accesorios no cumplen las normas INEN relacionadas con la homologación de parámetros de fabricación y de seguridad a nivel nacional. Es importante cumplir con los requisitos de las normas, ya que se debe en primer lugar preservar la integridad de las personas. Al aplicar las normas o sistemas normalizados es necesario que se incorporen los criterios técnicos de normalización como la base para la homologación de vehículos de transporte tanto de pasajeros como de carga (Reyes, 2017).

El rápido crecimiento urbano que han experimentado las principales ciudades del Ecuador ha tomado necesaria la intervención por partes de los entes encargados con el fin de mejorar la movilidad urbana, sus sistemas y servicios, los cuales deben presentar estrategias actuales, eficientes y accesibles. Es por ello que en los últimos años se han realizado intervenciones urbanísticas en tema de transporte público, con la intención de brindar un mejor servicio de movilidad a sus usuarios desarrollando las redes de transporte urbano (Rodríguez, 2013).

La línea de trabajo se centra en el análisis de asientos, resistencia, calidad, sistema de seguridad y sistema de retención a partir de dos puntos principales: el primero que resista el vuelco durante un accidente de tránsito manteniendo a los pasajeros seguros y el segundo es que sea capaz de colaborar con el proceso de formación e hidratación de energía apoyando a la estructura de las carrocerías de los buses. Es por ello que se ha dedicado especial interés en analizar el tema de ensayos para materiales estructurales de asientos para buses interprovinciales.

Planteamiento del problema

En el Ecuador el sector carrocerero con respecto al Sistemas de Gestión de Calidad el 68% de las empresas no tienen la Certificación ISO 9001, el 24% si y un 7% están en proceso de implementación, igualmente los tipos de certificación tienen, 41 empresas la certificación ANT, 36 del CCICEV, y 10 certificación ISO 9001 actualmente las 41 empresas carroceras homologadas, dan empleo directo a 1.348 trabajadores, a 53 con alguna discapacidad, 137 ocasionales, y mano de obra indirecta a 889 personas, de la misma forma la mayor parte de la fabricación de asientos de buses no tiene certificación ISO de calidad por ende los materiales no son caracterizados. (CANFAC, 2014).

Además de ello, es una realidad que el diseño de los asientos montados en la mayoría de carrocerías de buses interprovinciales del país, presentan modelos internacionales, es decir, son originados en otros países, incluso en otros continentes alterando las características físicas de nuestros usuarios que se tienen que adaptar a la fisiología de otras poblaciones (Reyes, 2017).

Además de la problemática ya mencionada con respecto al diseño de los asientos, se considera que algunas empresas de fabricación de asientos para transportes públicos, específicamente autobuses no cuentan con certificados de calidad ISO, lo cual no se determina con certeza si el producto cuenta con la calidad, seguridad y el cumplimiento de las normas nacionales o internacionales como INEN y ASTM. Es por ello que se realiza los ensayos tracción y densidad de los materiales estructurales de los asientos para buses de la empresa IMESA Fabricación de asientos.

Partiendo de esta necesidad, el principal objetivo del siguiente proyecto es la elaboración de ensayos para conocer las características del material que resuelvan los defectos, los cuales son

resistencia, seguridad y calidad del producto. Un elemento primordial para los distintos medios de transporte público, es el tema del confort, la estructura y materiales constructivos de los asientos tanto para los usuarios como para el conductor, por lo que se propone el desarrollo de diseños modernos de asientos para evaluar y determinar el mejor comportamiento en caso de siniestros.

En la actualidad, la mayor parte de estudios han sido desarrollados en torno al asiento del conductor, principalmente para medios de transporte terrestre masivos; sin embargo, el asiento del pasajero de bus, ha sido muy poco tratado en los últimos años, no es sino hasta hoy en día que se pretende considerarlo, especialmente para buses interprovinciales, donde el habitáculo del mismo debe ofrecer una alta resistencia al usuario.

Los transportes masivos como el caso de buses, requieren mejorar el espacio destinado a los pasajeros (habitáculo), dentro de ello se encuentran los asientos, cuya función principal es la de ofrecerle a cada usuario la mayor resistencia, seguridad y calidad posible durante un viaje.

Justificación

A nivel mundial los ensayos de las estructuras de asientos de buses interprovinciales son primordial para determinar si tiene la resistencia establecida por las normas que garantice la calidad del producto y resistencia a los esfuerzos y deformaciones en un vuelco, es por ello que, para lograr el éxito en el sistema de transporte interprovincial es fundamental contar con aspectos como: accesibilidad, costos, atención al cliente, seguridad, confort y para ello dentro del campo de la investigación, se plantea un factor de gran importancia como lo es los asientos para pasajeros ya que gracias a ellos depende en gran parte la seguridad del viaje.

La información encontrada para los asientos de pasajeros, no es tan común; inclusive, algunas investigaciones proponen el estudio para este tipo de asientos y resaltan la importancia del mismo para los usuarios, no solo por el tema de resistencia y seguridad sino también por las consecuencias del mismo en el ámbito de la confort que repercute en la calidad de vida (Drury, Helander, & Zhang, 1996).

Es por ello que se justifica la realización del presente proyecto y la ejecución de ensayos a los materiales que formaran la estructura de los asientos de buses interprovinciales para así con ello validar la calidad de los productos, cumpliendo con las normas nacionales e internacionales, aumentar las ventas y contribuir de manera positiva con la seguridad en la fabricación de estructuras del asiento de buses, certificando como producto de calidad ISO hecho en Ecuador.

En vista de ello, el objetivo principal del presente estudio es: Caracterizar los materiales actuales utilizados en la fabricación de asientos de buses interprovinciales que mejore la calidad cumpliendo las normas INEN y ASTM en los sistemas de manufactura nacional.

Con la finalidad de alcanzar el objetivo principal, los objetivos específicos planteados son:

1. Determinar los diferentes materiales estructurales de los asientos de buses interprovinciales actuales utilizados en la fabricación para codificación de los profetas y ensayos.
2. Realizar los ensayos de tracción de cada uno de los materiales contenidos en los asientos interprovinciales para verificar la resistencia, límite de fluencia y Elongación.

3. Realizar los ensayos de densidad de cada uno de los materiales contenidos en los asientos interprovinciales para verificar la masa nominal.
4. Aplicar las normas ASTM A36, A500 e INEN 2241, 2215, 2234, 2470 atreves de los procesos que se describe en la norma para validarse su aprobación de los asientos de buses.
5. Plantear las alternativas de sustitución en materiales estructurales de asientos para mejora en resistencia y reducción de peso del producto que satisfaga al cliente.

Hipótesis

A raíz de un análisis previo sobre el tema de resistencia, seguridad y calidad en cuanto al tema de los asientos de buses interprovinciales en el Ecuador, se plantea la “Caracterización metalúrgica de materiales actuales utilizados en la fabricación de asientos y alternativas de sustitución para sistemas de manufactura nacional bajo normas ASTM e INEN” el cual permite mejorar la resistencia y calidad del asiento estructural por ende garantiza a los usuarios en los transportes públicos con materiales de alta resistencia .

Estado del Arte

Seguridad vehicular con respecto a la movilidad en buses interprovinciales.

La seguridad posiblemente es una de los objetivos más importantes durante la circulación en un transporte, como consecuencia, se han desarrollado métodos cada vez más eficientes con el tema de la seguridad.

En los medios de transporte, la seguridad se divide en dos áreas:

Pasiva

Cuyo objetivo es proteger al conductor y a los pasajeros de posibles impactos en caso de accidentes, en ellas se encuentra los cinturones de seguridad, asientos, cabeceras, parachoques, bolas de aire, salidas de emergencia y sistemas de prevención de incendio (Eroski Consumer, 2018).

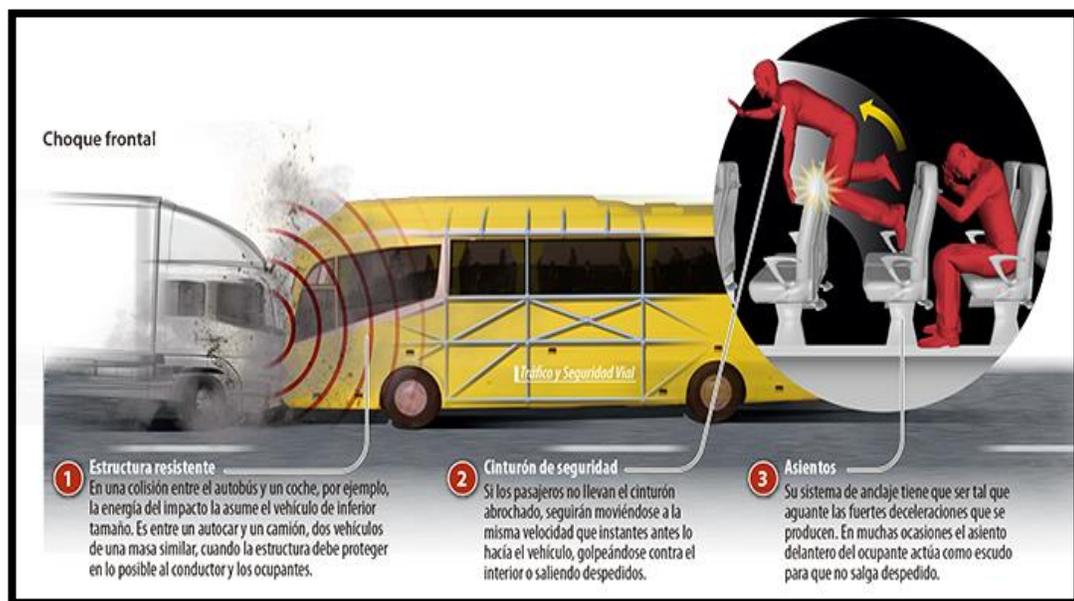


Figura 1. Sistema de seguridad en un choque frontal. Tomado de: (Anabel Gutiérrez A. 2017).

Activa

A diferencia de la seguridad pasiva, la activa funciona como mecanismo de prevención de accidentes de tránsito, en él se localizan las luces de emergencia, sistema de frenos, control de tracción, alarmas y algo fundamental como lo es la ergonomía (Eroski Consumer, 2018).

Importante destacar que la ergonomía estudia las dimensiones de los objetos respecto a las medidas del cuerpo humano con el fin de adecuar los objetos o productos a las actividades de trabajo buscando optimizar su eficacia, confort, seguridad y productividad. Ergonomía básicamente deriva del griego “ergos” el cual tiene por significado trabajo, y “nomos” quiere decir leyes, “leyes de trabajo” entonces se puede además entender como la actividad que se encarga del estudio de las actividades de las personas con la finalidad de generar respuestas ante las necesidades de los usuarios.

Asientos para pasajeros

Los asientos, en su definición más frecuente se le entienden como un mobiliario para sentarse y descansar. En el caso de los asientos de pasajeros, se le denomina así al lugar donde reposa el usuario del transporte público durante el traslado de un lugar a otro.

Los asientos de pasajeros se pueden encontrar desde su presentación individual hasta tipo corridos, por lo general están conformados por asiento, plataforma o estructura, pata, descansa brazos, cinturón de seguridad y cabecera, aunque, sus características dependen de su clasificación (Reyes, 2017).

La población de pasajeros y la demanda de asientos cada día va en aumento, pero lamentablemente el diseño de los asientos no ha evolucionado, en la actualidad, ello requiere de gran atención ya que de su desempeño depende el viaje de los pasajeros. “La comodidad y seguridad de un asiento puede convertirse en un poderoso imán de usuarios, principalmente de aquellos, cuyos viajes sean de larga duración, esto implica que el pasajero se decida por aquella empresa o línea de transporte que garantice su confort” (Reyes, 2017).



Figura 2. Asiento para pasajeros. Tomado de (Bolaños A. 2016).

Asientos de buses y su disposición deben ser asegurados a la carrocería y estar preparados según el eje longitudinal del coche en el sentido de marcha o viceversa, de tal forma que proporcione la mayor seguridad y confort a los pasajeros, respetando los diseños de los fabricantes del vehículo o chasis para la colocación de las cargas a los ejes del vehículo, cumpliendo con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2215 vigentes.

Los buses se constituirán en dos hileras de dos asientos individuales de las siguientes dimensiones:

- a) Profundidad mínima: 420 mm para bus interprovincial y 450 mm para bus interprovincial.
- b) Ancho libre mínimo del asiento: 450 mm.
- c) Altura desde el piso a la base del asiento entre 400 mm y 480 mm.
- d) Distancia entre asientos medidos desde la parte posterior de un asiento y la parte anterior.
- e) Bus interprovincial: mínima de 750 mm d.2) Bus interprovincial: mínimo de 700 mm.

Existe gran cantidad de modelo de asientos para pasajeros, los cuales depende del tiempo del traslado, la distancia o rutas y el factor económico. Entre ellos destaca los de tipo urbano, suburbano y los de tipo ejecutivo.

Asientos para pasajeros tipo urbano

Generalmente se emplea en rutas cortas o intervalos de tiempo menor dentro de la ciudad, se caracterizan por ser altos en calidad, pero bajos en comodidad. Están compuestos por solo estructura, asiento, cabecera las cuales comúnmente son de plástico. (Colmenares, 2016).



Figura 3. Asiento tipo Urbano. Tomado de: (Bolaños A. 2016).

Asientos para pasajeros tipo interprovincial

Este tipo de asientos es común verlos en los autobuses que dan servicio o rutas un poco más largas. Presentan diseño ergonómico y confortable diseñado para garantizar máxima seguridad al pasajero ya que en algunos casos presentan cinturón de seguridad y descansa brazos.

Para mayor comodidad, su asiento y espaldar están recubiertos por espuma de poliuretano presentando mejor dimensión en cuanto a la altura del respaldo. Además de lo antes mencionado es el más usado gracias a que cumple con las normas básicas de seguridad. (Colmenares, 2016).



Figura 4. Asiento tipo interprovincial. Tomado de: (Bolaños A. 2016).

Asientos para pasajeros tipo Ejecutivo

Hasta la actualidad, es el asiento que presenta mejor diseño por ser mejor conocida como butacas confortables, pensado para rutas muy largas, especialmente concebidas para autobuses tipo ejecutivos con respaldo abatible reclinable, cojines en asiento y espalda recubiertos de tela con calidad automotriz. (Colmenares, 2016).

Estas butacas generalmente están compuestas por elementos totalmente rotables y ajustables al gusto del usuario, en algunos casos se le integra portavasos, cumpliendo con las principales normas de seguridad, siendo en el mercado los preferibles de los usuarios.



Figura 5. Asiento tipo Ejecutivo. Tomado de: (Colmenares B. 2016).

Dimensiones de los asientos de buses interprovinciales.

Los buses interprovinciales por su característica de brindar servicio entre provincias ofrecen gran confort, seguridad y rendimiento, por lo cual tienen especificaciones técnicas particulares y diferentes a las de los buses urbanos. A continuación, se presenta una lista de las dimensiones promedio que se pueden encontrar en este tipo de asientos (Colmenares, 2016).

- Ancho asiento: 450 a 500mm
- Ancho espalda: 450 a 500mm
- Profundidad asiento: 380 a 450mm
- Altura de piso: 40 a 50 cm
- Altura total del asiento: 380 a 450mm
- Angulo de respaldo: 5° a 20° (ajustable)
- Angulo asiento: 4° a 7°
- Distancia libre para piernas: 400mm
- Distancia entre asiento y asiento: 750mm

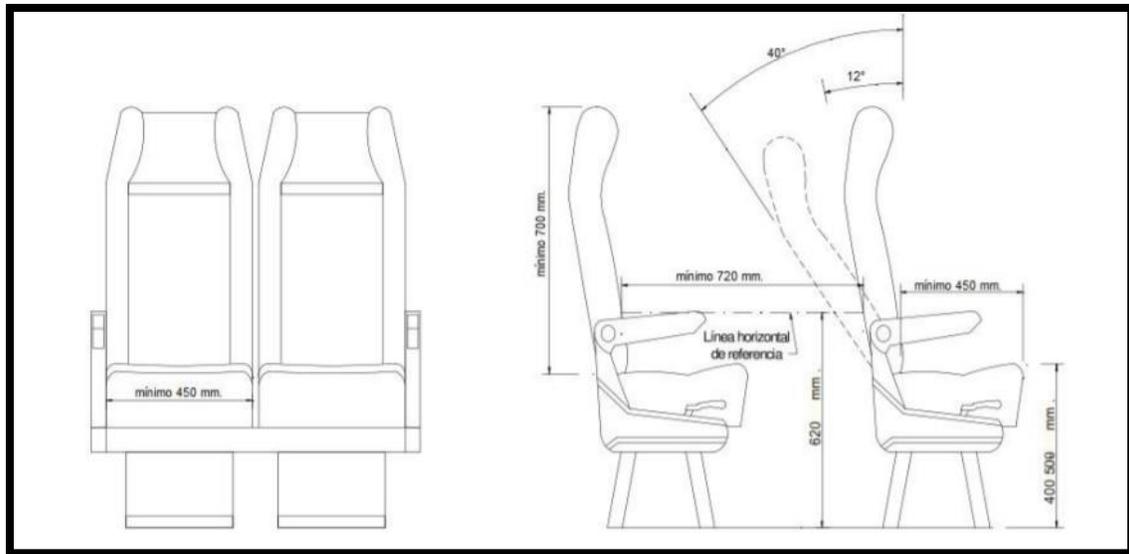


Figura 6. Asiento tipo interprovincial. Tomado de: (INEN, 1668).

Características de los asientos interprovinciales

- Diseño ergonómico y confortable
- Deben estar estructurados por una armadura resistente a base de materiales metálicos para garantizar la seguridad de los usuarios.
- Estructura de acero para descansar brazos.
- Descansabrazos con recubrimiento de plástico o espuma para mayor comodidad.
- Espaldar reclinable.
- Asiento y espaldar recubiertos por espuma de poliuretano
- Asiento y espaldar que cumpla con las normas de resistencia al fuego como lo indica la norma UTAL 18-102.

Empresas Carroceras Nacionales.

La (CANFAC, Informe diagnostico del sector carrocerero, 2014), el 68 % de las empresas carroceras nacionales no tienen certificación ISO de calidad de los productos, solo el 24% si lo tiene y 7% están en procesos, de los que tienen certificado solo el 10% tienen certificación ISO el resto tiene ANT.

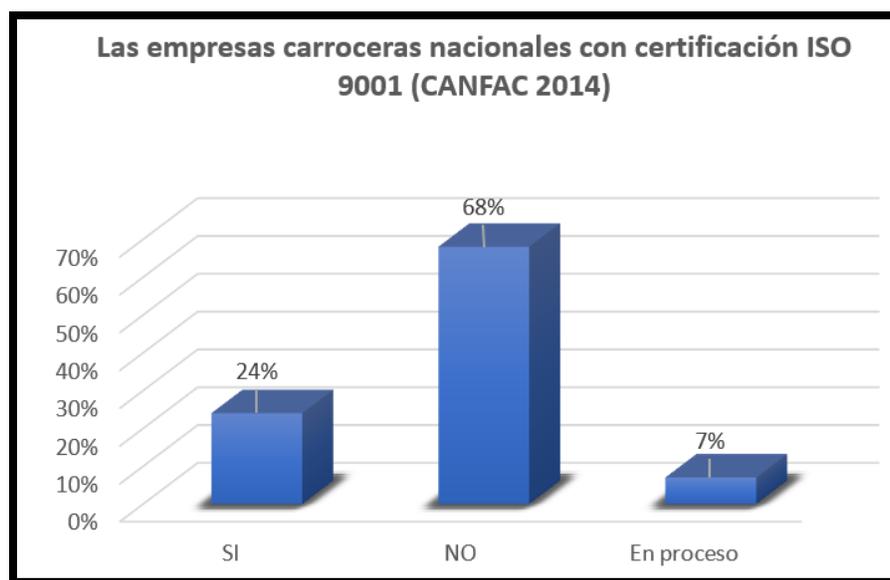


Figura 7. Empresas carroceras en el País. Tomado de (CANFC. 2014).

En el Ecuador existen 41 empresas carroceras homologadas a nivel nacional, ubicados la mayor parte en la ciudad de Ambato, la infraestructura y maquinaria de las empresas carroceras que han sido encuestadas es muy buena, su capacidad instalada actualmente esta utilizada en un 60%, y con ésta se producen 127 carrocerías mensuales, lo que se evidencia que si es utilizada la capacidad instalada al 100% se puede cubrir más la demanda del mercado, y así el Gobierno Nacional que está empeñado en reducir las importaciones y apoyar más la industria nacional, el sector carrocerero tiene mejores posibilidades de generar más fuentes de trabajo, mayor producción y mejores aportaciones al desarrollo socioeconómico del país.

Fabricación de Carrocería Nacional

La fabricación de carrocerías nacional cada año se ha aumentado por ende la demanda de asientos de buses que cumplan con las normas nacionales e internacionales de calidad ISO con un sistema de seguridad que soporte los esfuerzos y deformaciones. (CANFAC, 2014).

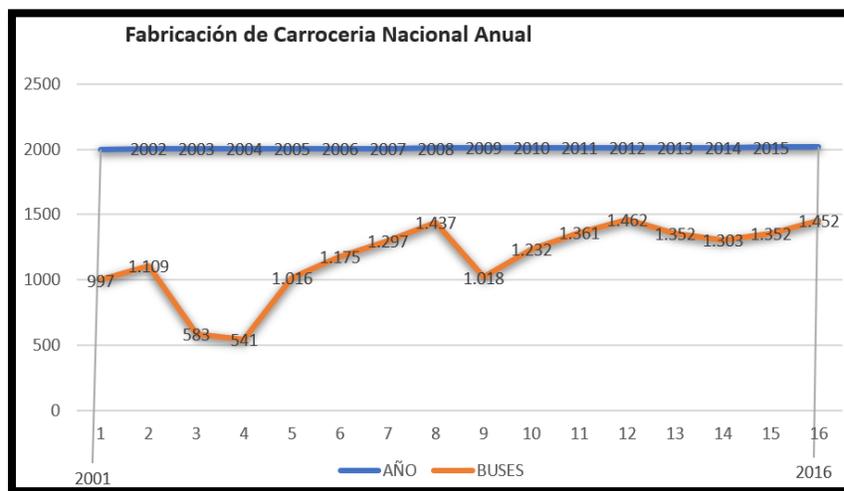


Figura 8. Fabricación de carroceras en el País. Tomado de: (CANFC 2014).

Fabricación de asientos para buses interprovinciales.

A nivel nacional la fabricación de asientos como; IMEISA, Constructores Valencia, CEPESA, Elasto, Metalmecánica Zambrano, Talleres Vargas, Sistemas de asiento AMERICAN, que son proveedores afiliados a la cámara nacional de fabricantes de carrocerías en las diferentes empresas que de igual forma la mayoría de los materiales no son caracterizados para que el producto sea de calidad resistente y seguro durante el viaje o vuelco en un accidente. La mayor parte de los asientos son hechos artesanalmente sin un estudio técnico que garantice su producto para exportaciones internacionales que eso ayudaría mucho al país en el desarrollo económico generando miles de empleos. (Figura 9).

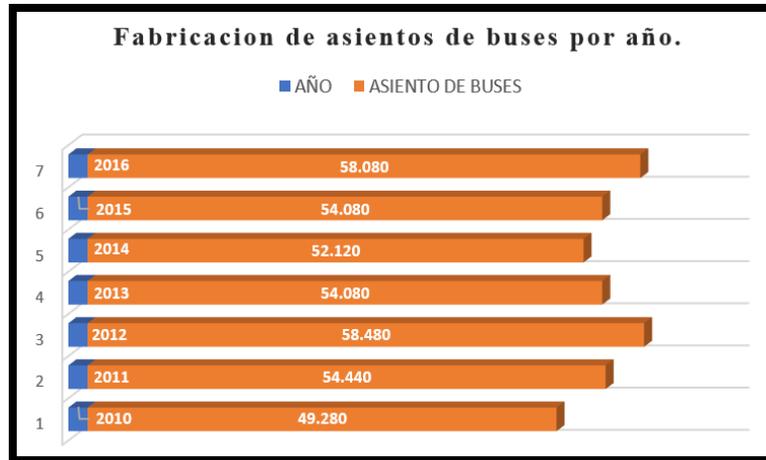


Figura 9. Fabricación de asientos interprovincial anual. Tomado de (CANFC. 2014).

La empresa IMEISA (Fabricante de asientos buses interprovinciales)

IMEISA (Industrias Metálicas Intriago Sánchez) se constituyó en el año 1992 en la Parroquia Urbana la Península de la ciudad de Ambato, siendo los pioneros en la fabricación de asientos para autobuses interprovinciales, interprovinciales y turismo a nivel nacional, con la misión de satisfacer las necesidades de la industria carrocera, gracias a su trabajo de calidad y excelencia al innovar constantemente modelos y estructuras acorde al mercado actual.



Figura 10. Construcción de asientos interprovinciales. Tomado de: (IMEISA. 2019).

Materiales utilizados en la estructura del asiento de buses interprovincial.

Los asientos de los autobuses están compuestos por varios materiales y elementos destinados a soportar las diferentes cargas por el uso cotidiano que actúan sobre ellos. Los materiales que constituyen el asiento son de gran importancia ya que gracias a estos depende la calidad y el confort que perciben los usuarios. A continuación, se mencionan algunos de los materiales más utilizados:

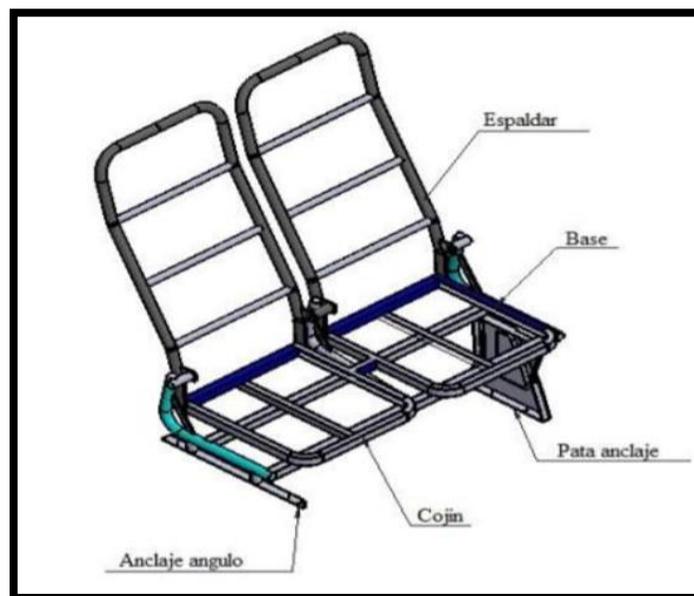


Figura 11. Estructura de asiento. Tomado de: (Bolaños A. 2016).

Como primer material utilizado para la creación de la estructura se encuentra el acero es una fusión de hierro y carbono el cual se torna indispensable en la industria automotriz, para su resistencia, moldeabilidad y por ser completamente reciclable, además efectúa infinidad de usos, contribuye al perfeccionamiento de las más variadas industrias. El acero presenta una variación mejor conocido como galvanizado caracterizado por su recubrimiento de zinc derretido en toda la superficie del acero y así poder protegerlo de la corrosión producida por el medio ambiente (CienciAcierta, 2016) .

Aceros laminados en caliente.

El acero laminado en caliente es el acero que ha sido pasado por rodillos a muy altas temperaturas más de 1.700°F, lo que supera la temperatura de recristalización de la mayoría de aceros. Esto hace que al acero sea más fácil darle forma y resulta en productos que son más fáciles de trabajar. (Asociación Mundial del Acero, 2017)

El acero laminado en caliente con frecuencia puede ser identificado por las siguientes características:

- Una superficie rugosa con remanente del enfriamiento desde temperaturas extremas.
- Bordes y esquinas ligeramente redondeadas para productos de barras y placas (debido al encogimiento y menor acabado).
- Distorsiones ligeras, donde el enfriamiento puede resultar en formas ligeramente trapezoidales, a diferencia de ángulos perfectamente cuadrados.



Figura 12. Acero Laminado en caliente. Tomado de: (AMA, 2016).

Acero al carbono.

El acero negro es comúnmente conocido como el acero básico, es decir, el hierro normal y corriente que sale directamente del proceso de fundición, es un material sumamente utilizado para la fabricación de tuberías. Una de las características de las tuberías de acero negro o hierro negro, es que en contacto con el aire se oxidan cubriéndose con una película de color pardo oscuro muy característica, la forma más práctica de evitarlo es añadirle una protección a la tubería, debido a este efecto, las tuberías de acero negro no son utilizadas para conducciones de agua potable, sino que su uso se inclina más por el sector industrial. (Asociación Mundial del Acero, 2017)



Figura 13. Acero al carbono. Tomado de: (IPAC. 2017).

Otro material de gran utilidad es el zinc, ya que es el recubrimiento metálico más esgrimido por su capacidad de sacrificio para resguardar el acero base, La capa de zinc es un recubrimiento del tipo película como las pinturas, además se genera adicionalmente una unión metalúrgica con el acero constituyendo capas de aleación entre el acero y el zinc de diferente composición en cada uno de ellos (Inpralatina, 2011).

Por mucho tiempo el zinc ha sido reconocido como uno de los elementos más versátiles para la protección contra la corrosión atmosférica de láminas y piezas fabricadas con acero en sus diferentes aleaciones. La función de este metal es actuar como una barrera física que aísla el sustrato metálico del medio y los agentes corrosivos, como si se tratara de una pintura (Inpralatina, 2011, pág. 1).

Por otra parte, el acero negro como material utilizado en la industria automotriz es un contenido bajo de carbono, hidrogeno y nitrógeno sin ningún tratamiento superficial adicional. El proceso de fabricación final y la ausencia de tratamiento hacen que se oscurezca la superficie, por la fina capa de carbono que a veces quedar arriba (CienciAcierta, 2016).

Características de los materiales para los asientos de Buses Interprovinciales.

Los materiales para los asientos de buses interprovinciales por su alta frecuencia de uso deben presentar certificados de calidad, durabilidad y seguridad, por ello deben ser materiales que soporten las posibles fuerzas ejercidas sobre ello y además que sean capaces de soportar cambios de temperatura, ser auto extingible, esto se debe gracias a que deben cumplir con norma de resistencia en las estructuras. (Vazquez, 2006).

Aunque las propiedades físicas y mecánicas del acero varían según su composición, este material tiene algunas propiedades:

- Densidad media: 7850 kg/m³.
- Se puede contraer, dilatar o fundir, según la temperatura.
- Su punto de fusión depende de la aleación y los porcentajes de elementos aleantes.

Frecuentemente, de alrededor de 1.375 °C.

- Punto de ebullición: alrededor de 3.000 °C.
- Es un material muy tenaz, especialmente en aleaciones usadas para herramientas.
- Es maleable; se puede transformar en láminas de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- Algunas composiciones mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación.

Resistencia de materiales.

La resistencia de materiales profundiza el estudio de las fuerzas que se inició en mecánica, pero importante resaltar que existe una discrepancia entre ambas materias. Principalmente el área de la mecánica alberga las relaciones entre fuerzas que actúan sobre algún sólido indeformable mientras que la estática estudia y analiza los sólidos en equilibrio y por otra parte la dinámica se encarga de los sólidos acelerados, sabiendo esto, se puede constituir el equilibrio dinámico mediante la incorporación de fuerzas de inercia (Singer A. , 1994).

Respecto a la mecánica, la resistencia de materiales experimenta, establece las relaciones entre las cargas exteriores aplicadas y sus efectos en el interior de los sólidos o cuerpos. Además, supone que los sólidos son indeformables, como en la primera, sino que las deformaciones, por pequeñas que sean, tienen gran interés. Las propiedades del material que construyen con una estructura o una máquina afectan tanto a su elección como a su diseño ya que deben satisfacer las condiciones de resistencia y rigidez en un material (Singer A. , 1994).

De acuerdo con los razonamientos que se ha venido realizando (Figura7), se determina que el sistema de fuerzas internas equivale a una fuerza y un par resultante que, por conveniencia, se descomponen según la normal y la tangente a la sección tal como se indica. En ese mismo sentido, la fuerza axial P_{xx} el cual funciona como componente que corresponde a la acción de tirar (empujar) sobre la sección, tirar representa una fuerza de extensión o tracción. Fuerzas cortantes (P_{xy} , P_{xz}) son elementos de la resistencia total al deslizamiento de la fracción sólida a un lado de la sección de exploración respecto a la otra porción (Singer A. , 1994).

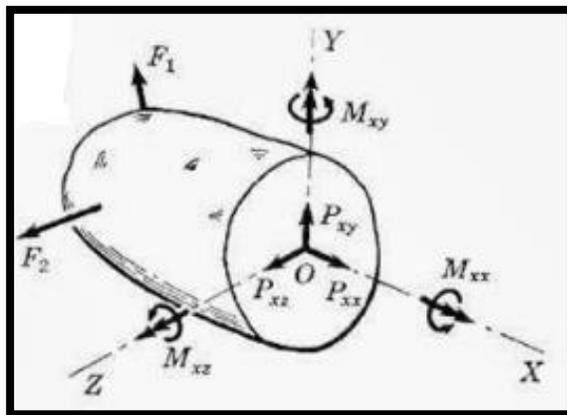


Figura 14. Componentes de los efectos internos de la sección. Tomado de: (Singer F. 1994).

Por otra parte, se puede señalar que la fuerza cortante total se suele representar por v . Así mismo, el momento torsionante (M_{xx}) tiene por objetivo medir la resistencia a la torsión del sólido considerado y se suele representar por T . De modo idéntico el momento flexionante (M_{xy} , M_{xz}). Estos componentes miden la resistencia del cuerpo a curvarse o flexionarse respecto de los ejes Y o Z y se acostumbra a expresar simplemente por momentos (Singer, 1994).

La resistencia de materiales amplía el estudio de las fuerzas que se inició en mecánica, pero existe una diferencia entre ambas materias. Fundamentalmente en el campo de la mecánica contiene las relaciones entre fuerzas que actúan sobre algún sólido indeformable. La estática estudia los sólidos en equilibrio mientras que la dinámica estudia los sólidos acelerados, aunque se puede establecer el equilibrio dinámico mediante la introducción de fuerzas de inercia (Singer, 1994).

Con relación a la mecánica la resistencia de materiales estudia, establece las relaciones entre las cargas exteriores aplicadas y sus efectos en el interior de los sólidos o cuerpos. Además, supone que los sólidos son indeformables, como en la primera, sino que las deformaciones, por pequeñas que sean, tienen gran interés. Las propiedades del material que construyen con una estructura o una máquina afectan tanto a su elección como a su diseño ya que deben satisfacer las condiciones de resistencia y rigidez en un material (Singer, 1994).

Propiedades mecánicas.

Las propiedades de los materiales describen características del comportamiento propio del metal, además permite diferenciar un metal de otro y su uso desde el punto de vista del procedimiento mecánico de los metales, así mismo hay que considerar el comportamiento que puede tener un metal en los otros 40 procesos de mecanizados que logre poseer. Existen distintas propiedades mecánicas, las más relevantes para efectos de esta investigación son: Tracción y dureza (Gatto & Pedreira, 2017).

La caracterización de un sistema de diseño con aplicación software de simulación para la identificación de sus características de trabajo aplicados a la suspensión, en función de modelos se evaluó para la aplicación de optimización en función de componentes considerando varios criterios como tales características cinemáticas conformidad de conducción llegando a la conclusión que el modelo definido sirve como referencia para establecer estrategias de simulación y optimización (Vega & Milina 2018).

La producción e aluminio por extracción y la caracterización de aleaciones 6061 y 6063 utilizadas en la fabricación de autopartes, que concluye que la línea de producción automatizada puede disminuir los tiempos de producción y a su vez fortalece la productividad también que la aleación 6063 sea el material utilizado para el proceso de fabricación de autopartes ya que se aplican menores esfuerzos de compresión, evitando que se pierda la resistencia a la corrosión, produciendo mayor resistencia después del proceso de conformado después de la deformación incrementando así la vida útil del autoparte (Chica & Rocha, 2019).

La resistencia mecánica que debe cumplir cada infraestructura, que pasa por alto las condiciones terminas provocando un incremento en el consumo de energía, por lo cual se genera pérdidas monetarias y se produce un fenómeno negativo en el ambiente, por lo cual la evaluación de la propiedad mecánica y térmica de madera de Guayacán de la región sierra del Ecuador, determinando magnitudes como resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, contenido de humedad y conductividad térmica para madera dura fueron de 0,105 W/m*K del lote de muestra madera Guayaquán, presentando una buena resistencia térmica del material debido a la densidad inferior que posee (Peralta & Leguísamo , 2018).

Diagrama esfuerzo deformación

Los diagramas esfuerzo-deformación de los materiales varían en forma considerable, por lo que diferentes ensayos de tracción sobre el mismo material pueden arrojar diferentes resultados, dependiendo de la temperatura de la probeta y de la velocidad de aplicación de la carga. Sin embargo, es posible distinguir algunas características comunes entre los diagramas esfuerzo-deformación de distintos grupos de materiales, y dividir los materiales en dos amplias categorías con base en las características. (Singer, 1994).

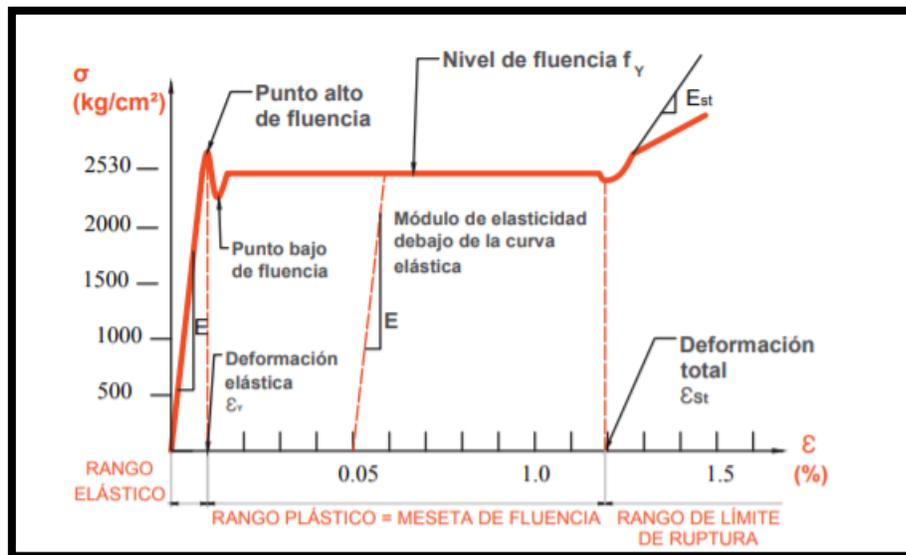


Figura 15. Diagrama de esfuerzo y deformación. Tomado de: (ACERO. 2018).

Las propiedades más importantes de la prueba de tracción son el esfuerzo de fluencia F_y , la resistencia a la tracción última F_u , las tensiones en la ruptura, deformación unitaria y total, la reducción del área es una medida efectiva, tanto para la deformación total como para la ruptura, y se considera real, porque refleja la deformabilidad volumétrica.

Características de los materiales en un ensayo de tracción.

- Módulo de elasticidad o Módulo de Young, que cuantifica la proporcionalidad anterior. Es el resultado de dividir la tensión por la deformación unitaria, dentro de la región elástica de un diagrama esfuerzo-deformación.
- Coeficiente de Poisson, que cuantifica la razón entre el alargamiento longitudinal y el acortamiento de las longitudes transversales a la dirección de la fuerza.
- Límite de proporcionalidad: valor de la tensión por debajo de la cual el alargamiento es proporcional a la carga aplicada.
- Límite de fluencia o límite elástico aparente: valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la cedencia o fluencia. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.
- Límite elástico (límite elástico convencional o práctico): valor de la tensión a la que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0,2%, 0,1%, etc.) en función del extensómetro empleado. Es la máxima tensión aplicable sin que se produzcan deformaciones permanentes en el material.
- Carga de rotura o resistencia a tracción: carga máxima resistida por la probeta dividida por la sección inicial de la probeta.
- Alargamiento de rotura: incremento de longitud que ha sufrido la probeta. Se mide entre dos puntos cuya posición está normalizada y se expresa en tanto por ciento.

Ley de Hooke

La mayor parte de las estructuras de ingeniería se diseñan para sufrir deformaciones relativamente pequeñas, que involucran solo la parte recta del diagrama de esfuerzo-deformación correspondiente. El esfuerzo es directamente proporcional a la deformación y se describe:

$$\sigma = E \varepsilon$$

Esta relación se conoce como ley de Hooke, llamada así en honor del matemático inglés Robert Hooke, el coeficiente E se denomina módulo elástico del material o, también módulo de Young, en honor al científico inglés Thomas Young, con la deformación ε es una cantidad adimensional (Singer, 1994).

Tipos de esfuerzos

Hay varios tipos de esfuerzos las cuales son tracción, compresión flexión y cortadura, tal cual como se muestra en la figura que muestra las fuerzas de reacción se distribuyen en cada esfuerzo.

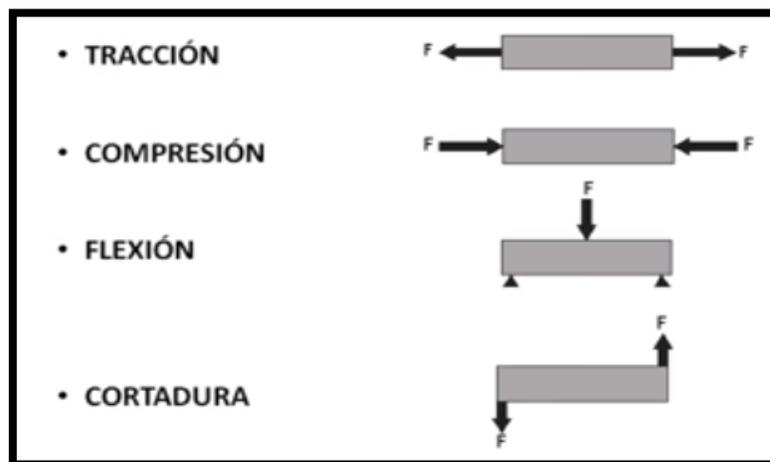


Figura 16. Tipos de esfuerzos. Tomado de: (Singer F. 1994).

Maquina ensayo de tracción.

Las Máquinas Universales de Ensayos hidráulicas servo-controladas serie STH/CS son la línea básica y se utilizan principalmente para hacer ensayos de tracción, compresión, flexión de materiales metálicos. Se suministra con accesorios y dispositivos de ensayos estándar, también puede ser utilizado para ensayar madera, hormigón, cemento, caucho..., es muy adecuado para ensayar diferentes metales o materiales no metálicos de gran tenacidad y dureza extrema con resistencias de carga muy altas (CFPMM, 2019).



Figura 17. Maquina Ensayo de tracción. Tomado de: (CFPMM. 2019).

Características de la maquina de ensayos tracción.

La máquina utiliza transductor de presión para medir la Fuerza y desplazamiento, el PC (ordenador) recoge oportunamente los parámetros de ensayos como la fuerza de carga, recorrido. Nuestro Software avanzado de ensayos y basado en el sistema Windows es capaz de mostrar la Fuerza de carga, valor de pico de carga, deformación, curvas de ensayo muy fácilmente, y pueden hacer el cálculo automático de los resultados del ensayo, es decir, Resistencia a la Tracción, Límite Elástico superior/inferior, Punto de Tensión no proporcional (CFPMM, 2019).

El equipo tiene las siguientes características:

- Capacidad Máxima: 400 a 2000(KN) (40 - 200 Tns.f)
- Resolución lecturas de carga: 1/200.000 puntos: (100.000 Tracción y 100.000 Compresión) Velocidad Muestreo Datos Fuerza (interna): 30.000 S/segundo
- Rango de medición: 2 % -100% del FS
- Error relativo de la lectura: clase 1 (< 1%)
- Rango Uniforme de Control de Carga: 1 – 100 N/mm²/s
- Exactitud: $\pm 0,5\%$
- Tolerancia de Velocidad de Tensión $\leq \pm 0,5\%$
- Control Uniforme de Velocidad de Carga: 0,00025/s – 0,0025/s
- Tolerancia de Velocidad de Carga: $\leq \pm 0,5\%$
- Error relativo de la velocidad de desplazamiento: $\leq \pm 0,5\%$
- Método de Sujeción de las Muestras: Por Mordazas Hidráulicas
- Recorrido máximo del Pistón Hidráulico: 300 mm
- Condición de temperatura ambiente de trabajo: 10 °C ~ 35 °C - Humedad: 20% -80%

Probeta para ensayo de tracción.

Las formas de las probetas a utilizar la designan las normas en dimensión y forma que garanticen las roturas dentro de las marcas ya sea las probetas de sección circular o rectangular, tal cual como se muestra en la figura.

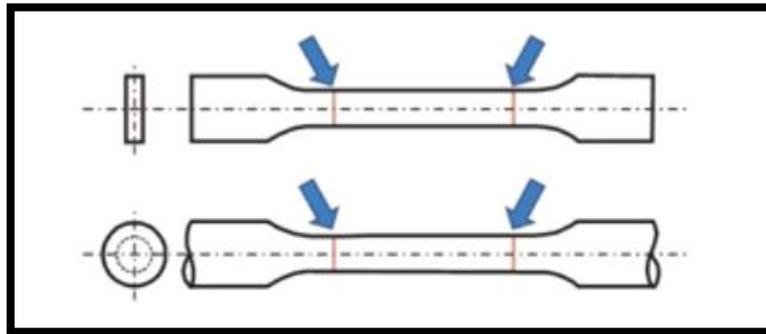


Figura 18. Probeta para ensayos de tracción. Tomado de: (Singer F. 1994).

La probeta que deberá ser de sección circular, cuadrada o rectangular, tendrá marcados dos puntos de referencia, cuya distancia se medirá con exactitud, sabiendo que (L_0) es longitud inicial, (S_0) Sección inicial, (D_0) Diámetro Inicial, tal cual como muestra la figura 10 (Singer A. , 1994).

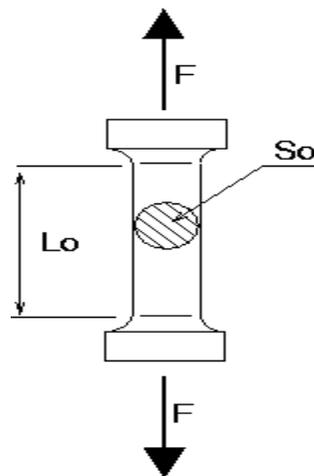


Figura 19. Dimensiones para la probeta. Tomado de: (Singer F. 1994).

Proceso Operativo de tracción.

Para el proceso se debe colocar la probeta entre las tenazas, aplicar velocidad de estiraje seleccionada, registrar las fuerzas y alargamiento de la probeta. Se observa en la imagen fuerza que se aplica a la tracción en (KN) y Alargamiento en (mm).

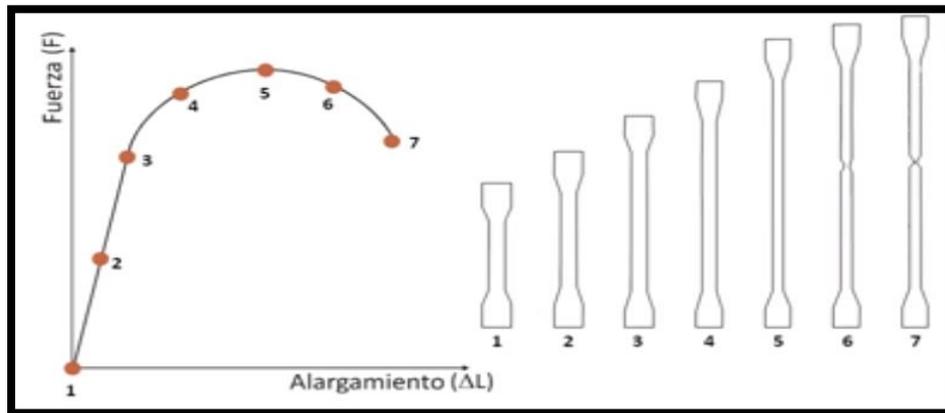


Figura 20. Diagrama Fuerza - Alargamiento. Tomado de: (Singer F. 1994).

Fluencia.

Muchos metales como los aceros en bajo contenido de carbono, no presenta una transición gradual entre las zonas de comportamiento elástico y plástico. Una vez superado el límite de la zona elástica, existe una zona de fluencia o cedencia, en la que la probeta experimenta una deformación plástica bajo una tensión fluctuante. La existencia de la fluencia se debe a la presencia de impurezas de nitrógeno (Singer A. , 1994).

En estos casos se definen dos tensiones:

- Límite de fluencia superior; Tensión medida en el primer máximo.
- Límite de fluencia inferior; Tensión más baja que soporta la probeta.

Porcentaje de Elongación

Una vez finalizado el ensayo, la muestra de ensayo rota se recoge para medir la longitud final y se compara con la longitud original o inicial para obtener la elongación. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$EL = \frac{L_f - L_0}{L_0}$$

Donde EL= Elongación, L_f=Longitud final, L₀=Longitud Inicial.

Propiedades físicas.

Densidad

Es la relación existente entre la masa de una determinada cantidad de material y el volumen que ocupa. Su unidad en el sistema internacional es el kg/m³. El ensayo para determinar densidad y peso específico consiste en tomar valores a través de las mediciones con instrumentos de precisión en laboratorio de las dimensiones de las probetas de diferentes materiales, calcular volumen, para luego obtener los valores de densidad y peso específico, que se compararán valores de otros ensayos que están contenidos en tablas para hacer un buen análisis (Singer A. , 1994).

Balanza

Las balanzas son muy adecuadas para averiguar las densidades de materiales líquidos o sólidos, este método para determinar la densidad destaca por su extrema exactitud y rapidez en los resultados de medición. La determinación de la densidad en sustancias líquidas se realiza mediante un cierto flotador de vidrio, este mide el empuje hidrostático según la profundidad que sumerge. (CFPMM, 2019).



Figura 21. Balanza Digital. Tomado de: (CFPMM. 2019).

La determinación de la densidad en materiales sólidos se obtiene sobre el peso y el volumen medido de la prueba del material.

Peso específico.

Es la relación existente entre el peso de una determinada cantidad de material y el volumen que ocupa. Su unidad en el SI es el N/m³.

Importancias de la Metalurgia.

La metalurgia alberga todas las actividades, estudios y procesos relacionados con los metales para la fabricación de máquinas, herramientas o simplemente piezas. Esta también denominada como una industria es comúnmente mecanizada, donde la mano del hombre se ve sustituida por sistemas controlados por ordenadores por el alto nivel de exactitud que debe presentar cada producto que se elabora (Bm Mexico, 2018).

