

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**LIBERACIÓN PRIMERAS MUESTRAS PARA PROYECTO LUCID
GRAVITY**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN SISTEMAS AUTOMOTRICES**

**PRESENTA:
EDUARDO GALINDO MORALES**

**NOMBRE DEL ASESOR:
DR. HAYDEE PATRICIA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ**

APIZACO, TLAX., NOVIEMBRE 2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Apizaco, Tlaxcala, 06/septiembre/2024

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De Oficio: I.E.E. /852/2024

Asunto: Proyecto viable para Titulación Integral

DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ
DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
P R E S E N T E.

Por este medio, el que suscribe, en carácter de Asesor Interno del Proyecto de Residencia Profesional que a continuación se describe

Nombre del Egresado:	EDUARDO GALINDO MORALES
Carrera:	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
No. de Control:	19371245
Nombre del Proyecto:	"LIBERACIÓN PRIMERAS MUESTRAS PARA PROYECTO LUCID GRAVITY"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Hace constar que el mencionado proyecto cumple con los requisitos para la opción de Titulación Integral por Informe de Residencia Profesional. A su vez, hago la solicitud para que se elabore la documentación correspondiente con la finalidad de que el estudiante continúe con su proceso de titulación.

Sin otro particular, quedo a sus órdenes, enviando un cordial saludo.

ATENTAMENTE

JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA

Haydee Patricia Martínez Hernández
Asesora de Proyecto para Titulación

c.c.p. Asesor
c.c.p. Egresado



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 145, e-mail: electronica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlaxcala, 24/octubre/2024

GALINDO MORALES EDUARDO.
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERIA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES.
CON NÚMERO DE CONTROL 19371245.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **LIBERACIÓN PRIMERAS MUESTRAS PARA PROYECTO LUCID GRAVITY**; conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepcion Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica-
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*

CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CRRG/ris



Agradecimientos

En el transcurso de este proyecto se fueron presentando muchas adversidades más sin embargo con ayuda de mis amigos y familiares que siempre fueron el motivo que me impulso a seguir siempre a delante y superar cada uno de los obstáculos de manera optimista hoy me lleva a presentar el término de este proyecto quiero agradecer a:

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO,

Por ser mi casa de estudios y siempre brindarme los mejores recursos para mi formación académica.

DR. HAYDEE PATRICIA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ,

Por brindarme su apoyo, tiempo y comprensión a lo largo de este proyecto.

ING. ROBERTO LUNA SERRANO,

Por siempre estar dispuesto a brindarme información relevante del proyecto y por su comprensión en este periodo que culmina en la correcta terminación del proyecto de residencia profesional.

EMPRESA SEBN MX,

Por permitirme realizar este proyecto de residencia profesional en sus instalaciones y por darme la oportunidad de servir al proyecto (LUCID GRAVITY).

Índice

1.1	Introducción.....	13
1.2	Descripción de la empresa u organización.....	14
1.3	Descripción del área de trabajo del estudiante	18
1.4	Problemas a resolver, priorizándolos.....	20
1.5	Objetivos.....	21
1.5.1	General	21
1.5.2	Específicos	21
1.6	Justificación	22
II.	Marco teórico	24
2.1	Definir	24
2.1.1	Arnés eléctrico automotriz	24
2.1.2	PPAP (Production Part Approval Process)	25
2.1.3	Part Submission Warrant (PSW)	27
2.2	Medir.....	27
2.2.1	Calidad.....	27
2.2.2	Muestra maestra (muestra master).....	28
2.2.3	Media aritmética	28
2.2.4	Instrumentos de medición.....	29

2.3 Analizar	30
2.3.1 Terminal eléctrica	30
2.3.2 Conector eléctrico automotriz	31
2.3.3 Grommets y sellos	32
2.3.4 Tubos corrugados y termo contráctiles	34
2.3.5 Cintas.....	36
2.3.6 Cables.....	37
2.3.7 Pre-ensamble de cables	38
2.3.8 Partes plásticas	38
2.3.9 Fusibles	39
2.3.9.1 Relevadores automotrices	40
2.4 Mejorar.....	41
2.4.1 Mejora continua	42
2.4.2 5s.....	42
2.5 Controlar	43
2.5.1 Análisis dimensional	43
III. Desarrollo	44
3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	44
3.1.1 Recepción de primeras muestras	45
3.1.1.1 Aspectos importantes a evaluar en la recepción de primeras muestras	45

3.1.1.2 Tomar primeras muestras	46
3.1.1.3 Registro de recepción	47
3.2.1 Test dimensional plano vs muestra.....	49
3.2.2 Registro de información	54
3.3 5s	61
3.4 Inspección de nuevos embarques con muestras master	64
IV. Resultados	65
4.1 Graficas	65
4.1.1 Resultados de recepción y toma de muestras	65
4.1.2 Resultado de cantidad de muestras según el tipo de componente.....	67
4.1.3 Resultados de dimensionales terminados	69
4.1.4 Resultados de nuevos componentes organizados por familia	72
4.2.1 Análisis estadísticos.....	77
Conclusiones	89
Recomendaciones y experiencia personal profesional adquirida	91
Competencias desarrolladas.....	93
Referencias bibliográficas	94

Índice de figuras y graficas

Figura 1 Organigrama de inspección recibo planta SEBN MX	19
Figura 2 Arnés eléctrico automotriz	25
Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de PPAP	26
Figura 3 Comparación con muestra master	28
Figura 4 Instrumentos de mediación	30
Figura 5 Terminal eléctrica automotriz de tipo hembra	31
Figura 6 Conector eléctrico automotriz	32
Figura 7 Grommet automotriz	33
Figura 8 Sellos, para conectores y terminales	34
Figura 9 Tubos corrugados	35
Figura 10 Cintas para fabricación del arnés eléctrico automotriz	36
Figura 11 Bobina de cable banco	37
Figura 12 Circuitos pre-ensamblados	38
Figura 13 Parte plástica	39
Figura 14 Fusibles automotrices	40
Figura 15 Relevadores automotrices	41

Figura 16 Mejora continua	42
Figura 17 Primeras actividades del proyecto	44
Figura 18 Aspectos importantes a evaluar en la recepción de primeras muestras ..	46
Figura 19 Terminales de tipo tierra.....	47
Figura 20 Formato de recepción de primeras muestras	48
Figura 21 Test dimensional, registro de información técnica y resguardo de muestra master.....	49
Figura 22 Muestra física de una terminal de tipo tierra eléctrica	50
Figura 23 Fotografía del plano de una terminal de tierra.....	51
Figura 24 Vernier pie de rey digital	52
Figura 25 Proceso de dimensionar una terminal de tipo tierra.....	53
Figura 26 Puntos importantes de un plano en su registro de información.....	54
Figura 27 Instrumento de medición vernier	55
Figura 28 Micrómetro digital	56
Figura 29 Flexómetro	57
Figura 30 Instrumento de medición multímetro	58
Figura 31 Comparador óptico.....	59

Figura 32 Actividad 3 5s.....	60
Figura 33 Metodología 5´S	61
Figura 34 Formato de estandarización de 5´S	62
Figura 35 Aprobación con muestras master	63
Grafica 1 Resultados de recepción de materiales y toma de muestras	66
Grafica 2 Cantidad total dividida por componente.....	68
Grafica 3 Dimensionales en espera de ser terminadas.....	71
Grafica 4 Nuevos componentes por familia.....	73
Grafica 5 Grafica de pastel de porcentaje de nuevas muestras.....	76
Figura 25 Tabla de ecuaciones de varianza	81
Figura 25 Tabla de ecuaciones de varianza	87

Resumen

La calidad es que el producto o servicio logre alcanzar los requerimientos lógicos y específicos para los cuales fue diseñado sin originar defectos.

El mercado automotriz es uno de los más exigentes estableciendo estándares de calidad que satisfagan las expectativas de sus clientes en seguridad, confort, confianza y costos. La calidad de un auto es la calidad de los elementos que lo componen y el arnés eléctrico automotriz (sistema eléctrico automotriz) no es la excepción.

La documentación PPAP (Production Part Approval Proces) Proceso de aprobación de partes de producción por sus siglas en ingles es un documento que garantiza dos cosas que el proveedor comprende todos los requerimientos lógicos y específicos que el cliente requiere del producto y también garantiza que el cliente tiene la capacidad de satisfacer la demanda del producto.

El PSW (Part Submission Warrant) orden de presentación de piezas por sus siglas en ingles es el formulario que resume todo el paquete PPAP, en el obtenemos información relevante para este proyecto lo más importante es que nivel de PPAP estamos trabajando, para el arnés eléctrico automotriz se utilizan los niveles 3 y 4.