Los materiales utilizados son variados, como el hierro fundido con aleaciones de aluminio, cromo, níquel u otros, también trabaja con otros metales como el titanio, aluminio, zinc, cobre y respectivas variaciones. Esta industria no deja a un lado los materiales plásticos como las resinas, los polivinílicos, lubricantes o el vidrio, los esmaltes y polietileno por su fácil maleabilidad, es por esto que lo antes mencionado en unión con altos niveles de mecanización hacen de la industria la aliada perfecta para las demás industrias (Bm Mexico, 2018).

Su importancia para la industria automotriz radica en que mediante ella se lleva a cabo la fabricación o procesamientos de piezas, láminas y otros derivados productos indispensables para el ensamblaje de nuevos productos. La industria metalmecánica transforma el metal a un punto final como por ejemplo la manija de la puerta de un coche hasta laminas para carrocerías (Astucuri, 2008).

Características metalúrgicas

La metalurgia del acero estructural se define, por el hierro y el contenido de carbono, pero también los diversos elementos de aleación que se utilizan para lograr de terminada resistencia, ductilidad y otras características. En el pasado, el acero se producía a partir de arrabio (desarrollado en el alto horno de mineral de hierro, coque y caliza) en el horno de reverbero y hornos de oxígeno básico. Se vertió a el acero fundido y se formaba en los moldes de lingotes aproximadamente con un peso de diez toneladas. Los lingotes se recalientan y se procesan para formar floraciones o losas. Éstos son laminados en caliente en forma de placas, palanquilla, tubos, riel, hojas o tiras, o los perfiles estructurales. (Bm Mexico, 2018).

Debido a las características principales del proceso de producción, específicamente, el enfriamiento del acero en el lingote, el cristalino o la estructura de grano del material se compone de granos variables de gran tamaño. Las estructuras de grano con elementos muy pequeños podrían presentar mayor resistencia, dureza y baja de formalidad. Lo contrario sería el caso de material con granos más grandes. El acero en cualquier forma, perfil o placa debe, por lo tanto, presentar diferencias significativas de propiedades mecánicas y de otro tipo, en toda la geometría del producto terminado. (Astucuri, 2008).

Normativas nacionales

Son Normas Técnicas Ecuatorianas que rigen sus requisitos para ser calificados como productos de calidad a nivel nacional.

Requisitos mecánicos para grados ISO y ASTM

NTE INEN 2215:2012 Esta norma establece los requisitos mecánicos y químicos que debe cumplir los perfiles de acero laminados en caliente. Las características mecánicas de los perfiles de acero a los que se refiere esta norma se establece en la Tabla 1 para grados ISO y Tabla 2 para ASTM.

Tabla 1.
Requisitos mecánicos para grados ISO.

| Grado | Calidad | Esfuerzo de Fluencia(min)(MPa) | Esfuerzo de Tracción (MPa)(min-máx.) |
|-------|---------|--------------------------------|--------------------------------------|
| E185 | | Mayor 185 | 300-540 |

Nota: INEN, 2019.

Tabla 2.
Requisitos mecánicos para grados ASTM.

| Normas | Calidades | Esfuerzo de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción (MPa) |
|--------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| A36 | Grado 36 | mayor 250 | 400-550 |

Nota: INEN, 2019.

Propiedades Mecánicas para tubos

NTE INEN 2470:2016 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir los tubos de acero al carbono, negros, galvanizados, conformados en frío con costura, laminados en caliente sin costura y de sección circular para conducción de fluidos.

Tabla 3
Propiedades mecánicas para tubos.

| Designación (mm) | Designación (plg) | Diámetro exterior (mm) | Espesor de la Pared (mm) | Masa por unidad de longitud (kg/m) |
|------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 6 | 1/8 | 10,3 | 1,73-2,41 | 0,37-0,47 |
| 8 | 1/4 | 13,7 | 2,24-3,02 | 0,63-0,80 |
| 10 | 3/8 | 17,7 | 2,31-3,20 | 0,84-1,10 |
| 15 | 1/2 | 21,3 | 2,77-7,47 | 1,27-2,55 |
| 20 | 3/4 | 26,7 | 2,87-7,82 | 1,69-3,64 |
| 25 | 1 | 33,4 | 3,38-9,09 | 2,50-5,45 |
| 32 | 1 1/4 | 42,2 | 3,56-9,70 | 3,39-7,77 |
| 40 | 1 1/2 | 48,3 | 3,68-10,16 | 4,05-9,56 |
| 50 | 2 | 60,3 | 3,91-11,07 | 5,44-13,44 |

Nota: INEN, 2019.

En la tabla 4, son propiedades mecánicas con todos de grados A y B, que tienen sus valores de tracción, límites de fluencia y elongación.

Tabla 4
Propiedades mecánicas para tubos.

| Propiedades mecánicas para los tubos | Grado A | Grado B |
|--------------------------------------|---------|---------|
| Resistencia a la tracción mínima MPa | 330 | 415 |
| Límite de Fluencia mínimo MPa | 205 | 240 |
| Elongación en 50 mm | 45 | 70 |

Nota: INEN, 2019.

Requisitos mecánicos del acero base

NTE INEN 2415: 2016 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos de acero al carbono tanto negros como galvanizados, conformados en frío, soldados (con costura) de sección circular, cuadrada, rectangular o especial para aplicaciones estructurales y usos generales. Esta norma es aplicable a tubería de hasta 2253 mm de perímetro y un espesor de pared de hasta 22mm. El material utilizado para la fabricación de la tubería debe ser acero al carbono apto para ser soldado debe cumplir con las propiedades mecánicas especificadas en las tablas 5,6 y 7.

Tabla 5
Requisitos mecánicos para materias primas laminadas en caliente de espesores menores a 6mm.

| Grado | Límite de Fluencia mínima (MPa) | Resistencia a la tracción mínima (MPa) | Elongación mínima en 50mm | Elongación mínima en 200m |
|------------------|---------------------------------|--|---------------------------|---------------------------|
| Grado 205 | 205 | 340 | 25 | 19 |
| Grado 230 | 230 | 360 | 23 | 18 |
| Grado 250 Tipo 1 | 250 | 365 | 22 | 17 |
| Grado 250 Tipo 2 | 250 | 400 | 21 | 16 |
| Grado 275 | 275 | 380 | 21 | 16 |
| Grado 340 | 340 | 450 | 17 | 12 |

Nota: INEN, 2019.

Tabla 6

Requisitos mecánicos para materia laminadas en caliente de espesor mayor que 6mm.

| Grado | Límite de Fluencia mínima (MPa) | Resistencia a la tracción mínima (MPa) | Elongación mínima en 50mm | Elongación mínima en 200m |
|-----------|---------------------------------|--|---------------------------|---------------------------|
| Grado 205 | 205 | 340 | 22 | 17 |
| Grado 230 | 230 | 360 | 22 | 16 |
| Grado 250 | | | | |
| Tipo 1 | 250 | 365 | 21 | 15 |
| Grado 250 | | | | |
| Tipo 2 | 250 | 400 | 21 | 18 |
| Grado 275 | 275 | 380 | 19 | 14 |
| Grado 340 | 340 | 450 | 20 | 16 |

Nota: INEN, 2019.

Tabla 7

Clasificación y propiedades mecánicas de los tubos.

| Grado | Descripción | Límite de fluencia mínima (MPa) | Resistencia a la tracción mínima (MPa) | Elongación mínima en 50mm |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------|
| AC | Tubos para usos generales | | 290 | 35 |
| A | | 230 | 310 | 25 |
| B | Tubos | 290 | 400 | 23 |
| C | estructurales | 315 | 425 | 21 |
| D | sección circular | 250 | 400 | 23 |
| A | Tubos | 270 | 310 | 25 |
| B | estructurales | 315 | 400 | 23 |
| C | sección cuadrada, rectangular o | 345 | 425 | 21 |
| D | especial | 250 | 400 | 23 |

Nota: INEN, 2019.

Requisitos dimensionales

NTE INEN 2222:2012 Esta norma establece los requisitos dimensionales que deben cumplir los perfiles en forma de barras cuadradas, barras redondas y pletinas de acero laminados en caliente. Las dimensiones y masa de los perfiles de barras cuadradas, barras redondas y pletinas están dadas en las Tablas 8,9 y 10 respectivamente.

Tabla 8

Dimensiones y masa de barra cuadrada.

| Tamaños Preferidos | | Otros tamaños preferidos | | |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| Lado(mm) | Área (cm ²) | Masa por longitud (Kg/m) | Masa máx. (Kg/m) | Masa min (Kg/m) |
| 5 | 0,25 | 0,196 | 0,229 | 0,166 |
| 8 | 0,64 | 0,502 | 0,554 | 0,453 |
| 9 | 0,81 | 0,636 | 0,694 | 0,581 |
| 10 | 1,00 | 0,785 | 0,849 | 0,723 |
| 11 | 1,21 | 0,950 | 1,02 | 0,882 |
| 12 | 1,44 | 1,13 | 1,207 | 1,056 |
| 14 | 1,96 | 1,539 | 1,628 | 1,452 |
| 15 | 2,25 | 1,766 | 1,862 | 1,673 |
| 16 | 2,56 | 2,01 | 2,137 | 1,886 |
| 18 | 3,25 | 2,543 | 2,687 | 2,404 |
| 20 | 4,00 | 3,14 | 3,229 | 2,986 |
| 22 | 4,84 | 3,799 | 3,974 | 3,629 |
| 25 | 6,25 | 4,906 | 5,105 | 4,712 |
| 30 | 9,00 | 7,065 | 7,35 | 6,785 |
| 35 | 12,20 | 9,616 | 9,949 | 9,289 |
| 40 | 16,00 | 12,56 | 13,067 | 12,063 |
| 50 | 25,00 | 19,625 | 20,258 | 19,002 |
| 60 | 36,00 | 28,26 | 29,21 | 27,326 |
| 70 | 49,00 | 38,465 | 39,572 | 37,374 |
| 80 | 64,00 | 50,24 | 51,504 | 48,992 |
| 100 | 100,00 | 78,5 | 80,554 | 76,472 |
| 120 | 144,00 | 113,04 | 116,07 | 110,04 |

Nota: INEN, 2019.

Tabla 9
Dimensiones y masa de barras redondas.

| Tamaños Preferidos | | Otros tamaños preferidos | | |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| Diámetro (mm) | Área (cm ²) | Masa (Kg/m) | Masa máx. (Kg/m) | Masa min (Kg/m) |
| 6 | 0,283 | 0,223 | 0,253 | 0,193 |
| 8 | 0,503 | 0,395 | 0,435 | 0,356 |
| 10 | 0,785 | 0,617 | 0,667 | 0,568 |
| 12 | 1,131 | 0,888 | 0,948 | 0,83 |
| 14 | 1,539 | 1,208 | 1,274 | 1,14 |
| 15 | 1,767 | 1,387 | 1,462 | 1,314 |
| 16 | 2,011 | 1,578 | 1,679 | 1,481 |
| 18 | 2,545 | 1,998 | 2,11 | 1,888 |
| 20 | 3,142 | 2,466 | 2,591 | 2,344 |
| 22 | 3,810 | 2,984 | 3,121 | 2,85 |
| 25 | 4,909 | 3,853 | 4,009 | 3,701 |
| 28 | 6,158 | 4,834 | 5,043 | 4,629 |
| 30 | 7,069 | 5,549 | 5,733 | 5,329 |
| 32 | 8,042 | 6,313 | 6,552 | 6,079 |
| 35 | 9,621 | 7,553 | 7,814 | 7,296 |
| 40 | 12,566 | 9,865 | 10,263 | 9,474 |

Nota: INEN, 2019.

Tabla 10
Dimensiones y masa de platinas.

| Ancho (mm) | Masa por unidad de longitud de acuerdo al espesor (Kg/m) | | | | | | | | | | |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 12 | 0,28 | 0,38 | 0,47 | 0,57 | | | | | | | |
| 16 | 0,38 | 0,50 | 0,63 | 0,75 | 1,00 | 1,26 | 1,51 | | | | |
| 18 | 0,42 | 0,57 | 0,71 | 0,85 | | | | | | | |
| 19 | 0,48 | 0,60 | 0,75 | 0,90 | | | | | | | |
| 20 | 0,47 | 0,63 | 0,79 | 0,94 | 1,26 | 1,57 | | | | | |
| 25 | 0,59 | 0,79 | 0,98 | 1,18 | 1,57 | 1,96 | 2,36 | | | | |
| 30 | 0,71 | 0,94 | 1,18 | 1,41 | 1,88 | 2,36 | 2,83 | 3,53 | 4,71 | | |
| 35 | 0,82 | 1,10 | 1,37 | 1,65 | 2,20 | 2,75 | 3,30 | 4,12 | 5,50 | | |
| 40 | 0,94 | 1,26 | 1,57 | 1,88 | 2,51 | 3,14 | 3,77 | 4,71 | 6,28 | | |
| 45 | 1,06 | 1,41 | 1,77 | 2,12 | 2,83 | 3,53 | 4,24 | 5,30 | 7,07 | | |
| 50 | 1,17 | 1,57 | 1,96 | 2,36 | 3,14 | 3,93 | 4,71 | 5,89 | 7,85 | 9,81 | 11,80 |

Nota: INEN, 2019.

Normativas internacionales

Las normas ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) son utilizadas y respetadas en todo el mundo por la eficiencia que generan sus reglamentos técnicos con respecto a la ingeniería, establecen valores para las propiedades mecánicas del acero: Límite de fluencia, Resistencia a la tracción y Alargamiento ü Doblado (campana, 2017).

La norma ASTM A36 abarca los productos en acero como barras redondas, lisas, cuadradas, ángulos, tees, platinas, laminas, planchas y vigas.

Tabla 11
Propiedades mecánicas ASTM A36.

| Propiedades Mecánicas | PSI | MPa |
|---------------------------|-------------|---------|
| Resistencia a la tracción | 58000-80000 | 400-550 |
| Punto de Fluencia | 36000 | 250 |
| Elongación en 8" | min. 20% | |
| Elongación en 2" | min.23% | |

Nota: ASTM, 2018.

La normativa ASTM A500 es una especificación estándar aplicada para tubos estructurales de acero al carbono, transformadas en formas redondas, rectangulares o cuadradas. Los grados de acero al carbono fundados especialmente en la firmeza del material (campana, 2017).

Tabla 12
Propiedades ASTM A500.

| ASTM A500 | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | % Elongación |
|-----------|--------------------------|---------------------------|--------------|
| Grado A | 269 | 310 | 25 |
| Grado B | 317 | 400 | 23 |
| Grado C | 345 | 428 | 21 |

Nota: ASTM, 2018.

Método

Este estudio sugiere una caracterización de materiales utilizados en la fabricación de asientos estructurales, con la cual se podrá predecir de manera eficaz sus propiedades mecánicas y físicas, así tener una idea clara de sus características en los procesos de manufactura, que cumplan con las normas INEN, ASTM y planteen alternativas de sustitución en materiales para mejorar la resistencia y seguridad, , los equipos utilizados para los diferentes ensayos fueron realizados en el Centro Productivo Carrocero de la Provincia Tungurahua ciudad Ambato.

Tipo de investigación

El presente proyecto, corresponde a un tipo de investigación cuantitativa, exploratoria, experimental de tipo transversal.

Primeramente, de orden cuantitativo para la determinación y valoración de los resultados, tanto de los ensayos que caracterizan al material y de los resultados según las normas y ficha del fabricante, al material acero al carbono y acero laminado en caliente. De tipo transversal, ya que permite correlacionar resultados para de esta forma poder hacer un corte en las propiedades y comportamientos mecánicos con cada material y poder tomar decisiones inmediatas y factibles en cuanto a las ventajas o beneficios que brinde cada material. De tipo bibliográfica ya que es una investigación que exige una búsqueda libros, papers, investigaciones previas, normas y otras fuentes de información con la finalidad de obtener información referente al tema de estudio. De tipo experimental ya que, bajo los resultados de los ensayos a tracción, densidad realizados, permitirán obtener la mejor composición y orientación, con la finalidad de que el producto sea de calidad y que se pueda exportar internacionalmente.

Metodología

Procesos de realización probetas y ensayos.

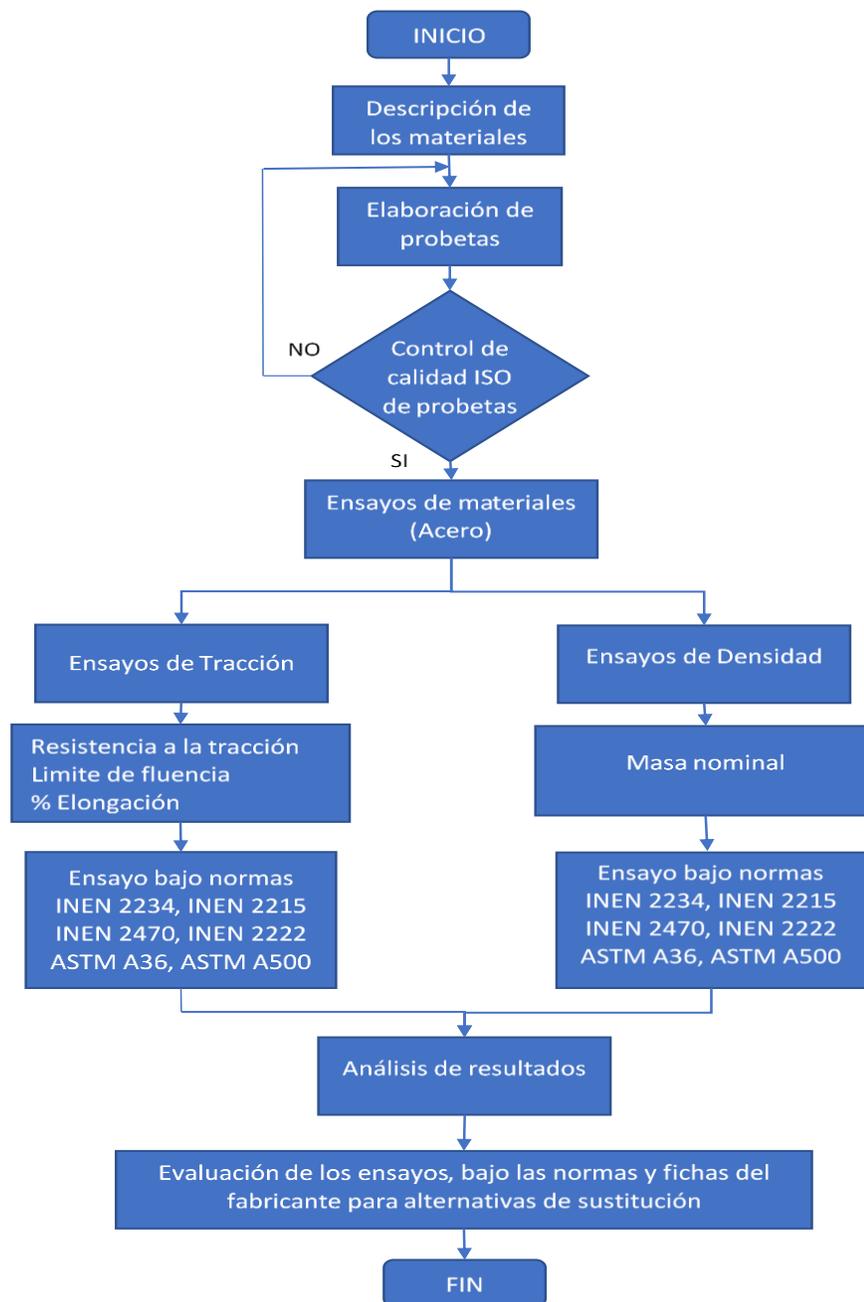


Figura 22. Diagrama de flujo.

Descripción de los materiales

Se codifica a los 16 materiales de acero (Figura 23) laminados en caliente y carbonos o galvanizados que se encuentran en las estructuras del asiento interprovincial, también se describen cada uno (Tabla 13).



Figura 23. Designación de nombres a los materiales del bus interprovincial. Tomado de: (IMEISA. 2018).

Tabla 13

Descripción de materiales.

| Núm. | Parte | Material | Descripción | Dimensiones (mm) |
|------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|
| 1 | Base cojín posterior | ASTM A 36 | Angulo | L=25, L=25, e=3 |
| 2 | Anclaje resortes | ASTM A 36 | Perfil T | 25x3 |
| 3 | Refuerzo espaldar | ASTM A 36 | Platina | L=25, e=6 |
| 4 | Base cojín plancha | ASTM A 36 | Plancha U | L=25, L=25, e=2 |
| 5 | Anclaje asiento piso | ASTM A 36 | Perfil | L=25, e=3 |
| 6 | Base posterior y frontal | ASTM A500 | Tubo cuadrado | L=20, e=2 |
| 7 | Base frontal | ASTM A500 | Tubo cuadrado | L=25, e=2 |
| 8 | Chupete Grande | ASTM A 36 | Platina | L=20, e=4 |
| 9 | Base posterior | ASTM A 36 | Platina | L=25, e=6 |
| 10 | Anclaje | ASTM A 36 | Angulo | L=30, L=30, e=3 |
| 11 | Apoya pies | Acero al carbono | Tubo redondo | D=21,30, e=2,00 |
| 12 | Soporte espaldar y base | Acero al carbono | Tubo redondo | D=21,30, e=2,00 |
| 13 | Conexión espaldar | Acero al carbono | Tubo redondo | D=26,90, e=2,30 |
| 14 | Eje izquierdo o derecho | ASTM A 36 | Varilla | D=10 |
| 15 | Refuerzo espaldar lisa | ASTM A 36 | Varilla lisa | D=8 |
| 16 | Anclaje soporte | ASTM A 36 | Platina | L=50, e=4 |

Nota: Autor, 2019.

Ubicación de materiales en la estructura asientos interprovinciales.

El subconjunto base cojín describe los elementos estructurados de asientos de buses tal cual como se muestra en la figura 24, observar que la base cojín posterior es un ángulo que soportaría la resistencia del conjunto y las deformaciones que se produzcan según el informe de ensayo de resistencia estructural y evaluación de esfuerzos para asientos de pasajero de autobús interprovincial.

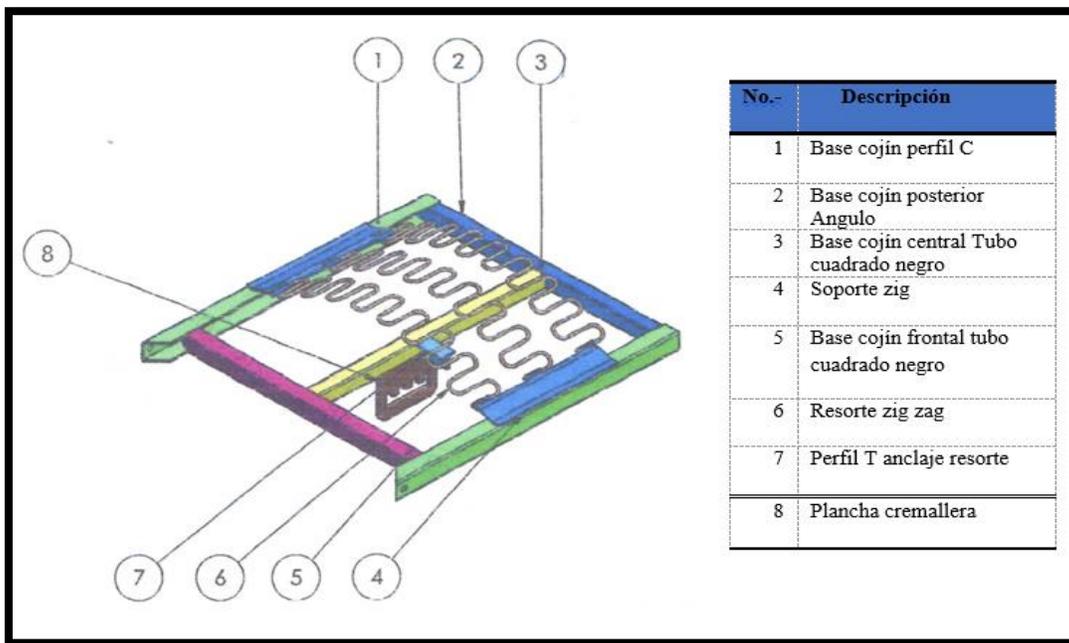


Figura 24. Subconjunto base de cojín. Tomado de: (COINAV S.A. 2017).

En el subconjunto espaldar tiene sus materiales descritos y ubicados con sus enumeraciones del 1 al 5 (Figura 25), las cuales está el tubo espaldar, conexión espaldar, refuerzo espaldar, varilla lisa y tubo redondo.

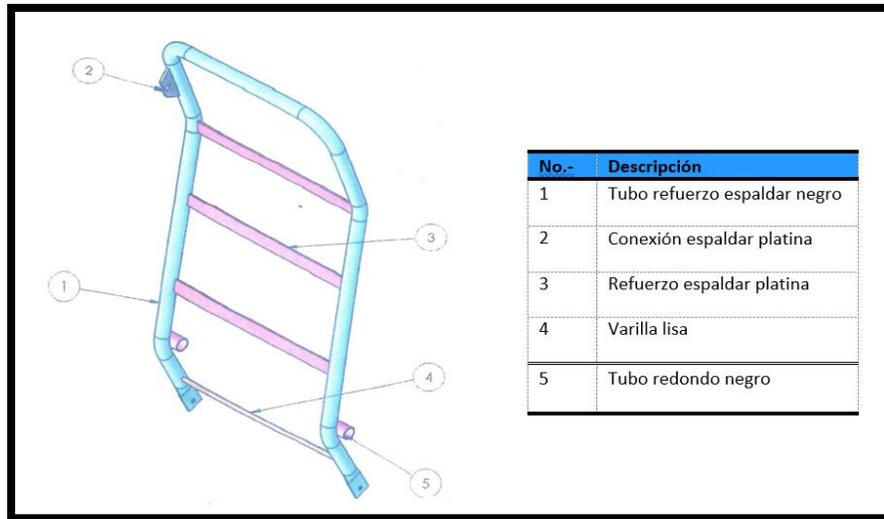


Figura 25. Subconjunto espaldar. Tomado de: (COINAV S.A. 2017).

El material anclaje asiento piso platina, es un acero laminado en caliente que va al piso, como se observa en la Figura 26.

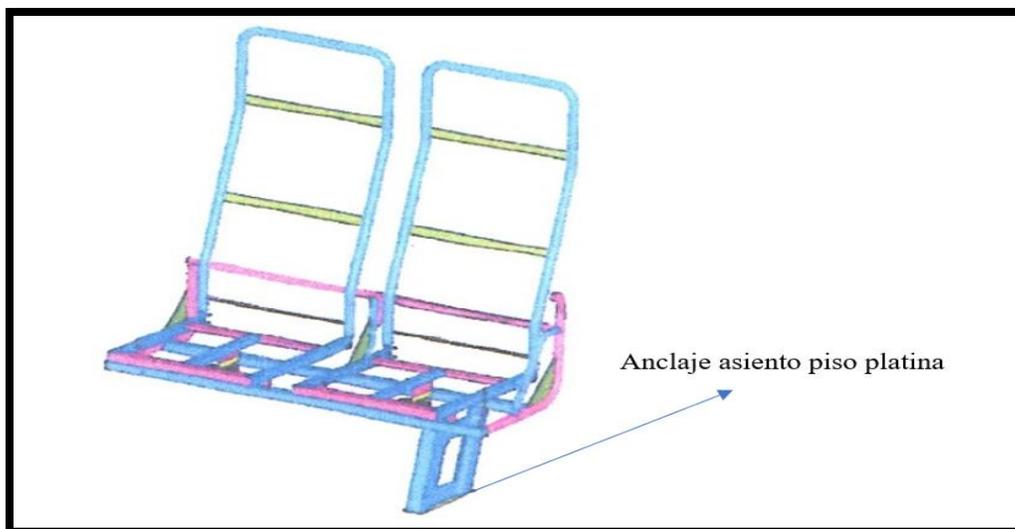


Figura 26. Anclaje asiento piso platina. Tomado de: (COINAV S.A. 2017).

Los materiales Platina de chupete, platina y Angulo anclaje están ubicados según como se muestra en la figura 27.

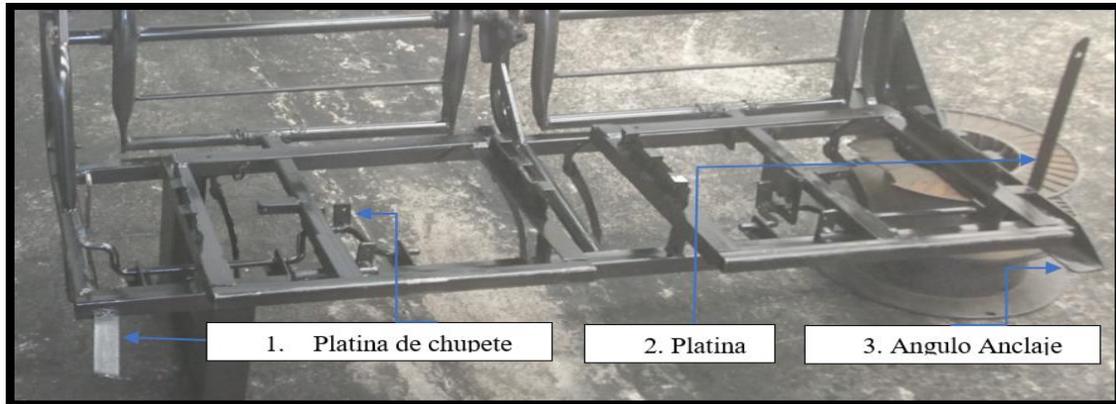


Figura 27. Platinas. Tomado de: (IMEISA. 2019).

Los materiales tubos redondos apoya pies, conexión espaldar, soporte espaldar y base, son aceros al carbono, que están ubicados tal cual como se observa en la figura 28.

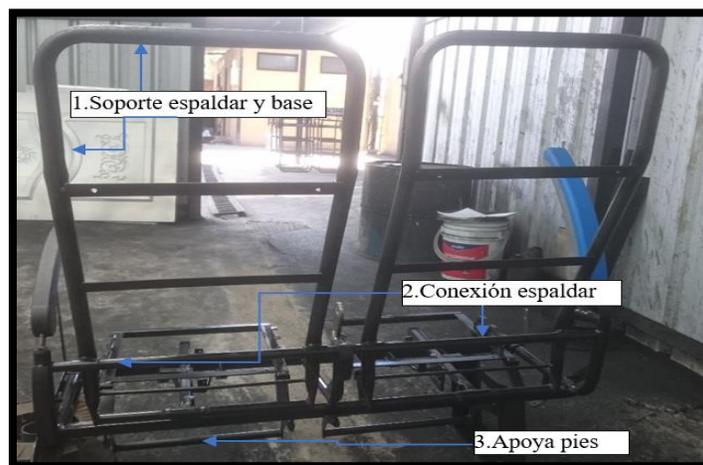


Figura 28. Tubos en la estructura del asiento. Tomado de: (IMEISA 2019).

El soporte anclaje, varilla liza refuerzo espaldar y varilla eje izquierdo es un material de acero laminado en caliente, están ubicados tal cual muestra la figura 29.



Figura 29. Varillas y Soporte Anclaje. Tomado de: (IMEISA 2019).

Se designan los 16 materiales de asientos de buses interprovinciales para los respectivos ensayos de cada uno de ellos.

Planos para las Probetas.

Según la norma (INEN, NTE-ISO 6892-1, 2017) la probeta se obtiene generalmente por maquinado de una muestra de producto, de un elemento estampado o de un elemento fundido. Sin embargo, los productos de sección transversal uniforme (Perfiles, barras, alambres, etc) y también los elementos fundidos (Fundiciones de hierro y aleaciones no ferrosas) pueden ser sometidas a ensayos sin maquinados.

Para los ensayos de tracción se realizaros 5 tipos de planos para probetas según las normas indicadas (Anexo 1-5).

1. Probeta tipo plana.

Estas medidas de probetas se utilizaron en los materiales; Platina Anclaje asiento piso, Tubo base cuadrado Posterior y Frontal (Figura 30).

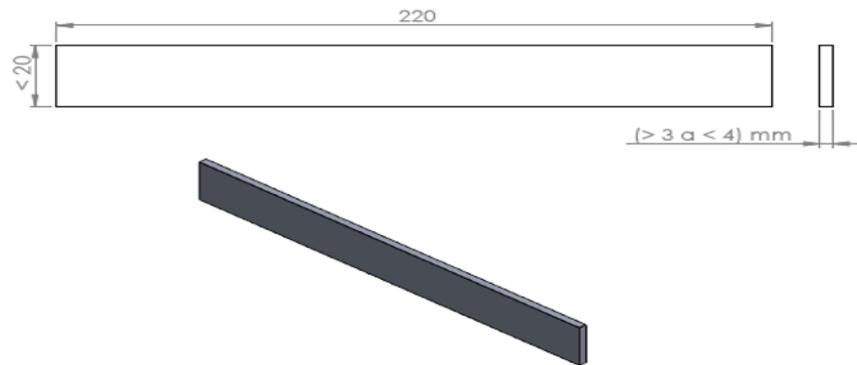


Figura 30. Probeta tipo plana mayor de 3 hasta 4 mm. Tomado de: (ISO 6892. 2017).

2. Probeta tipo plana.

Estas medidas de probetas se utilizaron en los materiales; Angulo Base cojín posterior corredizo, Platina refuerzo espaldar, Tubo cuadrado Base cojín frontal, Plancha Tool base corredizo, Anclaje resorte T (Figura 31).

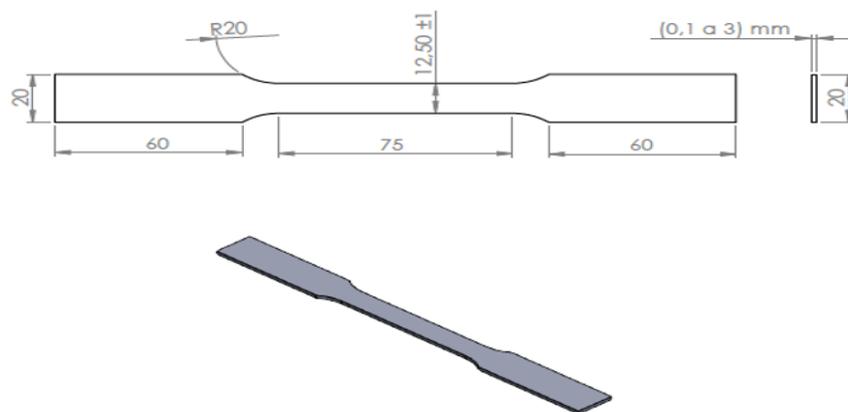


Figura 31. Probeta tipo plana 3-(0.1 a 3) mm. Tomado de: (ISO 6892-1. 2017).

3. Probeta tipo plana.

Estas medidas de probetas se utilizaron en los materiales; Angulo Anclaje (Figura 32).

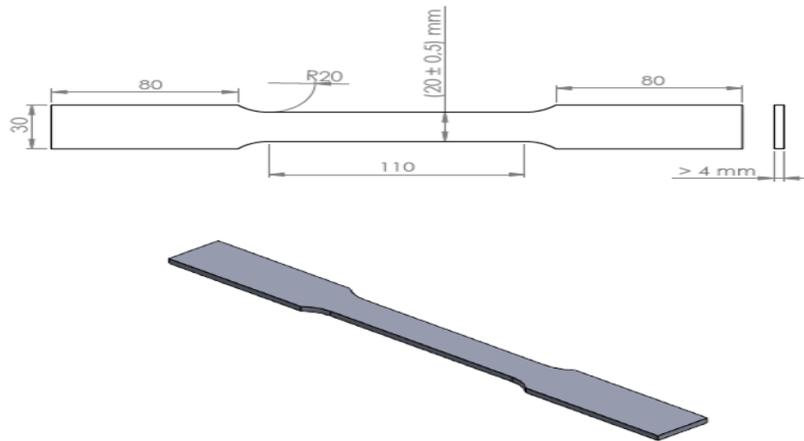


Figura 32. Probeta tipo plana mayor a 4mm ancho 20mm. Tomado de: (ISO 6892-1. 2017).

4. Probeta tipo plana.

Estas medidas de probetas se utilizaron en los materiales; Platina grande de chupete.

Soporte Anclaje (Figura 33).

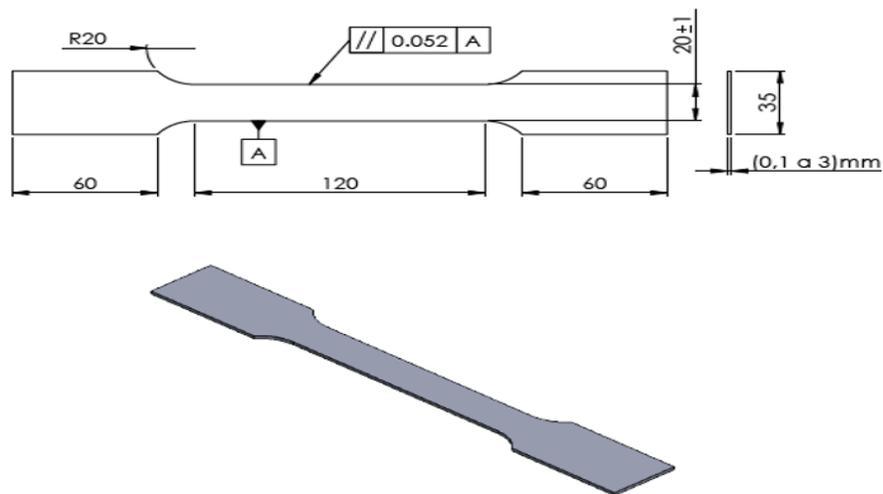


Figura 33. Probeta tipo plana 2(0.1 a 3)mm. Tomado de: (ISO 6892-1. 2017).

5. Probeta varillas y tubos.

Estas medidas de probetas se utilizaron en los materiales; Varilla eje izquierdo y derecho, Varilla liza refuerzo espaldar, Espaldar tubo cañería, Tubo Soporte espaldar y base, Tubo redondo apoya pies (Figura 34).

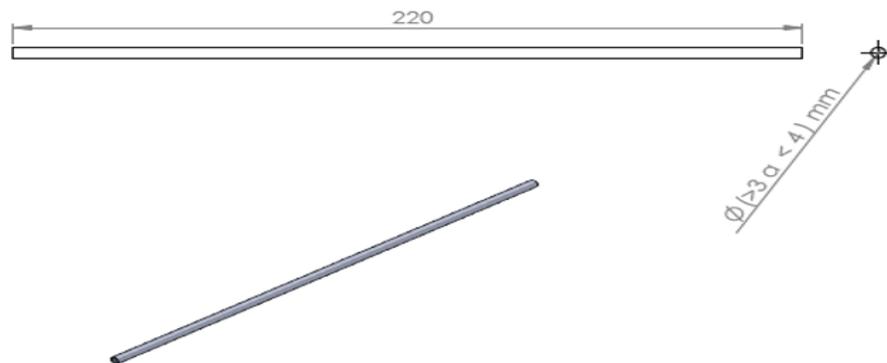


Figura 34. Probeta tipo cilíndrica mayor a 3 hasta 4 mm. Tomado de: (ISO 6892-1. 2017).

Realización de Probetas para ensayos de tracción.

Se mecanizan las probetas según los planos con normas establecidas para cada material del asiento de buses interprovinciales, tal cual como se muestra en la figura 35 y (Anexos 6-7).



Figura 35. Proceso de realización de probeta. Tomado de: (ITSG. 2018).

Terminado de realizar las probetas se describe a cada 5 probetas la numeración con nombres de los 16 materiales para los ensayos de tracción. Tal cual como se muestra en la figura 36.



Figura 36. Probetas para los ensayos. Tomado de: (IMEISA. 2018).

Probetas para los ensayos de densidad.

Las probetas para los ensayos de densidad fueron realizadas según la norma INEN 2224, 2222y 2215, de la misma forma la ASTM A36, A500 y acero al carbono, que serán evaluados según la dimensión y el peso de cada uno de los elementos estructurales de asientos de buses interprovinciales.



Figura 37. Probetas para ensayo de densidad. Tomado de: (CFPMC. 2018).

Equipo para hacer los ensayos.

Se lo realiza con el equipo Metrotec Serie MTE50 (Figura 38) Máquina de Ensayos Universales de hasta 50 KN para materiales poliméricos, cerámicos, compuestos y metales ligeros de la empresa Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero. Tiene una exactitud medida de fuerza 0,5% resolución en recorrido de 0,001 mm.



Figura 38. Máquina de Ensayo Universal. Tomado de: (CFPMC. 2018).

Los ensayos de densidad se realizaron tres de cada material que en total fueron 48 ensayos de los 16 materiales estructurales utilizados en los asientos de buses interprovinciales, el equipo que se utilizó fue la balanza digital que tiene como rango en gramos de 0.01g a 300g, Onzas de 0.005 Oz a 9.9995 Oz, tiene una precisión de 0.05% +0.04g. Al igual que otros aceros al carbono, los aceros A500 y A501 tienen una gravedad específica de aproximadamente 7.85, y por lo tanto una densidad de aproximadamente 7850 kg / m^3 .



Figura 39. Balanza Digital. Tomado de: (CFPMC. 2018).

Proceso de Ensayos

1. Se realiza la sujeción correcta superior e inferior que garantice que no entre al radio de la probeta en el equipo (Figura 40).



Figura 40. Sujeción de la probeta. Tomado de: (CFPMC. 2018).

Después de colocar la probeta en el equipo resultados, zona elástica, plásticas y rotura del material, como se observa en la figura 41.

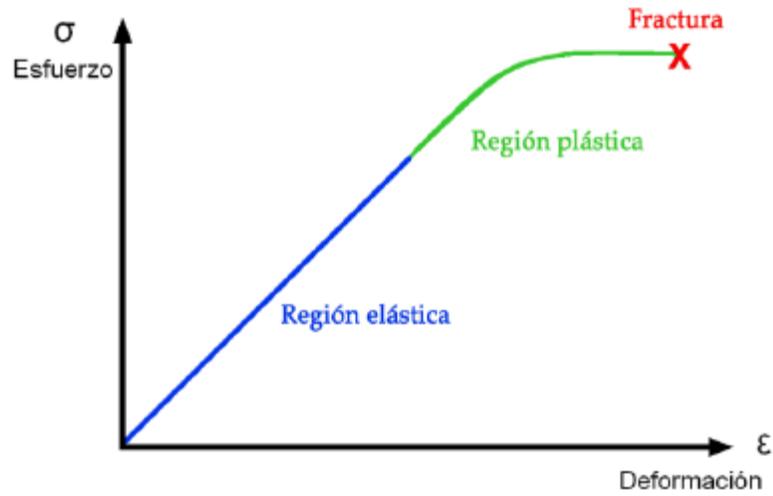


Figura 41. Análisis de la zona elástica, plástica y rotura del material. Tomado de: (CFPMC. 2018).

Esta rotura tiene 398,10 MPa y los aceros estructuras de los materiales en fichas INEN te marcan alrededor de los 330 MPa no varía mucho estos resultados de puntos máximos de zona plástica, elástica y rotura se realizarán comparaciones, como se observa en la figura 42.

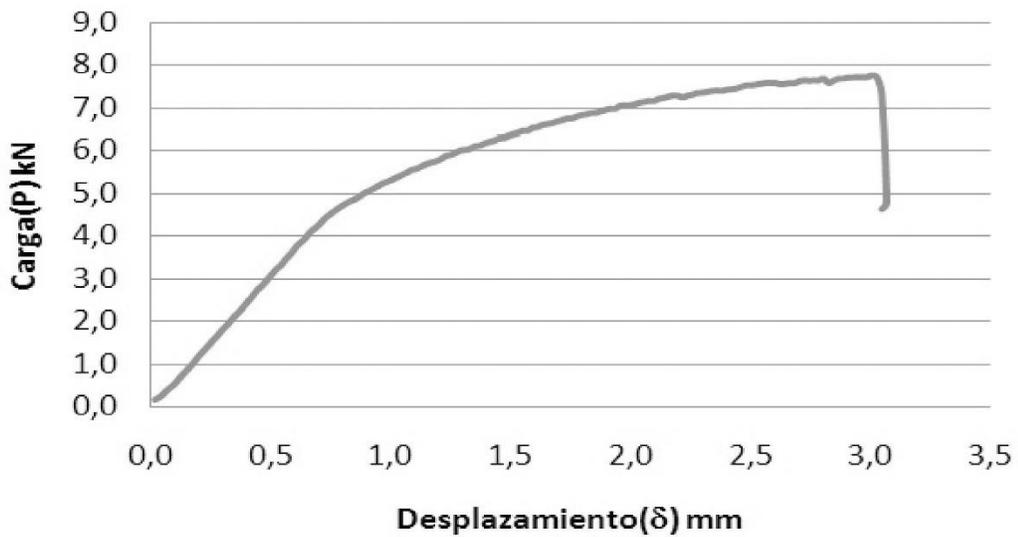


Figura 42. Análisis de resultado de la gráfica del ensayo de tracción. Tomado de: (CFPMC. 2018).

En esta figura 43 se puede observar la rotura de la probeta la cual es representada en la computadora para extraer los datos de los ensayos realizados. La rotura del material debe realizarse en la parte central ya que ahí sería una buena recolección o precisión de los datos a obtener.

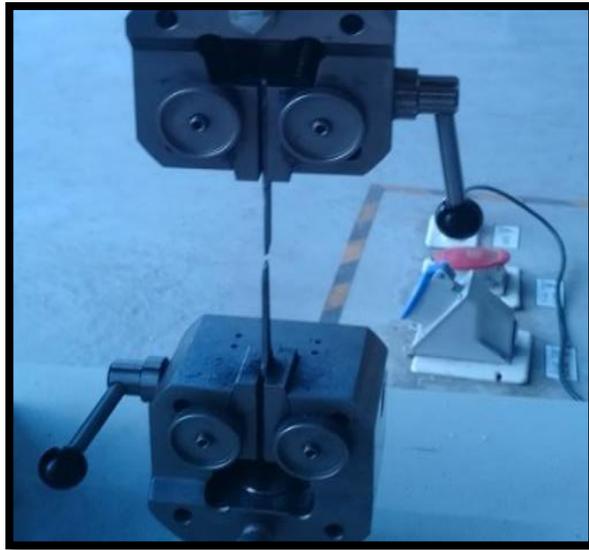


Figura 43. Rotura del Material. Tomado de: (CFPMC. 2018).

2. Rotura de los materiales acero tanto planos y circulares.

Se puede observar que la rotura de las probetas está en los rangos establecidos y los datos coinciden. Según la figura 44.



Figura 44. Fisura del Material Plano. Tomado de: (CFPMC. 2018).

En las probetas circulares de tubo se puede observar que las roturas están en los rangos establecidos por la norma, esto se debe mucho a la buena realización de las probetas y de un buen material. Según la figura 45.



Figura 45. Fisura del Material circular. Tomado de: (CFPMC. 2018).

Todos estos procesos se realizaron con circo de cada material para ensayos de tracción y tres para ensayos de densidad, basándose en las normas INEN y ASTM donde especifica los aceros de tubos, cuadrados, barras, varillas, perfiles, que deben ser sometidos a ensayos para la certificación ISO de calidad en un producto.

Para el presente estudio se tomó 16 materiales de las cuales se realizaron 80 probetas para ensayos de tracción y 48 probetas para ensayos de densidad según las dimensiones establecidas en las normas de cada material, identificando los límites de tracción, deformación y masa nominal de cada uno de los materiales, específicamente sus características mecánicas y físicas.

Resultados

En el análisis del material todos los valores encontrados y también los resultados obtenidos de ensayos se registran en tablas, planos, fotos que permitan obtener un buen análisis y un correcto entendimiento de los mismos. La representación de los valores se realiza mediante diagramas, curvas, fichas técnicas, y gráficas que permitan representar las características y propiedades del material según el objetivo del proyecto.

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis con el fin de determinar cuál material es la más efectiva para realizar un asiento de calidad que cumpla las condiciones de seguridad y comodidad que los pasajeros requieren en los distintos viajes. Además, los resultados de los distintos ensayos determinarán si el material es el indicado para asientos de buses de lo contrario se planteará alternativas de materiales para la construcción de los asientos de pasajeros que cumplan con las normas nacionales e internacionales y así certificar que el producto es de Calidad.

Materiales de los asientos para el análisis.

Los materiales que fueron sometidos a ensayos mecánicos realizados, fueron llevados a cabo mediante ensayos de tracción y densidad las cuales fueron realizadas en el laboratorio del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero. Por lo cual el listado de los materiales se describe en la tabla 14, con el número de ensayos con probetas.

Tabla 14

Materiales de Asientos para Analizar.

| Núm. | Material del Asiento | Probetas (Tracción) | Probeta (Densidad) |
|-------|--|------------------------|-----------------------|
| 1 | Base cojín posterior. Angulo corredizo | 5 | 3 |
| 2 | Anclaje resortes T | 5 | 3 |
| 3 | Refuerzo espaldar platina | 5 | 3 |
| 4 | Base cojín plancha | 5 | 3 |
| 5 | Anclaje asiento piso | 5 | 3 |
| 6 | Tubo base cuadrado posterior y frontal | 5 | 3 |
| 7 | Tubo cuadrado base frontal | 5 | 3 |
| 8 | Platina grande de chupete | 5 | 3 |
| 9 | Platina | 5 | 3 |
| 10 | Angulo anclaje | 5 | 3 |
| 11 | Tubo redondo apoya pies | 5 | 3 |
| 12 | Soporte espaldar y base | 5 | 3 |
| 13 | Conexión espaldar | 5 | 3 |
| 14 | Varilla eje izquierdo o derecho | 5 | 3 |
| 15 | Varilla lisa refuerzo espaldar | 5 | 3 |
| 16 | Soporte anclaje | 5 | 3 |
| Total | | 80 | 48 |

Nota: Autor, 2019.

Los planos de los materiales para el asiento de buses interprovinciales son realizados bajo normas establecidas las cuales la podemos observar en el (Anexo 36). Con las cuales se realiza la producción en serie de cada material que va a formar la estructura del asiento, las cuales podemos observar en la (figura 46).



Figura 46. Diseño de asiento área frontal. Tomado de: (IMEISA. 2018).

Análisis de Ensayo de Tracción y Densidad.

Luego de haber realizado los ensayos de tracción a los 16 materiales obtenidos de los asientos, en los cuales se obtuvo el esfuerzo al que se someten los mismos a distintas fuerzas determinando el límite elástico en la resistencia o el alargamiento causando una ruptura en el mismo midiendo la calidad de ellos, la finalización de las pruebas en las que se estableció el cumplimiento de las normas requeridas, dando de esta manera aprobación para la elaboración de estos. En la prueba de flexión de la materia prima en la que se midió la deformación aplicando alargamientos longitudinales y generando esfuerzos perpendiculares causando giros en este, se estimó la flexibilidad y resistencia de estos midiendo las rupturas, se llegó a la conclusión de que, en las normas ecuatorianas INEN 2215, 2234, 2222, 2470 y ASTM A36, A500, se cumplieron con los rangos establecidos en 5 pruebas realizadas a cada material. En la tabla 15 se muestra los valores mínimos de los ensayos de tracción.