El arnés eléctrico automotriz es el sistema nervioso del vehículo que transporta energía eléctrica a todos lugares en donde se requiera, sensores automotrices y actuadores, esto garantiza el correcto funcionamiento del vehículo motor asegurando de esta forma la seguridad y confort de sus tripulantes.

El principio de funcionamiento del arnés eléctrico automotriz es uno de los más básicos de la electricidad, "Los electrones circulan por de manera controlada por un filamento conductor", en este caso los filamentos conductores son cables de cobre que son el alma del arnés eléctrico automotriz.

El departamento de inspección recibo está encargado de "verificar la condición física general de los componentes, asegurando así que se cumplan los requerimientos del fabricante" cumplir con esto es mucho más fácil cuando se cuenta con muestras master también conocidas como muestras maestras estas son utilizadas para validar si las especificaciones del producto son las requeridas y aprobadas en la documentación PPAP, el inspector utiliza una muestra maestra para comparar si físicamente la apariencia, tamaño y funcionalidad son iguales al producto que se está inspeccionando de lo contrario se tendrá evidencia para presentar al proveedor que el producto recibido no es el mismo conforme a lo establecido en la documentación del componente.

I. Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

En este proyecto se mencionará el proceso de convertir una muestra simple a una muestra maestra que será utilizada para la aprobación de nuevos embarques de materia prima, también se toma en cuenta la documentación que este proceso requiere y sus beneficios de contar con las mencionadas muestras master.

El documento PPAP es un documento firmado por cliente y proveedor en el cual se garantiza que ambas partes conocen los requerimientos específicos del producto y proceso de manufactura del componente requerido.

Como paso número uno el cliente extiende una orden de compra en el cual establece todos sus requerimientos específicos de diseño, proceso y logística.

Como paso número dos los proveedores en conjunto de su equipo de trabajo recolectan toda la información que requiere el cliente y se extiende el PSW del componente.

Como paso número tres el cliente aprueba el PSW y se aprueba la primera pieza de producción, en caso de tener alguna inconformidad el proceso se repite con los nuevos requerimientos de diseño a este cambio de especificaciones de diseño le conocemos como la actualización del nivel de ingeniería del componente.

La liberación de las muestras master se basa en la recepción de las primeras muestras de producción, dimensionándolas con instrumentos de medición, una vez que son aprobadas estas se resguardan para poder liberar los posteriores embarques de materia prima.

1.2 Descripción de la empresa u organización

SE Bordnetze – México, S.A de C.V es un corporativo de dos empresas una japonesa y una alemana por parte de la japonesa es perteneciente a Sumitomo electric y por parte de la empresa alemana es perteneciente a Bordnetze, la empresa es proveedora mundial de arneses eléctricos con más de 35000 empleados en más de 37 locaciones en 14 países.

La empresa durante más de 30 años colabora con sus clientes para desarrollar complejos sistemas de arnés de alambre desde la producción en serie y acompañar

proyectos de vehículos exigentes iniciando desde la concepción inicial, la producción hasta entrega al cliente.

MISIÓN DE LA EMPRESA

Desarrollar, fabricar y comercializar arneses eléctricos, que satisfagan y superen las expectativas de nuestros clientes y accionistas.

Mediante el desarrollo continuo de nuestros colaboradores, con una amplia contribución a la sociedad y cumpliendo con los lineamientos legales y gubernamentales.

VISIÓN DE LA EMPRESA

Ser la empresa líder y referente en el mercado automotriz norteamericano para la fabricación de arneses eléctricos

POLÍTICAS DE CALIDAD

- Mejorar continuamente el producto y los procesos.
- Satisfacer al cliente interno y externo.

- trabajar sin originar defectos.

POLÍTICA DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD DE LA EMPRESA

Es política de SE-Bordnetze México S.A de C.V. velar por la seguridad, higiene y salud de todo personal de la empresa y su entorno social, destinado los recursos necesarios, cumpliendo las normas oficiales, apoyando y respaldando las normas internas, buscando tener cero accidentes y enfermedades ocupacionales

POLÍTICA AMBIENTAL DE LA EMPRESA

En SE Bordnetze México S.A de C.V. nuestros procesos productivos están enfocados en la minimización de los impactos ambientales, trabajando en favor del desarrollo sustentables minimizando los impactos ambientales, trabajando en favor del desarrollo sustentable, por lo que:

- Optimizamos el uso de materias primas y energías provenientes de recursos naturales.
- Reducimos, reciclamos y reutilizamos los residuos no peligrosos
- Manejamos y disponemos de forma responsable los residuos peligrosos
- Cumplimos con los requerimientos legales, procedimientos y guías ambientales.

- Concientizar y comprometer a nuestros colaboradores en la protección del medio ambiente participando en proyectos de mejora continua, influir de manera positiva en el comportamiento de nuestros proveedores y contratistas promoviendo actitudes responsables frente al medio ambiente.

VALORES DE LA EMPRESA

- Responsabilidad

Actuamos de forma responsable y estamos dispuestos a adaptarnos a los cambios para asegurar el éxito a largo plazo de nuestra compañía

- Respeto

Trabajamos en un ambiente de aprecio y respeto mutuo

- Confianza

Confiamos en nuestros compañeros y aprendemos los unos de los otros

- Cooperación

Trabajamos juntos, sobrepasando fronteras, considerándonos siempre un equipo

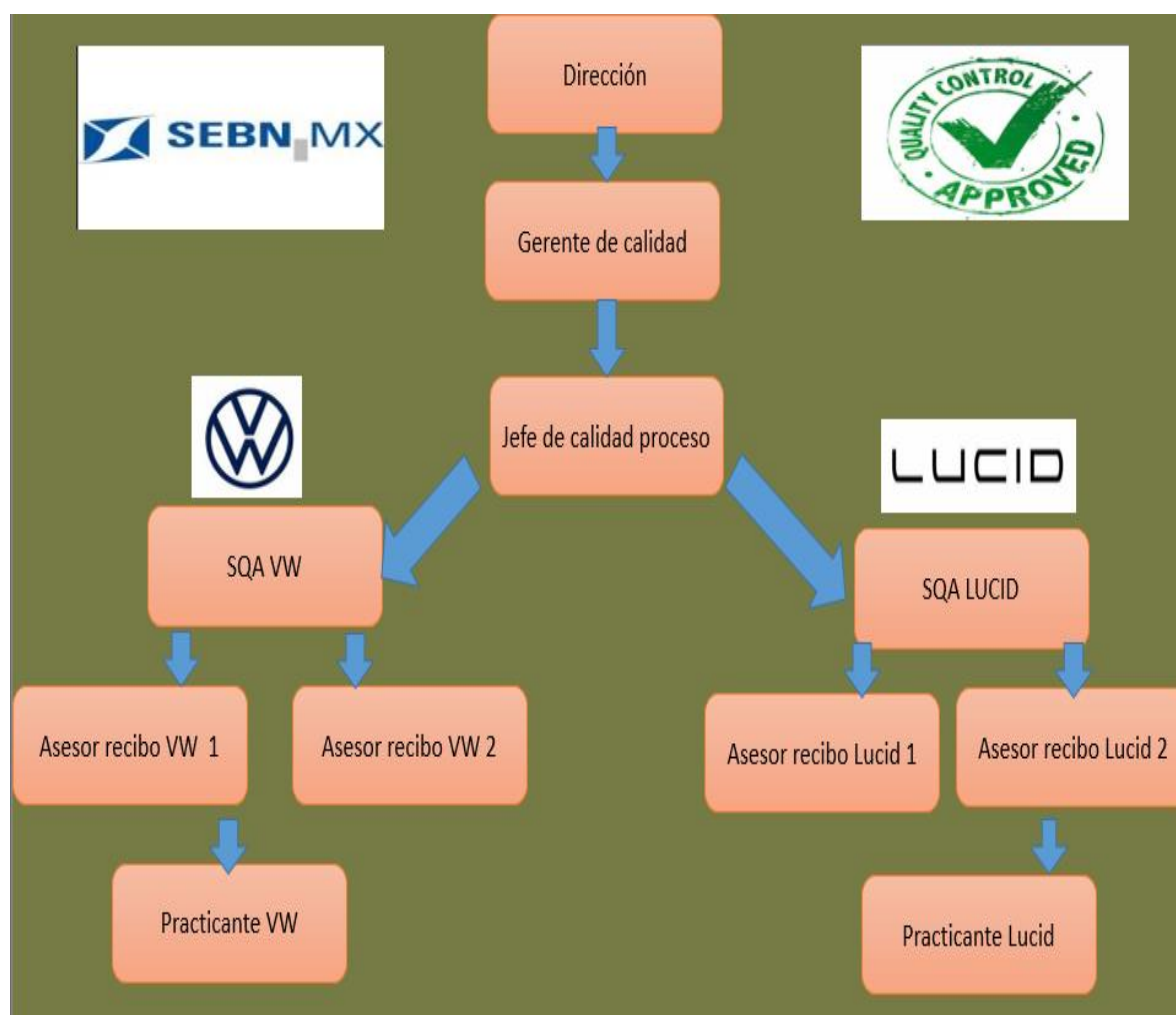
1.3 Descripción del área de trabajo del estudiante

El área de trabajo es el departamento de calidad de la empresa SE Borntze México, S.A de C.V, está encargado de satisfacer a las exigencias del cliente interno y externo sin originar defectos para poder entregar un producto terminado totalmente funcional.

Siendo más específico el área de trabajo es en el departamento de inspección recibo el cual tiene la función de documentar las primeras muestras de los componentes que entran a la planta y que serán utilizadas en la fabricación del arnés eléctrico automotriz (sistemas eléctrico automotriz), inspeccionar toda materia prima que entra a la planta la cual está destinada a ser utilizada en la fabricación en masa de los arneses eléctricos, liberar los componentes para que puedan ser almacenados y utilizados en la fabricación del arnés eléctrico automotriz, brindar asesorías a todos los departamentos internos que lo requieran esto incluye pero no se limita a la cantidad de piezas que componen el arnés eléctrico automotriz, dimensiones de los componentes, aspecto físico, pruebas de funcionalidad, en caso de ser requerido el país de origen de los proveedores y nombre de los fabricantes, llevar el control de reclamaciones de los proveedores en caso de materia prima que no cumpla las expectativas físicas y funcionales.

El departamentalmente de inspección recibo está estructurado por dirección, el gerente de calidad de la planta, el jefe de aseguramiento de la calidad proceso de la planta, más internamente los analistas SQA de proyectos Volkswagen y Lucid, cuatro asesores de calidad recibo y dos practicantes. Como se ilustra en la figura 1.

Figura 1 Organigrama de inspección recibo planta SEBN MX



Nota. Organigrama de interés para este proyecto SEBN MX, podemos observar solo la estructura del departamento de inspección recibo. Elaboración propia.

1.4 Problemas a resolver, priorizándolos

La empresa busca arrancar en la fabricación del arnés eléctrico automotriz del vehículo de marca de automóviles eléctricos Lucid siendo mucho más específico para este proyecto el de la camioneta tipo SUV Gravity los principales problemas a resolver para el proyecto este proyecto son:

- Recepción de nuevos componentes.
- Inspección y liberación de primeras muestras.
- Inspección y liberación de embarques de materia prima.
- Disminuir el tiempo de respuesta, relacionados con problemas de calidad de los componentes.
- Garantizar el correcto flujo de materia prima, disminuyendo el tiempo de aprobación o rechazo de los componentes.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Recibir, inspeccionar, aprobar y convertir las primeras muestras maestras en muestras master para inspección y aprobación componentes utilizados para la elaboración del arnés eléctrico automotriz del vehículo Lucid Gravity

1.5.2 Específicos

- Recibir capacitación por la empresa
- Recibir primeras muestras
- Tomar y registrar primeras muestras
- Interpretar planos de los componentes
- Dimensionar con instrumentos de medición calibrados las primeras muestras
- Registrar en base de datos el resultado dimensional
- Interpretar documentación PPAP de los componentes
- Aprobar o rechazar componentes en base a su resultado dimensional
- Resguardar y documentar componente como muestra master

1.6 Justificación

El proyecto del arnés eléctrico automotriz de Lucid Gravity el cual se está elaborando en la empresa SEBN MX es un proyecto nuevo y garantizar la calidad de los componentes antes de ser almacenados y requeridos en el proceso de fabricación provoca que siempre se tenga la cantidad de materia prima requerida garantizando así un correcto flujo de trabajo, evitando cuellos de botella en la fabricación además de que siempre es de vital importancia garantizar la seguridad del arnés eléctrico puesto que alguna falla en el sistema eléctrico del vehículo pone en riesgo la integridad física de los tripulantes y en el peor de los casos llega a ser fatal.

Todos los procesos de fabricación buscan poder satisfacer la demanda que su cliente requiera, en el caso de la empresa SEBN MX tiene la tarea de fabricar el arnés eléctrico automotriz, que es uno de los sistemas más importantes del vehículo es siempre importante garantizar la calidad del producto final y su capacidad de satisfacer la demanda. El departamento de inspección recibo garantiza la entrada de materia prima de alta calidad que satisfaga las necesidades del cliente interno y cliente externo.

El presente trabajo es viable puesto que la calidad de un vehículo es la calidad de los elementos que lo componen y el arnés eléctrico automotriz no es la excepción,

además, la correcta detección de materia prima defectuosa, que no alcanza los aspectos físicos y funcionales para ser utilizada en la fabricación de automóviles garantiza una señal de alarma para evitar costos de retrabajos y optimizar la materia prima.

En el aspecto social, garantizar la calidad del sistema eléctrico automotriz garantiza que las personas que utilicen los autos obtengan la seguridad y confianza que se requiere a las exigencias del mercado automotriz mientras que es el aspecto económico el crecimiento de la empresa por el nuevo proyecto tiene por consecuencia la creación de nuevos empleos que están garantizados a los pobladores que radiquen cerca de la empresa.

El presente trabajo también tiene la forma de garantizar documentación de respaldo que servirá para reducir el tiempo en la aprobación rechazo de los componentes.

De manera personal y disciplinaria se pondrá en práctica lo aprendido en la universidad además de servir de experiencia laboral y crecimiento profesional buscando siempre la mejora continua.

II. Marco teórico

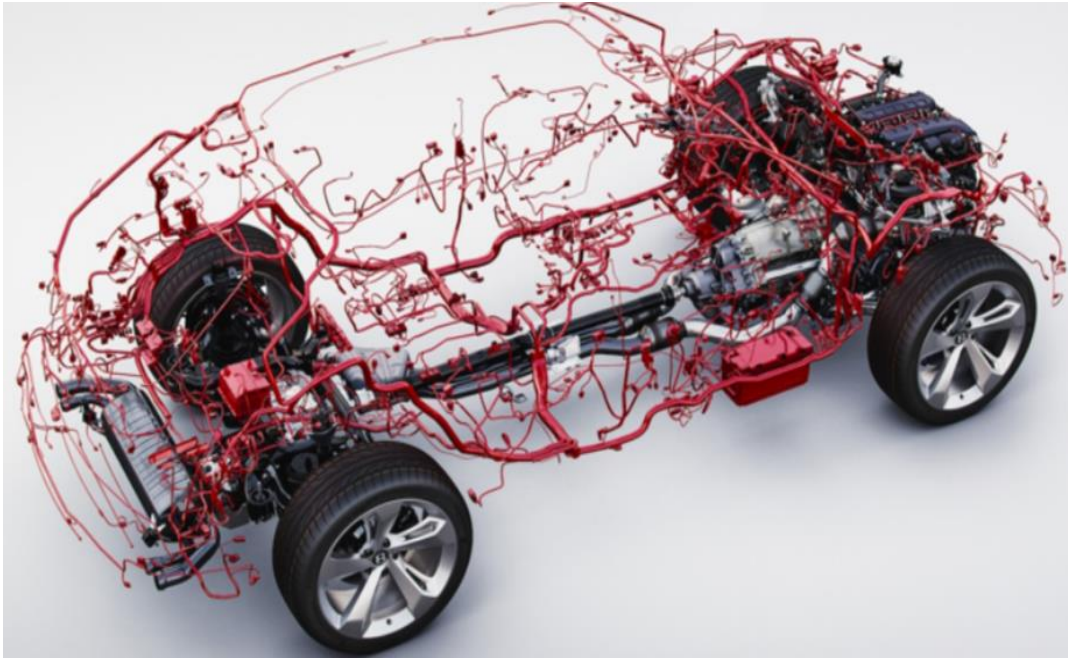
2.1 Definir

2.1.1 Arnés eléctrico automotriz

El funcionamiento de todo vehículo se rige mediante señales eléctricas casi en su totalidad, las cuales son registradas y recibidas por computadoras o módulos quienes son los encargados de interpretarlas y ejecutar las funciones. Estas señales pueden ser desde el arranque del motor, el encendido de lámparas o direccionales, el funcionamiento del limpiaparabrisas que son funciones primarias de todo automóvil.