Tabla 15

Valores mínimos para resultados de ensayos.

| Valores Mínimos | | |
|---|---|--------------|
| Límite de fluencia | Resistencia a la tracción | Alargamiento |
| 36 000 lbs/pulg ² o 248.21Mpa | 58 000 – 80 000 lbs /pulg ² o 399.9 – 551.58 MPa | 20 % |

Nota: Estos valores son tomados de la Norma ASTM A36 en la que se establecen los valores mínimos de productos hechos de acero.

De la misma forma se realizó en ensayo de densidad cumpliendo estos materiales en los porcentajes de los rangos establecidos en las normas Técnicas Ecuatorianas INEN 2470, 2415, 2224 y la ASTM A36 y A500.

Resultados de Ensayos tracción

Análisis de resultado a Base cojín posterior.

Los resultados (Tabla 16) fueron de acuerdo con lo establecido en los valores mínimos y son capaces de resistir las fuerzas a la que será sometido, con un porcentaje de 46,30% en el alargamiento, la resistencia con una 461,859MPa, y su límite de fluencia promedio entre las 5 pruebas realizadas de 333,573 MPa, en la gráfica se observan las variaciones de los resultados (Anexo 19), y en la probeta número tres se observa una desviación, pero sin afectar el límite.

Tabla 16

Resultados de ensayos al material Base cojín posterior. Angulo corredizo.

| Probeta | Base cojín posterior. Angulo corredizo | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|--------------|------------------|----------------|
| 1 | Base cojín posterior. | 330,59 | 465,95 | 46,08% | 50 | 73,042 |
| 2 | Base cojín posterior. | 331,36 | 460,11 | 44,12% | 50 | 72,059 |
| 3 | Base cojín posterior. | 336,21 | 469,17 | 51,92% | 50 | 75,962 |
| 4 | Base cojín posterior. | 336,06 | 454,06 | 45,57% | 50 | 72,783 |
| 5 | Base cojín posterior. | 333,64 | 460,01 | 43,81% | 50 | 71,903 |
| Promedio \bar{X} | | 333,573 | 461,859 | 46,30% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 2,594 | 5,861 | 3,29% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,78 | 1,27 | 7,10% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Anclaje resortes T.

En los ensayos (Tabla 17) se observó un límite de fluencia con valores de entre 313,01 y 346,27 con un valor promedio de 327,651 MPa, en los resultados se muestra que la resistencia a la tracción es promedio de 450,154MPa, luego revisado los porcentajes de alargamiento en las probetas se estimaron con un medio de 37,74%, de esta forma cumpliendo con los estándares mínimos dados por la normativa. Por otra parte, en la gráfica (Anexo 20) se muestra que las pruebas en las probetas número 3 y 5 se observan variantes desde lo mínimo al mayor valor.

Tabla 17

Resultados de ensayos al material Anclaje resortes T.

| Probeta | Anclaje resortes T | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Anclaje T | 322,5 | 453,85 | 33,22% | 50 | 69,609 |
| 2 | Anclaje T | 337,25 | 445,09 | 38,98% | 50 | 69,488 |
| 3 | Anclaje T | 319,23 | 437,1 | 44,93% | 50 | 72,465 |
| 4 | Anclaje T | 313,01 | 447,48 | 26,99% | 50 | 63,495 |
| 5 | Anclaje T | 346,27 | 467,25 | 38,60% | 50 | 69,3 |
| Promedio \bar{X} | | 327,651 | 450,154 | 37,74% | | |
| Derivación estándar S_n-1 | | 13,697 | 11,281 | 6,55% | | |
| Coeficiente de Variación | | 4,18 | 2,51 | 17,36% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Refuerzo espaldar platina

En el análisis de los gráficos y ensayos de las probetas (Tabla 18), Refuerzo espaldar platina se observaron que los valores representados en las gráficas de carga y fuerza (Anexo 21) se mantuvieron nivelados en los 5 recipientes de ensayos igual con resultados entre 287.763 MPa en límites de fluencia, 43.15%, en alargamiento, Resistencia a la tracción de 394,415 MPa.

Tabla 18

Resultados de ensayos al material Refuerzo espaldar platina.

| Probeta | Refuerzo espaldar platina | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Refuerzo | 275,21 | 387 | 44,23% | 50 | 72,113 |
| 2 | Refuerzo | 306,81 | 398,15 | 45,06% | 50 | 72,528 |
| 3 | Refuerzo | 288,53 | 396,64 | 43,23% | 50 | 71,615 |
| 4 | Refuerzo | 284,14 | 397,21 | 41,31% | 50 | 70,653 |
| 5 | Refuerzo | 284,12 | 392,77 | 41,95% | 50 | 70,975 |
| Promedio \bar{X} | | 287,763 | 394,415 | 43,15% | | |
| Derivación estándar S_n-1 | | 11,689 | 4,641 | 1,55% | | |
| Coeficiente de Variación | | 4,07 | 1,18 | 3,60% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Base cojín plancha.

En la Tabla 19 las pruebas realizadas a las 5 probetas de dicha materia se llegaron a la respuesta de que cumplen con los estándares mínimos exigidos, al estar el límite de fluencia con un valor mínimo de 322,53 y máximo 329,11MPa siendo la respuesta un promedio de 326,634MPa, la resistencia a la tracción valor mínimo de 384,73 y máximo 394,29 dando un promedio de 389,321MPa y el porcentaje promedio de alargamiento es 52,49% (Anexo 22).

Tabla 19

Resultados de ensayos al material Base cojín plancha.

| Probeta | Base cojín plancha | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Base cojín | 328,56 | 384,73 | 52,27% | 50 | 76,136 |
| 2 | Base cojín | 329,11 | 387,29 | 56,17% | 50 | 78,087 |
| 3 | Base cojín | 324,97 | 394,29 | 56,06% | 50 | 78,029 |
| 4 | Base cojín | 328 | 393,93 | 44,15% | 50 | 72,077 |
| 5 | Base cojín | 322,53 | 386,4 | 53,81% | 50 | 76,904 |
| Promedio \bar{X} | | 326,634 | 389,321 | 52,49% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 2,798 | 4,457 | 4,94% | | |
| Coeficiente de Variación | | 0,86 | 1,14 | 9,41% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Anclaje asiento piso

Los ensayos del material Anclaje asiento piso estuvieron dentro de las normas establecidas (Tabla 20) sobrepasando los valores mínimos siendo capaces de resistir las fuerzas que será sometido, con un porcentaje promedio de 61,77% de alargamiento, mientras que la resistencia a la tracción fue de 399,057MPa de resultado medio, por otra parte, el límite de tracción con un valor de 311,008 MPa, datos de las 5 probetas seleccionadas, mientras que en las gráficas de carga y fuerza en ambas sus valores van en aumento a comparación con la anterior (Anexo 23).

Tabla 20

Resultados de ensayos al material Anclaje asiento piso.

| Probeta | Anclaje Asiento Piso | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------|------------------|----------------|
| 1 | Anclaje asiento | 312,61 | 397,31 | 63,33% | 80 | 130,662 |
| 2 | Anclaje asiento | 329,62 | 398,93 | 65,83% | 80 | 132,666 |
| 3 | Anclaje asiento | 302,43 | 396,86 | 62,42% | 80 | 129,935 |
| 4 | Anclaje asiento | 308,3 | 401,18 | 57,53% | 80 | 126,02 |
| 5 | Anclaje asiento | 302,08 | 401 | 59,76% | 80 | 127,806 |
| Promedio \bar{X} | | 311,008 | 399,057 | 61,77% | | |
| Derivación estándar S_n - | | 11,285 | 2,009 | 3,22% | | |
| Coeficiente de Variación | | 3,63 | 0,5 | 5,21% | | |

Nota: Autor, 2019.**Análisis de resultado a Tubo base cuadrado posterior y frontal.**

En la Tabla 21 las pruebas que posee una resistencia a la tracción con un promedio de 494,373MPa, mientras que el límite de fluencia con un medio de 458,549 MPa, luego de la revisión de porcentaje mínimo de alargamiento se concluyó que pasa la medida con un promedio de 13,02%. Cabe destacar que las gráficas de fuerza y carga pasan los límites mínimos exigidos y cumplen con la normativa (Anexo 24).

Tabla 21

Resultados de ensayos al material Tubo base cuadrado posterior y frontal.

| Probeta | Tubo base cuadrado posterior y frontal | Límite de fluencia (MPa) | Resisten cia a la tracción | Alarga miento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|----------------|
| 1 | Tubo base cuadrado posterior | 470,04 | 503,94 | 11,54% | 80 | 89,231 |
| 2 | Tubo base cuadrado posterior | 464,28 | 495,45 | 13,34% | 80 | 90,675 |
| 3 | Tubo base cuadrado posterior | 426,08 | 460,79 | 12,02% | 80 | 89,618 |
| 4 | Tubo base cuadrado posterior | 474,45 | 495,61 | 11,73% | 80 | 89,384 |
| 5 | Tubo base cuadrado posterior | 457,89 | 516,07 | 16,47% | 80 | 93,177 |
| Promedio \bar{X} | | 458,549 | 494,373 | 13,02% | | |
| Derivación estándar S_n -1 | | 19,187 | 20,573 | 2,05% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 4,18 | 4,16 | 15,77% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Tubo cuadrado base frontal.

Luego de los análisis de los ensayos y gráficos (Anexo 25), se determinaron los valores de las gráficas de carga y fuerza se dispersarán unos de los otros, sin embargo, pasando la medida mínima permitida, mientras que la valoración de los ensayos en la resistencia a la tracción con un promedio de 421,77MPa, por otro lado, el límite de fluencia de 385,297 MPa y 20,80% como medida media, en porcentaje de alargamiento respectivamente (Tabla 22).

Tabla 22

Resultados de ensayos al material Tubo cuadrado base frontal.

| Probeta | Tubo cuadrado base frontal | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Tubo cuadrado base | 388,5 | 422,39 | 19,53% | 50 | 59,767 |
| 2 | Tubo cuadrado base | 371,79 | 415,23 | 22,66% | 50 | 61,332 |
| 3 | Tubo cuadrado base | 385,71 | 423,21 | 23,28% | 50 | 61,642 |
| 4 | Tubo cuadrado base | 386,33 | 417,79 | 17,28% | 50 | 58,64 |
| 5 | Tubo cuadrado base | 394,16 | 430,23 | 21,21% | 50 | 60,607 |
| Promedio \bar{X} | | 385,297 | 421,77 | 20,80% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 8,253 | 5,76 | 2,44% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 2,14 | 1,37 | 11,73% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Platina grande de chupete.

Es un elemento metálico (Tabla 23) luego de la examinación de los ensayos de las 5 probetas se llegó a la conclusión de que estos cumplen con los estándares al estar el límite de fluencia con un promedio 346, 563MPa, por otro lado, la resistencia a la tracción con un resultado promedio de 480,321 MPa, mientras que el porcentaje de alargamiento con un valor de 39,71% cumpliendo los rangos establecidos. Por otra parte, las gráficas de carga y fuerza de las cinco muestras se mantuvieron en valores similares. (Anexo 26).

Tabla 23

Resultados de ensayos al material Platina grande de chupete.

| Probeta | Platina grande de chupete | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Platina grande | 352,6 | 480,76 | 40,02% | 80 | 112,018 |
| 2 | Platina grande | 351,06 | 485,51 | 41,46% | 80 | 113,164 |
| 3 | Platina grande | 343,47 | 486,36 | 41,13% | 80 | 112,902 |
| 4 | Platina grande | 333,09 | 471,3 | 36,88% | 80 | 109,502 |
| 5 | Platina grande | 352,34 | 477,67 | 39,07% | 80 | 111,255 |
| Promedio \bar{X} | | 346,563 | 480,321 | 39,71% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 8,36 | 6,167 | 1,84% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 2,41 | 1,28 | 4,64% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado de ensayo a Platina

En la Tabla 24 se puede observar un porcentaje promedio de 31,16% en alargamiento, límite de tracción promedio 332,81MPa, mientras que la resistencia a la tracción de 421,313MPa promedio, mientras tanto los resultados de las gráficas de fuerza y carga poseen un valor más bajo a los numero 1 y 3, sin embargo, cubriendo la necesidad de resistencia. (Anexo 27).

Tabla 24

Resultados de ensayos al material Platina.

| Probeta | Platina | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|---------------------|---------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Platina | 316,16 | 414,36 | 33,52% | 80 | 106,814 |
| 2 | Platina | 337,04 | 439,97 | 29,10% | 80 | 103,276 |
| 3 | Platina | 361,89 | 425,85 | 35,11% | 80 | 108,086 |
| 4 | Platina | 305,04 | 396,69 | 29,29% | 80 | 103,434 |
| 5 | Platina | 340,27 | 429,69 | 28,80% | 80 | 103,043 |
| Promedio \bar{X} | | 332,81 | 421,313 | 31,16% | | |
| Derivación estándar | | 22,165 | 16,533 | 2,93% | | |
| Coeficiente de V. | | 6,67 | 3,92 | 9,42% | | |

Nota: Autor, 2019

Análisis de resultado a Angulo anclaje

En la Tabla 25 se observa los resultados cumpliendo con los valores mínimos de 372,8 MPa en el límite de fluencia, de resistencia a la tracción de 501,31 y con un porcentaje de alargamiento mínimo de 35,35%. Por otra parte, en el gráfico de carga se estimaron respuestas que varían desde las probetas 1 a 5, cumpliendo con lo esperado. (Anexo 28).

Tabla 25

Resultados de ensayos al material Angulo anclaje.

| Probeta | Angulo anclaje | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Angulo anclaje | 380,83 | 512,47 | 40,57% | 80 | 112,452 |
| 2 | Angulo anclaje | 382,03 | 508,59 | 35,35% | 80 | 108,276 |
| 3 | Angulo anclaje | 382,31 | 513,61 | 40,66% | 80 | 112,527 |
| 4 | Angulo anclaje | 372,8 | 501,31 | 36,68% | 80 | 109,342 |
| 5 | Angulo anclaje | 385,26 | 510,74 | 37,70% | 80 | 110,156 |
| Promedio \bar{X} | | 380,644 | 509,343 | 38,19% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 4,677 | 4,876 | 2,36% | | |
| Coeficiente de Variación | | 1,23 | 0,96 | 6,19% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Tubo redondo apoya pies

Los ensayos (Tabla 26), de las 5 probetas del material Tubo redondo apoya pies se estableció que las valoraciones mostradas en las gráficas de fuerza y carga son similares entre ellos con excepción de la probeta número 4, al ser con un valor mayor al resto, por otra parte el ensayo realizado se estimó que los valores en el límite de fluencia con promedio de 700,519 MPa, mientras que la resistencia a la tracción con 752,914 y el porcentaje de alargamiento con un valor mínimo de 51,86% (Anexo 29).

Tabla 26

Resultados de ensayos al material Tubo redondo apoya pies.

| Probeta | Angulo anclaje Tubo redondo apoya pies | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|------------------|----------------|
| 1 | Tubo redondo | 689,78 | 750,67 | 59,62% | 50 | 79,809 |
| 2 | Tubo redondo | 706,61 | 758,68 | 59,20% | 50 | 79,601 |
| 3 | Tubo redondo | 697,8 | 749,07 | 53,05% | 50 | 76,527 |
| 4 | Tubo redondo | 704,2 | 754,68 | 60,71% | 50 | 80,356 |
| 5 | Tubo redondo | 704,2 | 751,47 | 51,86% | 50 | 75,929 |
| Promedio \bar{X} | | 700,519 | 752,914 | 56,89% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 6,836 | 3,817 | 4,11% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 1 | 5 | 7,22% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Soporte espaldar y base.

En la Tabla 27 los ensayos realizados a las 5 probetas se llegaron a la conclusión de que cumple con los valores mínimos para su utilización siendo la resistencia a la tracción con un mínimo de 357,82, con un límite de fluencia de 325,91 MPa y un porcentaje de alargamiento mínimo de 43,77%, por otro lado, la revisión de las gráficas del ensayo de carga y fuerza arrojaron que los materiales son aptos para su uso (Anexo 30).

Tabla 27

Resultados de ensayos al material Soporte espaldar y base.

| Probeta | Soporte espaldar y base | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|------------------|----------------|
| 1 | Soporte espaldar | 325,91 | 365,26 | 45% | 50 | 72,50 |
| 2 | Soporte espaldar | 341,09 | 357,82 | 47,71% | 50 | 73,86 |
| 3 | Soporte espaldar | 345,74 | 360,61 | 43,77% | 50 | 71,88 |
| 4 | Soporte espaldar | 344,5 | 360,61 | 47,26% | 50 | 73,63 |
| 5 | Soporte espaldar | 342,33 | 357,82 | 46,98% | 50 | 73,49 |
| Promedio \bar{X} | | 339,915 | 360,424 | 46,14% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 8,035 | 3,04 | 1,68% | | |
| Coeficiente de Variación | | 2,4 | 0,8 | 3,65% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Conexión espaldar

Las pruebas y ensayos realizados al material denominado conexión espaldar estuvieron dentro de las especificaciones (Tabla 28), siendo capaces de soportar las presiones a las que será sometido, con un porcentaje de alargamiento medio de 67,29%, una resistencia a la tracción con un valor mínimo de 241,1 y un límite de fluencia mínimo de 310,9 MPa. Mientras que, en las gráficas de carga y fuerza se demuestra que todos los valores de las probetas se mantienen estables (Anexo 31).

Tabla 28

Resultados de ensayos al material Conexión espaldar.

| Probeta | Conexión espaldar | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Conexión espaldar | 314,12 | 343,52 | 69,72% | 50 | 84,86 |
| 2 | Conexión espaldar | 316,94 | 241,1 | 66,48% | 50 | 83,24 |
| 3 | Conexión espaldar | 310,9 | 340,7 | 69,24% | 50 | 84,62 |
| 4 | Conexión espaldar | 318,75 | 340,7 | 63,77% | 50 | 81,88 |
| 5 | Conexión espaldar | 317,34 | 340,5 | 67,26% | 50 | 83,63 |
| Promedio \bar{X} | | 315,608 | 341,301 | 67,29% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 3,125 | 1,257 | 2,39% | | |
| Coeficiente de Variación | | 1 | 0,4 | 3,55% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Varilla eje izquierdo o derecho.

Después de la realización de los ensayos y gráficos de la Varilla eje izquierdo o derecho (Tabla 29), se estableció que los valores de los límites de fluencia, resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento mínimos de las 5 probetas recibidas fueron 480,64 MPa, 673,37 y 29,44% respectivamente, mientras que la valoración de la graficas de carga y fuerza se mantuvieron estables con la excepción de la probeta número 2 con un valor más elevado al resto (Anexo 32).

Tabla 29

Resultados de ensayos al material Varilla eje izquierdo o derecho.

| Probeta | Varilla eje izquierdo o derecho | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Varilla eje | 514,61 | 677,85 | 30,03% | 50 | 65,01 |
| 2 | Varilla eje | 479,99 | 677,6 | 34,64% | 50 | 67,33 |
| 3 | Varilla eje | 475,35 | 676,07 | 29,44% | 50 | 64,72 |
| 4 | Varilla eje | 507,41 | 673,37 | 31,60% | 50 | 65,80 |
| 5 | Varilla eje | 480,64 | 676,47 | 29,64% | 50 | 64,82 |
| Promedio \bar{X} | | 491,6 | 676,271 | 31,07% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 18,016 | 1,788 | 2,18% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 3,7 | 0,3 | 7,02% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Varilla lisa refuerzo espaldar.

En la Tabla 30 se observa los valores que cumplen, al estar el límite de fluencia con un valor mínimo de 332,31 MPa, la resistencia a la tracción de promedio de 425,741 MPa y un porcentaje promedio de alargamiento mínimo de 45,93%. Por otro lado, las respuestas de las gráficas de fuerzas y cargas se mantuvieron con valores similares (Anexo 33).

Tabla 30

Resultados de ensayos al material Varilla lisa refuerzo espaldar.

| Probeta | Varilla lisa refuerzo espaldar | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Varilla lisa refuerzo | 332,71 | 427,24 | 49,69% | 50 | 74,85 |
| 2 | Varilla lisa refuerzo | 341,96 | 425,98 | 45,92% | 50 | 72,96 |
| 3 | Varilla lisa refuerzo | 332,31 | 425,08 | 43,65% | 50 | 71,82 |
| 4 | Varilla lisa refuerzo | 336,36 | 426,44 | 38,85% | 50 | 69,43 |
| 5 | Varilla lisa refuerzo | 335,71 | 423,97 | 51,53% | 50 | 75,77 |
| Promedio \bar{X} | | 335,809 | 425,741 | 45,93% | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 3,872 | 1,264 | 5,02% | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 1,2 | 0,3 | 10,93% | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultado a Soporte anclaje.

Luego del análisis de las gráficas y ensayos del Soporte anclaje (Tabla 31), se establecieron los valores de resistencia a la tracción con un mínimo de 525,42, con un límite de fluencia de 391,7 MPa y con un porcentaje de alargamiento de 36,29%, respetando los límites exigidos, mientras que los resultados de las gráficas de carga y fuerza demostraron una estabilidad en los valores con excepción de la probeta número 2 con una valoración más baja al resto (Anexo 34).

Tabla 31

Resultados de ensayos al material Soporte anclaje.

| Probeta | Soporte anclaje | Límite de fluencia (MPa) | Resistencia a la tracción | Alargamiento | Long. Inicial | Long. Final |
|-----------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Soporte anclaje | 391,7 | 525,42 | 38,89% | 80 | 111,11 |
| 2 | Soporte anclaje | 402,59 | 540,5 | 36,29% | 80 | 109,03 |
| 3 | Soporte anclaje | 538,9 | 538,9 | 39,45% | 80 | 111,56 |
| 4 | Soporte anclaje | 561,79 | 561,79 | 38,45% | 80 | 110,89 |
| 5 | Soporte anclaje | - | - | - | - | - |
| Promedio \bar{X} | | 541,65 | 541,65 | 38,31% | | |
| Derivación estándar S_n-1 | | 15,031 | 15,031 | 1,40% | | |
| Coeficiente de Variación | | 2,8 | 2,8 | 3,64% | | |

Nota: Autor, 2019.

Resultados de Ensayos Densidad.

Análisis de resultados Base cojín posterior.

En la Tabla 32 se aprecia los valores obtenidos del ensayo de densidad de las 3 probetas según la masa y longitud dando un promedio de masa nominal 1,094 Kg/m, desviación estándar 0,002 y coeficiente de variación 0,168.

Tabla 32

Resultados de ensayos al material Base cojín posterior. Angulo corredizo.

| Probeta | Base cojín posterior. Angulo corredizo | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|------------------------------------|---|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Base cojín posterior | 22,2 | 55,8 | 109,48 | 100 | 1,095 |
| 2 | Base cojín posterior | 22,2 | 55,8 | 109,14 | 100 | 1,091 |
| 3 | Base cojín posterior | 22,2 | 55,8 | 109,43 | 100 | 1,094 |
| Promedio \bar{X} | | 1,094 (Kg/m) | | | | |
| Derivación estándar <i>Sn-1</i> | | 0,002 | | | | |
| Coeficiente de Variación <i>CV</i> | | 0,168 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Anclaje resortes T.

En la Tabla 33 se aprecia los valores obtenidos del ensayo densidad de las 3 probetas dando una masa nominal promedio de 1,22 Kg/m, desviación estándar 0,001 y un coeficiente de variación 0,042.

Tabla 33

Resultados de ensayos de densidad al material Anclaje resortes T.

| Probeta | Anclaje resortes T | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Anclaje resortes | 22,2 | 55,8 | 122,04 | 100 | 1,220 |
| 2 | Anclaje resortes | 22,2 | 55,8 | 122,07 | 100 | 1,221 |
| 3 | Anclaje resortes | 22,2 | 55,8 | 122,14 | 100 | 1,221 |
| Promedio \bar{X} | | 1,22 (Kg/m) | | | | |
| Derivación estándar <i>Sn-1</i> | | 0,001 | | | | |
| Coeficiente de Variación <i>CV</i> | | 0,042 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Refuerzo espaldar platina.

En la Tabla 34 se muestra los datos obtenidos del ensayo de densidad con tres probetas dando un resultado promedio de masa nominal del material 0,561 Kg/m y un CV de 0,021.

Tabla 34

Resultados de ensayos de densidad al material Refuerzo espaldar platina.

| Probeta | Refuerzo espaldar platina | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Refuerzo espaldar | 22,1 | 56,10 | 56,10 | 100 | 0,561 |
| 2 | Refuerzo espaldar | 22,1 | 56,08 | 56,08 | 100 | 0,561 |
| 3 | Refuerzo espaldar | 22,1 | 56,8 | 56,10 | 100 | 0,561 |
| Promedio \bar{X} | | 0,561(Kg/m) | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,000 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,021 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de Resultados al material Base cojín plancha.

En la Tabla 35 se aprecia los valores obtenidos de los ensayos, dando un resultado promedio de masa nominal del material 0,79 Kg/m, desviación estándar 0,17 y el CV de 2,103.

Tabla 35

Resultados de ensayos de densidad al material Base cojín plancha.

| Probeta | Base cojín plancha | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Base cojín | 22,9 | 55,6 | 77,79 | 100 | 0,778 |
| 2 | Base cojín | 22,9 | 55,6 | 79,39 | 100 | 0,794 |
| 3 | Base cojín | 22,9 | 55,6 | 81,13 | 100 | 0,811 |
| Promedio \bar{X} | | 0,79 (Kg/m) | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | ,017 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 2,103 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Anclaje asiento piso.

En la tabla 36 se muestra los valores del ensayo repetido tres veces dado un promedio de 0,58 Kg/m, desviación estándar 0,002 y el coeficiente de variación del material es 0,396.

Tabla 36

Resultados de ensayos de densidad al material Anclaje asiento piso.

| Probeta | Anclaje asiento piso | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Anclaje asiento | 23,1 | 54,7 | 58,18 | 100 | 0,582 |
| 2 | Anclaje asiento | 23,1 | 54,7 | 58,63 | 100 | 0,586 |
| 3 | Anclaje asiento | 23,1 | 54,7 | 58,50 | 100 | 0,585 |
| Promedio \bar{X} | | 0,58 (Kg/m) | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,002 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,396 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Tubo base cuadrado.

En la Tabla 37 tenemos los valores del ensayo densidad proporcionando la masa nominal promedio 1,05Kg/m, desviación estándar 0,005 y coeficiente de variación 0,463.

Tabla 37

Resultados de ensayos de densidad al material Tubo base cuadrado posterior y frontal.

| Probeta | Tubo base cuadrado posterior y frontal | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|---|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Tubo base | 23,2 | 54,6 | 105,31 | 100 | 1,053 |
| 2 | Tubo base | 23,2 | 54,6 | 104,66 | 100 | 1,047 |
| 3 | Tubo base | 23,2 | 54,6 | 104,36 | 100 | 1,044 |
| Promedio \bar{X} | | 1,05 kg/m | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,005 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,463 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Tubo cuadrado base frontal.

En la Tabla 38 tenemos los valores del ensayo densidad proporcionando la masa nominal promedio 1,303 Kg/m, desviación estándar 0,001 y coeficiente de variación 0,071.

Tabla 38

Resultados de ensayos de densidad al material Tubo cuadrado base frontal.

| Probeta | Tubo cuadrado base frontal | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Tubo cuadrado | 21,8 | 54,3 | 130,13 | 100 | 1,301 |
| 2 | Tubo cuadrado | 21,8 | 54,3 | 130,30 | 100 | 1,303 |
| 3 | Tubo cuadrado | 21,8 | 54,3 | 130,15 | 100 | 1,302 |
| | Promedio \bar{X} | 1,303 (Kg/m) | | | | |
| | Derivación estándar S_{n-1} | 0,001 | | | | |
| | Coeficiente de Variación CV | 0,071 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Platina grande de chupete

En la tabla 39 se muestra los valores del ensayo repetido tres veces dado un promedio de masa nominal 0,561 Kg/m, desviación estándar 0,000 y el CV del material es 0,068.

Tabla 39

Resultados de ensayos de densidad al material Platina grande de chupete.

| Probeta | Platina grande de chupete | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|----------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Platina | 21,8 | 54,3 | 56,11 | 100 | 0,561 |
| 2 | Platina | 21,8 | 54,3 | 56,05 | 100 | 0,561 |
| 3 | Platina | 21,8 | 54,3 | 56,04 | 100 | 0,561 |
| | Promedio \bar{X} | 0,561 | | | | |
| | Derivación estándar S_{n-1} | 0,000 | | | | |
| | Coeficiente de Variación CV | 0,068 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados a la materia Platina.

En la Tabla 40 tenemos los valores del ensayo densidad proporcionando la masa nominal promedio 1,12 Kg/m, desviación estándar 0,009 y coeficiente de variación 0,762.

Tabla 40

Resultados de ensayos de densidad a la materia Platina.

| Probeta | Platina grande de chupete | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Platina | 22,8 | 54,6 | 113,05 | 100 | 1,131 |
| 2 | Platina | 22,8 | 54,6 | 111,34 | 100 | 1,113 |
| 3 | Platina | 22,8 | 54,6 | 112,19 | 100 | 1,122 |
| Promedio \bar{X} | | 1,12 kg/m | | | | |
| Derivación estándar <i>Sn-1</i> | | 0,009 | | | | |
| Coeficiente de Variación <i>CV</i> | | 0,762 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Angulo anclaje.

En la tabla 41 se muestra los valores del ensayo repetido tres veces dado un promedio de masa nominal 2,308 Kg/m, desviación estándar 0,006 y el CV del material es 0,269.

Tabla 41

Resultados de ensayos de densidad al material Angulo anclaje.

| Probeta | Angulo anclaje | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Angulo anclaje | 22,1 | 55,8 | 145,1 | 100 | 1,451 |
| 2 | Angulo anclaje | 22,1 | 55,8 | 139,49 | 100 | 1,390 |
| 3 | Angulo anclaje | 22,1 | 55,8 | 142,43 | 100 | 1,423 |
| Promedio \bar{X} | | 1,421 kg/m | | | | |
| Derivación estándar <i>Sn-1</i> | | 0,006 | | | | |
| Coeficiente de Variación <i>CV</i> | | 0,269 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Tubo redondo apoya pies

En la Tabla 42 tenemos los valores del ensayo densidad proporcionando la masa nominal promedio 0,636 Kg/m, desviación estándar 0,012 y coeficiente de variación 1,961.

Tabla 42

Resultados de ensayos de densidad al material Tubo redondo apoya pies.

| Probeta | Tubo redondo apoya pies | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Tubo redondo | 22,3 | 54,9 | 63,05 | 100 | 0,631 |
| 2 | Tubo redondo | 22,3 | 54,9 | 62,69 | 100 | 0,627 |
| 3 | Tubo redondo | 22,3 | 54,9 | 65,00 | 100 | 0,650 |
| Promedio \bar{X} | | 0,636 | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,012 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 1,961 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Soporte espaldar y base.

En la tabla 43 se muestra los valores del ensayo repetido tres veces dado un promedio de masa nominal 0,917 Kg/m, desviación estándar 0,002 y el CV del material es 0,273.

Tabla 43

Resultados de ensayos de densidad al material Soporte espaldar y base.

| Probeta | Soporte espaldar y base | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Soporte espaldar | 22,2 | 55,3 | 91,72 | 100 | 0,917 |
| 2 | Soporte espaldar | 22,2 | 55,3 | 91,39 | 100 | 0,914 |
| 3 | Soporte espaldar | 22,2 | 55,3 | 91,88 | 100 | 0,919 |
| Promedio \bar{X} | | 0,917 | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,002 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,273 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Conexión espaldar.

En la Tabla 44 tenemos los valores del ensayo densidad proporcionando la masa nominal promedio 1,397 Kg/m, desviación estándar 0,005 y coeficiente de variación 0,329.

Tabla 44

Resultados de ensayos de densidad al material Conexión espaldar.

| Probeta | Conexión espaldar | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Conexión | 22,8 | 55,1 | 139,31 | 100 | 1,393 |
| 2 | Conexión | 22,8 | 55,1 | 140,19 | 100 | 1,402 |
| 3 | Conexión | 22,8 | 55,1 | 139,52 | 100 | 1,395 |
| Promedio \bar{X} | | 1,397 | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,005 | | | | |
| Coeficiente Variación CV | | 0,329 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Varilla eje izquierdo o derecho

En la tabla 45 se muestra los valores del ensayo repetido tres veces dado un promedio de masa nominal 0,545 Kg/m, desviación estándar 0,006 y el CV del material es 0,170.

Tabla 45

Resultados de ensayos de densidad al material Varilla eje izquierdo o derecho.

| Probeta | Varilla eje izquierdo o derecho | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Varilla eje | 22,5 | 54,9 | 54,00 | 100 | 0,540 |
| 2 | Varilla eje | 22,5 | 54,9 | 54,36 | 100 | 0,544 |
| 3 | Varilla eje | 22,5 | 54,9 | 55,24 | 100 | 0,552 |
| Promedio \bar{X} | | 0,545 | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,006 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,170 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Varilla lisa refuerzo espaldar.

En la Tabla 46 tenemos los valores del ensayo densidad proporcionando la masa nominal promedio 0,332 Kg/m, desviación estándar 0,001 y coeficiente de variación 0,246.

Tabla 46

Resultados de ensayos de densidad al material Varilla lisa refuerzo espaldar.

| Probeta | Varilla lisa refuerzo espaldar | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Varilla lisa | 22,3 | 55,6 | 33,11 | 100 | 0,331 |
| 2 | Varilla lisa | 22,3 | 55,6 | 33,13 | 100 | 0,331 |
| 3 | Varilla lisa | 22,3 | 55,3 | 33,26 | 100 | 0,333 |
| Promedio \bar{X} | | 0,332 kg/m | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,001 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,246 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Análisis de resultados al material Soporte anclaje.

En la tabla 47 se muestra los valores del ensayo repetido tres veces dado un promedio de masa nominal 2,312 Kg/m, desviación estándar 0,012 y el CV del material es 0,511.

Tabla 47

Resultados de ensayos de densidad al material Soporte anclaje.

| Probeta | Soporte anclaje | Temperatura (C) | Humedad Relativa (%) | Masa (Kg) | Long. (m) | (kg/m) |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | Soporte anclaje | 22,8 | 55,4 | 230,59 | 100 | 2,306 |
| 2 | Soporte anclaje | 22,8 | 55,4 | 230,43 | 100 | 2,304 |
| 3 | Soporte anclaje | 22,8 | 55,4 | 232,55 | 100 | 2,326 |
| Promedio \bar{X} | | 2,312 Kg/m | | | | |
| Derivación estándar S_{n-1} | | 0,012 | | | | |
| Coeficiente de Variación CV | | 0,511 | | | | |

Nota: Autor, 2019.

Discusión de resultados

Para la caracterización de los materiales de asientos estructurales para buses interprovinciales, los diferentes ensayos de cada una de los elementos serán convalidado con las; Normas técnicas ecuatorianas, Fichas del Fabricante que proveen los materiales y resultados arrojados de los ensayos en el Centro Carrocero, se discutirá cada uno de los materiales, todos estos basados en las normas.

Las norma ASTM (Asociación Americana de Ensayo de Materiales) de los 16 materiales; 10 son A36 las cuales son; Anclaje resorte T, Refuerzo espaldar platina, Base cojín plancha, Anclaje asiento Piso, Platina grande de chupete, Platina, Angulo anclaje, Varilla eje izquierdo o derecho, Varilla liza refuerzo espaldar, Soporte anclaje, la norma ASTM A500 son 2 materiales las cuales son; Tubo base cuadrado posterior, Tubo cuadrado base frontal y 3 Acero al carbón, las cuales son; Tubo redondo apoya pies, Soporte espaldar y base, Conexión espaldar.

La ficha del proveedor de materiales a la empresa proveedora de materiales para la caracterización; Fabricación de asientos para buses es el documento para las discusiones y validaciones de resultados conjuntamente con las normas ecuatorianas, con los ensayos de tracción y densidad de los 16 materiales, manifestando las alternativas de sustitución y que nos sugiere el informe de simulación realizada por la empresa del asiento de buses interprovinciales para mejorar su producto. A continuación, se describe (Tabla 48) la comparación para la discusión del mismo.

Tabla 48

Cuadro de Normas INEN, ASTM, Proveedor, Ensayos Tracción y Densidad.

| Núm. | Material del Asiento | Norma Producto Ecu. | Norma Material | Ficha del Fabricante | Ensayo Promedio | Cumple (SI/NO) |
|------|--|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------|
| 1 | Base cojín posterior. Angulo corredizo | INEN2415 /INEN2215 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2224 300- 540 MPa | 461,8 MPa | SI |
| 2 | Anclaje resortes T | INEN2234/ INEN2215 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215 /2234 300- 540 MPa | 450,1 MPa | SI |
| 3 | Refuerzo espaldar platina | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 300-540MPa | 1,22 kg/m 394,4 MPa | SI |
| 4 | Base cojín plancha | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 300-540MPa | 0,59 kg/m 398,3 MPa | SI |
| 5 | Anclaje asiento piso | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 300-540MPa | 0,80 kg/m 399,1 MPa | SI |
| 6 | Tubo base cuadrado posterior y frontal | INEN2215 INEN2415 300-540MPa | ASTM A500 | INEN2415 Mínimo 420MPa | 494,3 MPa | SI |
| 7 | Tubo cuadrado base frontal | INEN2215 INEN2415 300-540MPa | ASTM A500 | INEN2415 Mín. 420MPa | 1,05 kg/m 421,7 MPa | SI |
| 8 | Platina grande de chupete | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 300-540MPa | 1,36 kg/m 480,3 MPa | SI |
| 9 | Platina | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 300-540MPa | 0,63 kg/m 421,3 MPa | SI |
| 10 | Angulo anclaje | INEN2215 INEN2224 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2224 Mín. 400 MPa | 1,18 kg/m 509,3 MPa | SI |
| 11 | Tubo redondo apoya pies | INEN2470 330-415MPa | Acero al carbono | INEN2470 330-415MPa | 1,421 kg/m 752,9 MPa | SI NO |
| 12 | Soporte espaldar y base | INEN2470 330-415MPa | Acero al carbono | INEN2470 330-415MPa | 0,47 kg/m 360,4 MPa | NO SI |
| 13 | Conexión espaldar | INEN2470 330-415MPa | Acero al carbono | INEN2470 330-415MPa | 0,95 kg/m 341,3 MPa | SI SI |
| 14 | Varilla eje izquierdo o derecho | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 400- 540 MPa | 1,40 kg/m 676,2 MPa | SI NO |
| 15 | Varilla lisa refuerzo espaldar | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 400- 540 MPa | 0,45 kg/m 425,7 MPa | NO SI |
| 16 | Soporte anclaje | INEN2215 INEN2222 300-540MPa | ASTM A36 | INEN2215/2222 300-540MPa | 0,395 kg/m 541,6 MPa | SI SI |
| | | | | | 2,36 kg/m | 2,315 kg/m SI |

Nota: Autor, 2019.

El primer elemento Base posterior Angulo corredizo, es un acero laminado en caliente según el ensayo tiene una resistencia a la tracción de 461,8 MPa, la cual cumple con la norma INEN 2215 que debe estar en sus rangos 300 a 540MPa, concordando con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018) y el ASTM A36 un rango de 400- 550 MPa, por la cual podemos mencionar que el material es apto para resistir la base cojín del asiento, de la misma forma la masa nominal según el ensayo es 1,094 kg/m, que coincide con la norma INEN 2224 de 1,12 kg/m de lados iguales 25x25x3 la cual coincide con las fichas del proveedor (NOVACERO, 2018).

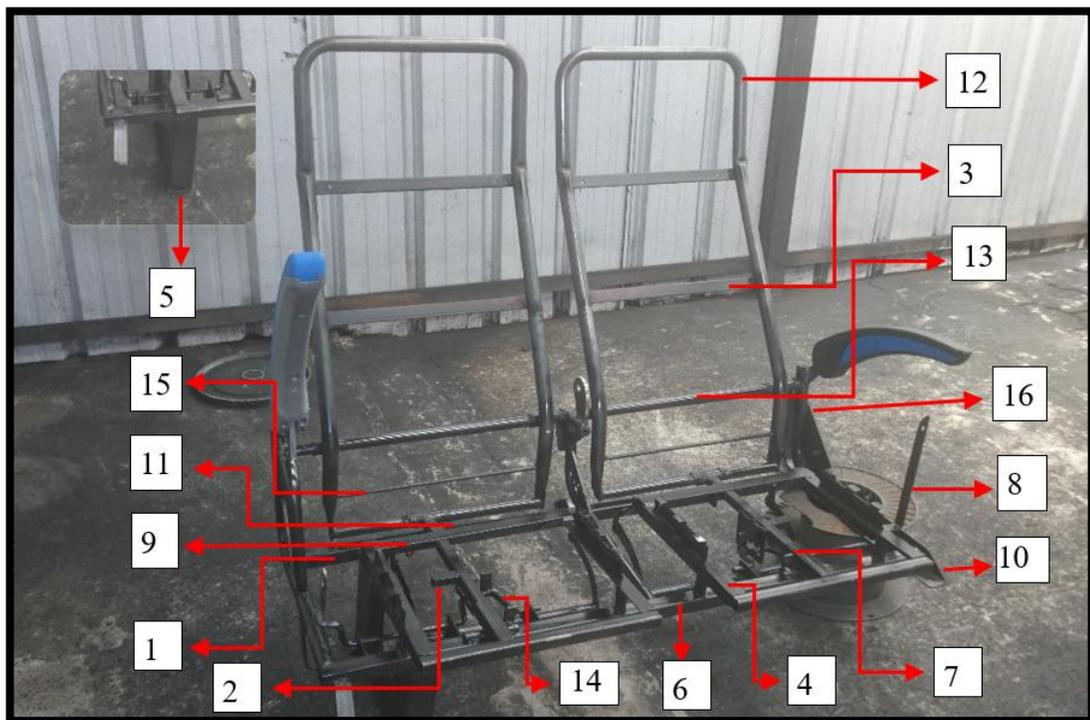


Figura 47. Materiales del asiento de buses interprovinciales. Tomado de: (IMEISA. 2018).

El material Anclaje resortes T, es un acero laminado en caliente, que según el ensayo tiene una resistencia a la tracción de 450,1 MPa, la cual cumple con la norma INEN 2215 que debe estar en un rangos 300 a 540MPa y ASTM A36 un rango de 400- 550 MPa, concordando

estos resultados con las fichas del proveedor (TUBEGAL, 2018), es un material de calidad, resistente a las deformaciones, la masa nominal según el ensayo es 1,22kg/m que coincide con la norma INEN 2234 de 1,13 Kg/m conjuntamente con la ficha del proveedor (DISMETAL, 2015).

El refuerzo espaldar platina, es un material acero laminado en caliente que según el ensayo tiene una resistencia a la tracción de 394,4MPa, la cual cumple con la norma INEN 2215 que debe estar entre 300 a 540MPa y ASTM A36 un rango de 400- 550 MPa, concordando estos datos con el proveedor (TUBEGAL, 2018), el material es apto para resistir esfuerzos y deformaciones, la masa nominal según el ensayo es 0,561 kg/m la cual cumple con la norma INEN 2222 que tiene su valor de 0,59 Kg/m esto concordando con la ficha del proveedor (NOVACERO, 2018).

El material base cojín plancha, es un perfil C de acero laminado en caliente que tiene una resistencia a la tracción de 398,3 MPa , la cual cumple con la norma INEN 2215 que establece un rango de 300 a 540 MPa y ASTM A36 de 400- 550 MPa concordando estos datos con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018),es un material resistente que soportara los esfuerzos en la base, la masa nominal del material según el ensayo es 0,794 Kg/m, la cual cumple con la norma INEN 2222 de 0,80 Kg/m concordando con el proveedor (NOVACERO, 2018).

El Anclaje asiento piso, es un material acero laminado en caliente que los ensayos realizados arrojaron 399,1 MPa cumpliendo con la norma INEN 2215 de 300 a 540 MPa y ASTM A36 rango de 400- 550 MPa estos datos concordando con el proveedor (TUBEGAL, 2018), por lo cual podemos mencionar que soportaran los esfuerzos y deformaciones, la masa nominal según el ensayo es 0,586 Kg/m, la cual cumple con las normas INEN 2222 de 0,59Kg/ concordando estos resultados con la ficha del proveedor (NOVACERO, 2018).

El material Tubo cuadrado frontal, es un acero laminado en caliente que según el ensayo tiene una resistencia a la tracción de 494,3MPa la cual cumple con la norma INEN 2215 que establece un rango de 300 a 540 MPa y la Ficha del proveedor INEN 2415 que tiene como mínimo 420 MPa (TUBEGAL, 2018) y que así mismo cumple con ASTM A500 que debe ser como mínimo 400MPa, por la cual el material cumple para soportar el subconjunto base cojín del asiento, con una masa promedio nominal según IMEN 2415 de 1,05 Kg/m , la cual cumple con la ficha técnica del proveedor 1,05 Kg/m. (DIPAC, 2018).

El Tubo cuadrado base central o frontal, es un material acero laminado en caliente que según el ensayo de tracción es 425 MPa, cumpliendo con la normas INEN 2215 que establece un rango de 300 a 540 MPa cumpliendo así mismo la Ficha del proveedor INEN 2415 que tiene un mínimo de 420 MPa (TUBEGAL, 2018) y ASTM A500 con un mínimo de 400MP, concluyendo así que el material central soportara los esfuerzos producidos, con una masa nominal promedio según INEN 2415 de 1,303 Kg/m cumpliendo con la ficha del fabricante de 1,36 Kg/m (DIPAC, 2018).

El material platina de chupete, es un material acero laminado en caliente que tiene según el ensayo una resistencia a la tracción de 480,3MPa, la cual cumple con la norma INEN 2215 de un rango de 300 a 540 MPa y con un ASTM A36 de 400- 550 MPa , concordando los datos con la ficha del proveedor proveedor (TUBEGAL, 2018), de la misma forma la masa nominal promedio según el ensayo 0,561 Kg/m la cual cumple con la INEN 2222 de 0,63 Kg/m y la ficha del proveedor respectivamente (NOVACERO, 2018).

La platina es un material acero laminado en caliente que tiene según el ensayo una resistencia a la tracción de 421,3MPa la cual cumple con la norma INEN 2215 que debe tener un rango de 300 a 540 MPa y un ASTM de 400- 550 MPa concordando estos datos con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018) , tiene una masa nominal promedio de 1,12 Kg/m la cual cumple con la norma INEN 2222 que es 1,18 Kg/m concordando con la ficha del proveedor (NOVACERO, 2018).

El material ángulo anclaje, es un acero laminado en caliente que tiene 509,3 MPa de resistencia a la tracción, la cual coincide con la norma INEN 2215 de 300 a 540 MPa y ASTM A36 de 400- 550 MP, de la misma manera concordando con la ficha del proveedor con una INEN 2224 de un min 400MPa (TUBEGAL, 2018) por lo cual el material soportará el anclaje que estará sometido a esfuerzos y deformaciones, con una masa nominal de 1,43 Kg/m la cual cumple con la INEN 2224 de 1,36 Kg/m de la misma manera coincidiendo con el proveedor (KUBIEC, 2018).

El tubo redondo apoya pies, es un material acero al carbono, tiene según el ensayo una resistencia a la tracción de 752,9 MPa y una masa nominal 0,636Kg/m, las cuales no cumple con la norma INEN 2470 que debe estar en los rangos 300 a 415 MPa y una masa nominal de 0,47 Kg/m concordando estos datos con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018). Esto producido por un diámetro y espesor elevado del tubo, puede que este material sea utilizado por su bajo costo, pero no está cumpliendo con la obligación de calidad de la misma forma no concuerdan con los datos de las fichas del proveedor (NOVACERO, 2018).

El soporte espaldar y base es un material acero al carbono, que tiene según el ensayo una resistencia a la tracción de 360,4 MPa la cual cumple con la norma INEN 2470 que debe estar en un rango de 330-415MPa, concordando con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018), la masa nominal de este material es según el ensayo 0,917 Kg/m, concordando con la norma INEN 2470 que es 0,95 Kg/m coincidiendo estos datos con el proveedor (DIPAC, 2018).

La conexión espaldar es un material acero al carbono, que según el ensayo tiene una resistencia a la tracción de 341,3 MPa la cual cumple con la norma INEN 2470 que debe estar en un rango de 330-415MPa, concordando con la norma la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018), la masa nominal según el ensayo es 1,397Kg/m la cual cumple con la norma INEN 2470 que es 1,40 Kg/m concordando este resultado con la ficha del proveedor (DIPAC, 2018).

Las varillas eje izquierdo o derecho es un material acero laminado en caliente que la resistencia de tracción es 676,2MPa la cual no cumple con los rangos establecidos de la norma INEN 2215 que debe estar en un rango de 300-540 MPa y un ASTM A36 de 400- 550 MPa concordando estos datos con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018), la masa nominal según el ensayo es 0,545 Kg/m la cual no cumple con la norma INEN 2222 que debe ser de 0.45 Kg/m la misma que coincide con la ficha del proveedor (DIPAC, 2018).

El material varilla liza refuerzo espaldar tiene una resistencia de tracción 425,7MPa la cual cumple con las normas INEN 2215 que debe estar en un rango de 300 a 540 MPa y un ASTM A36 de 400- 550 MPa concordando estos datos con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018), la masa nominal según el ensayo es 0,332 Kg/m, cumple con la norma INEN 2222 de 0,395Kg/m la cual concuerda con la ficha del fabricante (NOVACERO, 2018)..

El soporte anclaje es un material de acero laminado en caliente también conocido como soporte anclaje cinturón platina, este elemento tiene una resistencia a la tracción de 541,6MPa cumpliendo con los rangos establecidos de 300 a 540MPa según la INEN2215 y ASTM A36 de 400- 550 MPa concordando estos datos con las fichas del proveedor (DIPAC, 2018), la cual es un material de calidad que resistirá los esfuerzos, deformaciones y que la masa nominal es 2,312 Kg/m la cual coincide con la norma INEN 2222 que es 2,36 Kg/m concediendo con la ficha del proveedor (TUBEGAL, 2018).

Las alternativas de sustitución de los 2 materiales que no cumplieron con las normas nacionales e internacionales como son; tubo redondo apoya pies y Varilla eje izquierdo o derecho deben ser sustituidos por un acero al carbono y acero laminado en caliente, reduciendo el costo, peso, que cumpla con las normas INEN 2470 en tracción y masa nominal (TUBEGAL, 2018) con diámetro exterior 17,2 mm, espesor 1,8 mm y de la varilla (DIPAC, 2018) con diámetro 8mm para que cumpla su masa nominal y resistencia a la tracción sin perder la resistencia de los materiales.