Dichas señales eléctricas viajan a través de cables o circuitos por todo el automóvil, los cuales deben poseer ciertas características y condiciones para que la señal sea sólida y confiable como lo son el material o el calibre del cable, además de contar con las suficientes protecciones para que éste no sufra de daño alguno y así asegurar que la señal llegue a su destino. Al conjunto de dichos elementos se le conoce como arnés eléctrico (Pardo, 2020, Párrafo segundo).

Figura 2 Arnés eléctrico automotriz



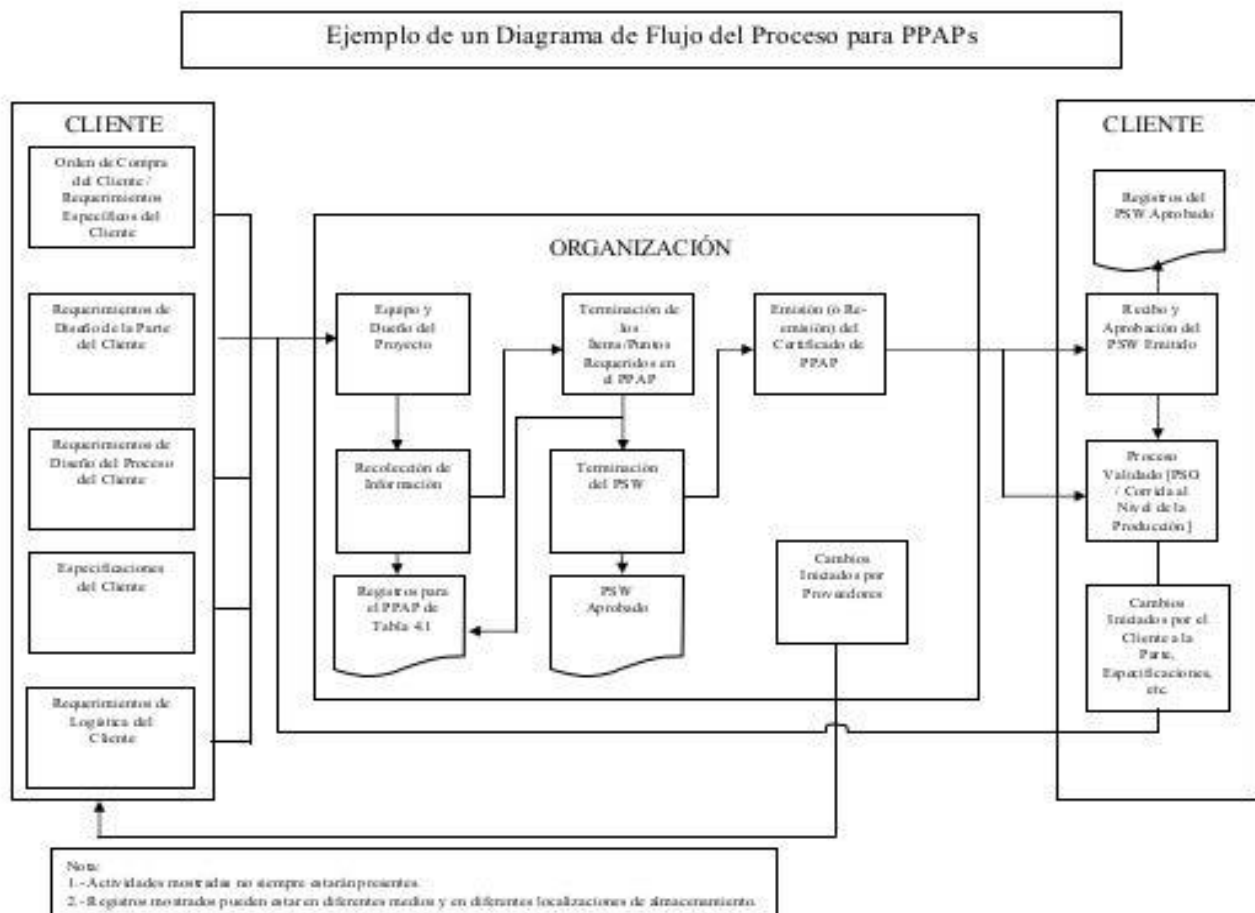
Nota. El arnés automotriz está encargado de transportar las señales eléctricas del vehículo. Tomado de (La importancia del arnés eléctrico - AMN ®, s.f.).

2.1.2 PPAP (Production Part Approval Process)

Proceso de Aprobación de partes para Producción, es una de las herramientas de calidad también conocidas como Core Tools y se utiliza en la cadena de suministro para establecer la confianza de los componentes y procesos de producción de los proveedores principalmente del sector automotriz, esta es un requerimiento de la especificación técnica IATF 16949.

PPAP se considera una de las claves dentro del proceso de planeación avanzada de la calidad (APQP) el cual nos señala sus etapas e importancia para lograr productos de calidad (SPC Consulting Group, 2012).

Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de PPAP



Nota. En el diagrama de flujo podemos observar que el PPAP toma en cuenta siempre las especificaciones del cliente. Tomado de (SPC Consulting Group, 2012).

2.1.3 Part Submission Warrant (PSW)

Este es el formulario que resume todo el paquete PPAP. Este formulario muestra el motivo de la sumisión (cambio de diseño, revalidación anual, etc.) y el nivel de los documentos presentados al cliente. Si hay cualquier desviación el proveedor deberá anotarla en el PSW ó informar que PPAP no se puede presentado (SPC Consulting Group, 2012).

2.2 Medir

Es comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera

2.2.1 Calidad

La calidad del producto que se demanda en la industria automotriz, requiere la aplicación de estándares de calidad específicos que garanticen a los fabricantes el control de sus proveedores, para conseguir las metas de productividad, competitividad y continua mejora de la calidad que caracteriza a este sector a nivel mundial (ISO TS 16949 - Calidad en el sector automotriz ISO TS 16949 2009, 2024).

2.2.2 Muestra maestra (muestra master)

La muestra maestra es muy valiosa, también se le puede llamar muestra de referencia y ayudara a comparar lo que ha sido acordado entre el comprador y el proveedor con respecto a la producción y evitara cualquier tipo de mal entendido (Blog, 2024).

Figura 3 Comparación con muestra master



Nota. Muestra master del lado izquierdo mientras que del lado derecho componente a comparar.

Fotografía propia.

2.2.3 Media aritmética

En un estudio estadístico generalmente no se conocen todos los valores de una población, por lo que se selecciona una muestra de la población para analizarla y extrapolar las conclusiones obtenidas a toda la población. Así pues, la media muestra sirve para hacer una estimación de la media de la población.

$$\bar{x} = \frac{(X_1 + X_2 + X_3 + \cdots X_n)}{n}$$

Donde:

$\bar{x} = \text{media muestral}$

$x_n = \text{Datos}$

$n = \text{cantidad de datos}$

2.2.4 Instrumentos de medición

Un instrumento de medición, es un equipo que se utiliza para comparar proporciones o magnitudes con un patrón (unidad de medida) o standar previamente establecido. Los instrumentos de medición, son los encargados de hacer posible

esta comparativa entre el objeto a medir y el patrón, arrojando un número que indica de forma lógica esta relación. (Instrumentosdemedicion.org, 2019)

Figura 4 Instrumentos de mediación



Nota. Podemos observar distintos instrumentos de medición. Tomado de (Instrumentosdemedicion.org, 2019).

2.3 Analizar

2.3.1 Terminal eléctrica

"Una terminal eléctrica es un componente que facilita la conexión segura entre un cable conductor y los componentes de un sistema eléctrico, asegurando que el

circuito sea continuo" (Terminales eléctricos: ¿para qué sirven y cuáles son sus funciones?, 2019, párrafo 5).

Figura 5 Terminal eléctrica automotriz de tipo hembra



Nota. Existen diversos tipos de terminales, podemos observar una terminal de tipo hembra, sin embargo, también existen de tipo macho y tierra. Tomado de (Heju Precision Electronic Co.,Ltd, 2023)

2.3.2 Conector eléctrico automotriz

Los conectores eléctricos automotrices son dispositivos de conexión de cables eléctricos, usualmente usados en vehículos para conectar componentes entre sí o con la batería. Estos conectores permiten establecer una comunicación eléctrica segura entre los distintos componentes del vehículo.

Existen distintos tipos de conectores eléctricos automotrices, conforme a la aplicación donde vayan a ser usados y a los requerimientos de la instalación eléctrica del vehículo específica (Javired, 2023).

Figura 6 Conector eléctrico automotriz



Nota. El conector eléctrico es fundamental para el arnés eléctrico, en este al igual que las terminales tenemos de tipo macho y hembra. Tomado de (Connectors, 2024).

2.3.3 Grommets y sellos

El grommet es un elemento que se coloca en los agujeros perforados a una apertura de una superficie para proporcionar un área acojinada a los conductores y protegerlos.

Figura 7 Grommet automotriz



Nota. El grommet es un elemento utilizado en las puertas y cajuela del vehículo. Tomado de (Grommets de goma automotriz & Car Rubber Grommet Neopreno Grommet, 2024).

Sellos son elementos utilizados en los conectores y están encargados de brindar hermeticidad a las terminales eléctricas

Figura 8 Sellos, para conectores y terminales



Nota. Hay sellos para aislar herméticamente las terminales y para aislar el conector. Fotografía propia.

2.3.4 Tubos corrugados y termo contráctiles

Los tubos corrugados son usados ampliamente en el campo de la electricidad y electrónica. Estos tubos se utilizan para proporcionar protección a los cables y para prevenir daños y descargas eléctricas. Debido a sus características, los tubos corrugados aportan una gran cantidad de ventajas, además de mantener los equipos eléctricos seguros.

Los tubos corrugados tienen un diseño único con una forma curva que los hace muy flexibles. Esta flexibilidad les permite ser fácilmente montados y mantenidos en distintas configuraciones. Están hechos de materiales resistentes a la corrosión, como el plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) o el acero galvanizado. Estos materiales ofrecen protección a los cables eléctricos contra impactos y condiciones climáticas extremas (Javired, 2023).

Figura 9 Tubos corrugados

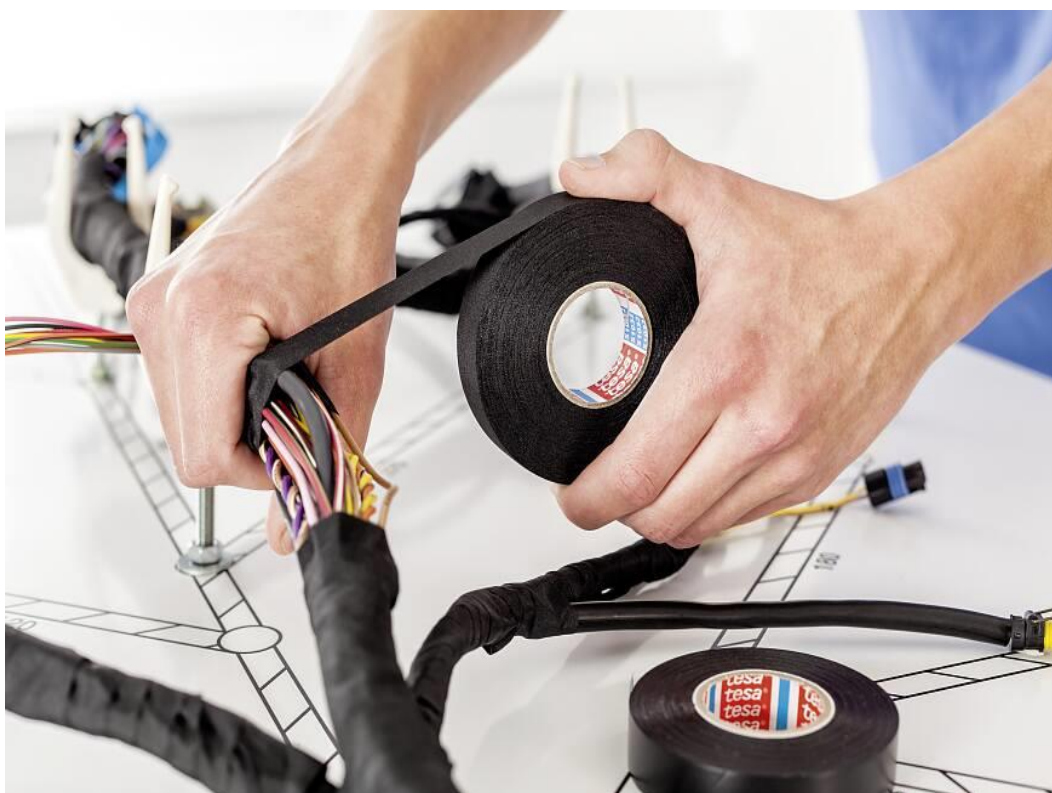


Nota. Los tubos corrugados también los encontramos ranurados o cortados para facilitar la entrada de los cables conductores. Tomado de (Tubo corrugado flexible, 2024)

2.3.5 Cintas

Las cintas son utilizadas para compactar los ramales de cables que forman el arnés del vehículo.

Figura 10 Cintas para fabricación del arnés eléctrico automotriz



Nota. Proceso de encintado de un ramal de cables. Tomado de (Encintado y protección de mazos de cables, 2024)

2.3.6 Cables

"Los cables eléctricos son un elemento de importancia para cualquier sistema de tipo eléctrico. Tienen la función de llevar la corriente de energía a los diversos lugares" (Electricos, Circuitos;, 2020)

Figura 11 Bobina de cable banco



Nota. En la figura se observa una bobina de cable blanco en proceso de aprobación. Fotografía propia.

2.3.7 Pre-ensamble de cables

Son circuitos de cables, generalmente utilizados en conexiones que alimentarán elementos de seguridad automotriz.

Figura 12 Circuitos pre-ensamblados



Nota. Recepción de circuitos pre-ensamblados. Fotografía propia.

2.3.8 Partes plásticas

Son elementos que sirven de soporte y estructura a los demás elementos del arnés eléctrico automotriz.

Figura 13 Parte plástica



Nota. Parte plástica, carcasa porta fusibles y relevadores. Fotografía propia.

2.3.9 Fusibles

Los fusibles son elementos de protección de los circuitos eléctricos automotrices, estos cuentan con una capacidad de corriente eléctrica que puede dejar circular, en caso de sobre corriente este se autodestruye protegiendo de esta forma los circuitos eléctricos del vehículo.

Figura 14 Fusibles automotrices



Nota. En la imagen podemos observar fusibles automotrices categorizados según capacidad de amperaje. Tomado de (Sumoza, Juan, 2020).

2.3.9.1 Relevadores automotrices

Los relés son componentes eléctricos que están presentes en casi cualquier circuito de control. Su funcionamiento es primordial porque por medio de él se controla la energización de sistemas y componentes. También están presentes en los coches.

La industria automotriz utiliza relés para el control de todos los sistemas eléctricos del coche. Desde las luces y el aire acondicionado, hasta los sistemas de seguridad de las puertas y el sistema de enfriamiento, casi todo está controlado por medio de relés (Qué Es Un Relé Automotriz. Función, Ubicación, Tipos, 2023)

Figura 15 Relevadores automotrices



Nota. Todo actuador automotriz es controlado por la computadora del vehículo con ayuda de los relevadores. Tomado de (Qué Es Un Relé Automotriz. Función, Ubicación, Tipos, 2023).

2.4 Mejorar

2.4.1 Mejora continua

La mejora continua, a menudo denominada proceso de mejora continua (PMC) o gestión de la mejora continua (GCM), se define como un esfuerzo sistemático y continuo para mejorar productos, servicios o procesos a lo largo del tiempo. El objetivo primordial de la mejora continua es introducir progresivamente pequeños cambios positivos que, en conjunto, conduzcan a mejoras significativas de la eficacia, la calidad y el rendimiento general (Alam, 2023).

Figura 16 Mejora continua



Nota. La mejora continua es una disciplina y consta del método kaizen planear, hacer, verificar y actuar. Tomado de (Vroque.co, 2024).

2.4.2 5s

La metodología de las 5S es una de las primeras herramientas que puede aplicar una empresa para iniciar el camino hacia una cultura de mejora continua. Se trata de un método que se encuadra bajo el enfoque Lean y que busca eliminar el desperdicio en las compañías para crear ambientes de trabajo limpios y organizados.