Conclusiones

- Se describieron los 16 materiales seleccionados para la fabricación de asientos de la empresa proveedora pionera en asientos de buses interprovinciales de la ciudad de Ambato, estos materiales están en los diferentes modelos como DELUX, DELUX VIP, COCHE CAMA, ASIENTOS DE CHOFER.
- La realización de los ensayos de tracción y densidad permitió identificar la resistencia rotura, límite de fluencia, deformaciones y masa nominal de cada material por lo cual dos materiales no cumplen con las normas establecidas como son tubo apoya pies y varilla eje izquierdo o derecho.
- El resto de materiales que son 14 según los ensayos cumplen con los rangos establecidos por las normas INEN 2415, INEN 2215, INNEN 2222, INEN 2470, INEN 2224 y ASTM A36, ASTM A500 para materiales perfiles L, U, platinas, tubos cuadrados, tubos redondos, varillas que tienen una gran resistencia y el peso admitido normalizado nacional e internacional.
- La seguridad en las resistencia y masa estructural del asiento de bus interprovincial tiene un 87,5 % según los ensayos realizados, es importante sustituir los materiales que no cumplen para tener una seguridad en estructura el 100% según las normas nacionales e internacionales.
- La alternativa de sustitución de los materiales reconocidos para tubo redondo apoya pies según las normas INEN 2470 es el acero al carbono negro galvanizado de diámetro exterior 17,2 mm (3/8") espesor 1,8 mm, por el de 21,3 mm (1/2") espesor de 2,00mm y Varilla eje izquierdo o derecho por un acero laminado en caliente de diámetro 8mm por uno de 10 mm para que cumpla su masa nominal sin perder la resistencia.

Recomendaciones

- Utilizar los ensayos de tracción y densidad para las caracterizaciones químicas de los materiales estructurales del asiento de buses interprovinciales con el fin de obtener un más características para un producto de calidad en seguridad y resistencia.
- Promover este tipo de estudios sobre caracterización de materiales asiento de buses interprovinciales ya no solo estructurales sino todo el material, aparte de conocer las características podremos identificar por rayos x o microscopia los comportamientos de los materiales para un producto de calidad.
- Al momento de la elaboración de los asientos es necesario analizar las diversas normas europeas actuales y los diferentes procesos que certifique la calidad de los mismos para establecer una vinculación adecuada entre seguridad y resistencia con el fin de garantizar la resistencia y peso nominal.
- Y para finalizar, es importante el éxito del proyecto caracterizaciones de estructura de materiales para la fabricación de asientos de buses interprovinciales, también realizar a los materiales como espuma, acabados alternos, todo esto para una gran calidad del producto con nuevos materiales más resistentes con menor peso.

Referencias Bibliográficas

- 043, R. T. (8 de abril de 2010). BUS INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL . *Reglamento Técnico Ecuatoriano* , págs. <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/RTE-043.pdf>.
- 2415, N. T. (8 de Diciembre de 2008). Tubo de acero al carbono para aplicaciones estructurales y usos generales. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN* , pág. <https://ia801602.us.archive.org/34/items/ec.nte.2415.2008/ec.nte.2415.2008.pdf>.
- ANT. (2016). *Serie Historica de Vehiculos Matriculados*. Obtenido de Agencia Nacional de Transito: <https://www.ant.gob.ec/>
- Asamblea nacional constituyente. (2010). *Constitucion del Ecuador*. Quito: Congreso Nacional.
- Astucuri, V. (12 de agosto de 2008). *metalurgia y desarrollo*. Recuperado el 09 de noviembre de 2018, de importancia de la metalurgia: <http://metaurgiadesarrollo.blogspot.com/2008/08/importancia-de-la-metalurgia.html>
- Bm Mexico. (08 de noviembre de 2018). *British Federal México* . Recuperado el 09 de noviembre de 2018, de La Industria Metalúrgica y la Soldadura: <https://www.bfmex.com/la-industria-metalurgica-la-soldadura/>
- Bolaños Portilla, C. (20 de 02 de 2016). Propuesta de Diseño Ergonómico Centrado en el Asiento del Usuario de Unidades de Transporte Interprovincial del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.

Bolaños, C. F. (2016). *Propuesta de Diseño Ergonómico Centrado en el Asiento del Usuario de Unidades de*. Quito.: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK.

Caiza Jacome, P. G., & Portilla Aguilar, Á. A. (2010). *Determinación de la Influencia de la Altura en Emisiones Contaminantes de un Vehículo con Motor Ciclo Otto, de Inyección Electrónica de Gasolina*. Quito: Escuela Politécnica Nacional Master Thesis.

Camara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. (2017). *Anuario de la Industria Automotriz Ecuatoriana*. Quito: CINAIE.

campana, I. (2017). *la campana* . Recuperado el 9 de noviembre de 2018, de Norma ASTM A36: <http://www.lacampana.co/articulo-norma-astm-a36>

Carrocerías, C. N. (Abril 2014). *Informe Diagnostico del sector Carrocero* . Quito: CANFAC.

CEPAL. (2008). *"Tablero de comando" Para la promoción de los biocombustibles en el Ecuador*. Quito: Naciones Unidas.

CienciAcierta. (2016). *Tendencia de los aceros y su aplicación en la industria automotriz*. CienciAcierta, 1-.

Corral, T. V. (8 de Diciembre de 2015). *ESTUDIO TEÓRICO-EXPERIMENTAL PARA LA MEJORA DE LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL DE AUTOCARES BASADO EN EL DISEÑO DE UNIONES Y ASIENTOS*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID . Madrid , Madrid , España.

- D'Silvaa, R., Bhatc, T., & Binu , K. (2015). Performance and Emission characteristics of a C.I. Engine fuelled with diesel and TiO₂ nanoparticles as fuel additive. *Materials Today: Proceedings*, 2, 3728 – 3735.
- Eroski Consumer. (2018). Ergonomía en la conducción, La Comodidad es la seguridad. *Consummer*, 1-.
- Eyssautier, M. (2016). *METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS APLICADAS*. México: trillas.
- Faraldos, M. (2011). Técnicas de analisis y caracterización de materiales. *CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MADRID* , 2-8.
- Fernández, D. M. (8 de Julio de 2003). MODELIZACIÓN DE LA CINÉTICA DE AUSTENIZACIÓN Y CRECIMIENTO DE GRANO AUSTENÍTICO EN ACEROS FERRÍTICO-PERLÍTICOS. *CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS*. Madrid , Madrid , ESPAÑA : ISBN: 978-84-669-1763-6.
- Fernández, D. M. (2004). *MODELIZACIÓN DE LA CINÉTICA DE AUSTENIZACIÓN Y CRECIMIENTO DE GRANO AUSTENÍTICO EN ACEROS FERRÍTICO-PERLÍTICOS* . TESIS DOCTORAL : ISBN: 978-84-669-1763-6.
- Gatto, A., & Pedreira, S. (junio de 2017). *Aulas Uruguay Educa*. Recuperado el 09 de noviembre de 2018, de Estudiando las propiedades mecánicas: <http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/mod/book/tool/print/index.php?id=21792>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México: McGraw-Hill.

INEN. (8 de diciembre de 2015). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *VEHICULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE TURISMO.*, págs. http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_2902.pdf.

Kwon, S., Park, Y., Park, J., Kima, J., Choi, K.-H., & Cha, J.-S. (2017). Characteristics of on-road NOx emissions from Euro 6 light-duty diesel vehicles using a portable emissions measurement system. *Science of the Total Environment*, 576 , 70–77.

NORMALIZACIÓN, I. E. (2008). TUBOS DE ACERO AL CARBONO CON COSTURA, NEGROS Y GALVANIZADOS PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial N. 467 DE 2008 - 11- 14.

NORMALIZACIÓN, I. E. (2008). TUBOS DE ACERO AL CARBONO SOLDADOS PARA APLICACIONES ESTRUCTURALES Y USOS GENERALES. REQUISITOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: NTE INEN 2 415:2008.

NORMALIZACIÓN, I. E. (24 de 3 de 2010). BUS INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL. Quito , Pichincha , ECUADOR : Registro Oficial No. 207 de 2010-06-04.

Normalización, I. E. (8 de diciembre de 2013). Reglamento Técnico Ecuatoriano . *Vehículos de transporte escolar* , págs. http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_041_2r.pdf.

NORMALIZACIÓN, I. E. (30 de 4 de 2013). VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR.

Quito , Pichincha , Ecuador : Registro Oficial No. 11 de 2013-06-10.

NORMALIZACIÓN, I. E. (2015). VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS INTRARREGIONAL, INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL.

REQUISITOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Quito, Pichincha, ECUADOR:

Registro Oficial No. 458 de 2015-03-13.

NORMALIZACIÓN, I. E. (2015). VEHICULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE TURISMO.

REQUISITOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Quito , Pichincha , ECUADOR .

NORMALIZACIÓN, I. E. (NTE INEN 1323:2009). VEHICULOS AUTOMOTORES.

CARROCERIAS DE BUSES. REQUISITOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Quito

, Pichincha , ECUADOR : Registro Oficial No. 519 de 2009-02-02.

Ortega , R., & Bosch, G. (2006). Caracterización de catalizadores Basicos tipo hidrotalcita

sintetizados por irradiación de microondas. *Revista Mexicana de ingeniería Química*, 2-6.

P. Fernández, J. L. (diciembre 1999). Caracterización Metalúrgica del Acero MartensíticodeBaja

Activación F-82-H Modificado. *Centro de Investigaciones Energéticas,*

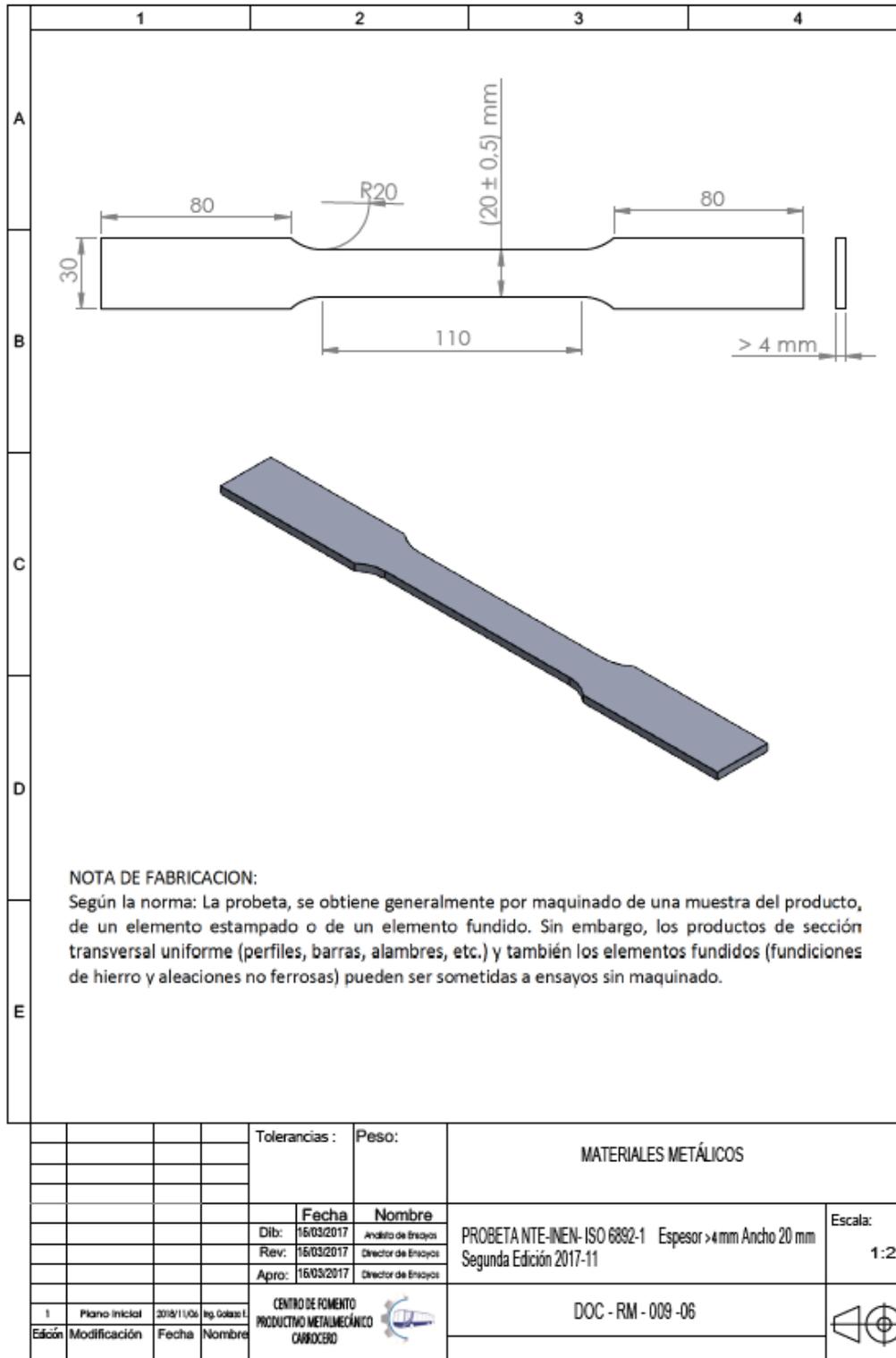
Medioambientales, y Tecnológicas.

Perez, N. (Noviembre 2011). Monitoreo Ultrasónico de Corrosion en Tubos de Acero. *Universidad*

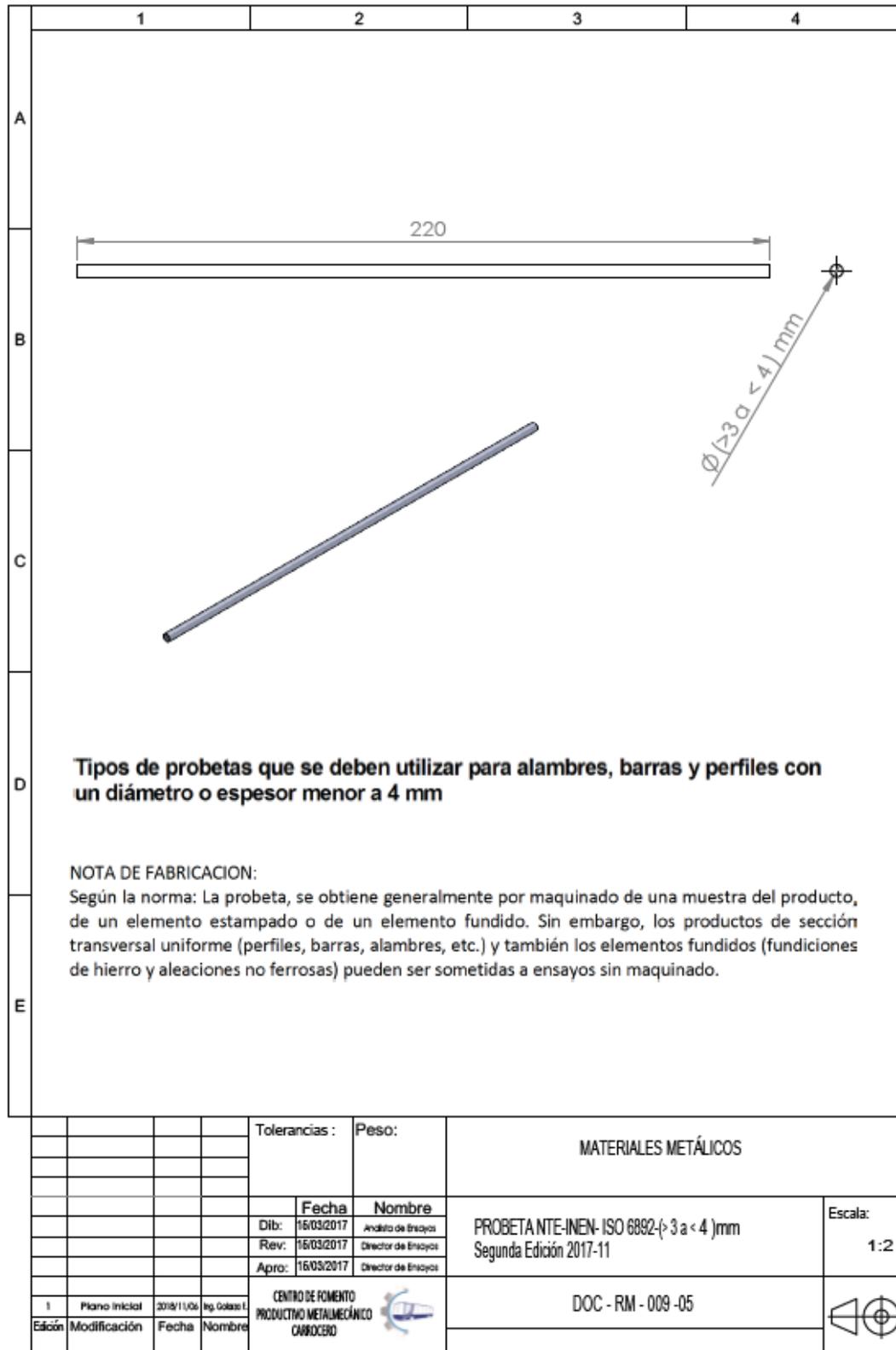
de la República de Uruguay, 3-8.

- Portilla, I. C. (8 de FEBRERO de 2018). Propuesta de Diseño Ergonómico Centrado en el Asiento del Usuario de Unidades de Transporte Interprovincial del Ecuador. *DISEÑO ERGONÓMICO ASIENTO BUS INTERPROVINCIAL*. Quito, Pichincha, ECUADOR.
- Ramos, C. D. (2010). EVOLUCION DE LA MICROESTRUCTURA DE UN ACERO. *CAC-CNEA, San Martín, Argentina*, 4-5.
- Singer, A. (1994). *Resistencia de materiales*. Madrid: Harla S.A.
- Singer, F. (1994). *Resistencia de Materiales*. Mexico: Copirygth Nueva York.
- Singuer , F. (1994). *Resistencia de Matreriales* . Mexico: STRENGTH OF MATERIALS.
- Tomás Amateco Reyes, J. A. (Mayo 2014). CARACTERIZACION DE MATERIALES NO LINEALES. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural*, 3-9.
- Chica, L., & Rocha, J. (2019). Análisis del sistema de producción y caracterización microestructural para evaluar el comportamiento mecánico de chasis de vehículo fabricado por extrusión. *Ciencia Digital*, 2-22.
- Peralta , D., & Leguísamo , J. (2018). Caracterización térmica y mecánica de madera de guayacán para uso en las construcciones de Ecuador. *UTCiencia*, 2-15.
- Vega , W., & Molina , J. (2018). Revisión de las Características de Modelado y Optimización para el diseño del sistema de suspensión Macpherson. *Información Tecnológica*, 2-13.

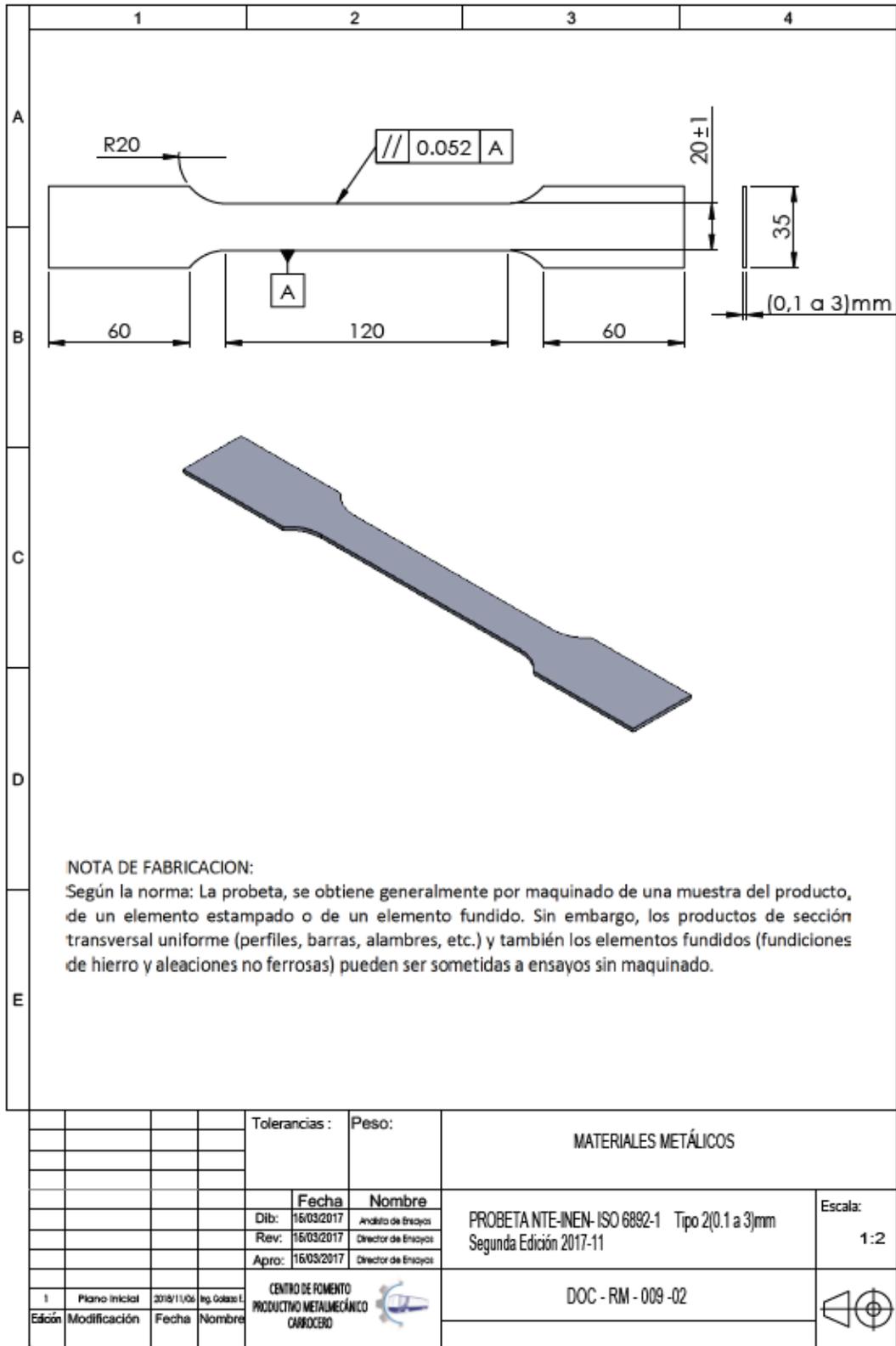
Anexos



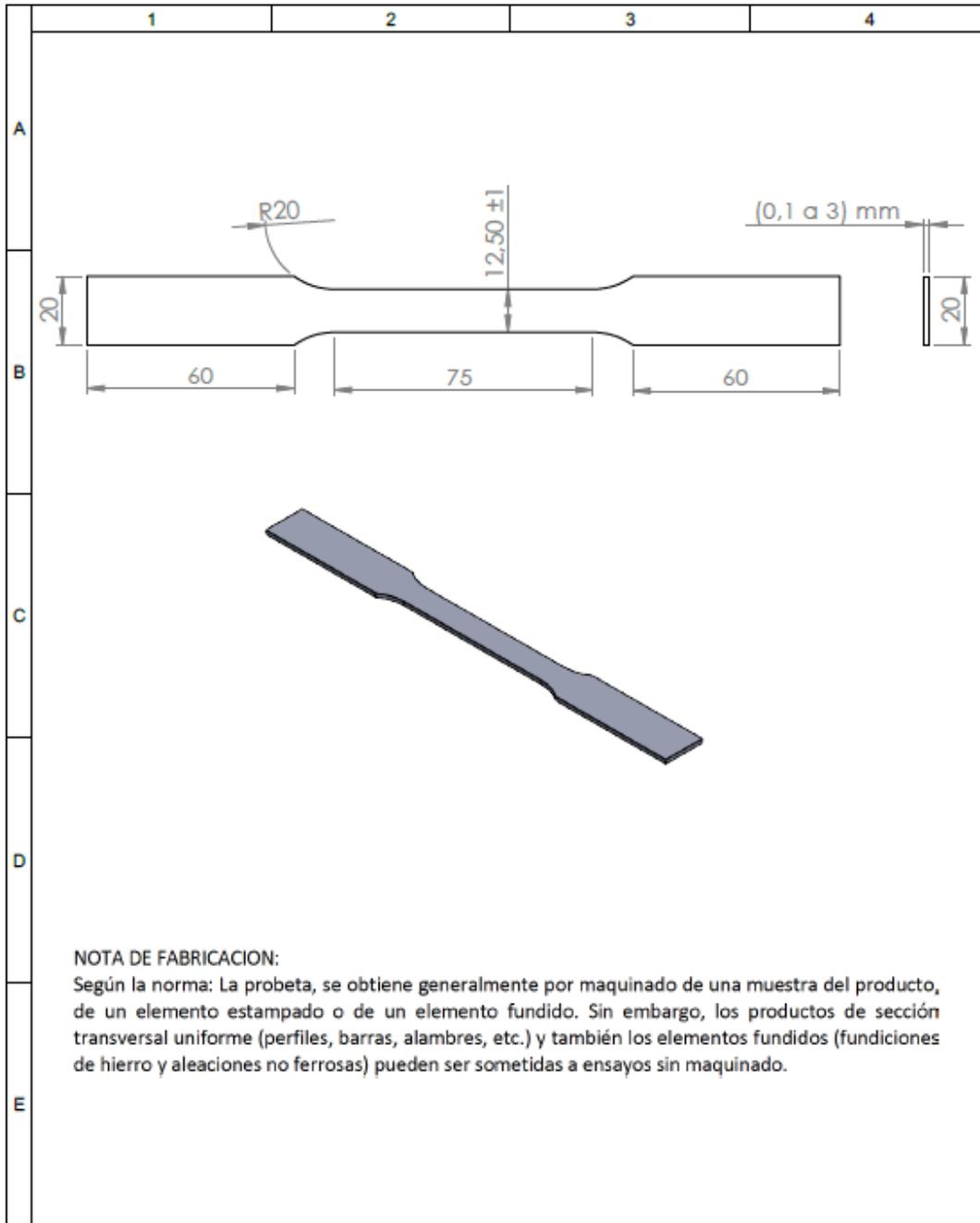
Anexo 1. Probeta tipo plana NTE-INEN-ISO 6892 mayor A 4mm ancho 20mm



Anexo 2. Probeta tipo cilíndrica NTE-INEN-ISO 6892 mayor a 3 hasta 4 mm.



Anexo 3. Probeta tipo plana NTE INEN-ISO 6892 tipo 2(0.1 a 3)mm

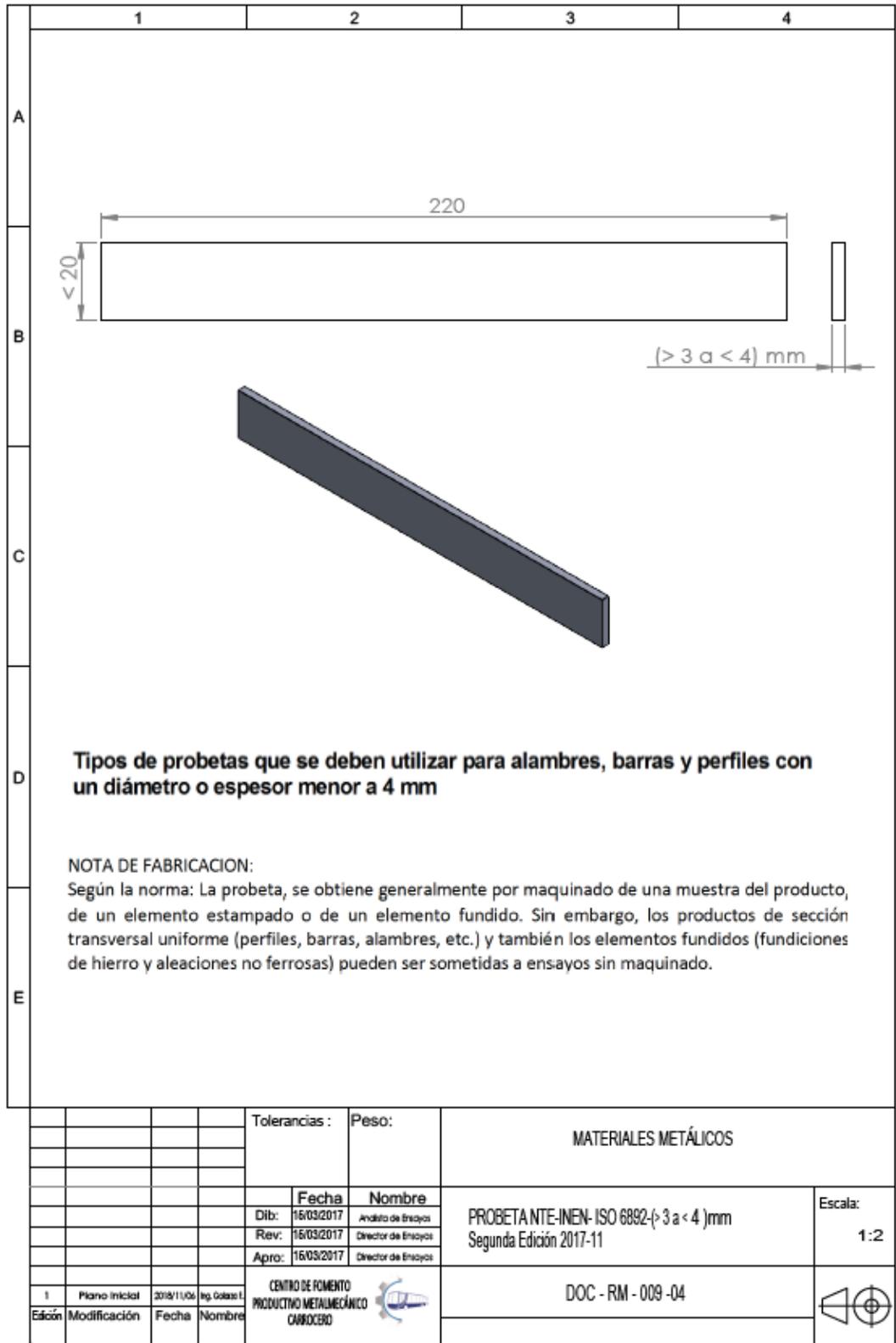


NOTA DE FABRICACION:

Según la norma: La probeta, se obtiene generalmente por maquinado de una muestra del producto, de un elemento estampado o de un elemento fundido. Sin embargo, los productos de sección transversal uniforme (perfiles, barras, alambres, etc.) y también los elementos fundidos (fundiciones de hierro y aleaciones no ferrosas) pueden ser sometidas a ensayos sin maquinado.

| | | | | | | | |
|---------|---------------|------------|--------------|--|---------------------|--|----------------|
| | | | | Tolerancias : | Peso: | MATERIALES METÁLICOS | |
| | | | | | | | |
| | | | | Fecha | Nombre | PROBETA NTE-INEN-ISO 6892-1 Tipo 1(0.1 a 3)mm Segunda Edición 2017-11 | Escala: 1:2 |
| | | | | Dib: | Andrés de Enríquez | | |
| | | | | Rev: | Director de Ensayos | | |
| | | | | Apro: | Director de Ensayos | | |
| 1 | Plano Inicial | 2018/11/06 | Ing. Gabriel | CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO METALMECÁNICO CARROCERO | | DOC - RM - 009 -01 | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | | | |

Anexo 4. Probeta tipo plana NTE-INEN-ISO 6892 tipo 1-(0.1 a 3)mm



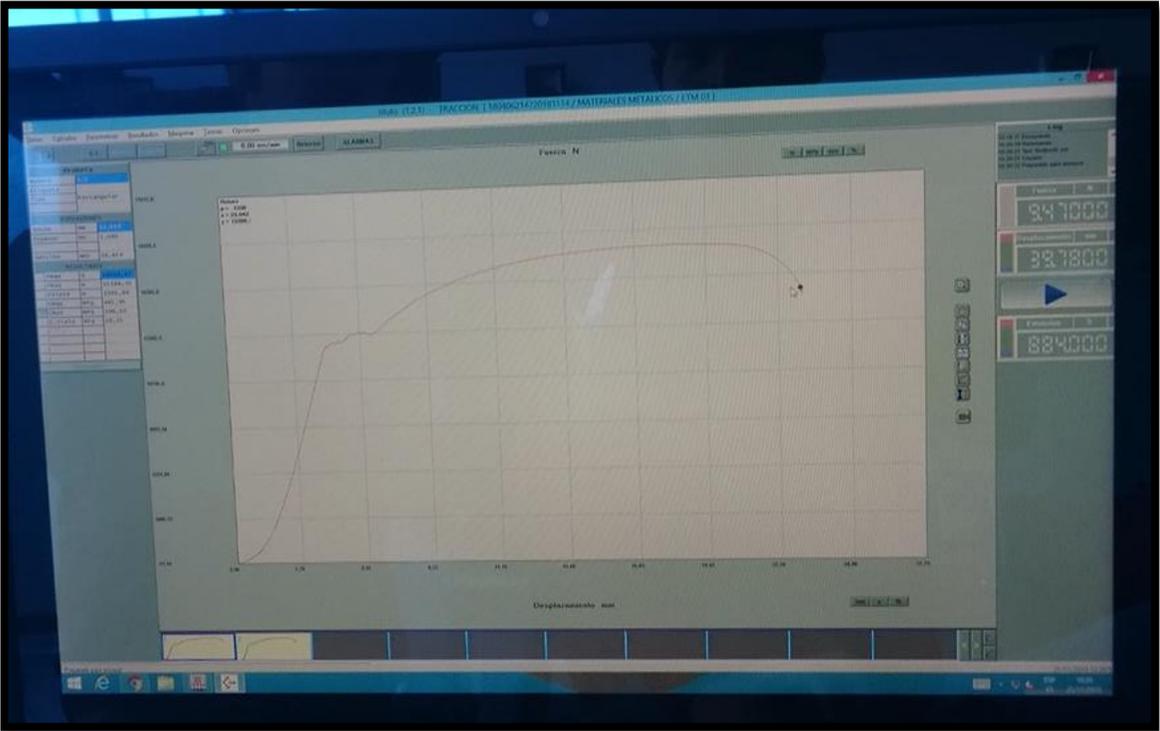
Anexo 5. Probeta tipo plana NTE-INEN-ISO 6892 tipo plana mayor a 3 hasta 4 mm



Anexo 6. Realización de Probetas Perfiles cuadrados, triangulo, T y platinas.



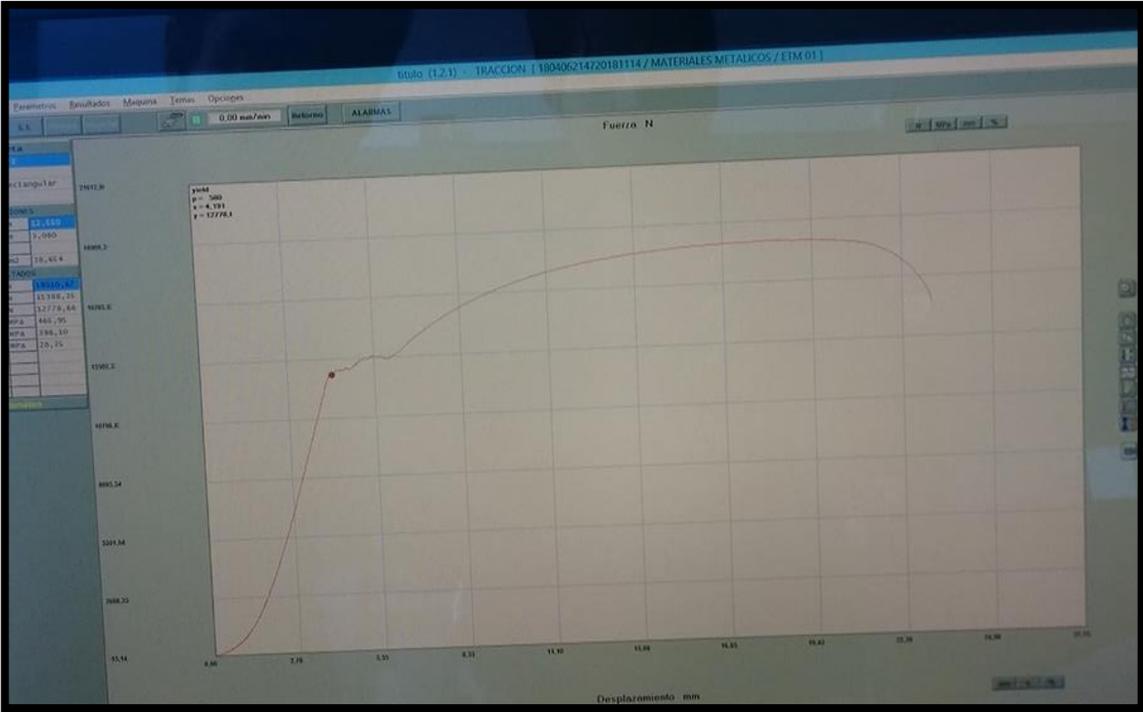
Anexo 7. Realización de Probetas circulares y varillas.



Anexo 8. Punto de Rotura.



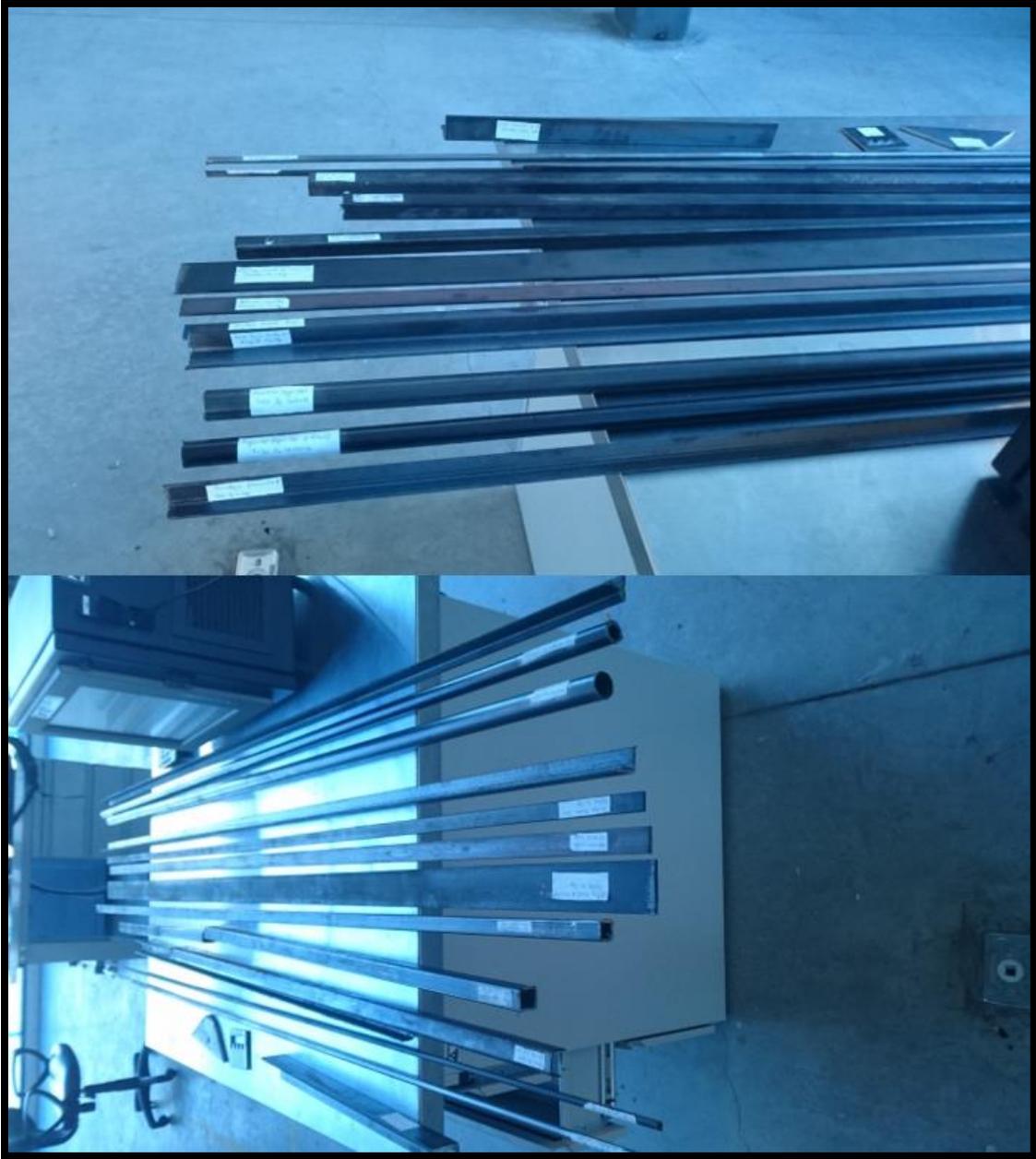
Anexo 9. Punto de Elasticidad.



Anexo 10. Punto de Fluencia



Anexo 11. Vista del Diseño estructural de asiento lateral y posterior.



Anexo 12. Descripción con nombres a todos los materiales estructurales del asiento.



Anexo 13. Designación de códigos con nombres a las probetas planas.



Anexo 14. Designación de códigos con nombres a las probetas circulares y varillas.



Anexo 15. Designación de códigos con nombres a todas las probetas para ensayos de tracción.



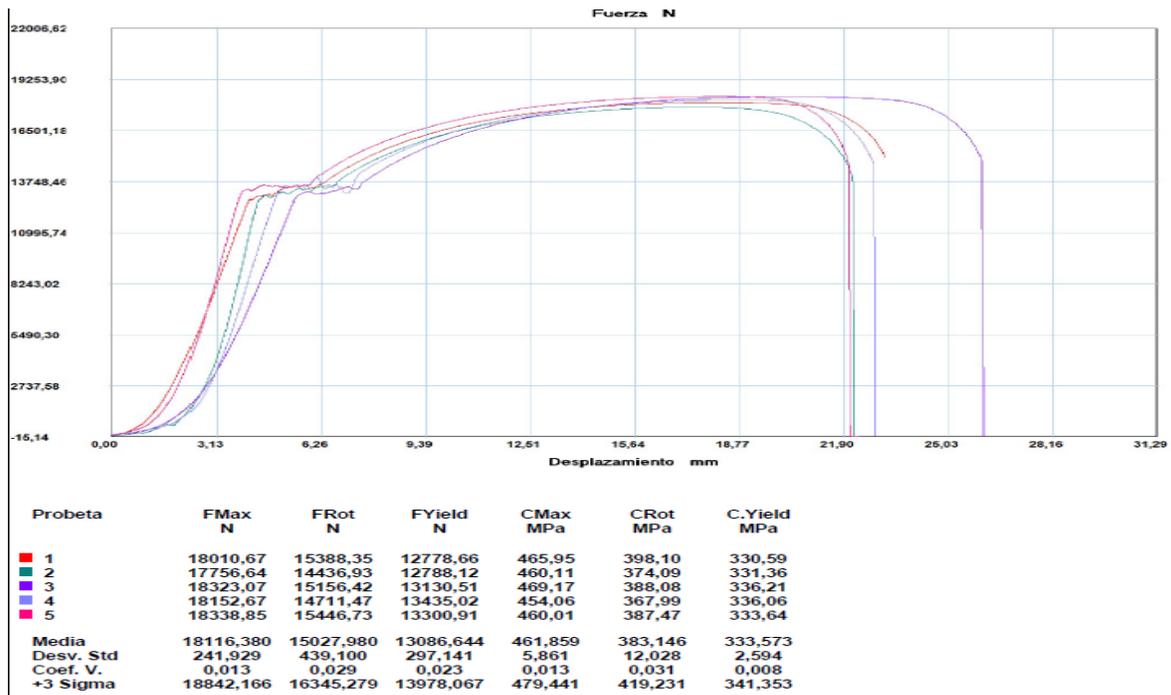
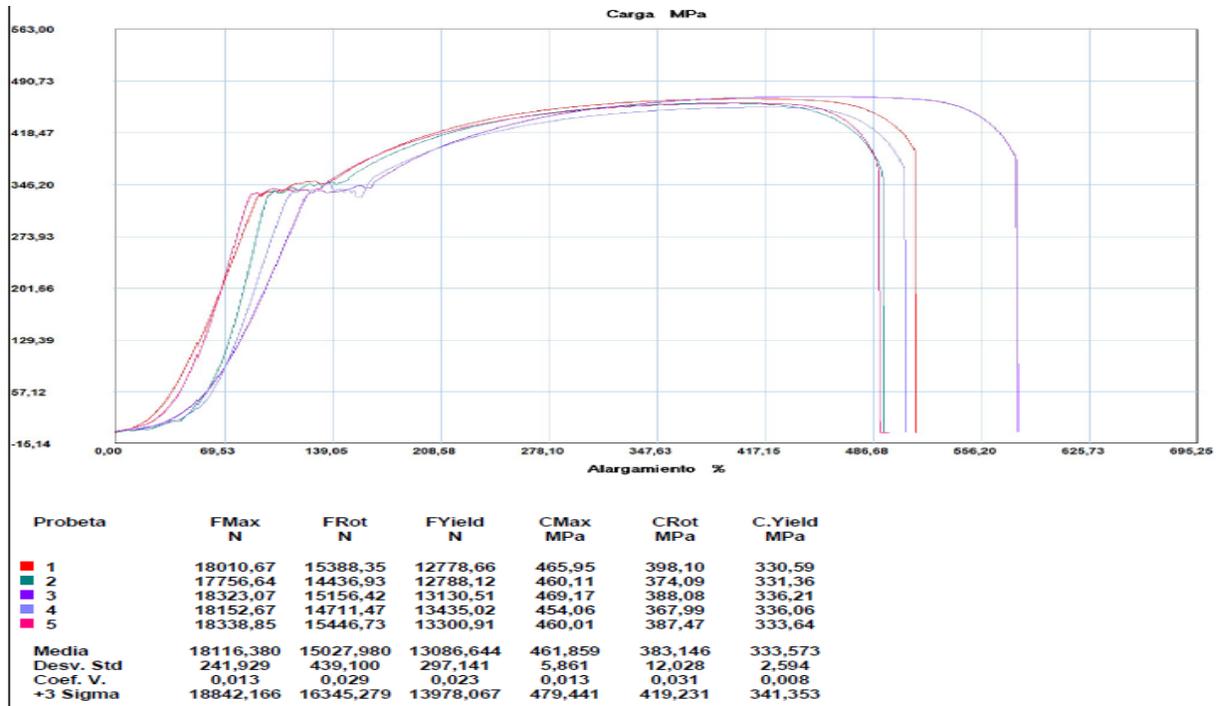
Anexo 16. Designación de códigos con nombres a todas las probetas para ensayos de densidad.



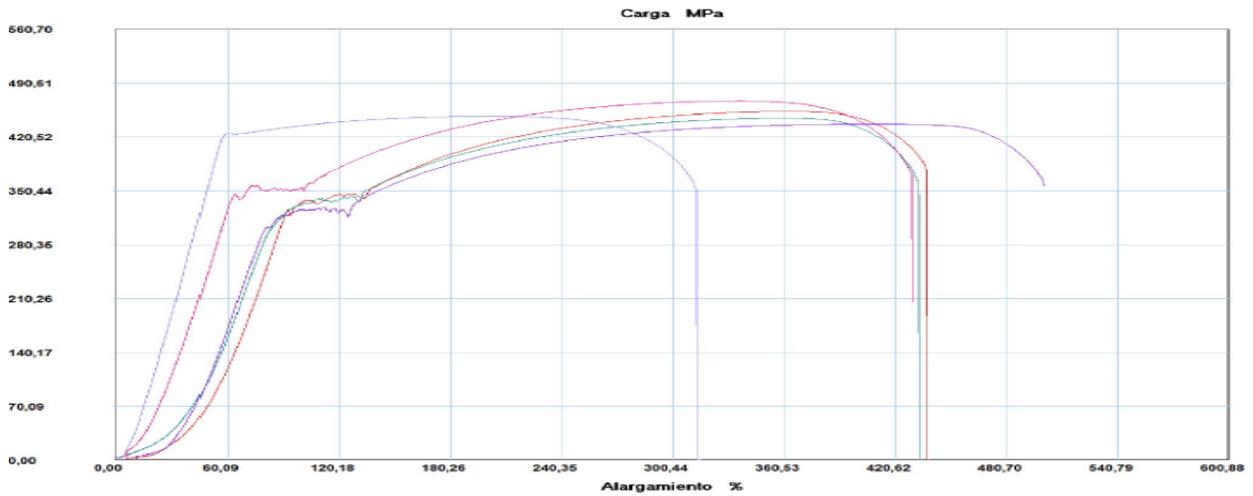
Anexo 17. Equipo de ensayo de tracción.



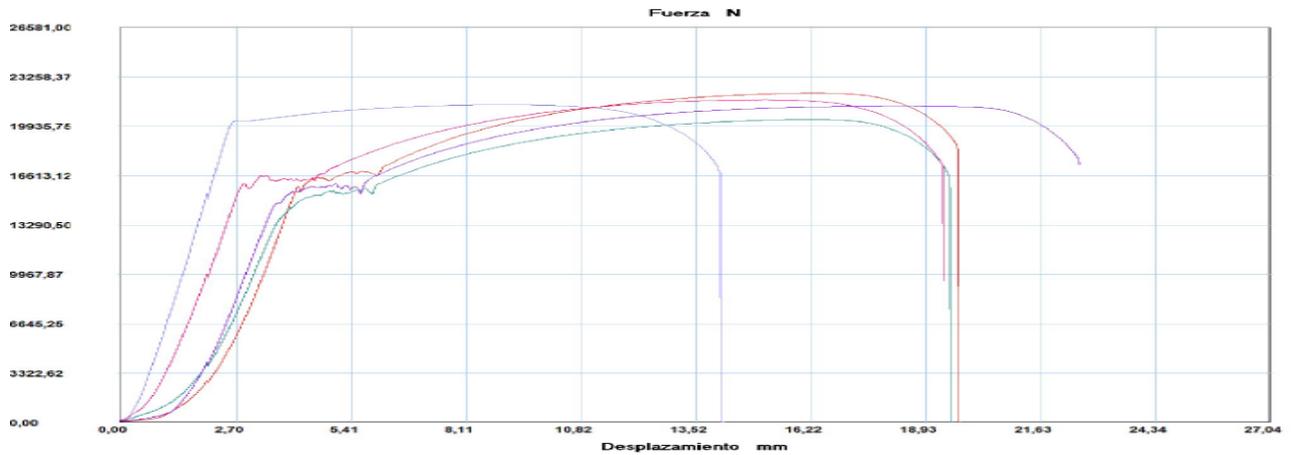
Anexo 18. Materiales de ensayos realizados.