Los pilares de las 5S proporcionan un método para limpiar, organizar, desarrollar y mantener un entorno de trabajo productivo. (All-in-one HR Software - FactorialHR, 2023)

2.5 Controlar

2.5.1 Análisis dimensional

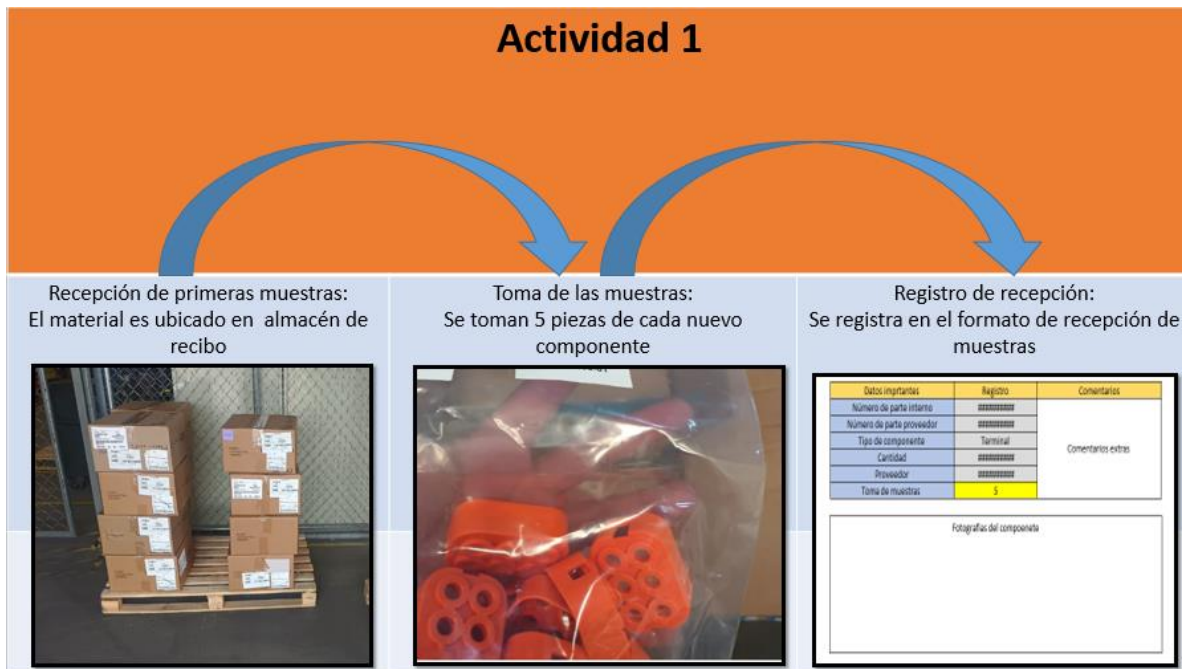
El análisis dimensional es una herramienta muy usada en distintas ramas de la ciencia y la ingeniería para entender mejor los fenómenos que implican la presencia de diferentes magnitudes físicas. Las magnitudes tienen dimensiones y de estas se derivan las distintas unidades de medida, en física se consideran magnitudes fundamentales a aquellas que permiten expresar a las demás en función de estas. Por convención, se han elegido las siguientes: la longitud (L), el tiempo (T), la masa (M), la intensidad de corriente eléctrica (I), la temperatura (θ), la intensidad luminosa (J) y la cantidad de sustancia (N). (Cajal, Alberto;, 2021).

III. Desarrollo

3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Como primera actividad realizada fue la recepción de primeras muestras que también incluye la toma de 5 piezas de cada componente y un registro de los datos del proveedor.

Figura 17 Primeras actividades del proyecto



Nota. Estas tres actividades son consideradas una sola ya que en caso de faltar una la actividad está incompleta. Elaboración propia.

3.1.1 Recepción de primeras muestras

Entrada de los componentes.

Los componentes entran a la Planta en su respectivo transporte y son recibidos por el equipo de logística que se encargan de contabilizar y registrar los componentes en sistema.

Ubicación en el área de recibo.

Los componentes una vez registrados son llevados al área de recibo que es un almacén temporal donde los inspectores del departamento de inspección recibo inspeccionan los componentes.

3.1.1.1 Aspectos importantes a evaluar en la recepción de primeras muestras

Estos aspectos para evaluar son importantes ya que se busca que el material no se contamine antes y durante su proceso de inspección, en caso de que de que estos

aspectos no se cumplan se tendrá que inspeccionar en su totalidad los componentes y evaluar su situación para poder ser aceptados o rechazados.

Figura 18 Aspectos importantes a evaluar en la recepción de primeras muestras



Nota. Estos aspectos son importantes ya que en la documentación PPAP también se establece el acuerdo de entrega del material. Elaboración propia.

3.1.1.2 Tomar primeras muestras

Lo más importante de esta actividad es tener las 5 muestras físicas para proceder con su interpretación del plano del componente.

Figura 19 Terminales de tipo tierra



Nota. Cinco terminales de tipo tierra para convertir en muestras master. Fotografía propia.

3.1.1.3 Registro de recepción

El proceso de recepción y toma de primeras muestras se lleva un control donde se registran datos generales como: número de parte interno, número de parte del proveedor, tipo de componente, cantidad total de piezas, toma de 5 piezas para muestras master, comentarios de como llego el material (empaques y aspecto físico) y, por último, pero no menos importante fotografía del componente y sus etiquetas.

Figura 20 Formato de recepción de primeras muestras

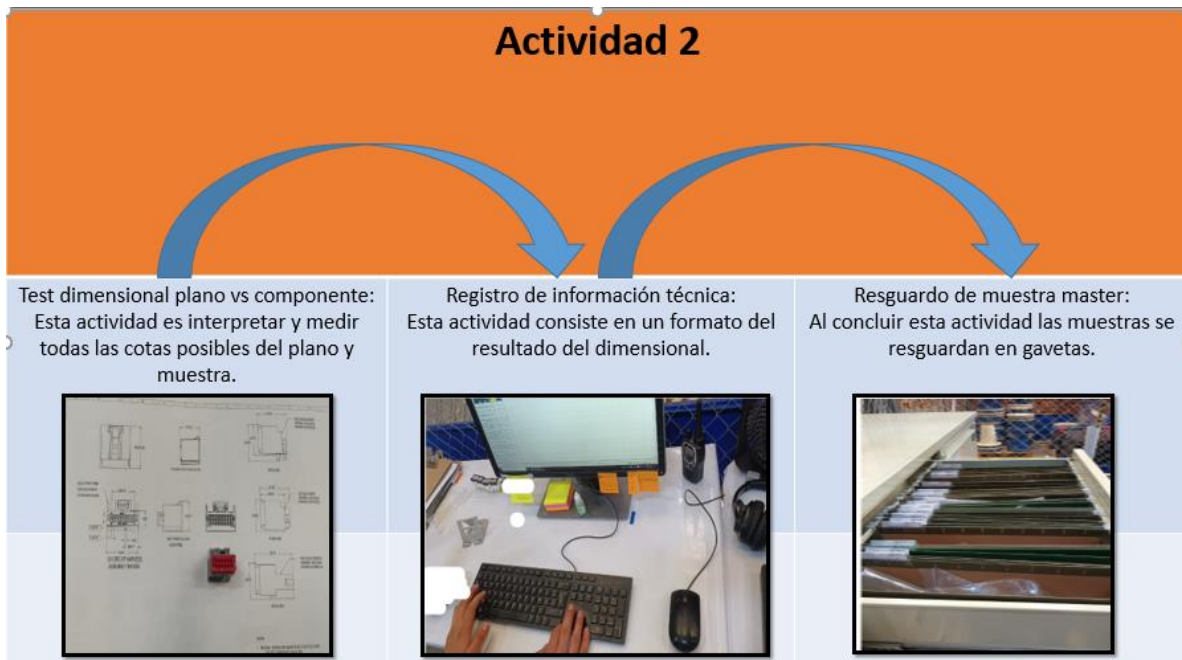
Datos importantes	Registro	Comentarios
Número de parte interno	#####	Comentarios extras
Número de parte proveedor	#####	
Tipo de componente	Terminal	
Cantidad	#####	
Proveedor	#####	
Toma de muestras	5	

Fotografías del compoenetete

Nota. El formato de recepción de recepción es muy importante ya que nos ayuda a tener un mayor control de la recepción de primeras muestras. Elaboración propia.

Como segunda actividad tenemos Test dimensional, registro de información técnica y resguardo de muestra master.

Figura 21 Test dimensional, registro de información técnica y resguardo de muestra master.



Nota. Esta actividad también se considera una sola, es uno de los procesos con as detalles técnicos. Elaboración propia.

3.2.1 Test dimensional plano vs muestra

Como primer paso debemos de tener las 5 muestras para poder ser evaluadas

Figura 22 Muestra física de una terminal de tipo tierra eléctrica



Nota. Las terminales de tipo tierra son las encargadas de proteger el sistema eléctrico arnés eléctrico automotriz. Fotografía propia.