Anexo 19. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Base cojín posterior. Angulo corredizo

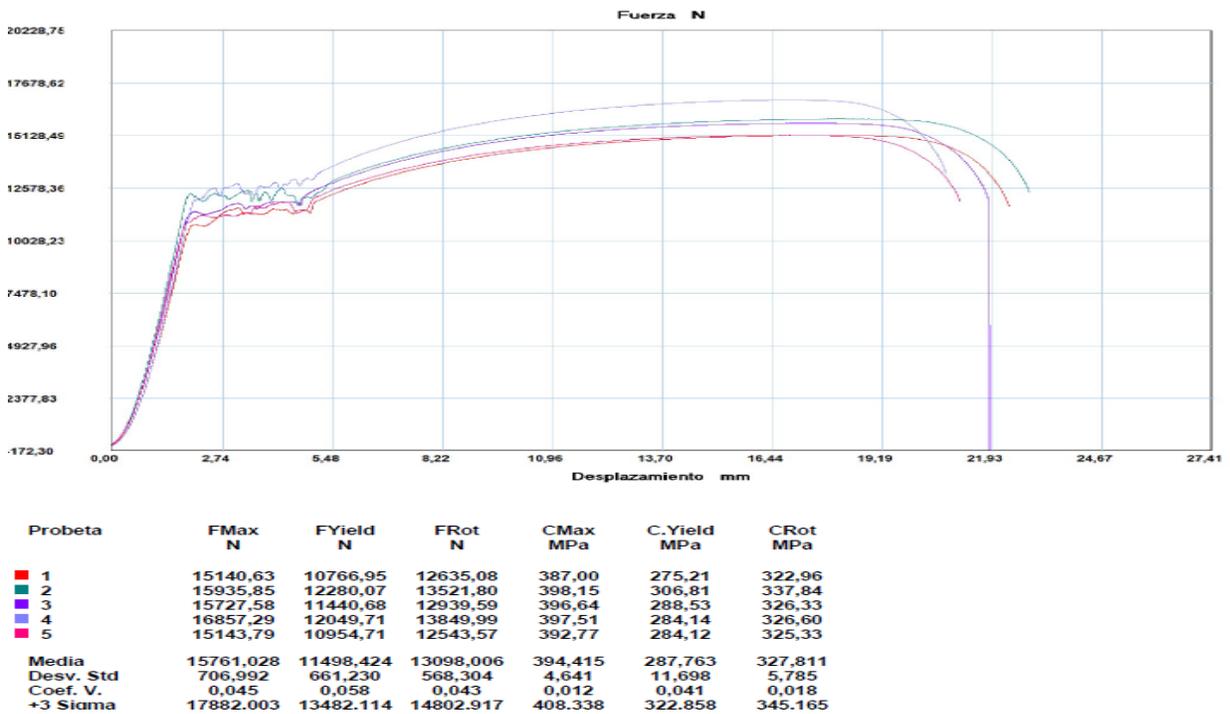
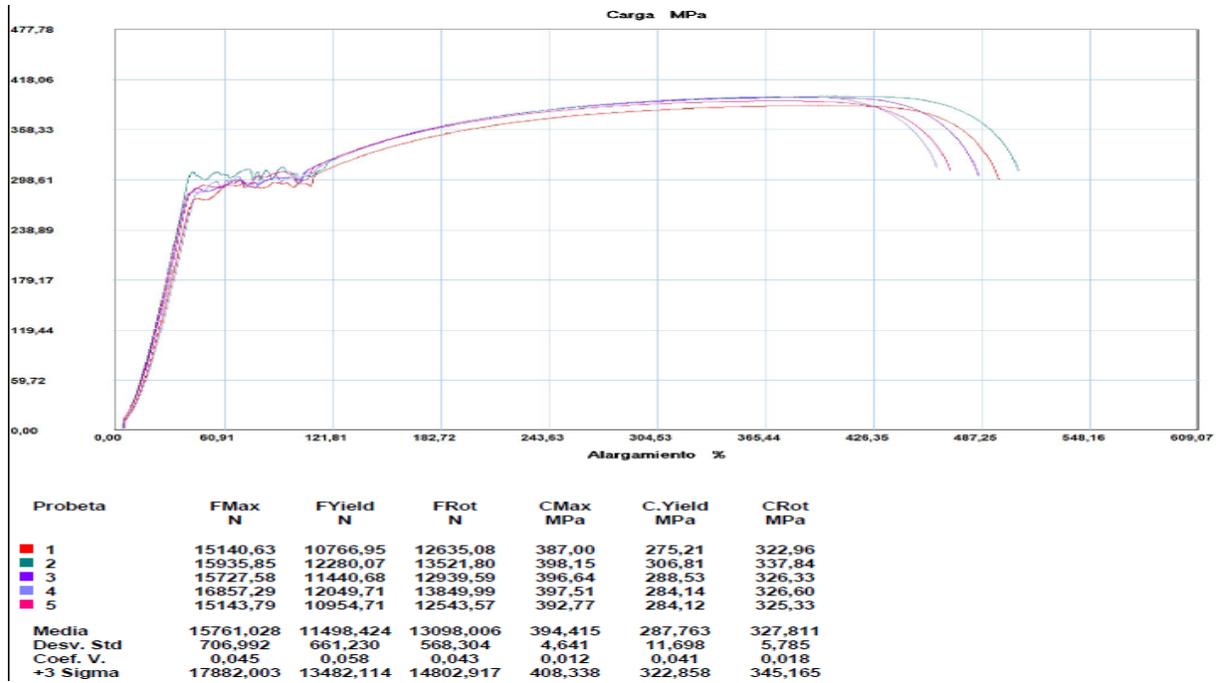


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------------|-------------|
| 1 | 22150,83 | 15740,20 | 18870,57 | 453,85 | 322,50 | 386,64 |
| 2 | 20382,11 | 15443,58 | 16915,67 | 445,09 | 337,25 | 369,39 |
| 3 | 21292,51 | 15550,86 | 17925,47 | 437,10 | 319,23 | 367,98 |
| 4 | 21374,55 | 14951,30 | 18865,84 | 447,48 | 313,01 | 394,96 |
| 5 | 21705,89 | 16085,74 | 17379,54 | 467,25 | 346,27 | 374,12 |
| Media | 21381,178 | 15554,336 | 17991,418 | 450,154 | 327,651 | 378,618 |
| Desv. Std | 652,657 | 416,193 | 876,570 | 11,281 | 13,697 | 11,725 |
| Coef. V. | 0,031 | 0,027 | 0,049 | 0,025 | 0,042 | 0,031 |
| +3 Sigma | 23339,149 | 16802,916 | 20621,128 | 483,997 | 368,742 | 413,793 |

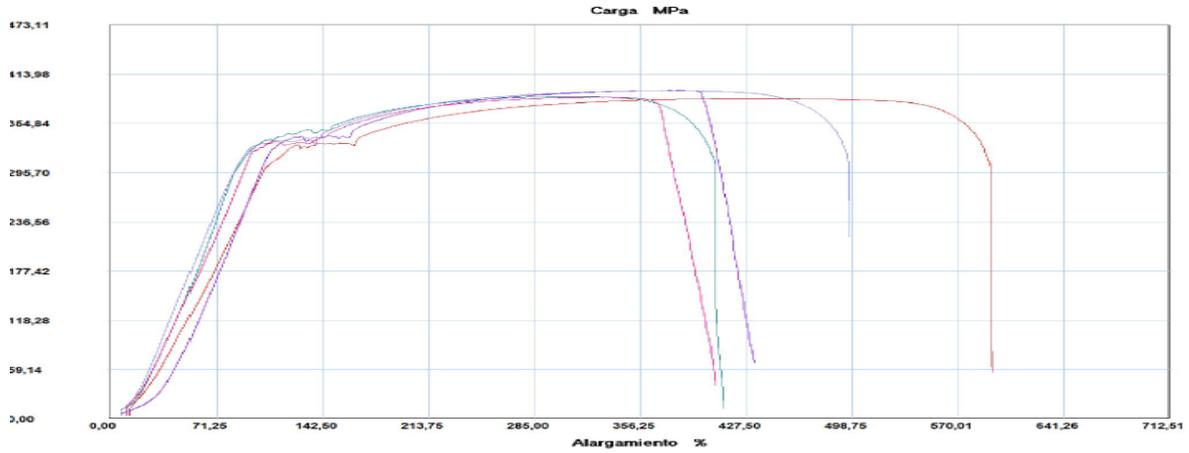


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------------|-------------|
| 1 | 22150,83 | 15740,20 | 18870,57 | 453,85 | 322,50 | 386,64 |
| 2 | 20382,11 | 15443,58 | 16915,67 | 445,09 | 337,25 | 369,39 |
| 3 | 21292,51 | 15550,86 | 17925,47 | 437,10 | 319,23 | 367,98 |
| 4 | 21374,55 | 14951,30 | 18865,84 | 447,48 | 313,01 | 394,96 |
| 5 | 21705,89 | 16085,74 | 17379,54 | 467,25 | 346,27 | 374,12 |
| Media | 21381,178 | 15554,336 | 17991,418 | 450,154 | 327,651 | 378,618 |
| Desv. Std | 652,657 | 416,193 | 876,570 | 11,281 | 13,697 | 11,725 |
| Coef. V. | 0,031 | 0,027 | 0,049 | 0,025 | 0,042 | 0,031 |
| +3 Sigma | 23339,149 | 16802,916 | 20621,128 | 483,997 | 368,742 | 413,793 |

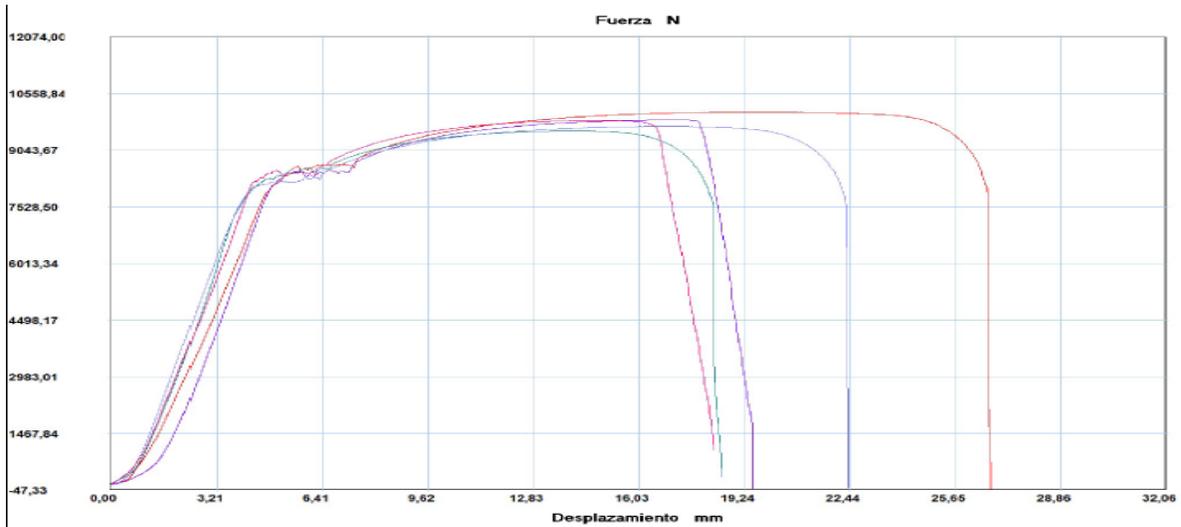
Anexo 20. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Anclaje resortes T



Anexo 21. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Refuerzo espaldar platina

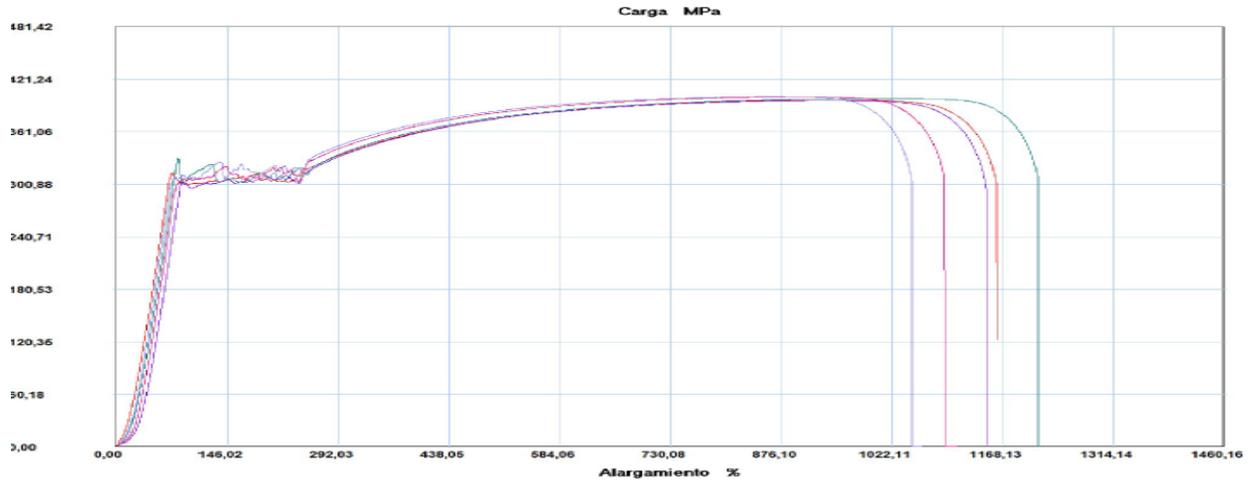


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 10061,67 | 8592,74 | 8972,99 | 384,73 | 328,56 | 343,10 |
| 2 | 9558,35 | 8122,55 | 8094,15 | 387,29 | 329,11 | 327,96 |
| 3 | 9856,56 | 8124,13 | 9342,19 | 394,26 | 324,97 | 373,69 |
| 4 | 9681,42 | 8061,01 | 8280,33 | 393,93 | 328,00 | 336,92 |
| 5 | 9842,36 | 8215,64 | 8226,69 | 386,40 | 322,53 | 322,97 |
| Media | 9800,072 | 8223,214 | 8583,270 | 389,321 | 326,634 | 340,928 |
| Desv. Std | 190,998 | 213,815 | 544,518 | 4,457 | 2,798 | 19,904 |
| Coef. V. | 0,019 | 0,026 | 0,063 | 0,011 | 0,009 | 0,058 |
| +3 Sigma | 10373,065 | 8864,660 | 10216,825 | 402,691 | 335,028 | 400,638 |

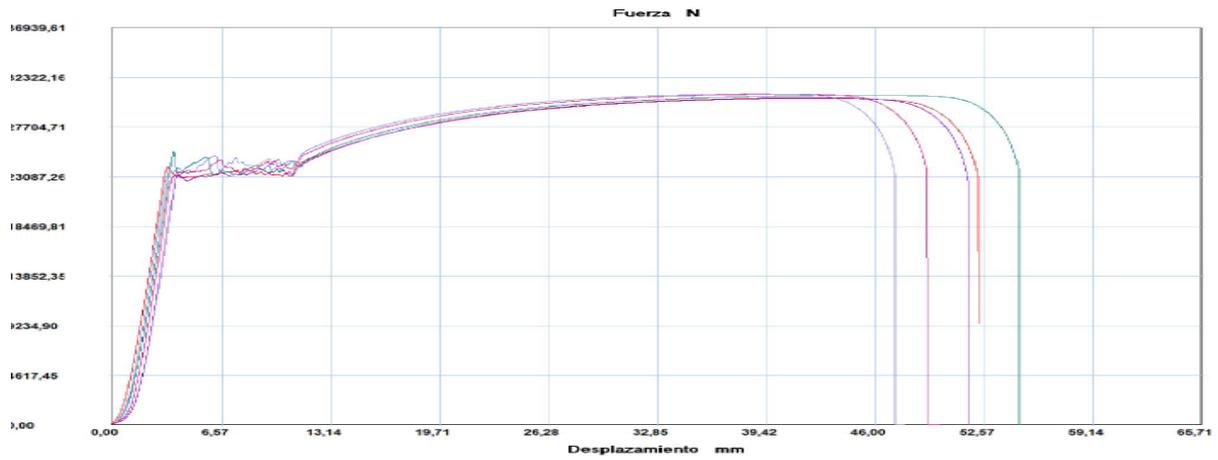


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 10061,67 | 8592,74 | 8972,99 | 384,73 | 328,56 | 343,10 |
| 2 | 9558,35 | 8122,55 | 8094,15 | 387,29 | 329,11 | 327,96 |
| 3 | 9856,56 | 8124,13 | 9342,19 | 394,26 | 324,97 | 373,69 |
| 4 | 9681,42 | 8061,01 | 8280,33 | 393,93 | 328,00 | 336,92 |
| 5 | 9842,36 | 8215,64 | 8226,69 | 386,40 | 322,53 | 322,97 |
| Media | 9800,072 | 8223,214 | 8583,270 | 389,321 | 326,634 | 340,928 |
| Desv. Std | 190,998 | 213,815 | 544,518 | 4,457 | 2,798 | 19,904 |
| Coef. V. | 0,019 | 0,026 | 0,063 | 0,011 | 0,009 | 0,058 |
| +3 Sigma | 10373,065 | 8864,660 | 10216,825 | 402,691 | 335,028 | 400,638 |

Anexo 22. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Base cojín plancha

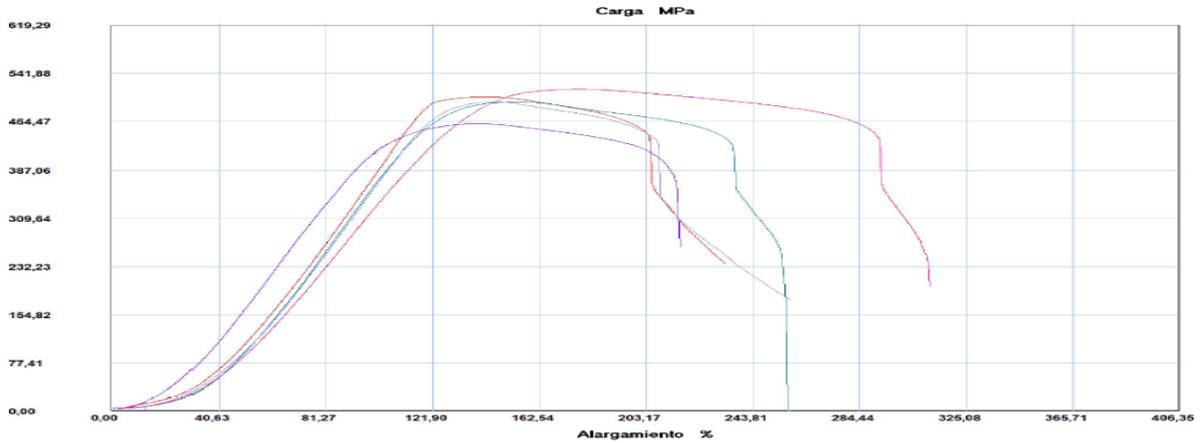


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 30390,14 | 23911,67 | 28013,96 | 397,31 | 312,61 | 366,25 |
| 2 | 30658,37 | 25331,69 | 29170,50 | 398,93 | 329,62 | 379,57 |
| 3 | 30435,90 | 23193,76 | 28182,79 | 396,86 | 302,43 | 367,49 |
| 4 | 30783,01 | 23656,06 | 27840,40 | 401,18 | 308,30 | 362,83 |
| 5 | 30753,04 | 23166,94 | 28099,17 | 401,00 | 302,08 | 366,40 |
| Media | 30604,092 | 23852,024 | 28261,364 | 399,057 | 311,008 | 368,505 |
| Desv. Std | 181,113 | 885,159 | 523,791 | 2,009 | 11,285 | 6,426 |
| Coef. V. | 0,006 | 0,037 | 0,019 | 0,005 | 0,036 | 0,017 |
| +3 Sigma | 31147,430 | 26507,500 | 29832,737 | 405,085 | 344,864 | 387,782 |

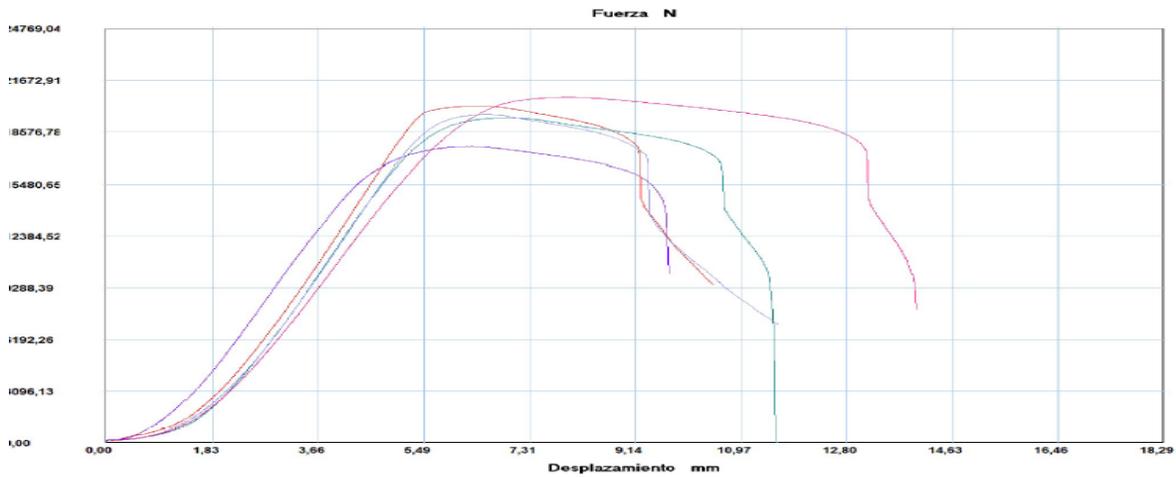


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 30390,14 | 23911,67 | 28013,96 | 397,31 | 312,61 | 366,25 |
| 2 | 30658,37 | 25331,69 | 29170,50 | 398,93 | 329,62 | 379,57 |
| 3 | 30435,90 | 23193,76 | 28182,79 | 396,86 | 302,43 | 367,49 |
| 4 | 30783,01 | 23656,06 | 27840,40 | 401,18 | 308,30 | 362,83 |
| 5 | 30753,04 | 23166,94 | 28099,17 | 401,00 | 302,08 | 366,40 |
| Media | 30604,092 | 23852,024 | 28261,364 | 399,057 | 311,008 | 368,505 |
| Desv. Std | 181,113 | 885,159 | 523,791 | 2,009 | 11,285 | 6,426 |
| Coef. V. | 0,006 | 0,037 | 0,019 | 0,005 | 0,036 | 0,017 |
| +3 Sigma | 31147,430 | 26507,500 | 29832,737 | 405,085 | 344,864 | 387,782 |

Anexo 23. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Anclaje asiento piso.

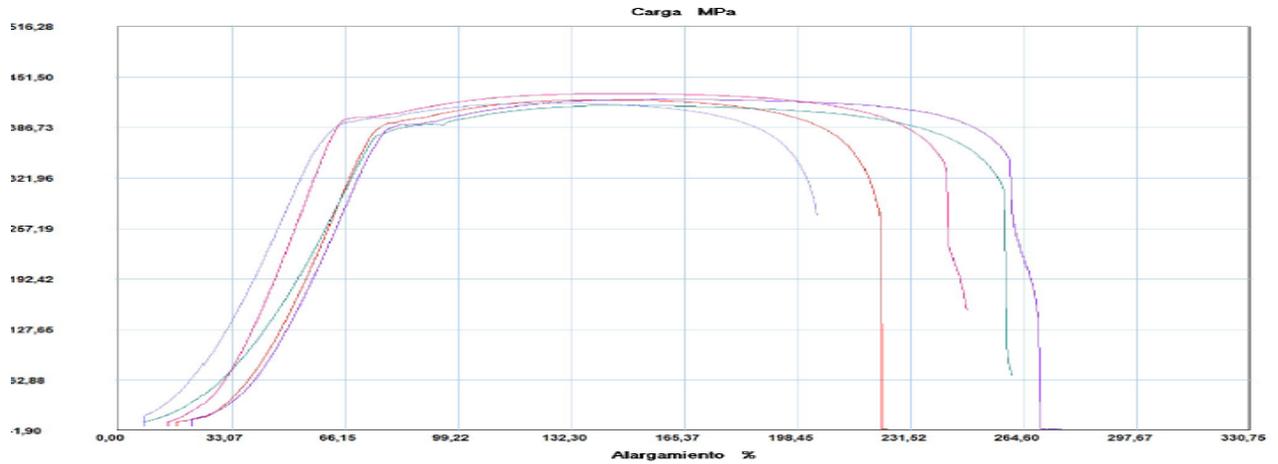


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 20123,35 | 18769,59 | 14717,78 | 503,94 | 470,04 | 368,57 |
| 2 | 19413,34 | 18192,12 | 14249,17 | 495,45 | 464,28 | 363,65 |
| 3 | 17699,84 | 16366,59 | 14511,09 | 460,79 | 426,08 | 377,77 |
| 4 | 19624,76 | 18786,95 | 13725,34 | 495,61 | 474,45 | 346,63 |
| 5 | 20640,87 | 18313,61 | 14648,36 | 516,07 | 457,89 | 366,25 |
| Media | 19500,432 | 18085,772 | 14370,348 | 494,373 | 458,549 | 364,574 |
| Desv. Std | 1112,857 | 997,254 | 402,656 | 20,573 | 19,187 | 11,358 |
| Coef. V. | 0,057 | 0,055 | 0,028 | 0,042 | 0,042 | 0,031 |
| +3 Sigma | 22839,002 | 21077,535 | 15578,316 | 556,093 | 516,109 | 398,649 |

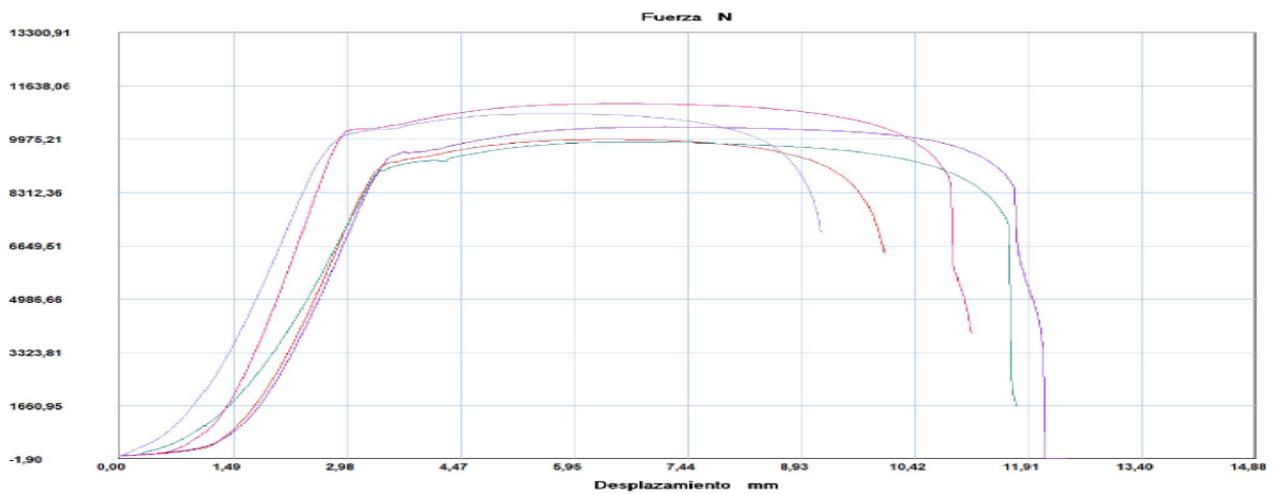


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 20123,35 | 18769,59 | 14717,78 | 503,94 | 470,04 | 368,57 |
| 2 | 19413,34 | 18192,12 | 14249,17 | 495,45 | 464,28 | 363,65 |
| 3 | 17699,84 | 16366,59 | 14511,09 | 460,79 | 426,08 | 377,77 |
| 4 | 19624,76 | 18786,95 | 13725,34 | 495,61 | 474,45 | 346,63 |
| 5 | 20640,87 | 18313,61 | 14648,36 | 516,07 | 457,89 | 366,25 |
| Media | 19500,432 | 18085,772 | 14370,348 | 494,373 | 458,549 | 364,574 |
| Desv. Std | 1112,857 | 997,254 | 402,656 | 20,573 | 19,187 | 11,358 |
| Coef. V. | 0,057 | 0,055 | 0,028 | 0,042 | 0,042 | 0,031 |
| +3 Sigma | 22839,002 | 21077,535 | 15578,316 | 556,093 | 516,109 | 398,649 |

Anexo 24. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Tubo base cuadrado posterior y frontal.

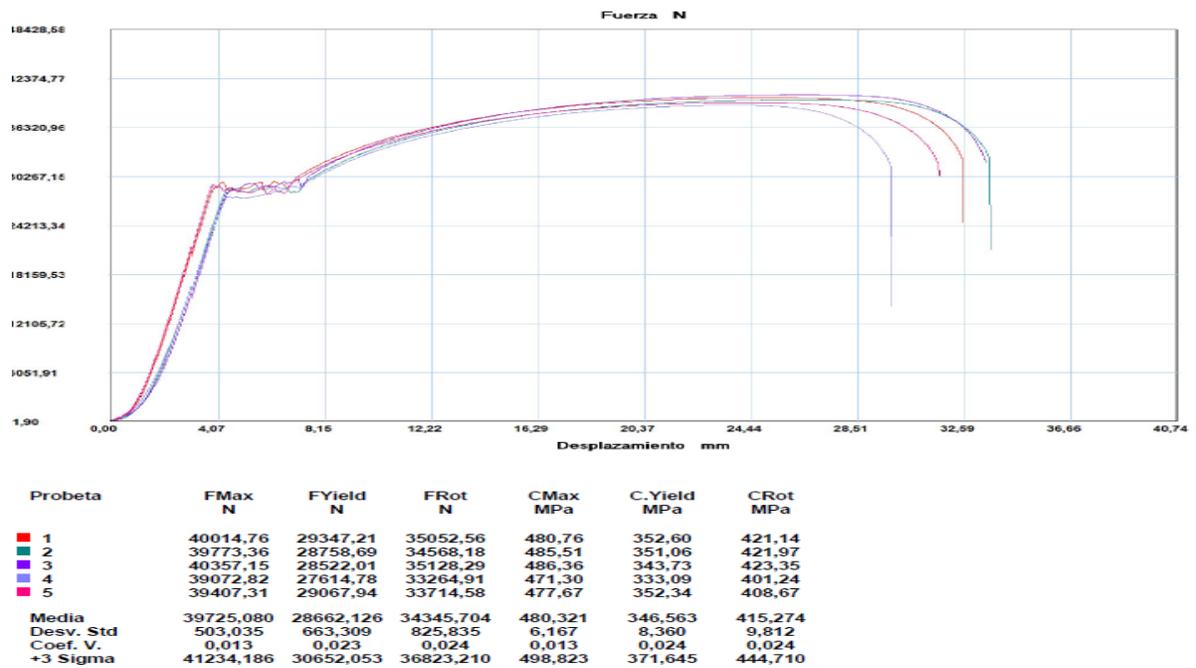
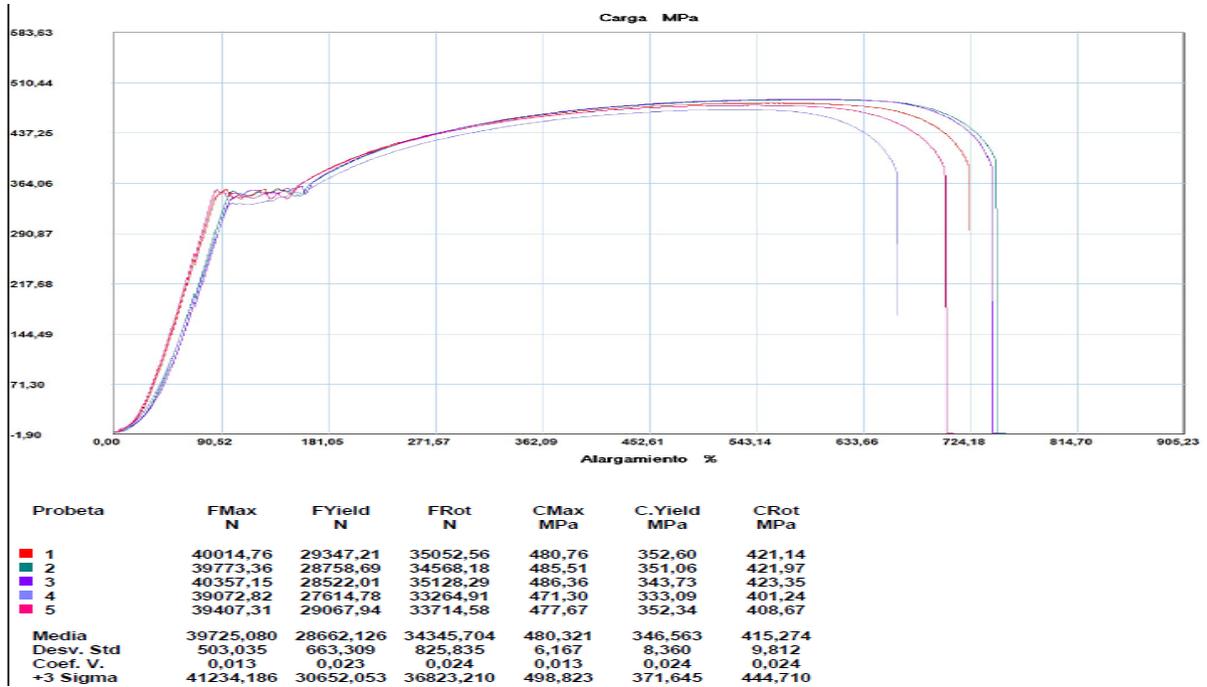


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------------|-------------|
| 1 | 9970,16 | 9170,21 | 8034,19 | 422,39 | 388,50 | 340,38 |
| 2 | 9894,43 | 8859,38 | 8308,73 | 415,23 | 371,79 | 348,68 |
| 3 | 10361,46 | 9443,17 | 8745,78 | 423,21 | 385,71 | 357,22 |
| 4 | 10770,11 | 9959,12 | 9615,16 | 417,79 | 386,33 | 372,98 |
| 5 | 11084,09 | 10154,76 | 9548,89 | 430,23 | 394,16 | 370,64 |
| Media | 10416,050 | 9517,328 | 8850,550 | 421,770 | 385,297 | 357,981 |
| Desv. Std | 511,254 | 538,606 | 714,720 | 5,760 | 8,253 | 13,985 |
| Coef. V. | 0,049 | 0,057 | 0,081 | 0,014 | 0,021 | 0,039 |
| +3 Sigma | 11949,811 | 11133,146 | 10994,709 | 439,051 | 410,057 | 399,937 |

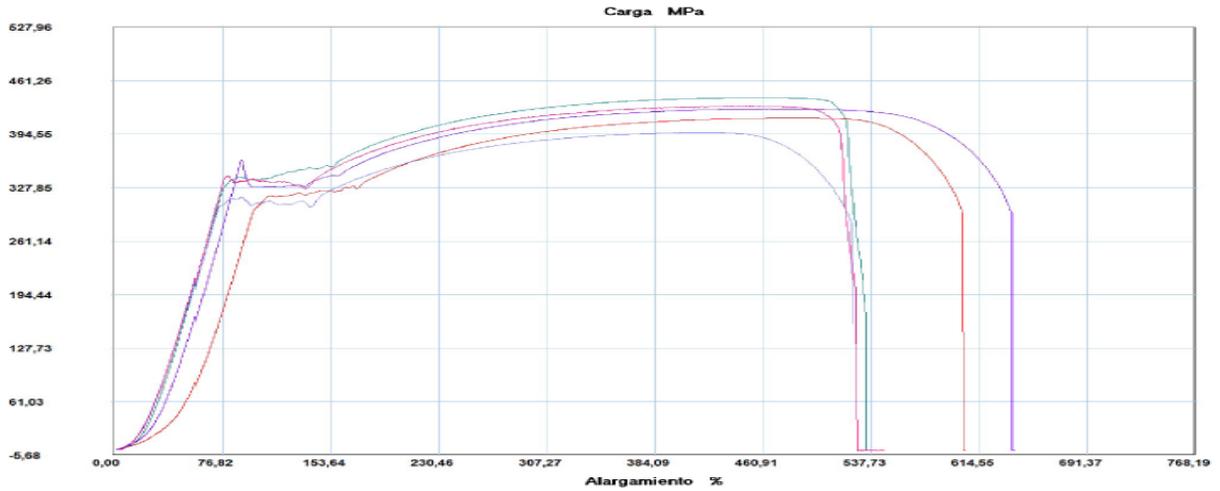


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------------|-------------|
| 1 | 9970,16 | 9170,21 | 8034,19 | 422,39 | 388,50 | 340,38 |
| 2 | 9894,43 | 8859,38 | 8308,73 | 415,23 | 371,79 | 348,68 |
| 3 | 10361,46 | 9443,17 | 8745,78 | 423,21 | 385,71 | 357,22 |
| 4 | 10770,11 | 9959,12 | 9615,16 | 417,79 | 386,33 | 372,98 |
| 5 | 11084,09 | 10154,76 | 9548,89 | 430,23 | 394,16 | 370,64 |
| Media | 10416,050 | 9517,328 | 8850,550 | 421,770 | 385,297 | 357,981 |
| Desv. Std | 511,254 | 538,606 | 714,720 | 5,760 | 8,253 | 13,985 |
| Coef. V. | 0,049 | 0,057 | 0,081 | 0,014 | 0,021 | 0,039 |
| +3 Sigma | 11949,811 | 11133,146 | 10994,709 | 439,051 | 410,057 | 399,937 |

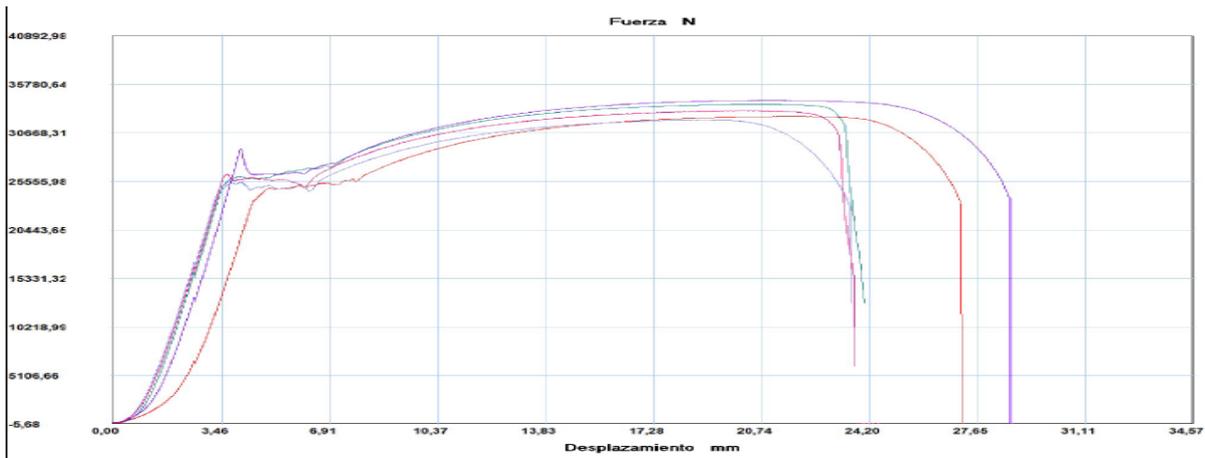
Anexo 25. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Tubo cuadrado base frontal



Anexo 26. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Platina grande de chupete.

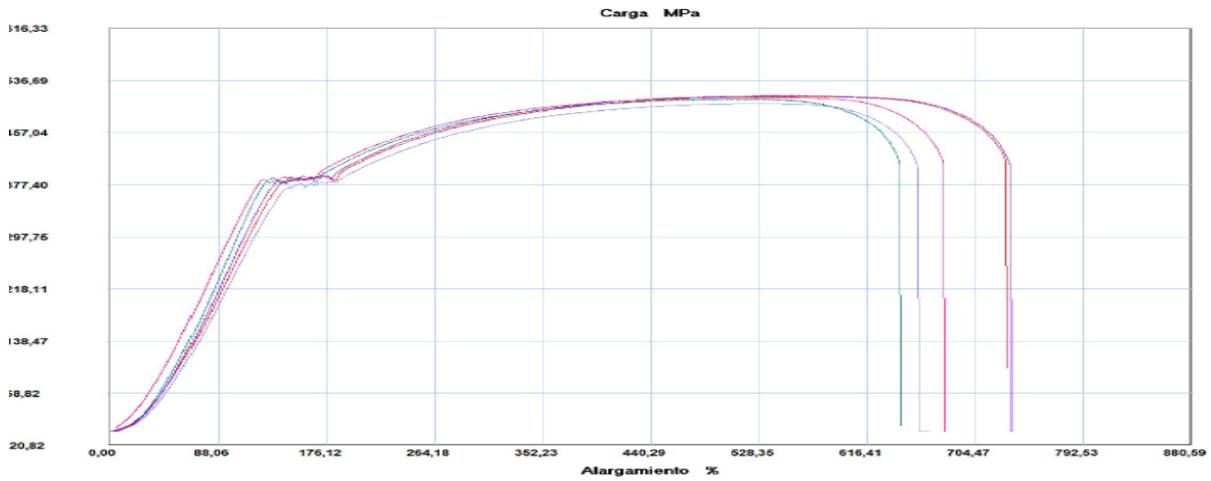


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 32387,65 | 24711,62 | 25326,96 | 414,36 | 316,16 | 324,03 |
| 2 | 33662,51 | 25787,68 | 32132,04 | 439,97 | 337,04 | 419,97 |
| 3 | 34077,48 | 28959,07 | 27346,55 | 425,85 | 361,89 | 341,74 |
| 4 | 32029,48 | 24629,57 | 23908,51 | 396,69 | 305,04 | 296,11 |
| 5 | 33004,57 | 26136,37 | 31425,18 | 429,69 | 340,27 | 409,13 |
| Media | 33032,338 | 26044,862 | 28027,848 | 421,313 | 332,081 | 358,195 |
| Desv. Std | 853,164 | 1756,965 | 3643,973 | 16,533 | 22,165 | 54,088 |
| Coef. V. | 0,026 | 0,067 | 0,130 | 0,039 | 0,067 | 0,151 |
| +3 Sigma | 35591,831 | 31315,758 | 38959,768 | 470,912 | 398,575 | 520,458 |



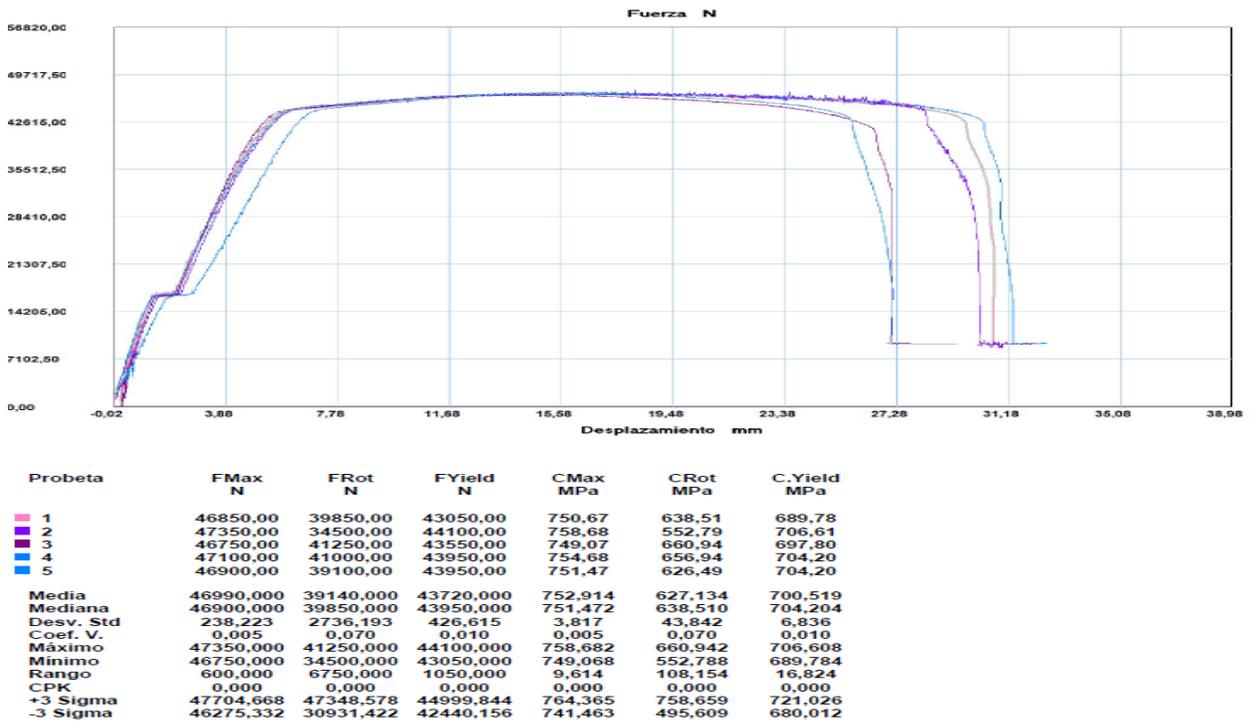
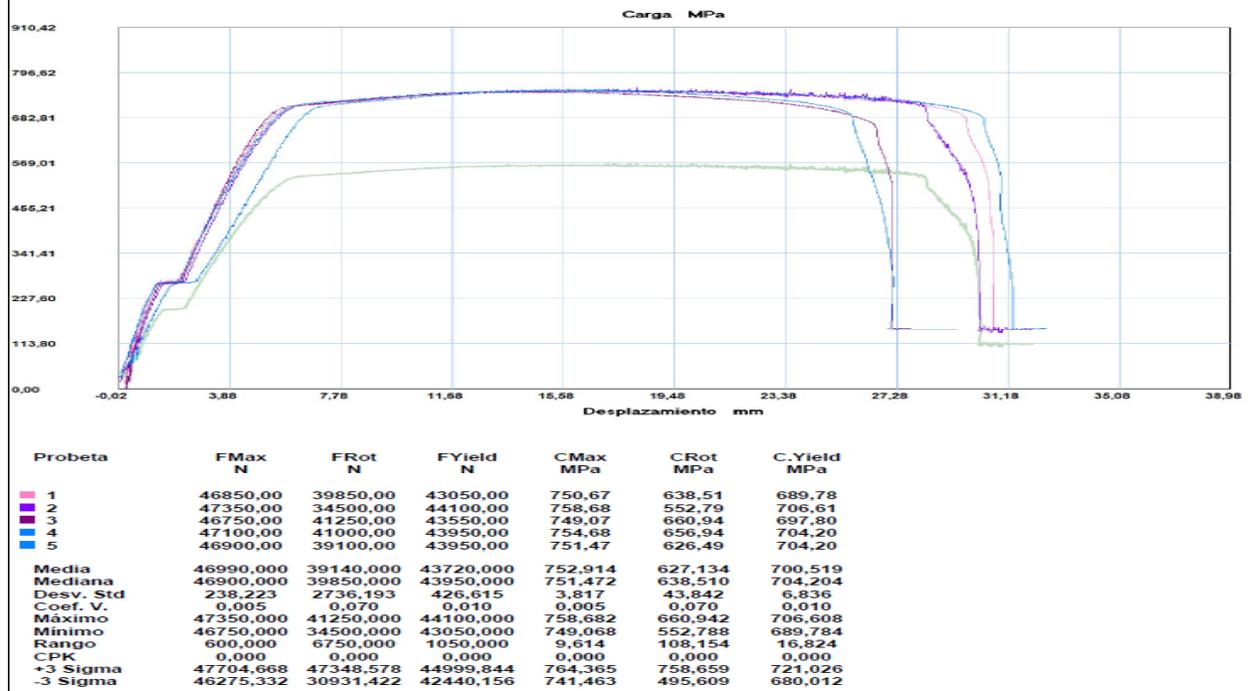
| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 32387,65 | 24711,62 | 25326,96 | 414,36 | 316,16 | 324,03 |
| 2 | 33662,51 | 25787,68 | 32132,04 | 439,97 | 337,04 | 419,97 |
| 3 | 34077,48 | 28959,07 | 27346,55 | 425,85 | 361,89 | 341,74 |
| 4 | 32029,48 | 24629,57 | 23908,51 | 396,69 | 305,04 | 296,11 |
| 5 | 33004,57 | 26136,37 | 31425,18 | 429,69 | 340,27 | 409,13 |
| Media | 33032,338 | 26044,862 | 28027,848 | 421,313 | 332,081 | 358,195 |
| Desv. Std | 853,164 | 1756,965 | 3643,973 | 16,533 | 22,165 | 54,088 |
| Coef. V. | 0,026 | 0,067 | 0,130 | 0,039 | 0,067 | 0,151 |
| +3 Sigma | 35591,831 | 31315,758 | 38959,768 | 470,912 | 398,575 | 520,458 |

Anexo 27. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Platina

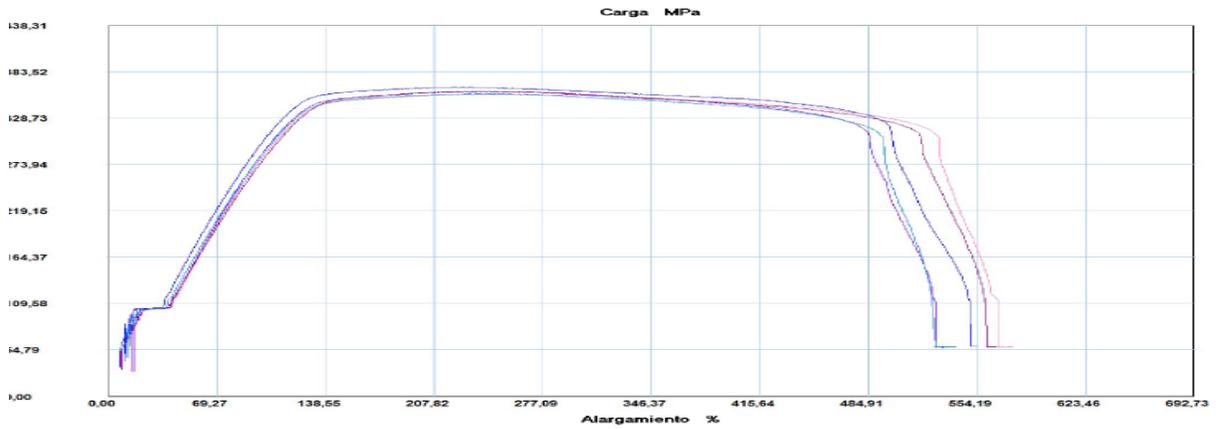


| Probeta | FMax N | FYield N | FRot N | CMax MPa | C.Yield MPa | CRot MPa |
|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------------|-------------|
| 1 | 41054,54 | 30508,48 | 35298,70 | 512,47 | 380,83 | 440,62 |
| 2 | 39367,86 | 29571,26 | 35407,57 | 508,59 | 382,03 | 457,43 |
| 3 | 38896,10 | 28952,76 | 33498,42 | 513,61 | 382,31 | 442,33 |
| 4 | 39380,49 | 29285,67 | 33648,32 | 501,31 | 372,80 | 428,34 |
| 5 | 38383,32 | 28952,76 | 33187,60 | 510,74 | 385,26 | 441,61 |
| Media | 39416,462 | 29454,186 | 34208,122 | 509,343 | 380,644 | 442,065 |
| Desv. Std | 1003,134 | 643,525 | 1059,075 | 4,876 | 4,677 | 10,330 |
| Coef. V. | 0,025 | 0,022 | 0,031 | 0,010 | 0,012 | 0,023 |
| +3 Sigma | 42425,865 | 31384,760 | 37385,346 | 523,972 | 394,677 | 473,055 |

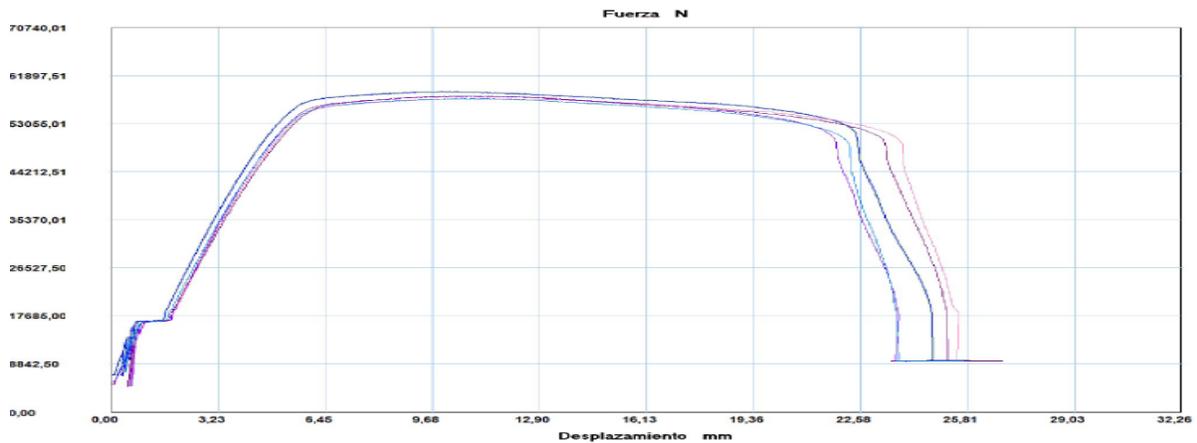
Anexo 28. Resultado de ensayo de Carga en Angulo anclaje.