Como segunda parte de esta actividad es contar con el plano del componente, debe de ser el plano más actualizado ya que con el ultimo nivel de ingeniería se garantiza que tenemos o no el componente correcto

[illegible]

Como tercera parte de esta actividad es evaluar con que instrumento de los que cuento puedo tomar estas dimensiones, para este caso es el vernier

Figura 24 Vernier pie de rey digital

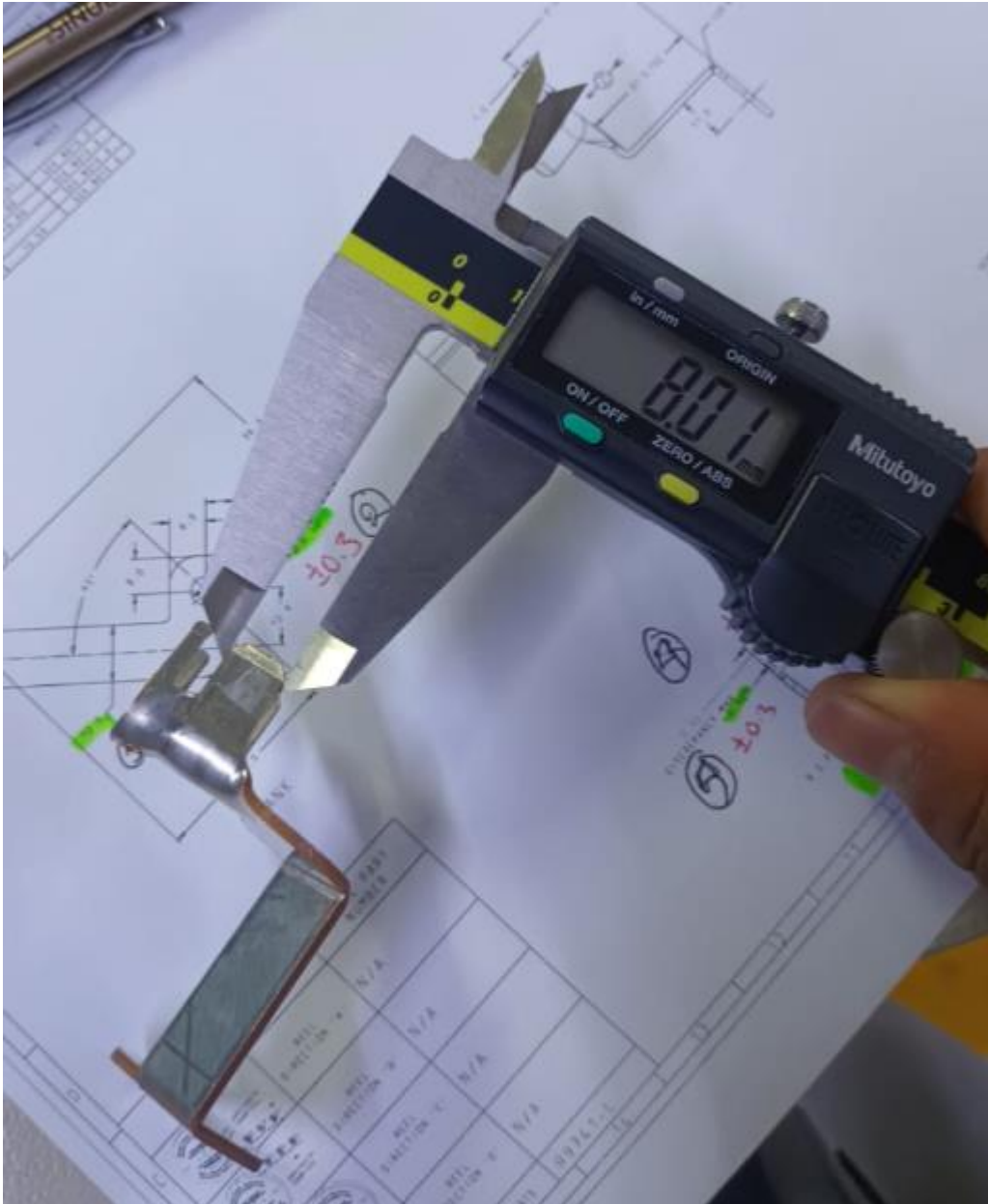


Nota. Vernier de tipo digital utilizado para medir longitudes y profundidad en pulgadas o milímetros.

Fotografía propia.

Como cuarta parte de esta actividad es la interpretación del plano del componente y medición de las cotas del plano que pedimos dimensionar y comprobar

Figura 25 Proceso de dimensionar una terminal de tipo tierra

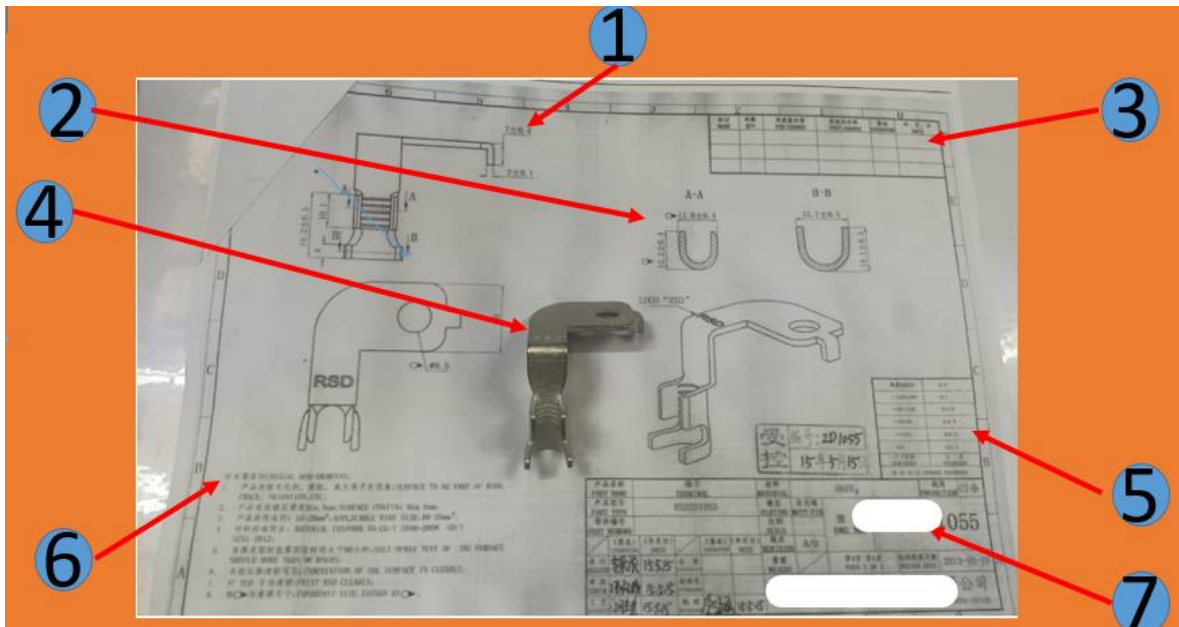


Nota. La mayor importancia de este proceso es interpretar correctamente el plano con la muestra física. Fotografía propia.

3.2.2 Registro de información

Aspectos importantes a evaluar del plano de los componentes

Figura 26 Puntos importantes de un plano en su registro de información



Nota. En la imagen observamos el plano de una terminal vs la muestra física. Elaboración propia.

- 1 cotas posibles a evaluar con los instrumentos de mediación con los que contamos
- 2 Vistas y cortes
- 3 Ultimo nivel de ingeniería
- 4 Comparación vs muestra
- 5 Tolerancias generales
- 6 Notas del componente

7 Número de plano, proveedor y nombre del dibujó

Instrumentos de medición utilizados

Vernier pie de rey

Este instrumento de medición fue el más recurrido en los siguientes componentes: terminales, conectores, sellos grandes, cintas, tubos, conectores de circuitos, relevadores y partes plásticas.

Figura 27 Instrumento de medición vernier



Nota. Calibrador vernier pie de rey de tipo digital. Tomado de (Calibrador Vernier Pie De Rey Digital 0-150 MM – GreenForest Tienda Forestal, s.f.).

Micrómetro:

Este instrumento de medición fue muy útil para medir los cables, sin embargo, fue uno de los menos recurridos para este proyecto.

Figura 28 Micrómetro digital



Nota. Los micrómetros de tipo digital nos ayudan a medir dimensiones muy pequeñas. Tomado de (Micrómetros: una guía completa para conocer sus tipos, usos y aplicaciones, 2016).

Flexómetros:

Es un instrumento de medición muy básico, sin embargo, para este proyecto fueron utilizados recurrentemente en: pre-ensambles de cable y partes plásticas.

Figura 29 Flexómetro



Nota. El flexómetro es útil para dimensionar longitudes. Tomado de (Flexometro 3 metros Stanley, 2024).