Anexo 29. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Tubo redondo apoya pies.

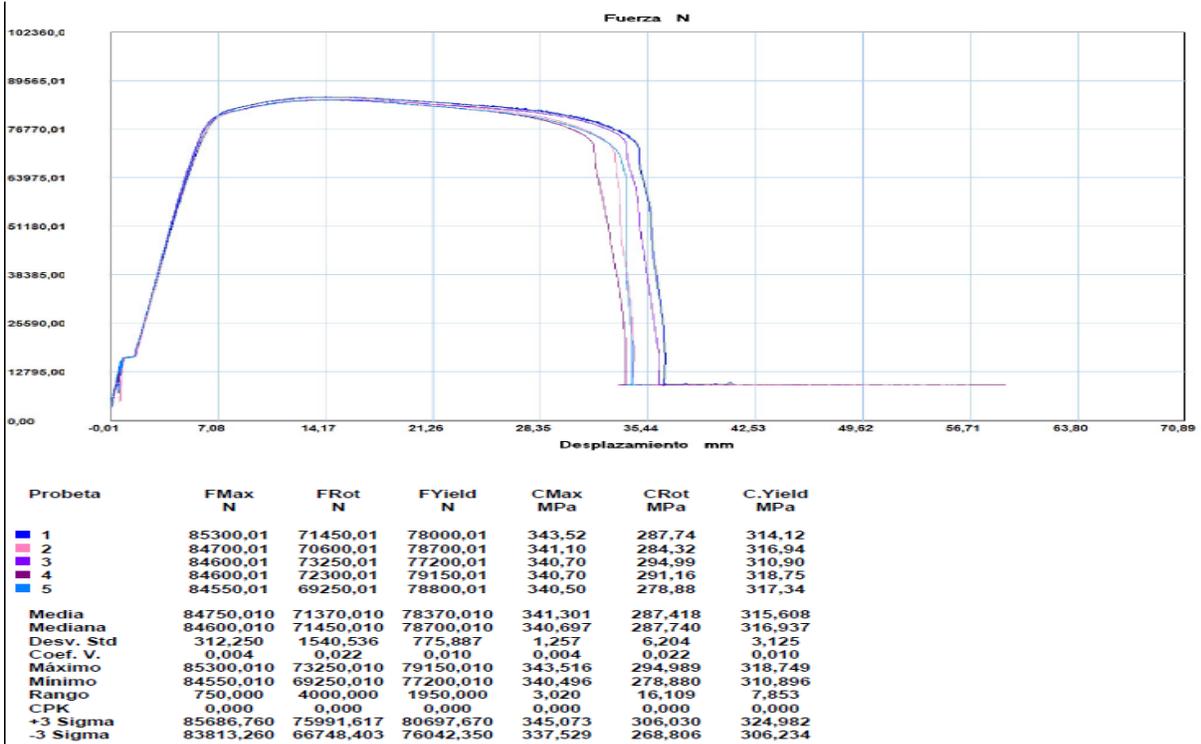
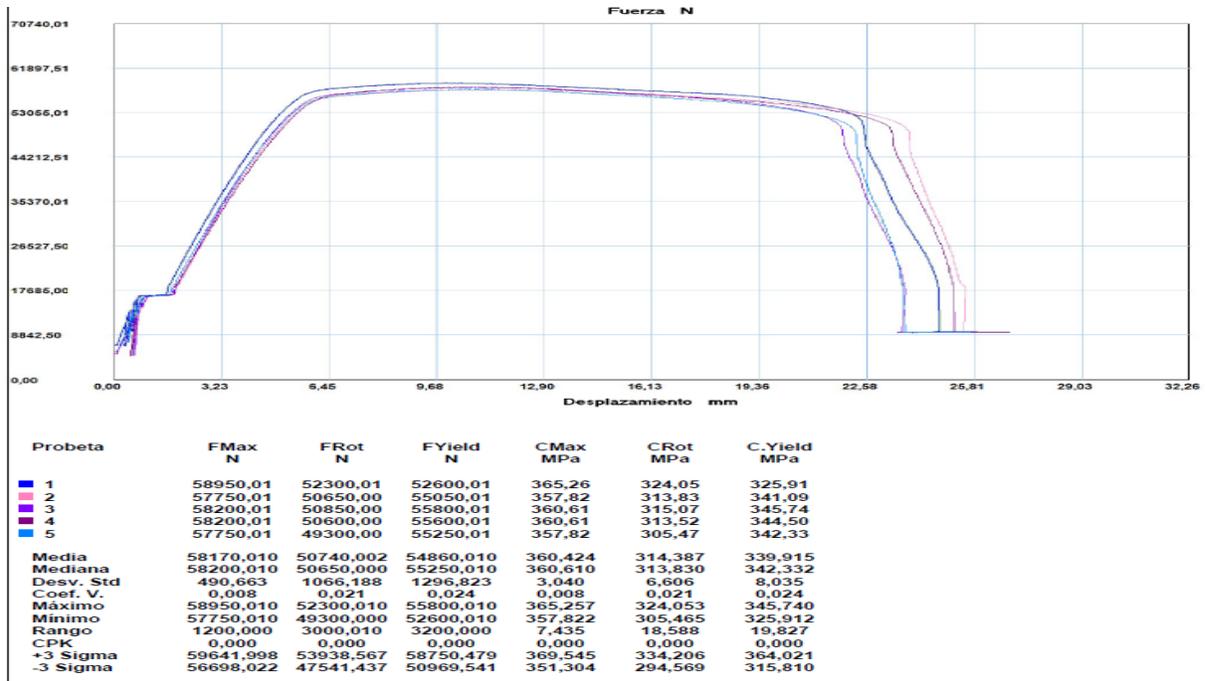


| Probeta | FMax N | FRot N | FYield N | CMax MPa | CRot MPa | C.Yield MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1 | 58950,01 | 52300,01 | 52600,01 | 365,26 | 324,05 | 325,91 |
| 2 | 57750,01 | 50650,00 | 55050,01 | 357,82 | 313,83 | 341,09 |
| 3 | 58200,01 | 50850,00 | 55800,01 | 360,61 | 315,07 | 345,74 |
| 4 | 58200,01 | 50600,00 | 55600,01 | 360,61 | 313,52 | 344,50 |
| 5 | 57750,01 | 49300,00 | 55250,01 | 357,82 | 305,47 | 342,33 |
| Media | 58170,010 | 50740,002 | 54860,010 | 360,424 | 314,387 | 339,915 |
| Mediana | 58200,010 | 50650,000 | 55250,010 | 360,610 | 313,830 | 342,332 |
| Desv. Std | 490,663 | 1066,188 | 1296,823 | 3,040 | 6,606 | 8,035 |
| Coef. V. | 0,008 | 0,021 | 0,024 | 0,008 | 0,021 | 0,024 |
| Máximo | 58950,010 | 52300,010 | 55800,010 | 365,257 | 324,053 | 345,740 |
| Mínimo | 57750,010 | 49300,000 | 52600,010 | 357,822 | 305,465 | 325,912 |
| Rango | 1200,000 | 3000,010 | 3200,000 | 7,435 | 18,588 | 19,827 |
| CPK | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| +3 Sigma | 59641,998 | 53938,567 | 58750,479 | 369,545 | 334,206 | 364,021 |
| -3 Sigma | 56698,022 | 47541,437 | 50969,541 | 351,304 | 294,569 | 315,810 |

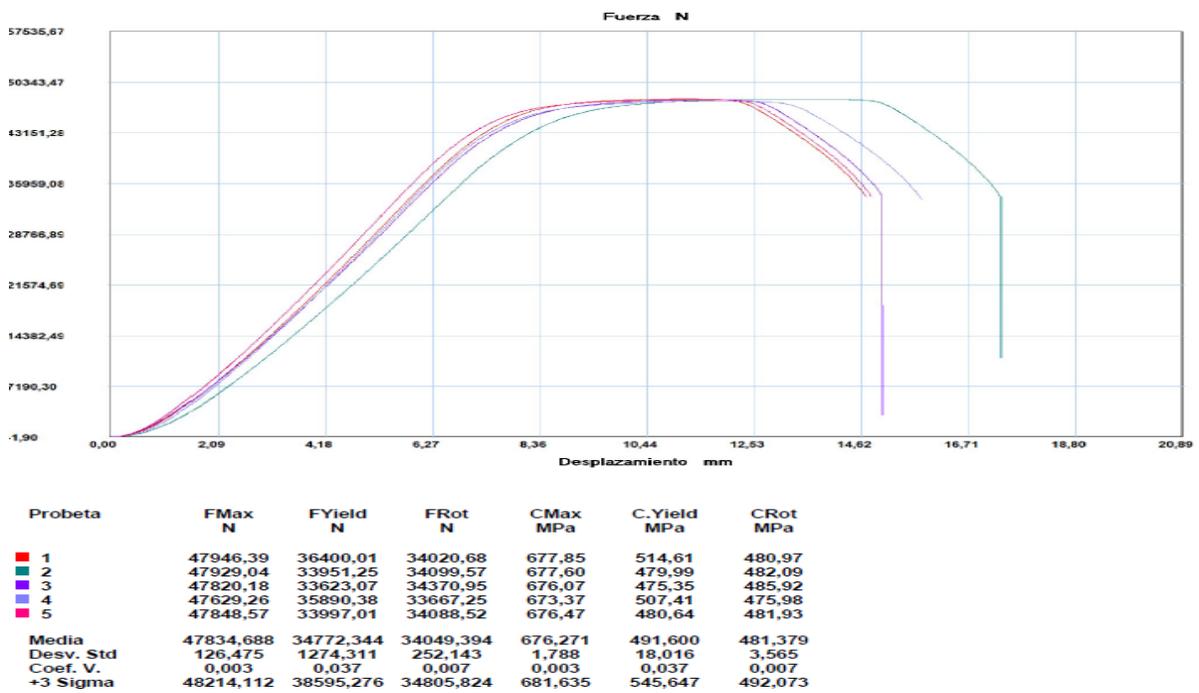
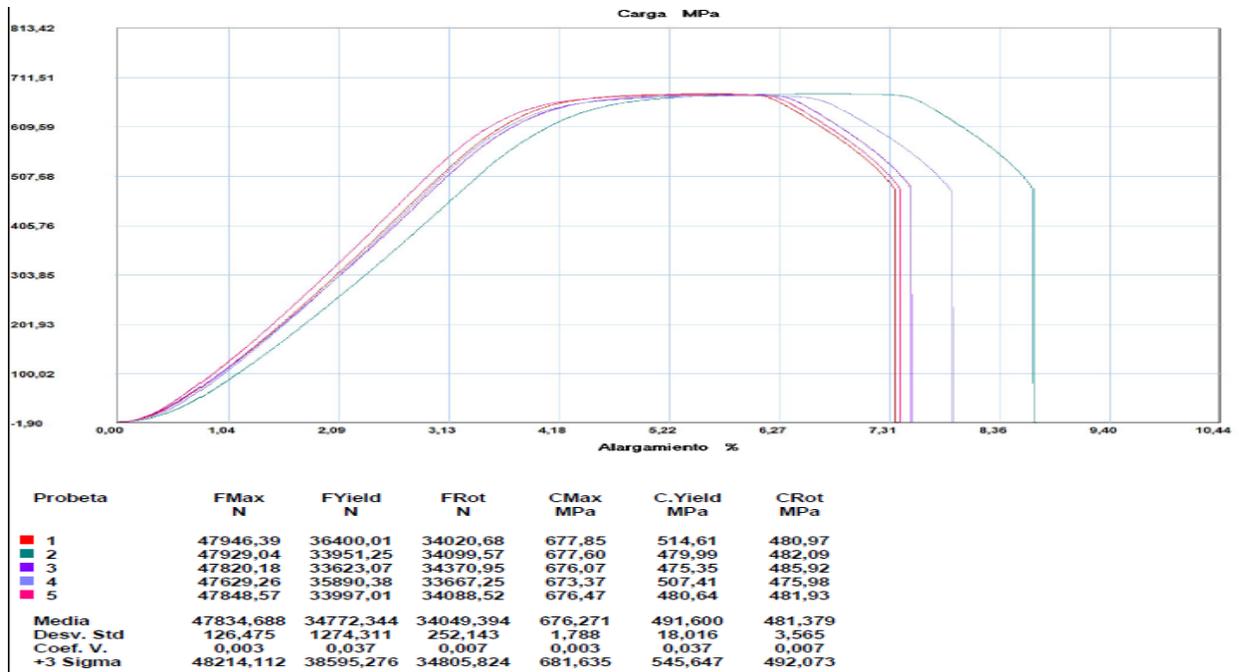


| Probeta | FMax N | FRot N | FYield N | CMax MPa | CRot MPa | C.Yield MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1 | 58950,01 | 52300,01 | 52600,01 | 365,26 | 324,05 | 325,91 |
| 2 | 57750,01 | 50650,00 | 55050,01 | 357,82 | 313,83 | 341,09 |
| 3 | 58200,01 | 50850,00 | 55800,01 | 360,61 | 315,07 | 345,74 |
| 4 | 58200,01 | 50600,00 | 55600,01 | 360,61 | 313,52 | 344,50 |
| 5 | 57750,01 | 49300,00 | 55250,01 | 357,82 | 305,47 | 342,33 |
| Media | 58170,010 | 50740,002 | 54860,010 | 360,424 | 314,387 | 339,915 |
| Mediana | 58200,010 | 50650,000 | 55250,010 | 360,610 | 313,830 | 342,332 |
| Desv. Std | 490,663 | 1066,188 | 1296,823 | 3,040 | 6,606 | 8,035 |
| Coef. V. | 0,008 | 0,021 | 0,024 | 0,008 | 0,021 | 0,024 |
| Máximo | 58950,010 | 52300,010 | 55800,010 | 365,257 | 324,053 | 345,740 |
| Mínimo | 57750,010 | 49300,000 | 52600,010 | 357,822 | 305,465 | 325,912 |
| Rango | 1200,000 | 3000,010 | 3200,000 | 7,435 | 18,588 | 19,827 |
| CPK | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| +3 Sigma | 59641,998 | 53938,567 | 58750,479 | 369,545 | 334,206 | 364,021 |
| -3 Sigma | 56698,022 | 47541,437 | 50969,541 | 351,304 | 294,569 | 315,810 |

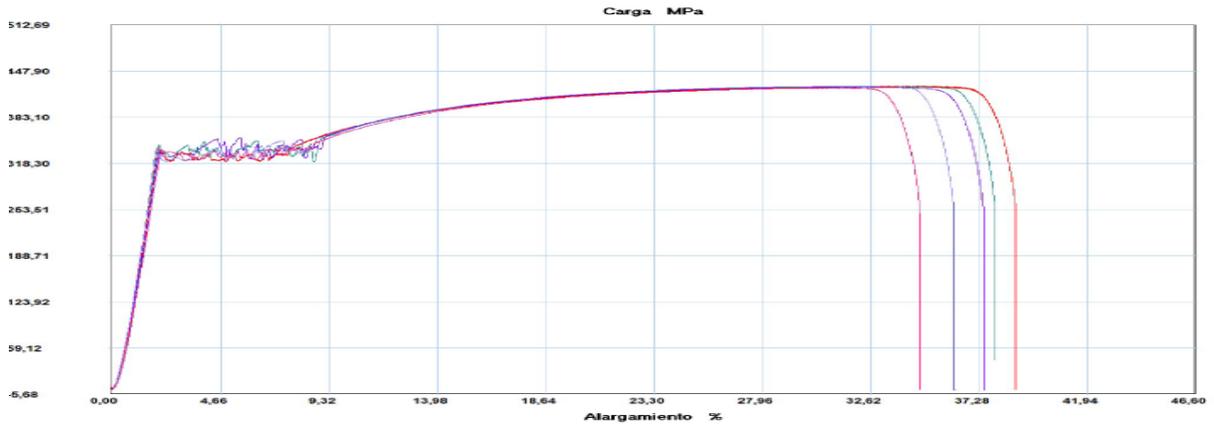
Anexo 30. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Soporte espaldar y base



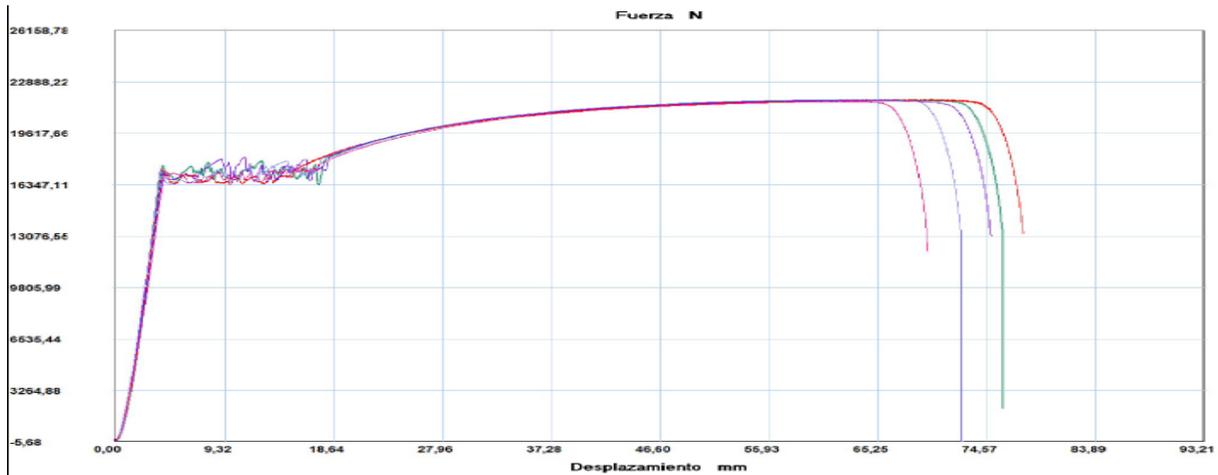
Anexo 31. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Conexión espaldar



Anexo 32. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Varilla eje izquierdo o derecho

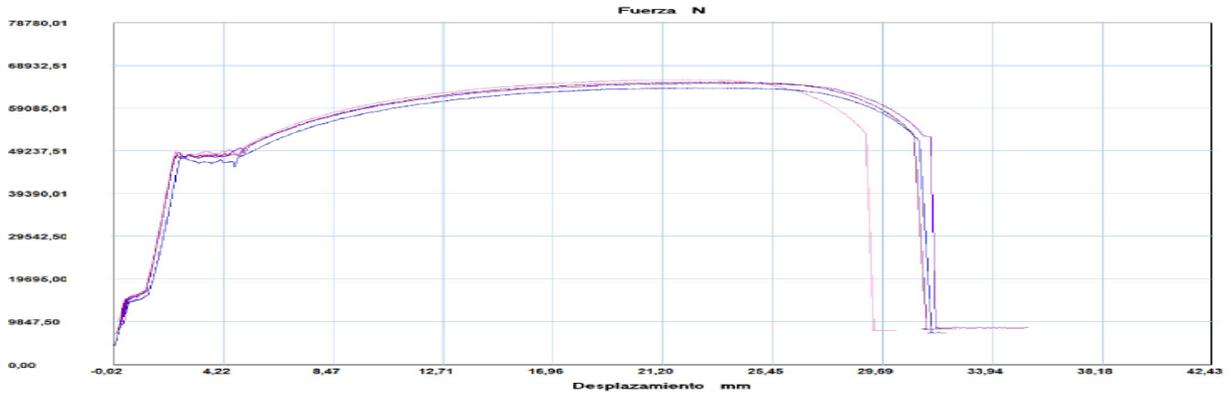


| Probeta | FMax N | FRot N | FYield N | CMax MPa | CRot MPa | C.Yield MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1 | 21798,98 | 21159,97 | 16975,63 | 427,24 | 414,72 | 332,71 |
| 2 | 21734,29 | 21297,24 | 17447,39 | 425,98 | 417,41 | 341,96 |
| 3 | 21688,53 | 21210,46 | 16955,12 | 425,08 | 415,71 | 332,31 |
| 4 | 21757,96 | 21333,53 | 17161,81 | 426,44 | 418,12 | 336,36 |
| 5 | 21631,74 | 21511,82 | 17128,67 | 423,97 | 421,62 | 335,71 |
| Media | 21722,300 | 21302,604 | 17133,724 | 425,741 | 417,516 | 335,809 |
| Desv. Std | 64,492 | 135,639 | 197,544 | 1,264 | 2,658 | 3,872 |
| Coef. V. | 0,003 | 0,006 | 0,012 | 0,003 | 0,006 | 0,012 |
| +3 Sigma | 21915,775 | 21709,520 | 17726,355 | 429,533 | 425,491 | 347,424 |

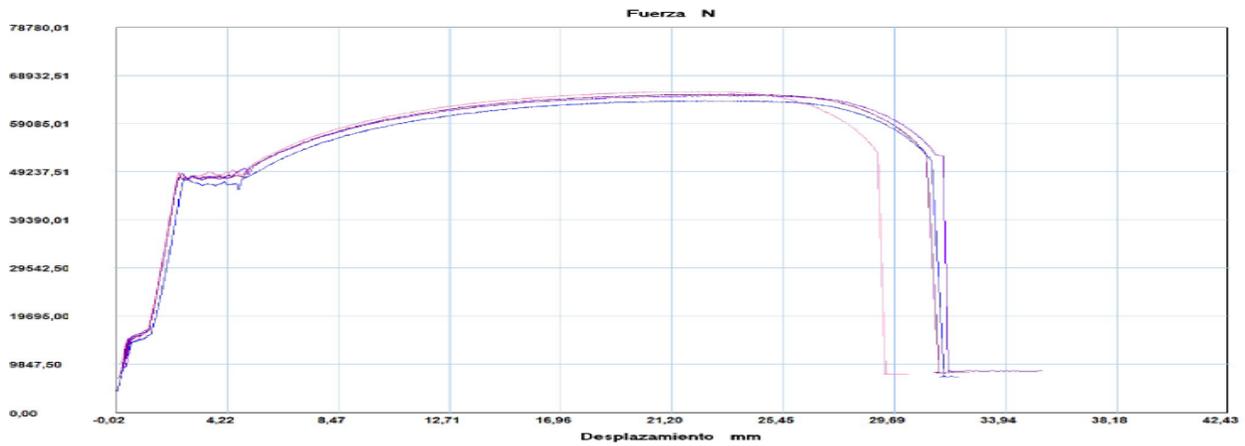


| Probeta | FMax N | FRot N | FYield N | CMax MPa | CRot MPa | C.Yield MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1 | 21798,98 | 21159,97 | 16975,63 | 427,24 | 414,72 | 332,71 |
| 2 | 21734,29 | 21297,24 | 17447,39 | 425,98 | 417,41 | 341,96 |
| 3 | 21688,53 | 21210,46 | 16955,12 | 425,08 | 415,71 | 332,31 |
| 4 | 21757,96 | 21333,53 | 17161,81 | 426,44 | 418,12 | 336,36 |
| 5 | 21631,74 | 21511,82 | 17128,67 | 423,97 | 421,62 | 335,71 |
| Media | 21722,300 | 21302,604 | 17133,724 | 425,741 | 417,516 | 335,809 |
| Desv. Std | 64,492 | 135,639 | 197,544 | 1,264 | 2,658 | 3,872 |
| Coef. V. | 0,003 | 0,006 | 0,012 | 0,003 | 0,006 | 0,012 |
| +3 Sigma | 21915,775 | 21709,520 | 17726,355 | 429,533 | 425,491 | 347,424 |

Anexo 33. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Varilla lisa refuerzo espaldar



| Probeta | FMax N | FRot N | FYield N | CMax MPa | CRot MPa | C.Yield MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1 | 63850,01 | 51400,01 | 47600,00 | 525,42 | 422,97 | 391,70 |
| 2 | 65650,01 | 53250,01 | 48900,00 | 540,50 | 438,41 | 402,59 |
| 3 | 64850,01 | 52500,01 | 48850,00 | 538,90 | 436,27 | 405,94 |
| 4 | 65200,01 | 52800,01 | 48200,00 | 561,79 | 454,94 | 415,31 |
| Media | 64887,510 | 52487,510 | 48387,500 | 541,650 | 438,147 | 403,885 |
| Mediana | 65025,010 | 52650,010 | 48525,000 | 539,697 | 437,339 | 404,267 |
| Desv. Std | 765,261 | 787,798 | 614,241 | 15,031 | 13,116 | 9,745 |
| Coef. V. | 0,012 | 0,015 | 0,013 | 0,028 | 0,030 | 0,024 |
| Máximo | 65650,010 | 53250,010 | 48900,000 | 561,786 | 454,943 | 415,308 |
| Mínimo | 63850,010 | 51400,010 | 47600,000 | 525,418 | 422,968 | 391,698 |
| Rango | 1800,000 | 1850,000 | 1300,000 | 36,368 | 31,975 | 23,610 |
| CPK | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| +3 Sigma | 67183,294 | 54850,903 | 50230,222 | 586,744 | 477,496 | 433,120 |
| -3 Sigma | 62591,726 | 50124,117 | 46544,778 | 496,555 | 398,798 | 374,650 |



| Probeta | FMax N | FRot N | FYield N | CMax MPa | CRot MPa | C.Yield MPa |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| 1 | 63850,01 | 51400,01 | 47600,00 | 525,42 | 422,97 | 391,70 |
| 2 | 65650,01 | 53250,01 | 48900,00 | 540,50 | 438,41 | 402,59 |
| 3 | 64850,01 | 52500,01 | 48850,00 | 538,90 | 436,27 | 405,94 |
| 4 | 65200,01 | 52800,01 | 48200,00 | 561,79 | 454,94 | 415,31 |
| Media | 64887,510 | 52487,510 | 48387,500 | 541,650 | 438,147 | 403,885 |
| Mediana | 65025,010 | 52650,010 | 48525,000 | 539,697 | 437,339 | 404,267 |
| Desv. Std | 765,261 | 787,798 | 614,241 | 15,031 | 13,116 | 9,745 |
| Coef. V. | 0,012 | 0,015 | 0,013 | 0,028 | 0,030 | 0,024 |
| Máximo | 65650,010 | 53250,010 | 48900,000 | 561,786 | 454,943 | 415,308 |
| Mínimo | 63850,010 | 51400,010 | 47600,000 | 525,418 | 422,968 | 391,698 |
| Rango | 1800,000 | 1850,000 | 1300,000 | 36,368 | 31,975 | 23,610 |
| CPK | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| +3 Sigma | 67183,294 | 54850,903 | 50230,222 | 586,744 | 477,496 | 433,120 |
| -3 Sigma | 62591,726 | 50124,117 | 46544,778 | 496,555 | 398,798 | 374,650 |

Anexo 34. Resultado de ensayo de Carga y Fuerza en Soporte anclaje

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial



COINAV S.A.

Corporación Ingeniería Avanzada del Ecuador S.A.

Av. Pachano y Montalvo, Edificio Ficoa Park of. 208 Ambato - Ecuador

Código de Ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P

Lugar y fecha: Ambato, Febrero 15 del 2017

Validez: Hasta febrero 14 del 2018

Anexo 35. Informe de simulaciones



RC-ECI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018

Hoja 1 de 11

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Antecedentes. Nombre y dirección del cliente. | 3 |
| 2. Objetivos..... | 3 |
| 2.1 Objetivos específicos..... | 3 |
| 3. Problemática..... | 4 |
| 4. Identificación de método usado..... | 4 |
| 5. Procedimiento detallado..... | 4 |
| 6. Descripción del modelo y ensayo de simulación..... | 5 |
| 6.1 Material..... | 5 |
| 6.2 Tipo de malla..... | 5 |
| 6.3 Condiciones de borde..... | 5 |
| 6.3.1 Cargas actuantes..... | 5 |
| 6.3.2 Combinaciones de carga..... | 5 |
| 7. Desarrollo..... | 5 |
| 7.1 Modelado geométrico..... | 6 |
| 7.2 Modelado matemático..... | 6 |
| 7.3 Análisis de deformaciones y esfuerzos para resistencia de asientos..... | 7 |
| 7.4 Análisis de deformaciones y esfuerzos para esfuerzos en anclajes..... | 7 |
| 8. Resultados..... | 9 |
| 8.1 Declaración sobre los resultados obtenidos..... | 9 |
| 8.2 Alcance de los resultados obtenidos..... | 10 |
| 8.3 Validez de los resultados obtenidos..... | 10 |
| 8.4 Firmas..... | 10 |
| 9. Referencias..... | 11 |



Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Datos del asiento a ensayar..... | 3 |
| Tabla 2. Cargas que actúan en el análisis del asiento del presente estudio..... | 5 |
| Tabla 3. Resumen de resultados..... | 10 |

Informe de ensayo de Resistencia estructural y
 Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero
 de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RE-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018

Hoja 2 de 11

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Modelado geométrico del asiento objeto del presente informe 6
 Ilustración 2. Modelado matemático del asiento de autobús objeto del presente estudio..... 6
 Ilustración 3. Deformación máxima obtenida de la aplicación simultánea de F1 y F2. Escala: en rojo deformaciones menores a 71 mm 7
 Ilustración 4. Esfuerzos generados en el asiento producto de la aplicación de la prueba estipulada en [1] 7
 Ilustración 5. Desplazamientos resultantes de la aplicación de la carga A en el asiento objeto del presente estudio. En rojo deformaciones menores a 179 mm 8
 Ilustración 6. Distribución de esfuerzos en el anclaje del asiento objeto de estudio 8
 Ilustración 7. Distribución de Esfuerzos generados en el asiento producto de la aplicación de la prueba estipulada en [1] 9



COPIA PARA USO INTERNO
 EN IMEDIA
 INFORME
 EA063-IMEISA-INT-2P

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RE-EEI-01
Versión: 01
Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
Válido hasta: Febrero 14 del 2018

Hoja 4 de 11

- Simular el comportamiento de la estructura del asiento ante la acción simultánea de las cargas propuestas en los objetivos anteriores, con los parámetros estipulados en [1].

3. Problemática

Es de capital interés conocer el comportamiento de los elementos que forman parte de los sistemas de seguridad pasiva de los vehículos de transporte de viajeros. El presente informe toma como referencia las recomendaciones del Reglamento 80 de la Unión Europea [1] para determinar el comportamiento del asiento propuesto ante pruebas estipuladas en el mismo reglamento. Cabe enfatizar que, según las recomendaciones de [1], se ha tomado como referencia para las pruebas realizadas en el presente informe el Apéndice 5 (Resistencia de Asientos) y el Apéndice 2 (Resistencia de Anclajes).

4. Identificación de método usado.

El Método de Elementos Finitos (FEM, Finite Element Method, por sus siglas en inglés) es usado como una herramienta efectiva para simular el comportamiento de estructuras de geometría compleja ante fenómenos de resistencia de cargas [2], debido a que provee una manera efectiva de medir las distribuciones de esfuerzos y deformaciones unitarias, muy difíciles de obtener de otra manera.

En el presente informe, se usa una Metodología Especial del Método de Elementos Finitos, patentada por COINAV S.A., utilizando criterios de mallado que constan en los procedimientos del Laboratorio de Ensayo y Simulación de la Corporación Ingeniería Avanzada COINAV del Ecuador S.A.

5. Procedimiento detallado.

- Se modela geoméricamente el asiento propuesto en tres dimensiones, respetando cada detalle constructivo, de material y de mecanismo propuesto en el diseño.
- Se ejecuta el modelado matemático (mallado) del asiento en estudio, considerando los criterios de malla establecidos en los procedimientos de COINAV S.A. y la experiencia de los ingenieros al frente del proyecto.
- Se aplica una carga F1 para verificar que los ocupantes estén correctamente retenidos por la estructura del asiento (véase tabla 2).
- Se aplica una carga F2 para verificar que el asiento no sufra daños en la aplicación de las pruebas establecidas en [1] (véase tabla 2).
- Se aplica una carga A para verificar el comportamiento estructural de los anclajes del asiento (véase tabla 2).

Informe de ensayo de Resistencia estructural y
Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero
de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RE-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018
 Hoja 5 de 11

6. Descripción del modelo y ensayo de simulación

6.1 Material.

El material usado en las simulaciones es acero con especificación ASTM. Las propiedades del material fueron proporcionadas por el cliente y tomadas de las fuentes citadas e investigaciones realizadas por el laboratorio.



6.2 Tipo de malla

Para simular la estructura del asiento de autobús sujeto del presente informe, los elementos utilizados fueron del tipo SHELL. Se ha representado los detalles geométricos más importantes del diseño estructural, para lograr la mayor concordancia con la realidad posible.

6.3 Condiciones de borde.

Para los análisis cuasi-estáticos objeto del presente informe, las condiciones de borde cumplen con lo solicitado en [1]:

- Simulación de los sistemas de fijación del asiento a la estructura del autobús.
- Cargas aplicadas a alturas solicitadas por la el Reglamento 80 (en caso de que las alturas H no hayan sido proporcionadas por el cliente). Dichas cargas fueron aplicadas en dirección longitudinal, en el sentido del movimiento teórico del vehículo (hacia adelante).

6.3.1 Cargas actuantes

A continuación se muestran los valores de las cargas actuantes

Tabla 2. Cargas que actúan en el análisis del asiento del presente estudio.

| TIPO DE CARGA | REF. NORMA | VALOR |
|---------------------------|------------|------------|
| F1: ANÁLISIS DE ASIENTO 1 | APÉNDICE 5 | 1300.00 N |
| F2: ANÁLISIS DE ASIENTO 2 | APÉNDICE 5 | 3738.00 N |
| A: CARGA DE ANCLAJES | APÉNDICE 2 | 10100.00 N |

6.3.2 Combinaciones de carga

El Reglamento 80 recomienda que se analice los efectos de las cargas F1 y F2 de manera combinada. La carga A se analizará de manera independiente.

7. Desarrollo

Para evidencia del desarrollo de los modelos y cálculos ejecutados para el presente informe, a continuación se muestran imágenes seleccionadas con los análisis realizados.

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RE-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018
 Hoja 5 de 11

6. Descripción del modelo y ensayo de simulación

6.1 Material.

El material usado en las simulaciones es acero con especificación ASTM. Las propiedades del material fueron proporcionadas por el cliente y tomadas de las fuentes citadas e investigaciones realizadas por el laboratorio.

6.2 Tipo de malla

Para simular la estructura del asiento de autobús sujeto del presente informe, los elementos utilizados fueron del tipo SHELL. Se ha representado los detalles geométricos más importantes del diseño estructural, para lograr la mayor concordancia con la realidad posible.

6.3 Condiciones de borde.

Para los análisis cuasi-estáticos objeto del presente informe, las condiciones de borde cumplen con lo solicitado en [1]:

- Simulación de los sistemas de fijación del asiento a la estructura del autobús.
- Cargas aplicadas a alturas solicitadas por la el Reglamento 80 (en caso de que las alturas H no hayan sido proporcionadas por el cliente). Dichas cargas fueron aplicadas en dirección longitudinal, en el sentido del movimiento teórico del vehículo (hacia adelante).

6.3.1 Cargas actuantes

A continuación se muestran los valores de las cargas actuantes

Tabla 2. Cargas que actúan en el análisis del asiento del presente estudio.

| TIPO DE CARGA | REF. NORMA | VALOR | |
|---------------------------|------------|----------|---|
| F1: ANÁLISIS DE ASIENTO 1 | APÉNDICE 5 | 1300.00 | N |
| F2: ANÁLISIS DE ASIENTO 2 | APÉNDICE 5 | 3738.00 | N |
| A: CARGA DE ANCLAJES | APÉNDICE 2 | 10100.00 | N |

6.3.2 Combinaciones de carga

El Reglamento 80 recomienda que se analice los efectos de las cargas F1 y F2 de manera combinada. La carga A se analizará de manera independiente.

7. Desarrollo

Para evidencia del desarrollo de los modelos y cálculos ejecutados para el presente informe, a continuación se muestran imágenes seleccionadas con los análisis realizados.

Informe de ensayo de Resistencia estructural y
 Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero
 de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017





RE-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018
 Hoja 6 de 11

7.1 Modelado geométrico

Se presenta en la ilustración 1 el modelo geométrico desarrollado, que sirvió de base para el estudio del comportamiento del asiento objeto del presente informe

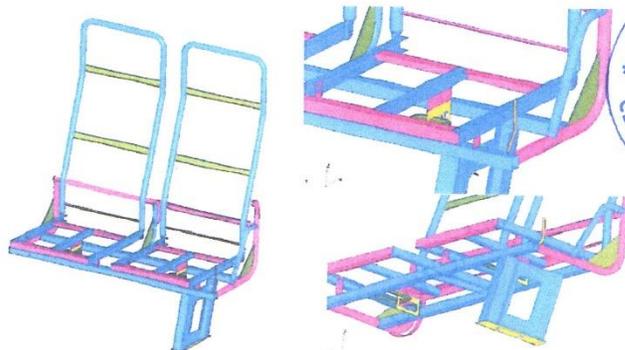


Ilustración 1. Modelado geométrico del asiento objeto del presente informe

7.2 Modelado matemático

Se muestra en la ilustración 2 el diseño del asiento que ha sido modelado matemáticamente para la aplicación de las leyes físicas de elementos finitos que brinden información sobre su comportamiento.

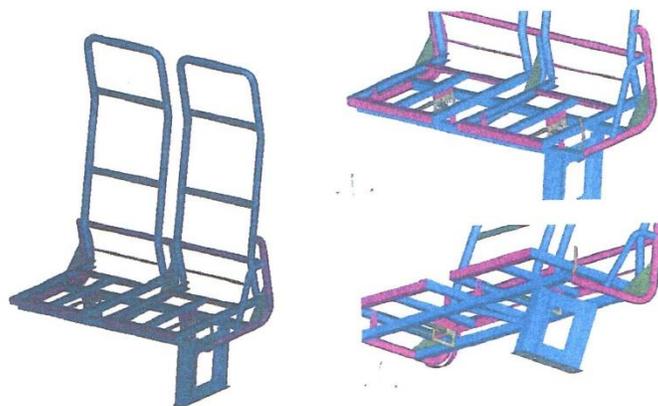


Ilustración 2. Modelado matemático del asiento de autobús objeto del presente estudio



R.E.EE1-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018
 Hoja 7 de 11

7.3 Análisis de deformaciones y esfuerzos para resistencia de asientos

Las ilustración 3 muestra las deformaciones producto de la aplicación simultánea de las cargas F1 y F2, para el análisis de la resistencia de asientos, según [1]. Cabe destacar que según dicho reglamento 80, la deformación máxima debe ser de 400 mm. La ilustración 4 muestra la distribución de esfuerzos para dicho caso de carga

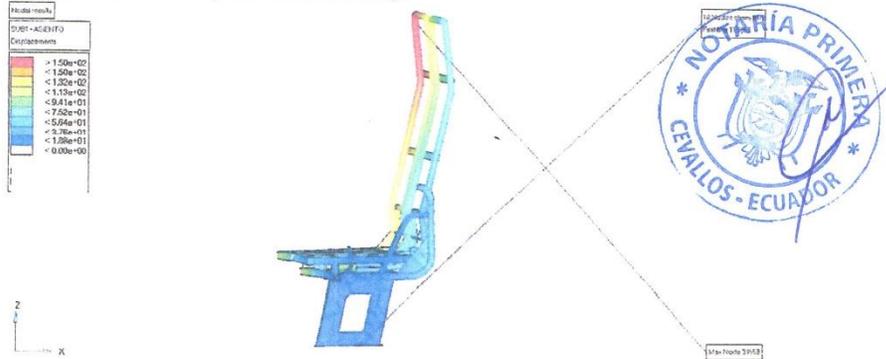


Ilustración 3. Deformación máxima obtenida de la aplicación simultánea de F1 y F2. Escala: en rojo deformaciones menores a 169 mm

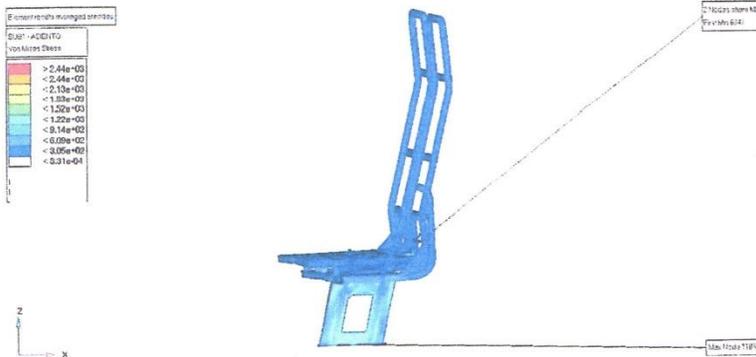


Ilustración 4. Esfuerzos generados en el asiento producto de la aplicación de la prueba estipulada en [1]

7.4 Análisis de deformaciones y esfuerzos para esfuerzos en anclajes

Las ilustración 5 muestra las deformaciones producto de la aplicación de la carga A, para el análisis de la resistencia de asientos, según [1].

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RC-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018

Hoja 8 de 11

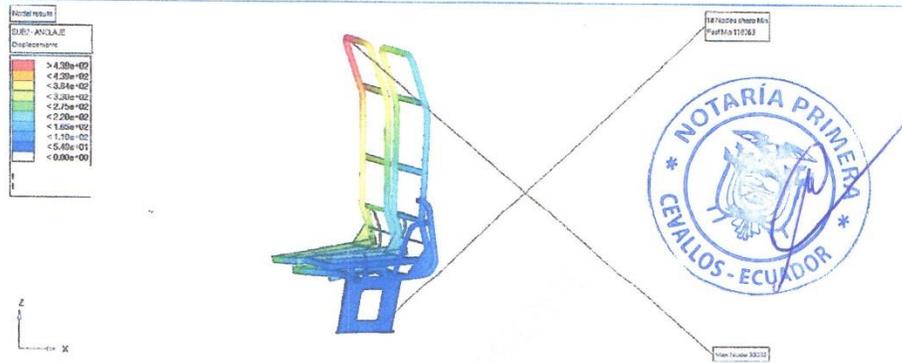


Ilustración 5. Desplazamientos resultantes de la aplicación de la carga A en el asiento objeto del presente estudio. En rojo deformaciones menores a 494 mm

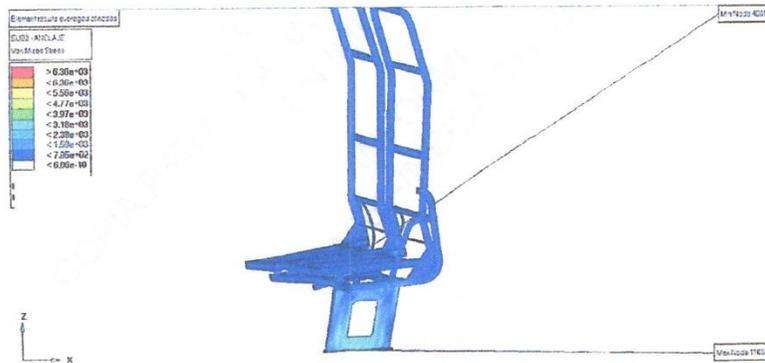


Ilustración 6. Distribución de esfuerzos en el anclaje del asiento objeto de estudio.

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero



RE-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018

Hoja 9 de 11



Ilustración 7. Distribución de Esfuerzos generados en el asiento producto de la aplicación de la prueba estipulada en [1]

8. Resultados.

8.1 Declaración sobre los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos producto del proceso descrito en los párrafos anteriores son aplicables única y exclusivamente en las condiciones de las pruebas simuladas, que se encuentran estipuladas en el Apéndice 5 y Apéndice 2 de [1] y están sujetas a que la ejecución de todas las operaciones de manufactura, responsabilidad del fabricante, estén realizadas de la manera adecuada, apegadas a estándares de calidad reconocidos y verificadas por los organismos competentes.

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RE-EFI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA062-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018

Hoja 10 de 11

8.2 Alcance de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos son solamente aplicables al modelo de estructura de asiento y planos que se cita en el presente informe, y únicamente en las condiciones exigidas por las normativas [1]. Los resultados no aplican a estructuras de buses en los que se aplique el presente asiento que no se encuentren estipuladas en el numeral 1 del presente informe.

El análisis realizado en el presente ensayo corresponde a la estructura de PASAJERO DE AUTOBÚS INTERPROVINCIAL, para la empresa IMEISA. El análisis es por deformaciones y esfuerzo del asiento, NO INVOLUCRA estructura de autobús. Los ensayos han considerado que no se tiene defectos de en la manufactura de la estructura, y que los productos usados como base, se han respetado a cabalidad. La resultados tienen validez bajo las condiciones y requerimientos explícitamente indicados en los documentos normativos [1].

El cambio de dichas condiciones o del diseño del producto, queda fuera del alcance del presente informe. Los resultados aquí mostrados no podrán usarse para otro modelo de asiento diferente al mencionado. COINAV S.A. no se responsabiliza por cambios en diseños, medidas u otras variables del proceso de manufactura.

8.3 Validez de los resultados obtenidos

Los resultados mostrados en el presente informe tienen validez de UN AÑO a partir de la fecha de ensayo. Pierden validez los resultados del presente informe en el momento en el que se realice cualquier modificación al diseño mostrado en las imágenes anteriores.

Tabla 3. Resumen de resultados

| DESCRIPCION | ESPECIFICACION | Long. (mm) | Def. obtenida (mm) | Def. máxima (mm) | Obs. |
|---------------------------------------|--|------------|--------------------|------------------|---------|
| 1. RESISTENCIA DE ASIENTO | 1. APLICACIÓN DE F1 | POS1 | 67.7 | 400 | NINGUNA |
| | 2. APLICACIÓN DE F2 | POS1 | 70.0 | 100 | NINGUNA |
| | 3. COMBINADA | POS1 | 70.2 | 400 | NINGUNA |
| 2. RESISTENCIA DE ANCLAJE | 1. APLICACIÓN DE A | POS1 | 169 | 400 | NINGUNA |
| 3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL GENERAL | Ningún elemento excede esfuerzo de fluencia del material, falla estática no presente | | | | |

8.4 Firmas

Gerente de Simulación GS1

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial

15 de febrero del 2017



RE-EEI-01
 Versión: 01
 Código de ensayo: EA063-IMEISA-INT-2P
 Válido hasta: Febrero 14 del 2018
 Hoja 11 de 11

9. Referencias.

1. UNECE, *Reglamento Número 80 "Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de asientos de vehículos de transporte de pasajeros de grandes dimensiones en lo referente a la resistencia mecánica des asientos y anclajes", Traducido del inglés, 2012, 2012: Ginebra*
2. Lessard, W.B., *Modal and Impact Dynamics Analysis of an Aluminum Cylinder, 2002, Langley Research Center, National Aeronautics and Space Administration: Hampton, Virginia.*

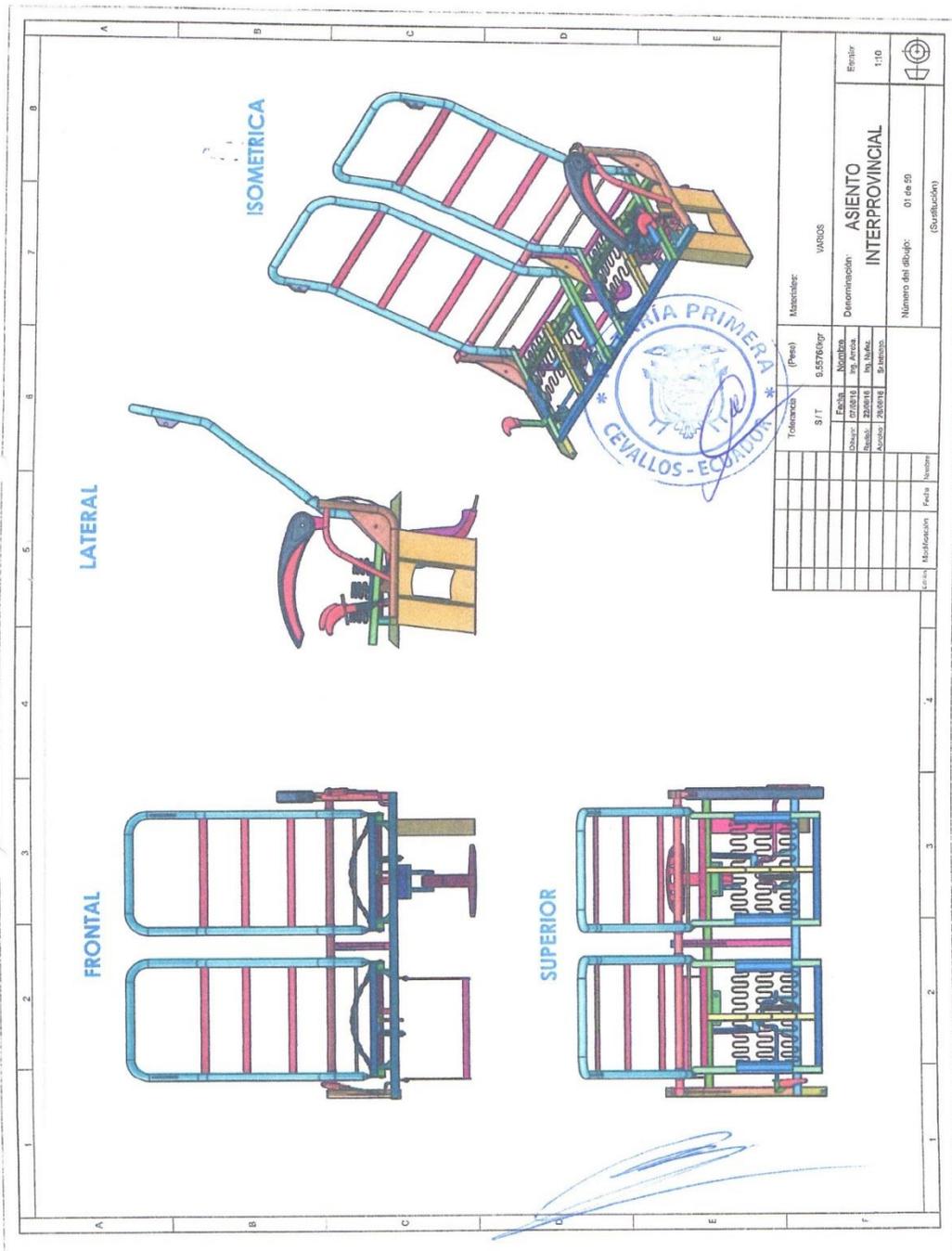
Fin del informe



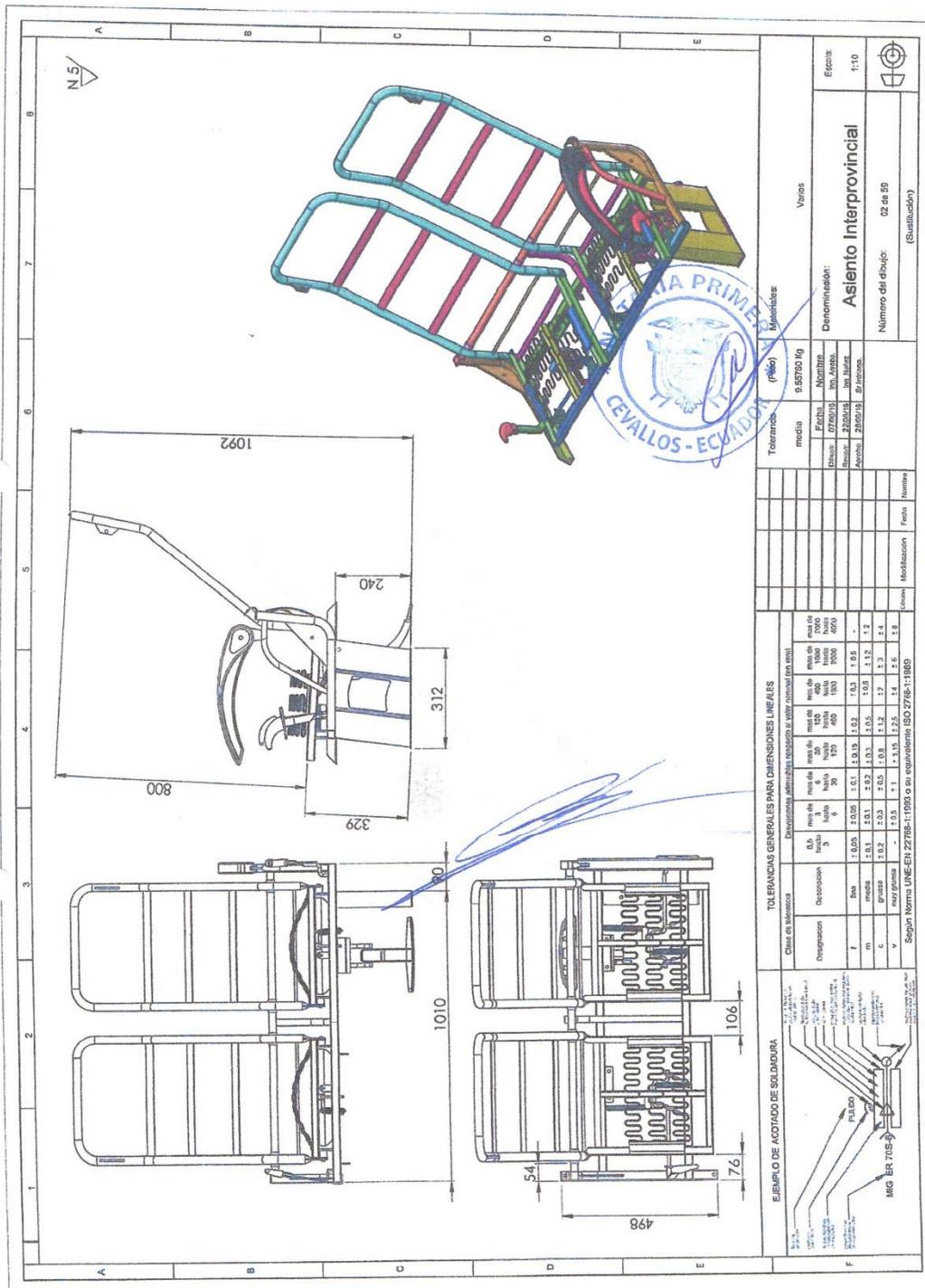
COPIA PARA USO INTERPROVINCIAL EN AEREA
 COINAV S.A.
 INFORME
 EA063-IMEISA-INT-2P

Informe de ensayo de Resistencia estructural y Evaluación de Esfuerzos para Asiento de pasajero de autobús Interprovincial

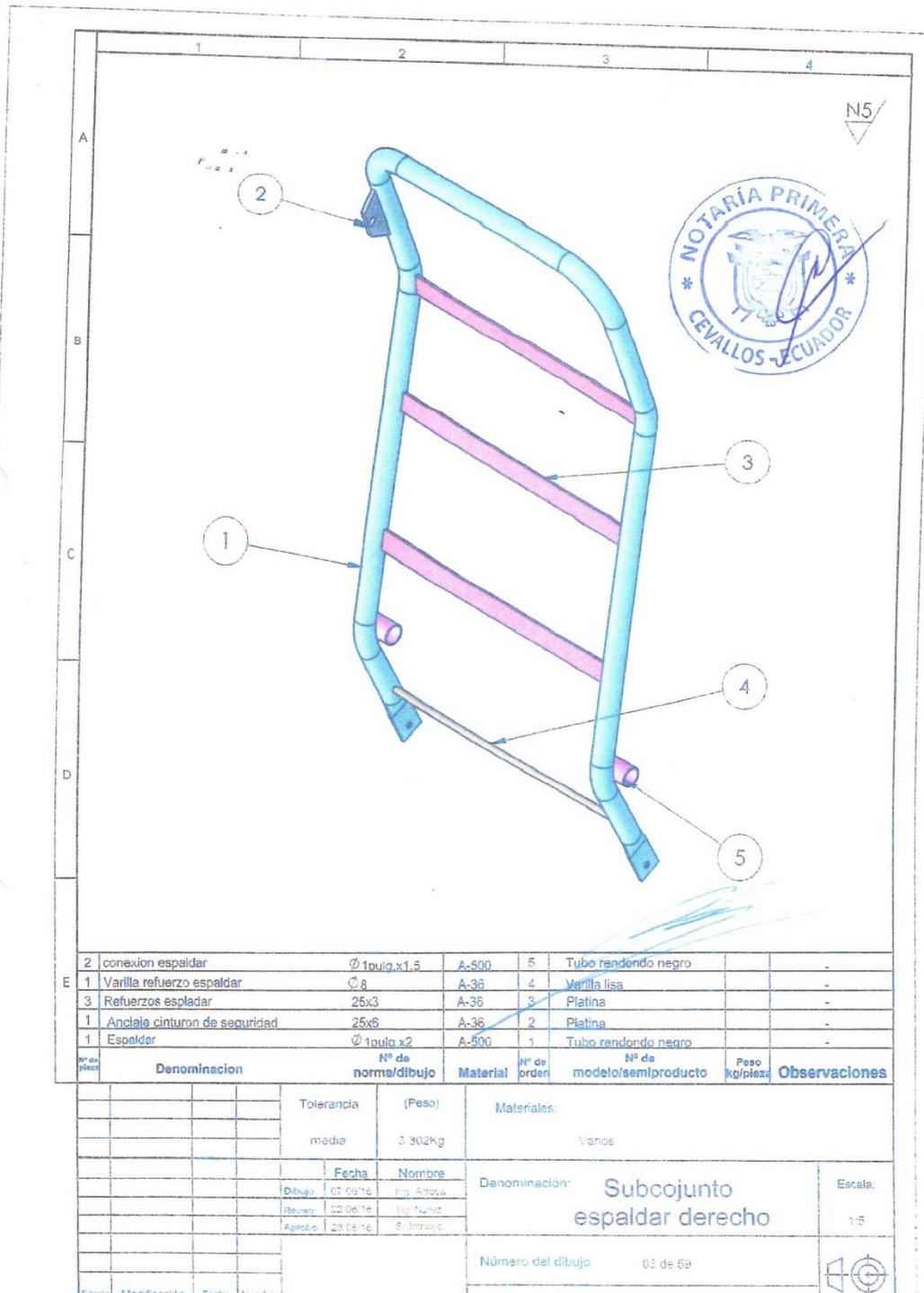
15 de febrero del 2017

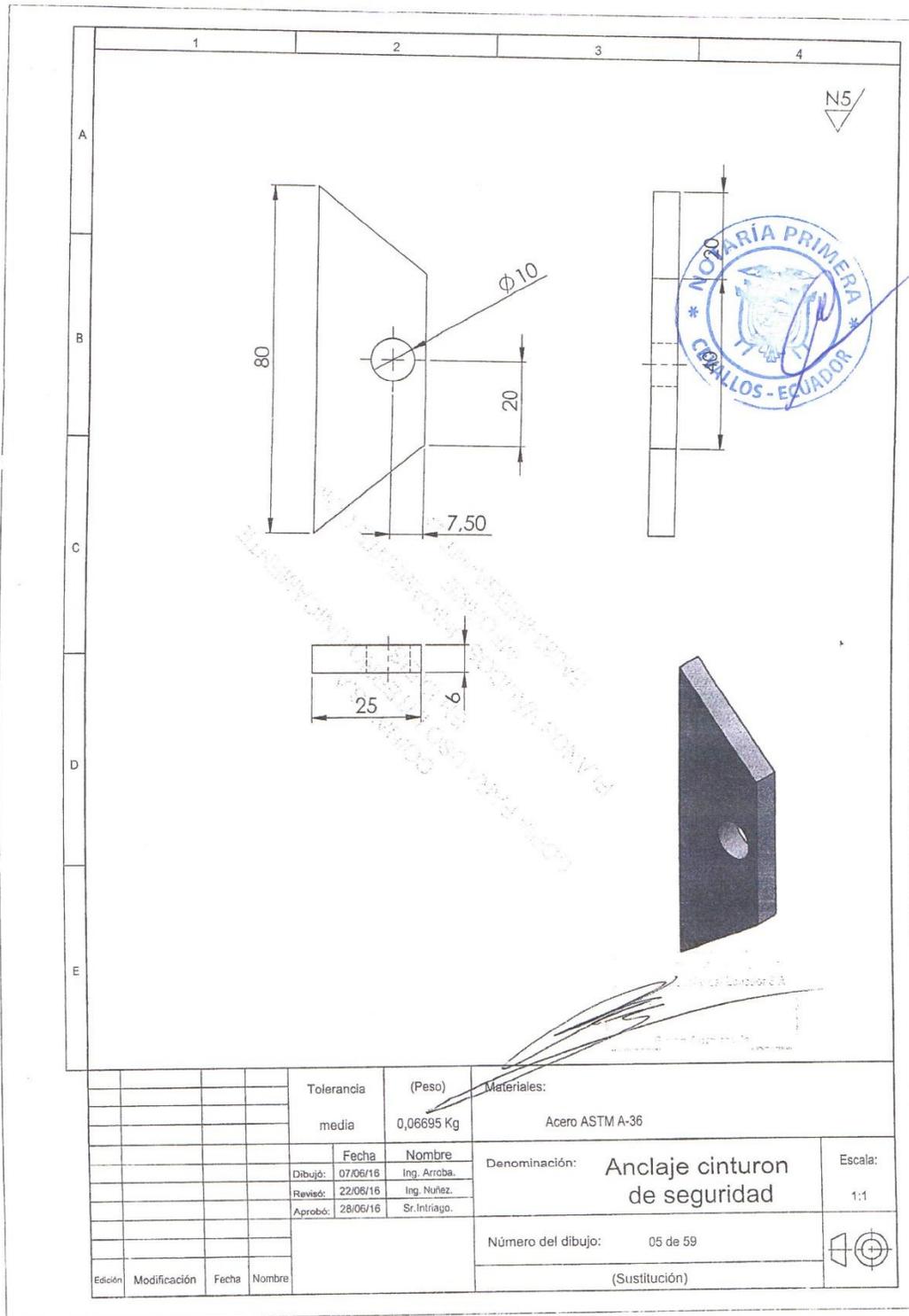


Anexo 36. Planos de asientos interprovinciales.

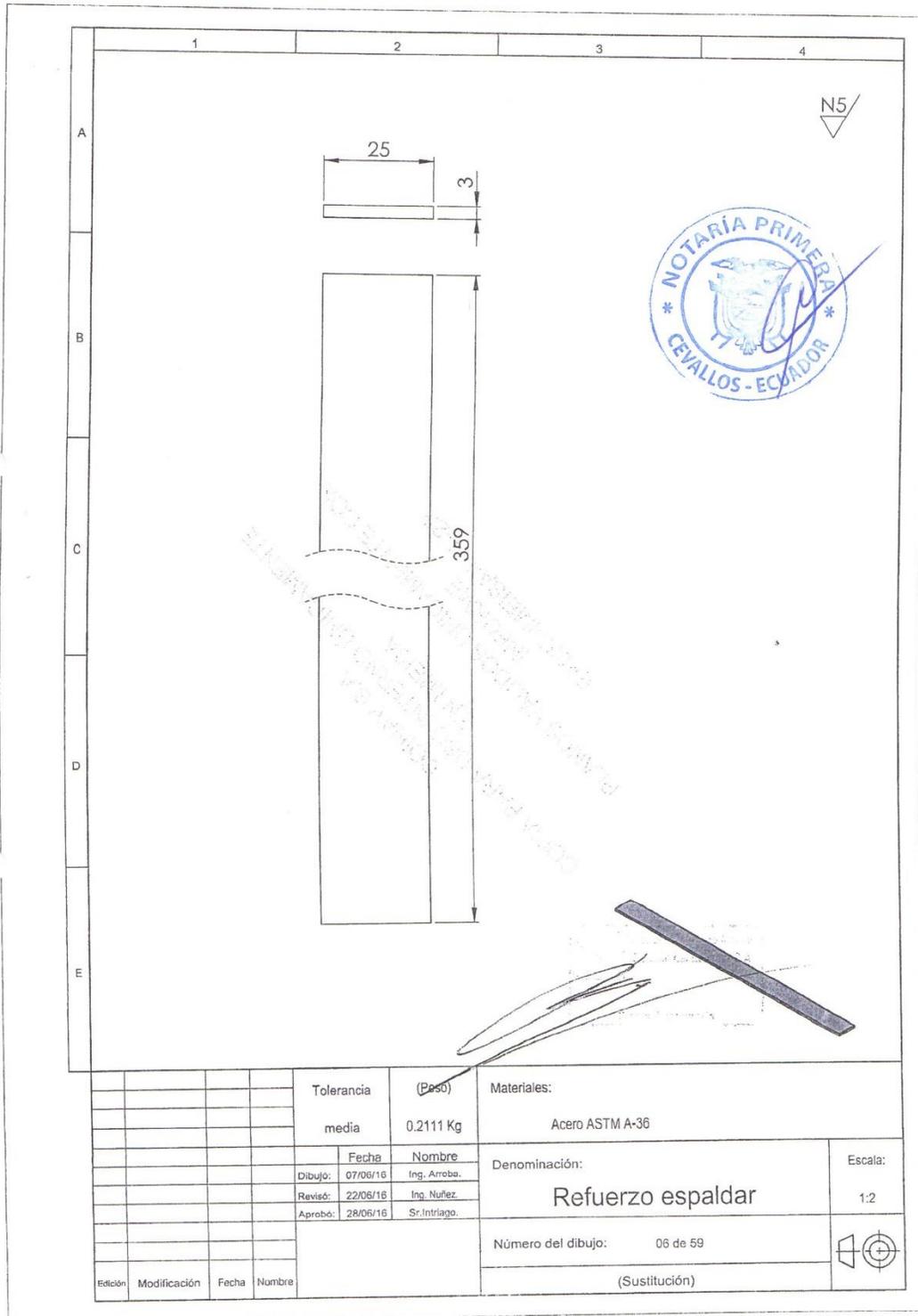


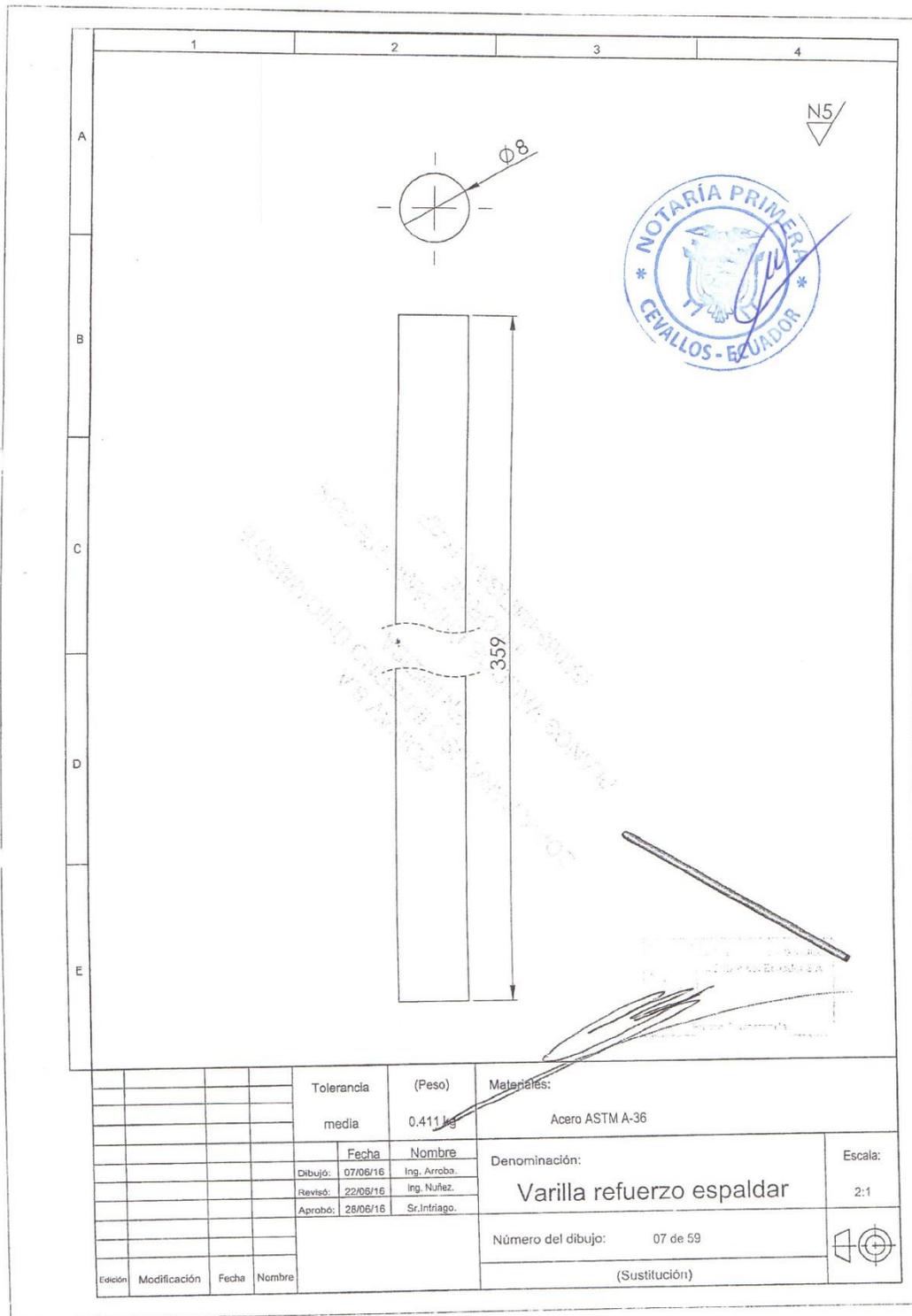
| EJEMPLO DE ADOPTADO DE SOLDADURA | | TOLERANCIAS GENERALES PARA DIMENSIONES LINEALES | | Tolerancias (Pelo) | | Varios | |
|---|------------|---|------------|--------------------|------------|---|--|
| <p>Según Norma UNE-EN 22788-1:1999 o su equivalente ISO 2768-1:1989</p> | | <p>Desviaciones admitidas respecto a valor nominal (en mm).</p> | | media | 9.65700 Kg | <p>Denominación: Asiento Interprovincial</p> | |
| Clase de tolerancia | Desviación | Desviación | Desviación | Desviación | Desviación | <p>Número de dibujo: 02 de 99</p> | |
| | | | | | | <p>(Suavizado)</p> | |
| | | | | | | <p>Fecha: 1:10</p> | |
| | | | | | | <p>Nombre: Asiento Interprovincial</p> | |
| | | | | | | <p>Material: Aluminio</p> | |
| | | | | | | <p>Norma: ISO 2768-1</p> | |
| | | | | | | <p>Fecha: 02 de 99</p> | |
| | | | | | | <p>Modificación: (Suavizado)</p> | |

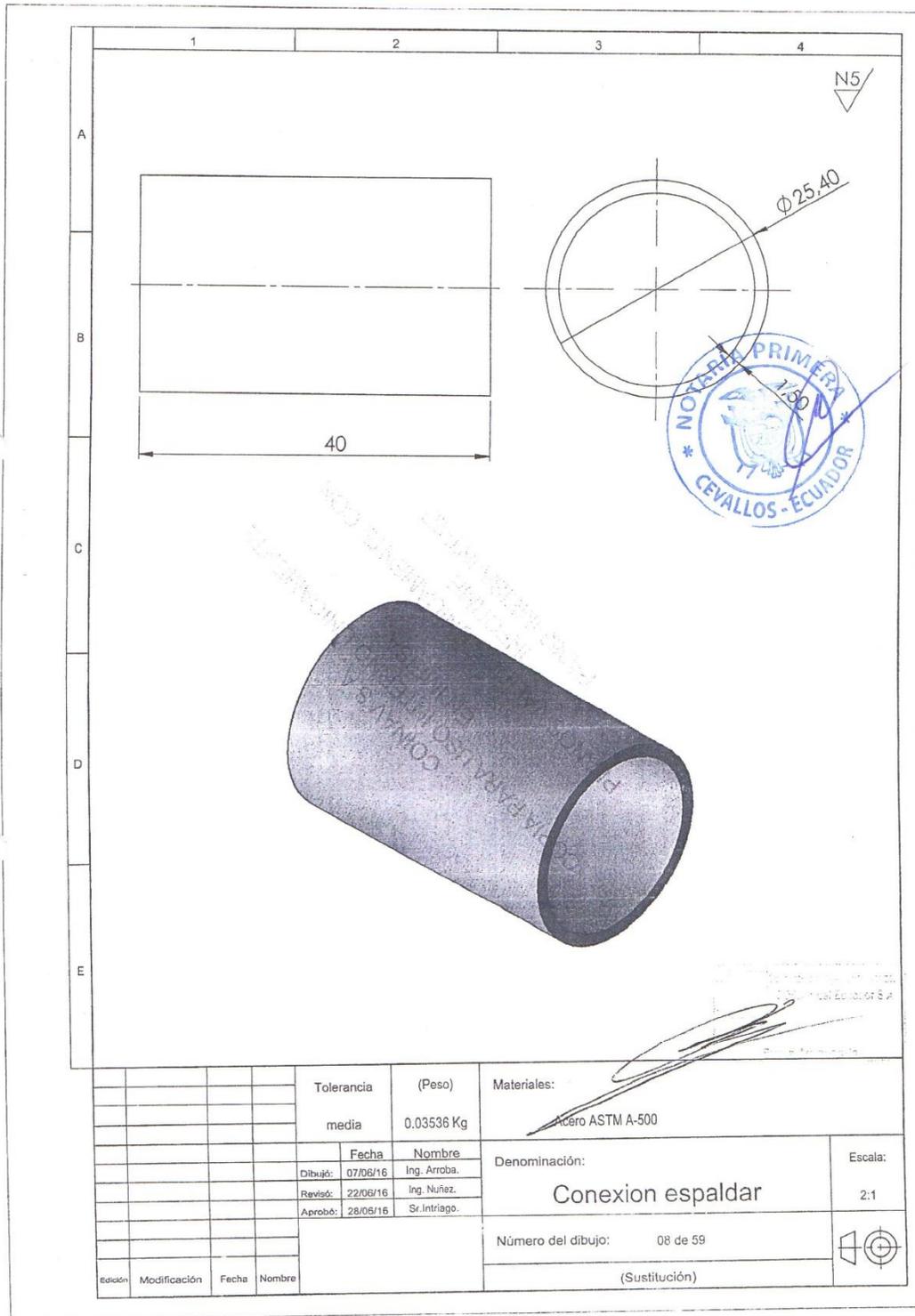




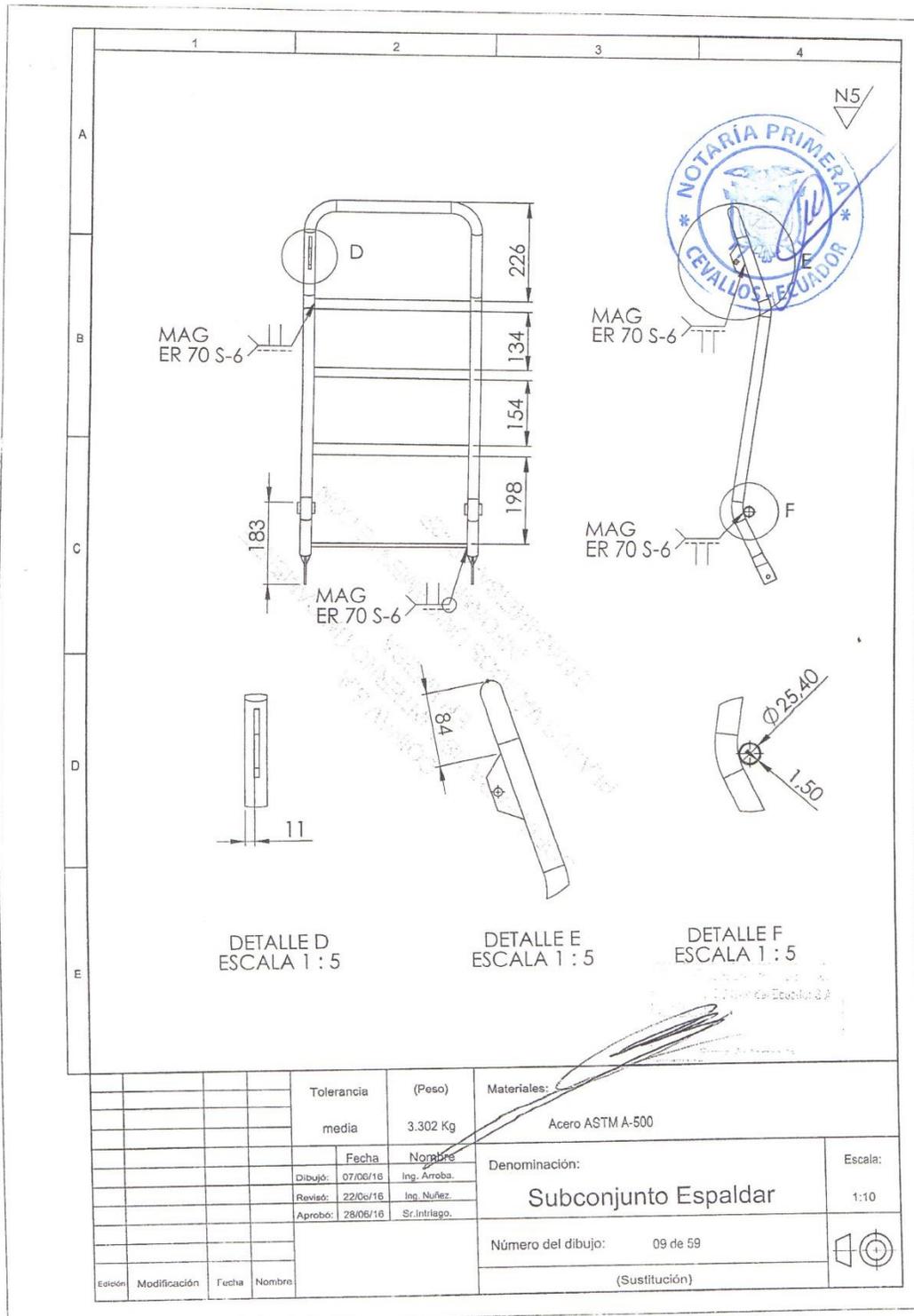
| | | | | | | | | |
|---------|--------------|-------|--------|-----------------------------|---------------|--|---------|--|
| | | | | Tolerancia | (Peso) | Materiales: | | |
| | | | | media | 0,06695 Kg | Acero ASTM A-36 | | |
| | | | | Fecha | Nombre | Denominación: Anclaje cinturón de seguridad | Escala: | |
| | | | | Dibujó: 07/06/16 | Ing. Arroba. | | 1:1 | |
| | | | | Revisó: 22/06/16 | Ing. Nuñez. | | | |
| | | | | Aprobó: 28/06/16 | Sr. Intriago. | | | |
| | | | | Número del dibujo: 05 de 59 | | | | |
| | | | | (Sustitución) | | | | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | | | | |

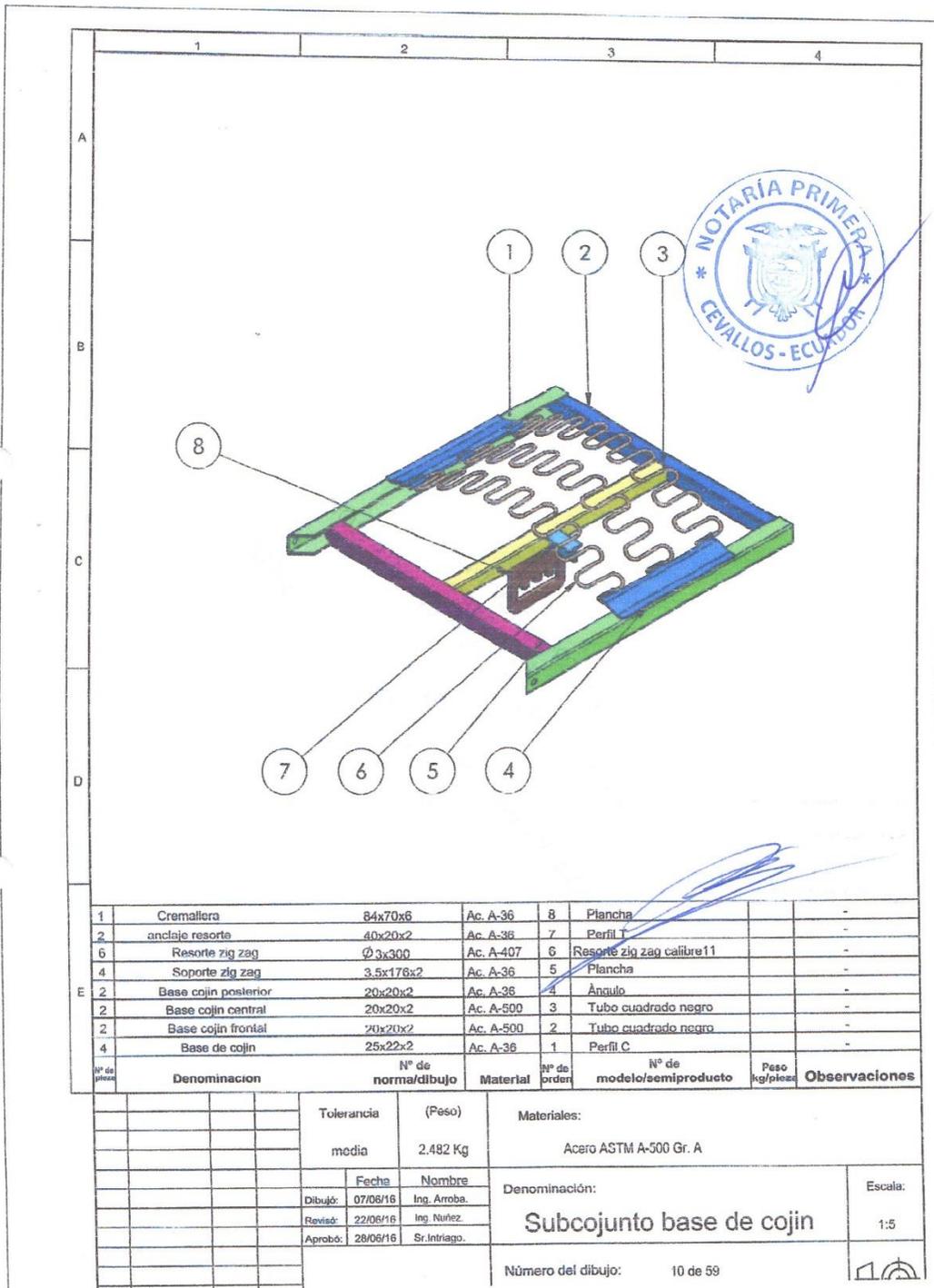






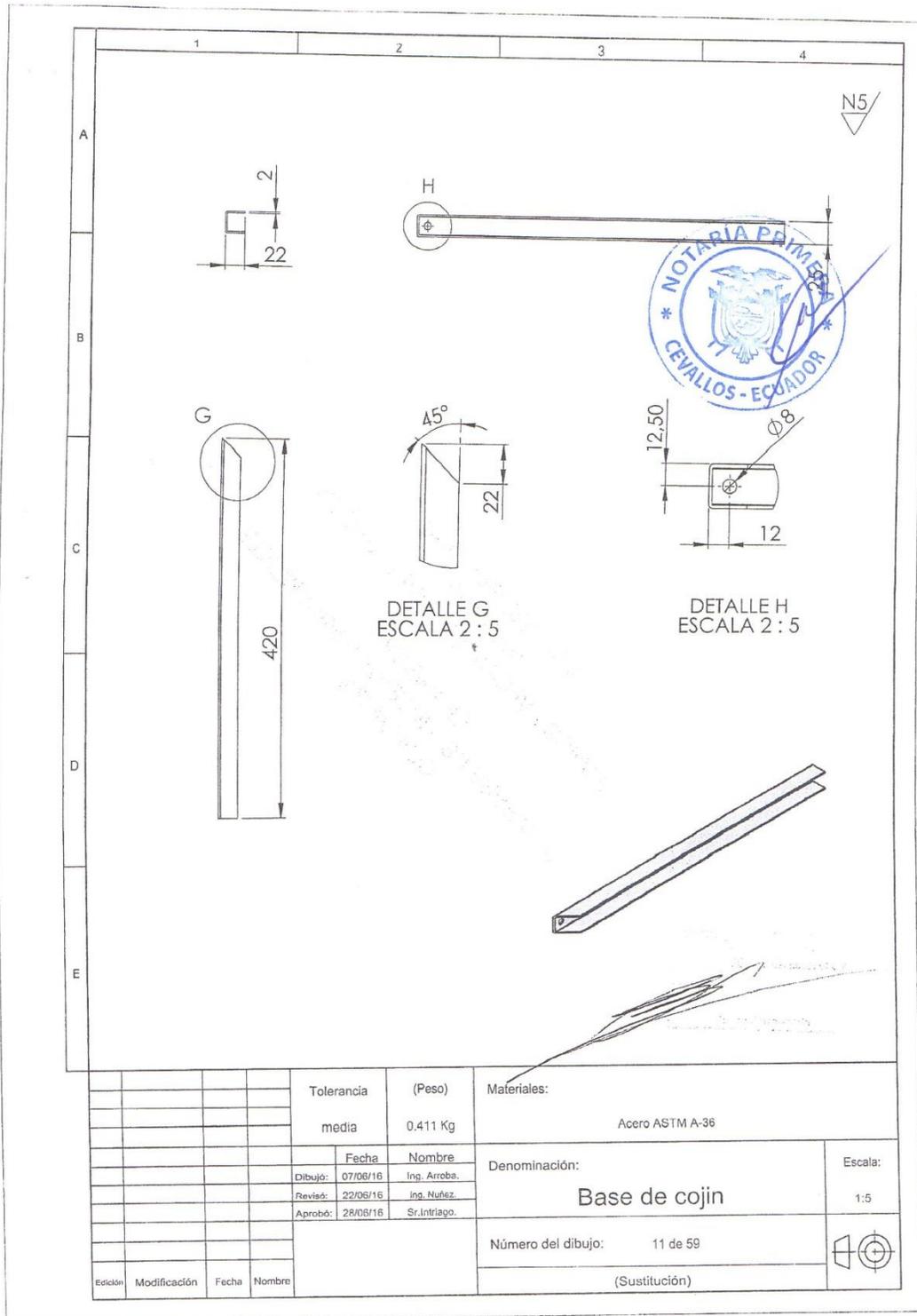
| | | | | | |
|---------|--------------|------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| | | Tolerancia | (Peso) | Materiales: | |
| | | media | 0.03536 Kg | Acero ASTM A-500 | |
| | | | Fecha | Nombre | Denominación: |
| | | | Dibujó: 07/06/16 | Ing. Arroba. | Conexion espaldar |
| | | | Revisó: 22/06/16 | Ing. Nuñez. | |
| | | | Aprobó: 28/06/16 | Sr. Intriago. | |
| | | | | | Número del dibujo: 08 de 59 |
| | | | | | (Sustitución) |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | Escala: 2:1 |



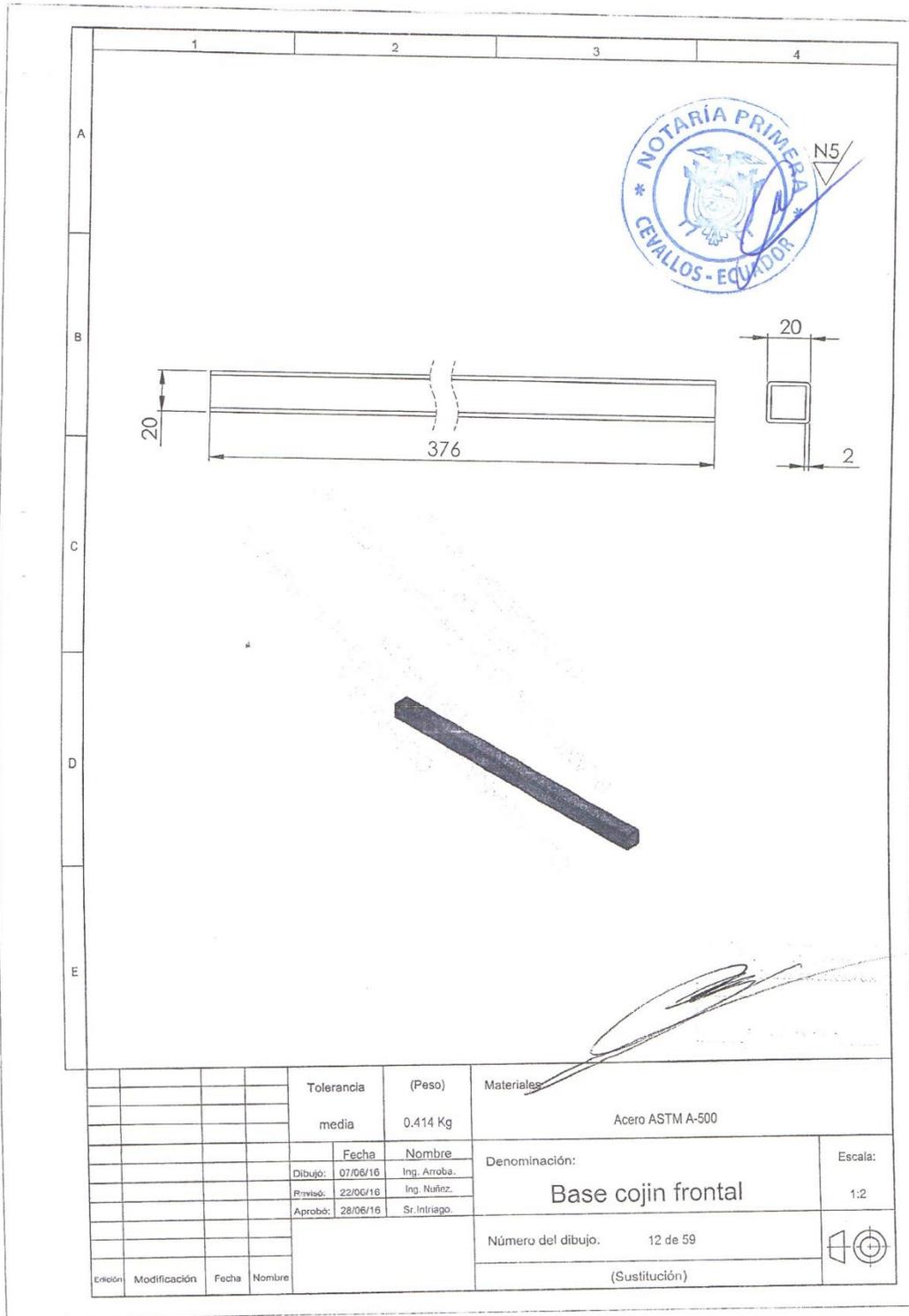


| | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------|-----------|---|----------------------------|--|---|
| 1 | Cremallera | 84x70x6 | Ac. A-36 | 8 | Plancha | | - |
| 2 | anclaje resorte | 40x20x2 | Ac. A-36 | 7 | Perfil T | | - |
| 6 | Resorte zig zag | ∅ 3x300 | Ac. A-407 | 6 | Resorte zig zag calibre 11 | | - |
| 4 | Soporte zig zag | 3,5x176x2 | Ac. A-36 | 5 | Plancha | | - |
| 2 | Base cojin posterior | 20x20x2 | Ac. A-36 | 4 | Ángulo | | - |
| 2 | Base cojin central | 20x20x2 | Ac. A-500 | 3 | Tubo cuadrado negro | | - |
| 2 | Base cojin frontal | 20x20x2 | Ac. A-500 | 2 | Tubo cuadrado negro | | - |
| 4 | Base de cojin | 25x22x2 | Ac. A-36 | 1 | Perfil C | | - |

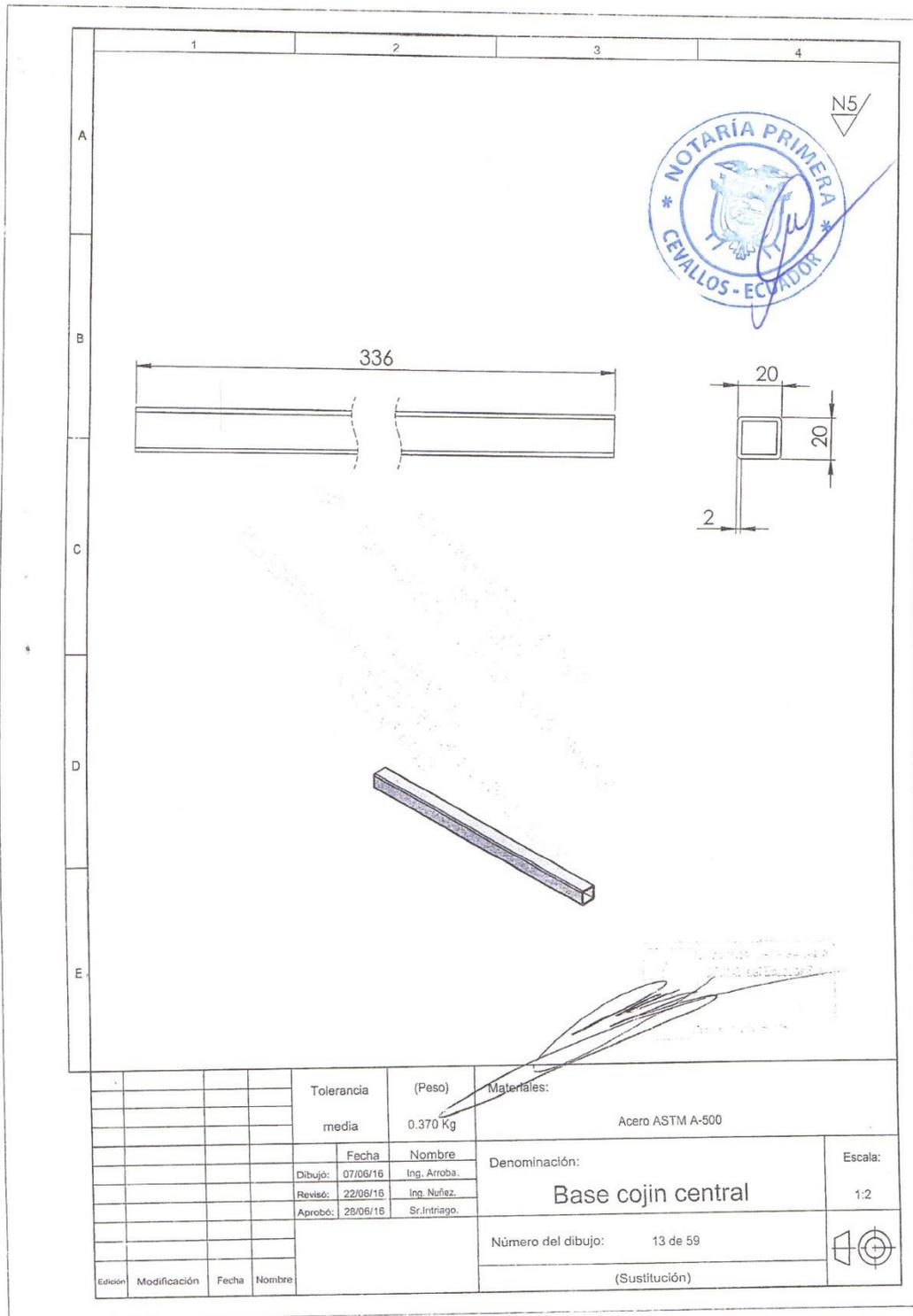
| Nº de pieza | Denominacion | Nº de norma/dibujo | Material | Nº de orden | Nº de modelo/semiproducto | Peso kg/pieza | Observaciones |
|-------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| | | Tolerancia | (Peso) | Materiales: | | | |
| | | media | 2.482 Kg | Acero ASTM A-500 Gr. A | | | |
| | | Fecha | Nombre | Denominación: | | | Escala: |
| | | Dibujó: 07/06/16 | Ing. Arriba. | Subconjunto base de cojin | | | 1:5 |
| | | Revisó: 22/06/16 | Ing. Nuñez. | Número del dibujo: 10 de 59 | | | |
| | | Aprobó: 28/06/16 | Sr. Intriago. | | | | |



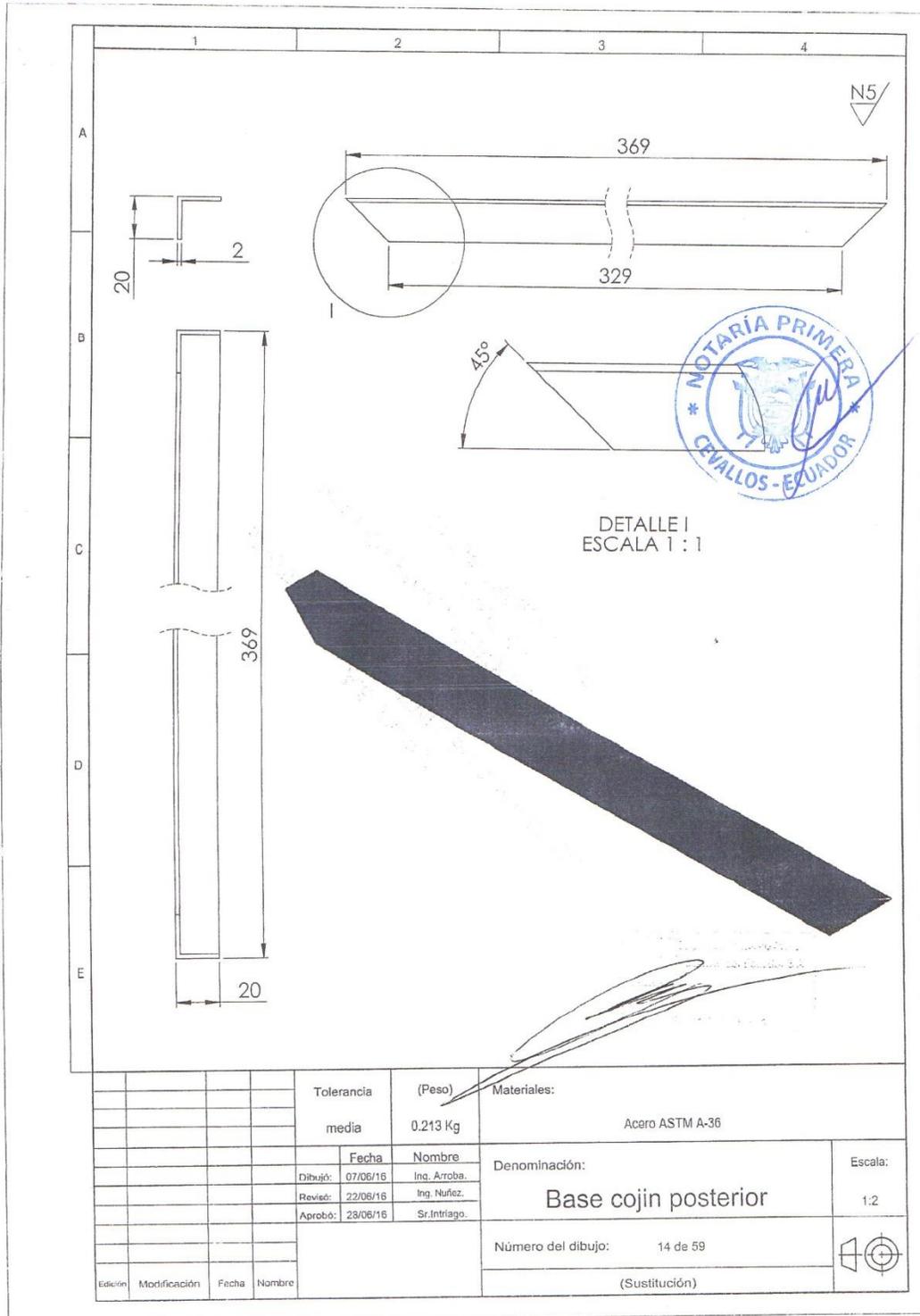
| | | | | | |
|---------|--------------|------------------|--------------|--------------------|----------|
| | | Tolerancia | (Peso) | Materiales: | |
| | | media | 0.411 Kg | Acero ASTM A-36 | |
| | | Fecha | Nombre | Denominación: | Escala: |
| | | Dibujó: 07/06/16 | Ing. Arroba | Base de cojin | 1:5 |
| | | Revisó: 22/06/16 | Ing. Nuñez | | |
| | | Aprobó: 28/06/16 | Sr. Intriago | | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | Número del dibujo: | 11 de 59 |
| | | | | (Sustitución) | |

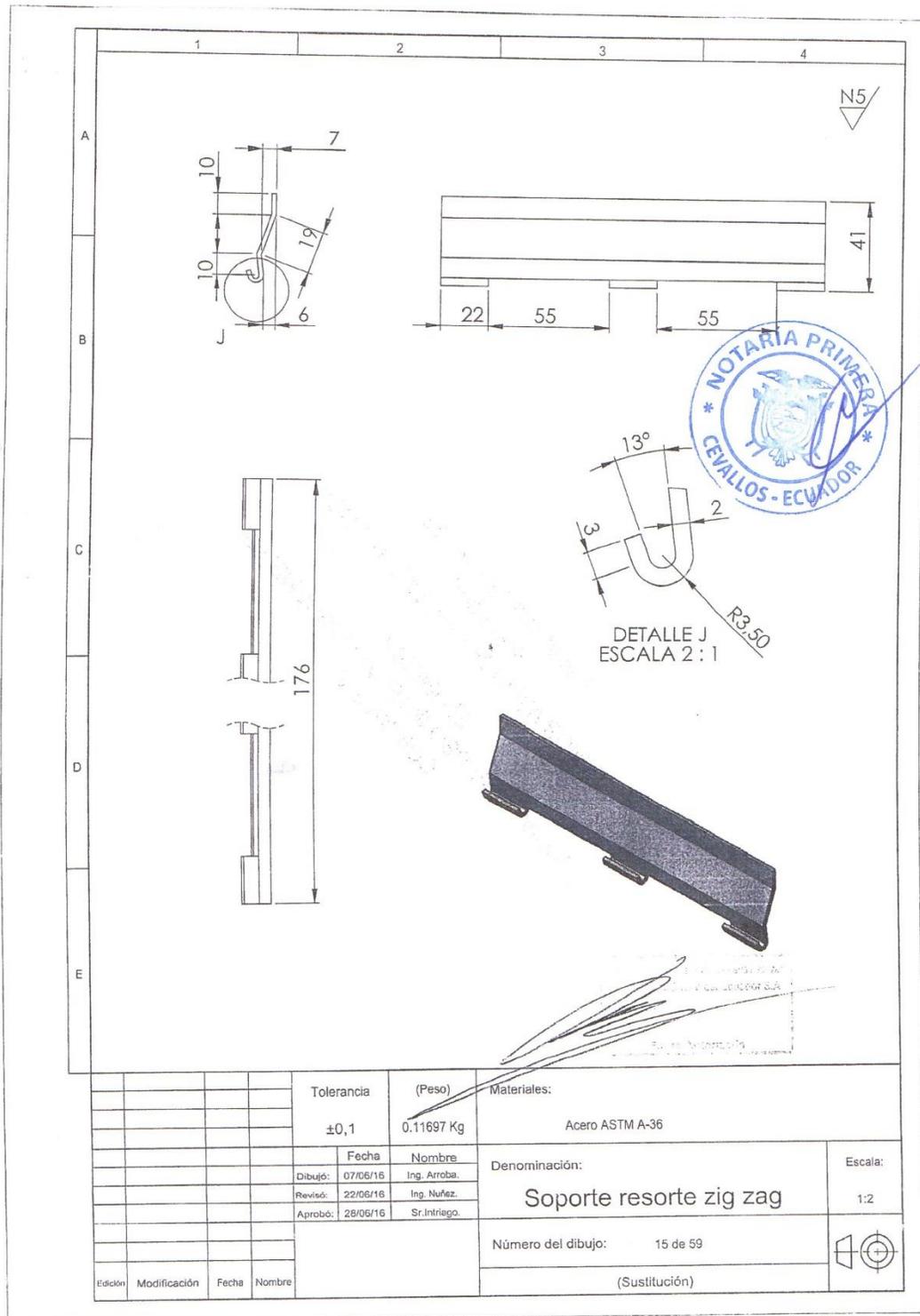


| | | | | | | | |
|---------|--------------|-------|--------|------------|------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | Tolerancia | (Peso) | Materiales | |
| | | | | media | 0.414 Kg | Acero ASTM A-500 | |
| | | | | | Fecha | Nombre | Denominación: |
| | | | | | Dibujó: 07/06/16 | Ing. Arroba. | Base cojin frontal |
| | | | | | Revisó: 22/06/16 | Ing. Nuñez. | |
| | | | | | Aprobó: 28/06/16 | Sr. Intriago. | |
| | | | | | | | Escala: |
| | | | | | | | 1:2 |
| | | | | | | Número del dibujo. | 12 de 59 |
| | | | | | | (Sustitución) | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | | | |

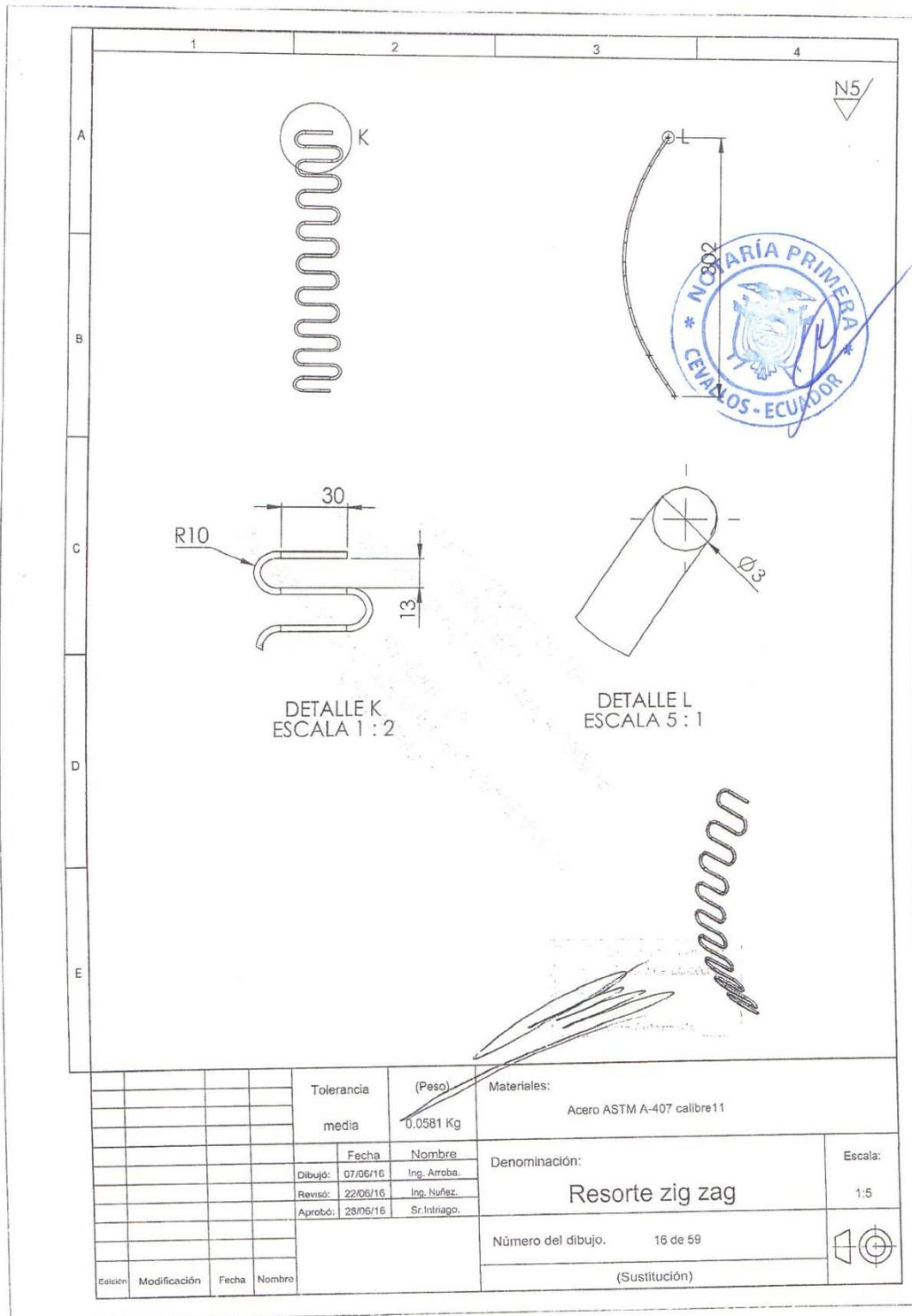


| | | | | | | | |
|---------|--------------|-------|--------|------------------|---------------|-----------------------------|---------|
| | | | | Tolerancia | (Peso) | Materiales: | |
| | | | | media | 0.370 Kg | Acero ASTM A-500 | |
| | | | | Fecha | Nombre | Denominación: | Escala: |
| | | | | Dibujó: 07/06/16 | Ing. Arroba. | Base cojin central | 1:2 |
| | | | | Revisó: 22/06/16 | Ing. Nuñez. | | |
| | | | | Aprobó: 28/06/16 | Sr. Intriago. | | |
| | | | | | | Número del dibujo: 13 de 59 | |
| | | | | | | (Sustitución) | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | | | |

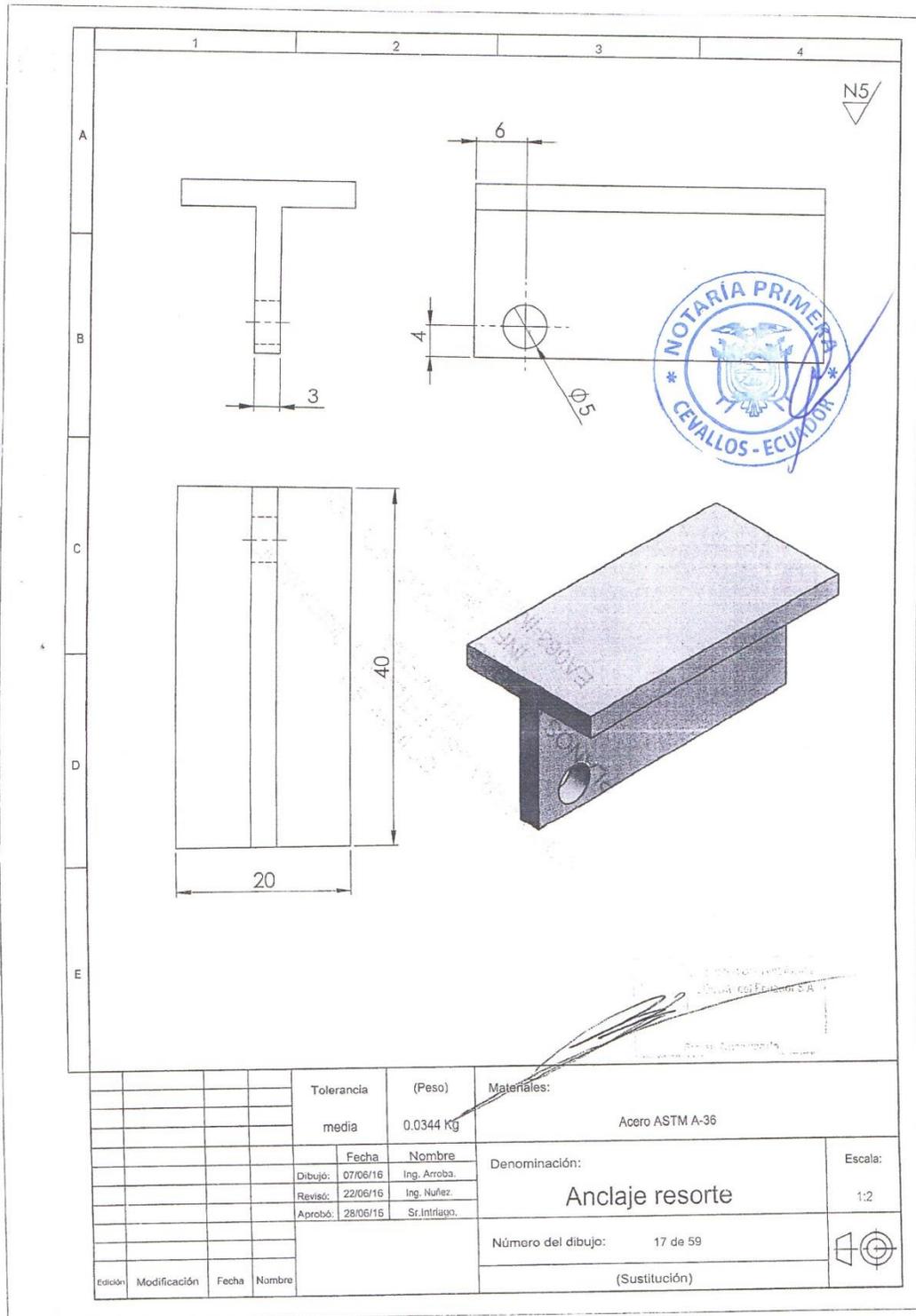


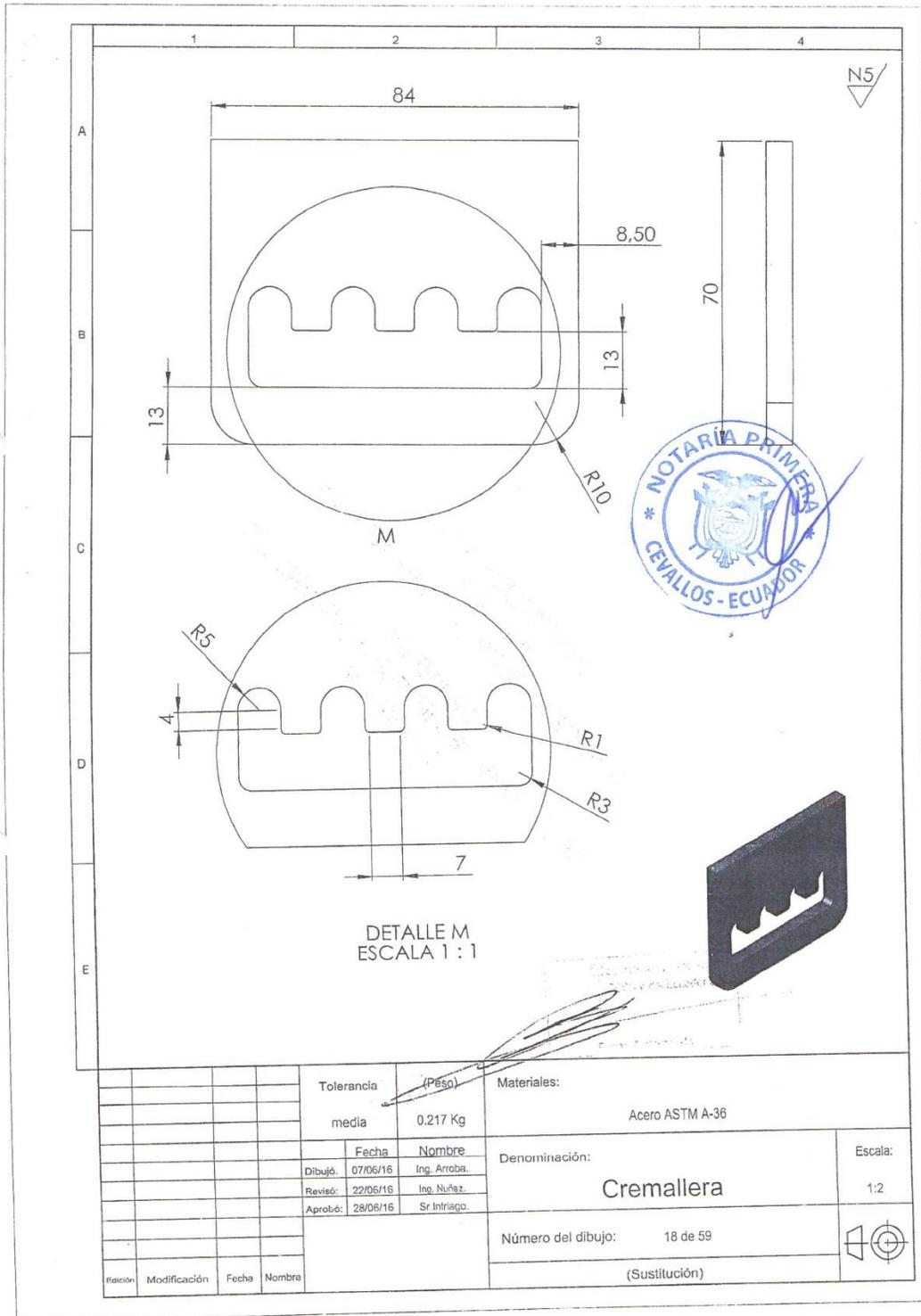


| | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------------|---------|
| Tolerancia | | (Peso) | Materiales: | | |
| ±0,1 | | 0.11697 Kg | Acero ASTM A-36 | | |
| Fecha | | Nombre | | Denominación: | Escala: |
| Dibujó: 07/06/16 | | Ing. Arroba | | Soporte resorte zig zag | 1:2 |
| Revisó: 22/06/16 | | Ing. Nuñez | | | |
| Aprobó: 28/06/16 | | Sr. Intriago | | | |
| Número del dibujo: | | 15 de 59 | | | |
| (Sustitución) | | | | | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | |

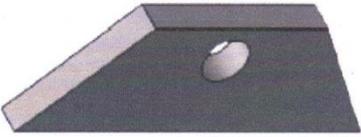
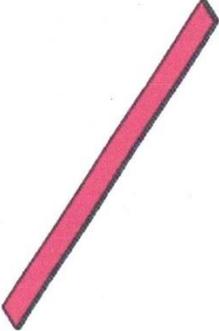


| | | | | | |
|------------|--------------|---------------|-----------------------------|-----------------|--|
| Tolerancia | | (Peso) | Materiales: | Escala: | |
| media | | 0.0581 Kg | Acero ASTM A-407 calibre 11 | 1:5 | |
| Fecha | | Nombre | Denominación: | Resorte zig zag | |
| Dibujó: | 07/06/16 | Ing. Arroba. | | | |
| Revisó: | 22/06/16 | Ing. Nuñez. | | | |
| Aprobó: | 28/06/16 | Sr. Intriago. | Número del dibujo. | 16 de 59 | |
| | | | (Sustitución) | | |
| Edición | Modificación | Fecha | Nombre | | |

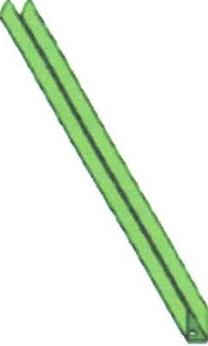


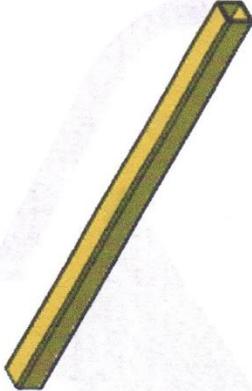
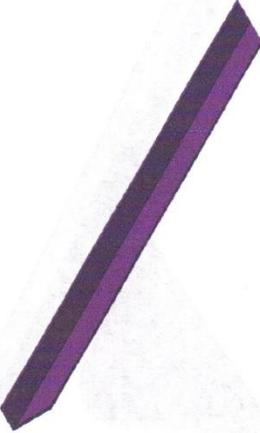
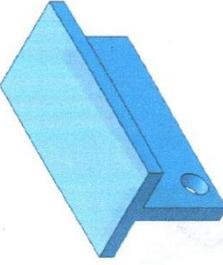


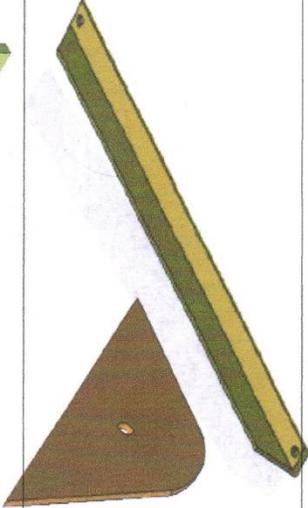
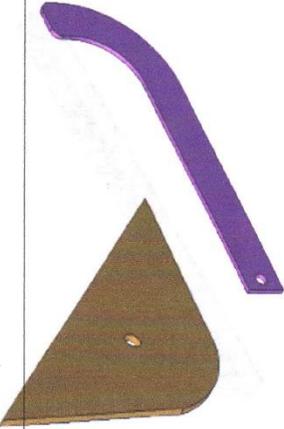
| | | | | |
|------------------|--|--------------|-----------------------------|--------|
| Tolerancia | | (Peso) | Materiales: | |
| media | | 0.217 Kg | Acero ASTM A-36 | |
| Fecha | | | Denominación: | |
| Dibujó: 07/06/16 | | | Cremallera | |
| Revisó: 22/06/16 | | | Escala: | |
| Aprobó: 28/06/16 | | | 1:2 | |
| | | | Número del dibujo: 18 de 59 | |
| | | | (Sustitución) | |
| Edición | | Modificación | Fecha | Nombre |

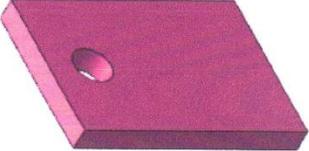
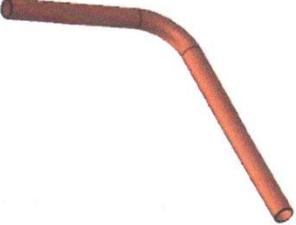
| | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|
|  | ANCLAJE CINTURON DE SEGURIDAD | PLATINA 1 X 1/4 5CM |
|  | REFUERZO ESPALDAR | PLATINA DE 1 X 1/8 37CM |
|  | VARILLA REFUERZO ESPALDAR | VARILLA LISA DE 8 O 5/16 36 CM |

Anexo 37. Elementos de toda la estructura del asiento de buses interprovinciales.

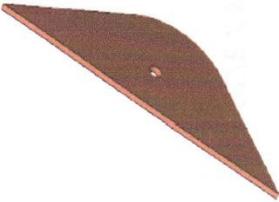
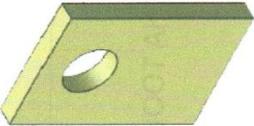
| | | |
|--|--------------------|-------------------------------------|
|  | CONEXIÓN ESPALDAR | TUBO 3/4 CAÑERÍA 4 CM |
|  | BASE DE COJIN | PLANCHA TOOL 2 M |
|  | BASE COJIN FRONTAL | TUBO CUADRADO 3/4 X 2 37.5 CM |

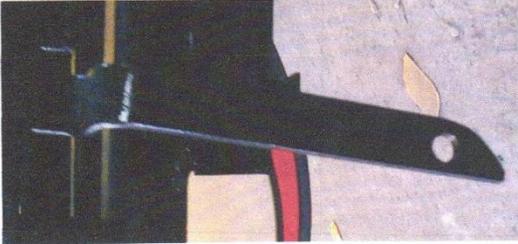
| | | |
|--|-----------------------------|--|
|  <p>TUBO CUADRADO 3/4 X 2 30 CM</p> | <p>BASE COJIN CENTRAL</p> | |
|  <p>ANGULO 1 X 1/8 37 CM</p> | <p>BASE COJIN POSTERIOR</p> | |
|  <p>TEE 3/4 X 1/8 4 CM</p> | <p>ANCLAJE RESORTE T</p> | |

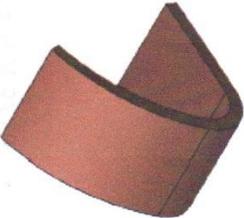
| | | |
|---|--|---|
|  <p>SE PONE YA UNA PLATINA</p> | <p>SOPORTE cojín y EJE de reclinación CODERA CENTRAL</p> | <p>PLATINA 1 X ¼ 6 CM TUBOREDONDO ½ CAÑERÍA 48.5 CM</p> |
|  | <p>REFUERZO CODERA CENTRAL</p> | <p>ANGULO ¼ X ¾ 3/16 49.5 CM</p> |
|  | <p>SOPORTE ANCLAJE PLATINA DE REPOSICIÓN</p> | <p>PLATINA ¾ X ¼ PLATINA DE 1 X 1/8 26.5 CM</p> |

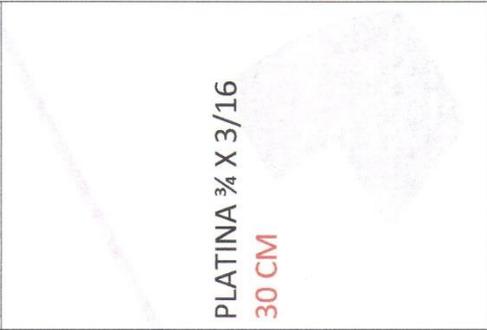
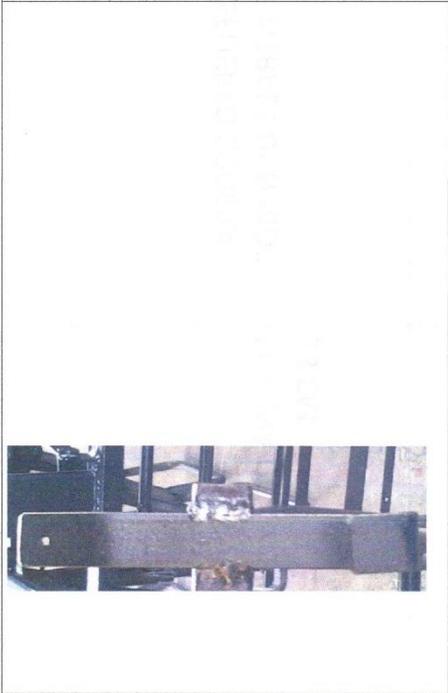
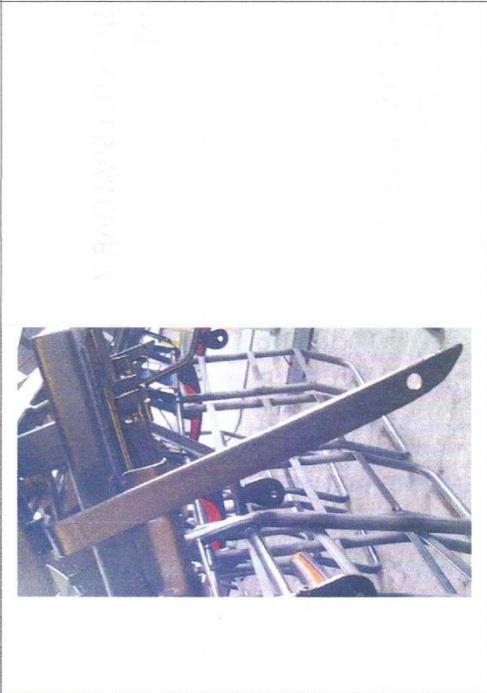
| | | |
|--|-------------------------------|---|
|  | <p>CREMALLERA</p> | |
|  | <p>ANCLAJE RESORTE</p> | <p>PLATINA $\frac{3}{4}$ X 3/16 3 CM</p> |
|  | <p>CODERA LATERAL DERECHA</p> | <p>TUBO $\frac{3}{4}$ CAÑERÍA 54 CM</p> |

| | | |
|--|----------------------------|------------------------|
|  <p>48 CM</p> <p>7 CM</p> | <p>CUBRE ASIENTO DE 48</p> | <p>PLANCHA TOOL 2M</p> |
|  <p>33 CM</p> <p>7 CM</p> | <p>ASIENTO DE 33</p> | <p>PLANCHA TOOL 2M</p> |

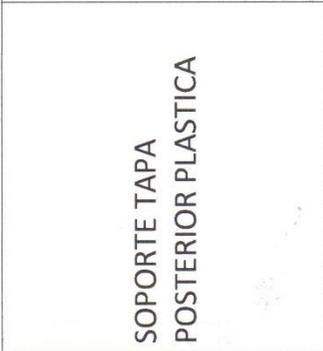
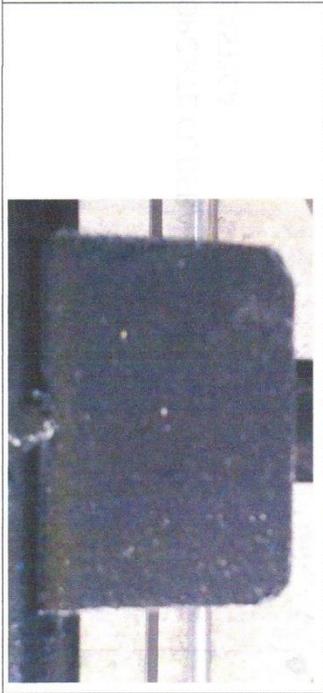
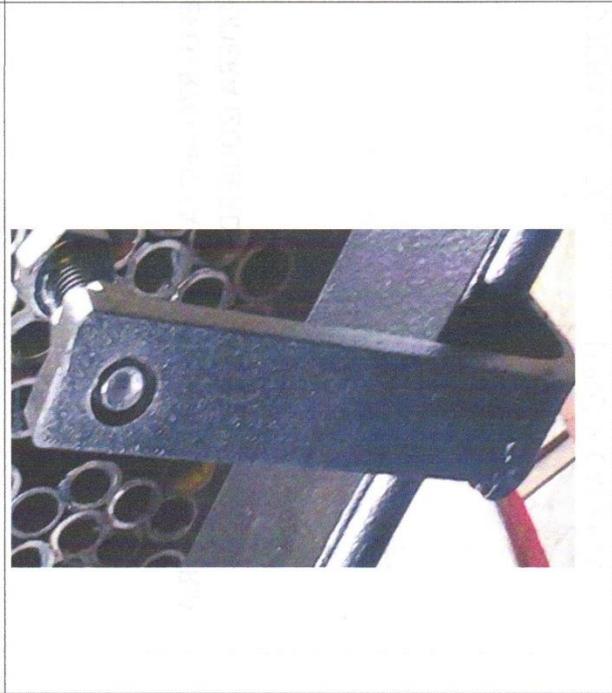
| | | |
|--|---|------------------------------------|
|  | <p>SOPORTE ANCLAJE CINTURON DERECHO</p> | <p>PLATINA 3 X ¼ 19.6 CM</p> |
|  | <p>REFUERZOPOSTERIOR CODERA DERECHA</p> | <p>PLATINA 1 X 1/8 24 CM</p> |
|  | <p>ANCLAJE APOYAPIES</p> | <p>PLATINA ¾ X 3/16 3.5 CM</p> |

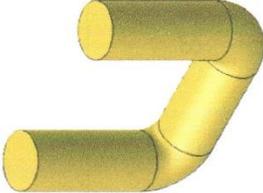
| | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
|  | <p>PLATINA PEQUEÑA DE CHUPETE</p> | <p>PLATINA 3/4 X 3/16 21.5 CM</p> |
|  <p>7 CM</p> <p>98 CM</p> | <p>CUBRE ASIENTO DE 98</p> | <p>PLANCHAS TOOL 2M</p> |
|  <p>7 CM</p> <p>96 CM</p> | <p>CUBRE ASIENTO DE 96</p> | <p>PLANCHAS TOOL 2M</p> |

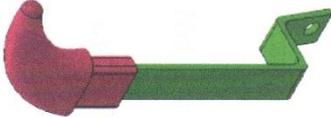
| | | |
|--|--|--|
|  | <p>REFUERZO CODERA CENTRAL POSTERIOR</p> | <p>PLATINA DE 1 X 1/8 13 CM</p> |
|  | <p>SOPORTE ESPALDAR Y BASE</p> | <p>TUBO 1/2 CAÑERIA</p> |
|  | <p>SOPORTE CODERA IZQUIERDA</p> | <p>PLATINA 3/4 X 1/8 4.5 CM LATERAL BUSCAR DON CRUZ 6.5 CM LATERAL DON RAMOS ALIEN</p> |

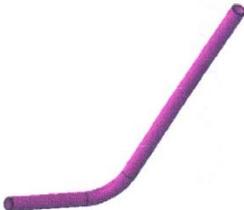
| | |
|--|--|
|  <p>PLATINA $\frac{3}{4}$ X $\frac{1}{8}$ 21 CM</p> |  <p>PLATINA $\frac{3}{4}$ X $\frac{3}{16}$ 30 CM</p> |
| <p>SOPORTE LATERAL</p> | <p>PLATINA GRANDE DE CHUPETE</p> |
|  |  |

| | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|
|  | SOPORTE CODERA PLASTICA | PLANCHA TOOL DE 8 CM |
|  | REFUERZO APOYA CODERA IZQUIERDA | TUBO DE 1/2 CAÑERIA 36.5 CM |
|  | CODERA LATERAL IZQUIERDA | TUBO 3/4 CAÑERIA 34 CM |

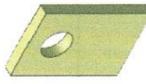
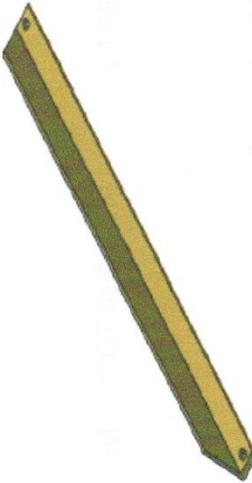
| | |
|--|--|
|  <p>PLANCHA TOOL 2M</p> |  <p>PLATINA DE 1 X ¼ 17 CM</p> |
|  <p>SOPORTE TAPA POSTERIOR PLASTICA</p> |  <p>SOPORTE CINTURON RETRACTIL</p> |
|  |  |

| | | |
|--|--------------------------------------|---|
|  | <p>TUBO BASE POSTERIOR</p> | <p>TUBO CUADRADO 1 X 2 90-92-102-104 CM</p> |
|  | <p>TUBO BASE FRONTAL</p> | <p>TUBO CUADRADO 1 X 2 90-92-102-104 CM</p> |
|  | <p>SOPORTE RESORTE POSTERIOR</p> | <p>GRAPA ESTRUCTURAS</p> |

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | <p>CHUPETE DERECHO</p> | |
|  | <p>CHUPETE DERECHO</p> | |
|  | <p>SOPORTE VARILLA DE PALANCA o reclinación</p> | <p>TEE 1 X 1/8 6CM</p> |

| | | |
|--|---|--|
|  | <p>CODERA CENTRAL</p> | <p>TUBOREDONDO 1/2 CAÑERIA 48.5 CM</p> |
|  | <p>REFUERZO CODERA CENTRAL</p> | <p>PLATINA 3/4 X 1/4 13 CM</p> |
|  | <p>SOPORTE ANCLAJE CINTURON DERECHO</p> | <p>PLATINA 3/4 X 1/4 13 CM</p> |

| | | |
|--|----------------------|--------------------------------------|
|  | <p>EJE DERECHO</p> | <p>VARILLA DE 10 O 3/8 37 CM</p> |
|  | <p>EJE IZQUIERDO</p> | <p>VARILLA DE 10 O 3/8 47 CM</p> |

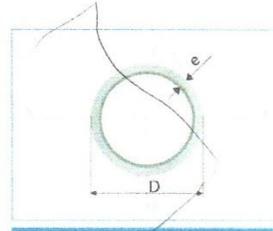
| | | |
|---|---|--|
|  <p>SE PONE YA UNA PLATINA</p>  | <p>SOPORTE cojín y EJE de reclinación</p> | <p>PLATINA 1 X 1/4 6 CM</p> |
|  | <p>ANCLAJE</p> | <p>ANGULO 1 1/2 X 3/16 49.5 CM</p> |
|  | <p>PLATINA DE APOYAPIES</p> | <p>PLATINA DE 1 X 1/8 26.5 CM</p> |



TUBEGAL



Por los caminos del Acero
 • ANGULOS • PERFILES • TOLL • PLATINAS •



Largo Normal:
6 metros
 Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
 Norma de Calidad:
ASTM A 1011
 Norma de Fabricación:
INEN 2470, BS 1387, ISO R 65
 Espesores:
Desde 2,00 a 3,60 mm
 Extremos roscados:
Hilo NPT / Hilo BSPT
 Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.

| Designaciones | | Área | Peso | Propiedades Estáticas | | | Presión de prueba | | |
|---------------|-------|------|-----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | Flexión | | | | | |
| | | | | | Momento de inercia | Módulo de resistencia | Radio del giro | | |
| D | e | A | P | I | W | i | | | |
| pulg. | mm | mm | cm ² | kg/m | cm ⁴ | cm ³ | cm | lb/pulg ² | kg/cm ² |
| 1/2 | 21,30 | 2,00 | 1,21 | 0,95 | 0,56 | 0,53 | 0,68 | 700 | 49,20 |
| 3/4 | 26,90 | 2,30 | 1,78 | 1,40 | 1,32 | 0,99 | 0,87 | 700 | 49,20 |

- Aplicaciones / cañería negra
 - Conducción de fluidos a presión.
 - Fabricación de andamios.
 - Fabricación de calderos.
 - Fabricación de escopetas.
 - Conducción de vapor.
 - Muebles metálicos.
 - Asientos para carrocería.
 - Juegos infantiles en parques.

- Aplicaciones / cañería galvanizada
 - Conductor de agua y vapor.
 - Instalaciones de fabricas y gasolineras.
 - invernaderos.
 - Escapes de automóviles.
 - Fabricación de andamios.
 - Fabricación de calderos.
 - Juegos infantiles.
 - Postes.

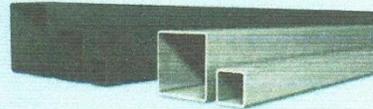


TUBEGAL

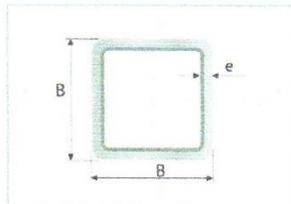


Por los caminos del Acero
• ANGULOS • PERFILES • TOLL • PLATINAS •

Tubería Estructural Cuadrada



| Designaciones | | Área | Peso | Propiedades Estáticas | | |
|---------------|------|-----------------|------|-----------------------|-----------------|------|
| | | | | Eje x-x = y-y | | |
| B | e | A | P | I | W | i |
| mm | mm | cm ² | kg/m | cm ⁴ | cm ³ | cm |
| 20 | 2,00 | 1,34 | 1,05 | 0,69 | 0,69 | 0,72 |
| 25 | 2,00 | 1,74 | 1,36 | 1,48 | 1,18 | 0,92 |



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Norma de Calidad:
ASTM A 500 Gr. A, B o C
Norma de Fabricación:
NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,50 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones, espesores y
largos previa consulta

Aplicaciones

- Estructuras: columnas para galpones y naves industriales.
- Señalización y vialidad: alumbrado, soportes.
- Equipos y máquinas de todo tipo.
- Construcción en general.





TUBEGAL

Por los caminos del Acero
• ANGULOS • PERFILES • TOLL • PLATINAS •

Planchas
• Laminada en caliente
• Laminada en frío



Aplicaciones

- Conformación de estructuras en general con elementos de alma llena (flejes).
- Fabricación de tanques.
- Estructuras de puentes.
- Estructuras de barcos.
- Camisas de pilotes.
- Encofrados.
- Placas.
- Contención de tierra.
- Plataformas.
- Calderos.
- Tubería de grandes diámetros.

Plancha laminada en caliente

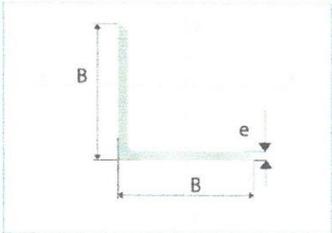
Recubrimiento:
Negro
Norma de Fabricación:
NTE INEN 115 / ASTM A 6
Norma de Calidad:
ASTM A 36 / ASTM A 588 Gr. A / ASTM A 131 Gr. A /
ASTM A 516 Gr. 70 / ASTM A 572 Gr. 50
Observaciones:
Dimensiones y largos especiales, previa consulta

| Ancho | Largo | Espesor | Peso Aprox. |
|-------|-------|---------|-------------|
| mm | mm | mm | kg. |
| 1.220 | 2.440 | 2,00 | 46,74 |
| 1.220 | 2.440 | 8,00 | 186,94 |



| Dimensiones | | Espesor | Peso |
|-------------|----|---------|-------|
| B | c | e | P |
| mm | mm | mm | kg/6m |
| 25 | 25 | 3,00 | 6,74 |
| 30 | 30 | 3,00 | 8,24 |

- Aplicaciones
- Torres metálicas.
 - Muebles metálicos.
 - Carpintería metálica.



Largo normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro
Espesores:
Desde 2,00 a 12,70 mm
Norma de Calidad:
ASTM A-36
Norma de fabricación:
INEN 2224 / ASTM A6
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.



TUBEGAL



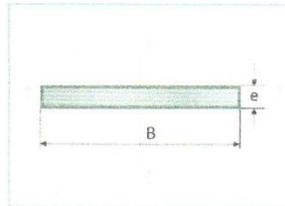
Por los caminos del Acero
• ANGULOS • PERFILES • TOLL • PLATINAS •

Productos Laminados
Pletina



| Dimensiones | Espesor | Peso |
|-------------|---------|-------|
| B | e | P |
| mm | mm | kg/6m |
| 20 | 4,00 | 5,00 |
| 25 | 3,00 | 3,53 |
| 25 | 6,00 | 7,07 |
| 50 | 4,00 | 9,50 |

- Aplicaciones**
- Somier camas.
 - Cerrajería en general (puertas, ventanas, rejas).
 - Estructuras en general.
 - Muebles metálicos.
 - Paquete de resortes (Sistemas de suspensión).



Largo normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro
Espesores:
Desde 3,00 a 12,00 mm
Calidad de acero:
DIN 17100 / ST 37-2 / ASTM A-36
Norma de fabricación:
INEN 2222 / ISO 1035
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.



TUBEGAL

Por los caminos del Acero
• ANGULOS • PERFILES • TOLL • PLATINAS •

PERFILES

BARRAS
REDONDAS LISAS

DESCRIPCIÓN

Barras de acero de sección circular, lisas, laminadas en caliente.

USOS

Se utilizan principalmente en el sector metal-mecánico en la fabricación de muebles, cerrajería ornamental, verjas y cerramientos, elaboración de herramientas manuales, agrícolas y de múltiples usos, ejes industriales, pernos especiales, etc.

NORMAS TÉCNICAS

NTE INEN 2215 (Ecuatoriana)
Perfiles de acero laminados en caliente.
NTE INEN 2222 (Ecuatoriana)
Barras cuadradas, redondas y pletinas de acero laminadas en caliente.
ASTM A36 (Americana)
Standard Specification for Carbon Structural Steel

TOLERANCIAS

| Díámetro | Ovalidad |
|----------|-------------|
| mm | mm |
| ± 0,40 | máximo 0,60 |

| DIÁMETRO | MASA NOMINAL | |
|----------|--------------|-------|
| | kg/m | kg/6m |
| mm | | |
| 8 | 0,395 | 2,370 |

| | |
|--------|-------------|
| ± 0,50 | máximo 0,75 |
|--------|-------------|

| PROPIEDADES MECÁNICAS | ASTM A36 | | INEN 2215 grado E185 | |
|---|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| | Kgf / mm ² | MPa | Kgf / mm ² | MPa |
| Límite de Fluencia mínimo | 25 | 250 | 19 | 185 |
| Resistencia a la tracción mínima | 40 | 400 | 30 | 300 |
| Resistencia a la tracción máxima | 56 | 550 | 55 | 540 |
| Alargamiento (%) mínimo con probeta $L_0=5,65 \cdot \sqrt{d_0} = 26\%$ | 21% | | 18% | |



TUBEGAL

Por los caminos del Acero
• ANGULOS • PERFILES • TOLL • PLATINAS •

PERFILES

TEES



DESCRIPCIÓN

Perfil T de alas iguales, en acero de baja aleación, laminadas en caliente.

USOS

Construcción de estructuras espaciales; celosías, cerchas, arcos, bóvedas, etc., metal-mecánica: puertas, ventanas, muebles, carrocerías para vehículos, elementos ornamentales, verjas y cerramientos; herramientas manuales, maquinarias, etc.

NORMAS TÉCNICAS

NTE INEN 2215 (Ecuatoriana)

Perfiles de acero laminados en caliente.

NTE INEN 2234 (Ecuatoriana)

Perfiles estructurales T de acero laminados en caliente.

ASTM A36 (Americana)

Standard Specification for Carbon Structural Steel

| DIMENSIÓN | MASA NOMINAL | | TOLERANCIAS | |
|-----------|--------------|-------|-------------|---------|
| | kg/m | kg/6m | Ala - Alma | Espesor |
| mm | | | mm | mm |
| 20 x 3 | 0,891 | 5,346 | ± 1,0 | ± 0,5 |
| 25 x 3 | 1,131 | 6,786 | | |
| 30 x 3 | 1,379 | 8,274 | | |

Tolerancia de longitud: ±50mm

| PROPIEDADES MECÁNICAS | ASTM A36 | | INEN 2215 grado E185 | |
|--|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| | Kgf / mm ² | MPa | Kgf / mm ² | MPa |
| Límite de Fluencia mínimo | 25 | 250 | 19 | 185 |
| Resistencia a la tracción mínima | 40 | 400 | 30 | 300 |
| Resistencia a la tracción máxima | 56 | 550 | 55 | 540 |
| Alargamiento (%) mínimo con probeta $L_0=5,65 \cdot \sqrt{A_0}$ | 21% | | 18% | |



R.U.C.: 1860000130001

FACTURA

No.: 001-002-000006300

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN:

1501201901186000013000120010020000063001803745211

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION:

2019-01-15T16:29:23-05:00

AMBIENTE: PRODUCCIÓN

EMISIÓN: NORMAL

Contribuyente Especial No.: 4519

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

H GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA

H GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA

Dirección BOLIVAR 491 Y CASTILLO

Matriz:

Dirección BOLIVAR 491 Y CASTILLO

Sucursal:



CLAVE DE ACCESO: 1501201901186000013000120010020000063001803745211

Razón Social / Nombres y Apellidos: MASAQUIZA YANZAPANTA ANGEL GUILLERMO

Dirección comprador: VIA ABAÑOS CHICAPAMBA A 2 KM. ESCUELA 24 DE JULIO - SALASAKA

Fecha Emisión: 15/01/2019

RUC / CI: 1803745239

Guía Remisión:

| Código Principal | Cantidad Descripción | Precio Unitario | Descuento | PrecioTotal |
|------------------|---|-----------------|-----------|-------------|
| 0018 | 1.0000 SERVICIOS DEL CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO METALMECANICO CARROCERO DETALLE DEL SERVICIO: DERECHO DE INFORME DENSIDAD APARENTE 16 GRUPOS PROFORMA AM-2018-018 | 160.0000 | 0.0000 | 160.00 |

| | |
|---------------------------|--------|
| SUBTOTAL SIN IMPUESTOS | 160.00 |
| DESCUENTO | 0.00 |
| SUBTOTAL 0% | 0.00 |
| SUBTOTAL No objeto de IVA | 0.00 |
| SUBTOTAL Exento de IVA | 0.00 |
| SUBTOTAL 12% | 160.00 |
| IVA 12% | 19.20 |
| VALOR TOTAL | 179.20 |

Formas de pago

| Cód Detalle | Tiempo | Plazo | Valor |
|---|--------|-------|--------|
| 01 SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO | | | 179.20 |

Información Adicional

| | |
|-------------|--|
| ciDireccion | VIA ABAÑOS CHICAPAMBA A 2 KM. ESCUELA 24 DE JULIO - SALASAKA |
| ciMail | sisac21@yahoo.es |
| ciCiudad | SALASAKA |



R.U.C.: 1860000130001
FACTURA
 No.: 001-002-000006301
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN:
 1501201901186000013000120010020000063011803745217
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION:
 2019-01-15T16:40:23-05:00
 AMBIENTE: PRODUCCIÓN
 EMISIÓN: NORMAL
 Contribuyente Especial No.: 4519
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

H GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA
 H GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA
 Dirección BOLIVAR 491 Y CASTILLO
 Matriz:
 Dirección BOLIVAR 491 Y CASTILLO
 Sucursal:



Razón Social / Nombres y Apellidos: MASAQUIZA YANZAPANTA ANGEL GUILLERMO
 Dirección comprador: VIA ABAÑOS CHICAPAMBA A 2 KM. ESCUELA 24 DE JULIO - SALASAKA
 Fecha Emisión: 15/01/2019 RUC / CI: 1803745239 Guía Remisión:

| Código Principal | Cantidad | Descripción | Precio Unitario | Descuento | PrecioTotal |
|------------------|----------|--|-----------------|-----------|-------------|
| 0018 | 60.0000 | SERVICIOS DEL CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO METALMECANICO CARROCERO DETALLE DEL SERVICIO: ENSAYO TRACCION A TEMPERATURA AMBIENTE INEN ISO 6892 PROFORMA RM-2018-041 | 12.5000 | 0.0000 | 750.00 |
| 0018 | 20.0000 | SERVICIOS DEL CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO METALMECANICO CARROCERO DETALLE DEL SERVICIO: ENSAYO TRACCION A TEMPERATURA AMBIENTE INEN ISO 6892 PROFORMA RM-2018-041 | 12.5000 | 0.0000 | 250.00 |

| | |
|---------------------------|----------|
| SUBTOTAL SIN IMPUESTOS | 1,000.00 |
| DESCUENTO | 0.00 |
| SUBTOTAL 0% | 0.00 |
| SUBTOTAL No objeto de IVA | 0.00 |
| SUBTOTAL Exento de IVA | 0.00 |
| SUBTOTAL 12% | 1,000.00 |
| IVA 12% | 120.00 |
| VALOR TOTAL | 1,120.00 |

| Formas de pago | Cód Detalle | Tiempo | Plazo | Valor |
|---|-------------|--------|-------|----------|
| 01 SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO | | | | 1,120.00 |

Información Adicional
 cldireccion VIA ABAÑOS CHICAPAMBA A 2 KM. ESCUELA 24 DE JULIO - SALASAKA
 cllMail sisac21@yahoo.es
 cllCiudad SALASAKA