Multímetro

Es un instrumento de mediciones eléctricas, en este proyecto se utiliza en su función de continuidad eléctrica para garantizar que los componentes eléctricos cuentan con continuidad eléctrica se utilizó para: pre-ensambles de cables y relevadores.

Figura 30 Instrumento de medición multímetro

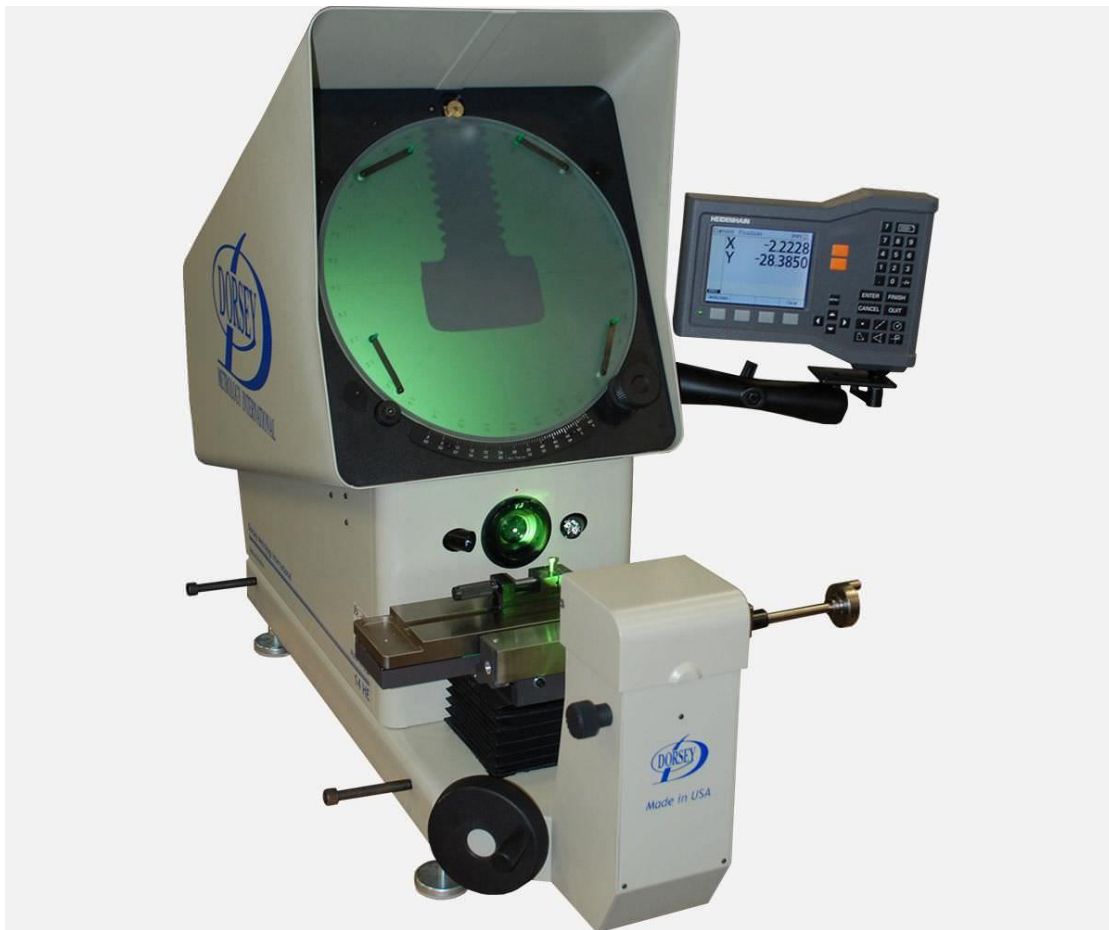


Nota. Tomado de (Amazon.es, 2024)

Comparador óptico:

Este instrumento de medición fue utilizado en este proyecto para medir sellos, terminales, y ángulos de conectores que por su naturaleza resulto imposible medir con otros instrumentos de medición:

Figura 31 Comparador óptico

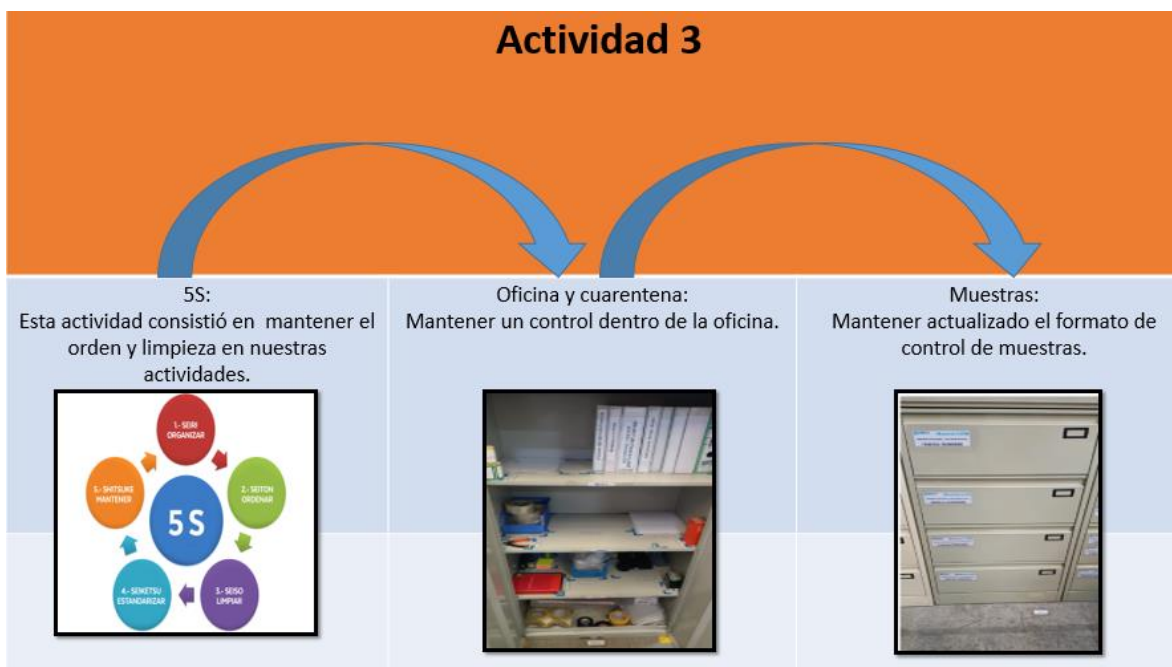


Nota. Este instrumento de medición utiliza las sombras de los elementos a dimensionar.

Tomado de (14", 2024)

Como tercera actividad, pero no menos importante tenemos 5S oficina y muestras

Figura 32 Actividad 3 5s



Nota. Esta actividad ya se llevaba a cabo en la empresa. Elaboración propia.

3.3 5s

Figura 33 Metodología 5´S



Nota. Esta metodología tiene la filosofía de mantener el orden y la limpieza dentro de las estaciones de trabajo. Tomado de (Tcmetrologia.com, 2024)

Esta actividad fue llevada a cabo durante todo el proceso que duro el proyecto, es una actividad bastante simple, pero es siempre importante tener ordenada nuestras

áreas de trabajo para estandarizar y mantener esta actividad se crea el siguiente formato.

Figura 34 Formato de estandarización de 5´S

Estandarización 5´S			Fecha:
Puntos a evaluar	Si	No	Acción correctora
Etiquetas de piso	✓		
Etiquetas de archiveros	✓		
Etiquetas de escritorios	✓		
Gavetas de muestras	✓		
Cintas de piso	✓		
Cintas de archiveros	✓		
Cantidad de muestras master	✓		
Estandarización 5´S			Fecha:
Puntos a evaluar	Si	No	Acción correctora
Etiquetas de piso	✓		
Etiquetas de archiveros	✓		
Etiquetas de escritorios	✓		
Gavetas de muestras	✓		
Cintas de piso	✓		
Cintas de archiveros	✓		
Cantidad de muestras master	✓		

Nota. La inspección de 5´s fue cada 15 días. Elaboración propia.

Como cuarta actividad tenemos, inspección y liberación de nuevos embarques en conmoración de muestra master.

Figura 35 Aprobación con muestras master



Nota: En la imagen del lado derecho tenemos la muestra master mientras de lado izquierdo un nuevo embarque de materia prima. Elaboración propia.

3.4 Inspección de nuevos embarques con muestras master

Es un proceso muy simple consiste en comprar los nuevos embarques con las muestras master y poder identificar de manera visual posibles cambios físicos.

El material es ubicado en al área de recibo que para que los inspectores lleven a cabo del proceso de liberación para esto los principales puntos a evaluar en comparación de las muestras master son los siguientes: empaque correcto, dimensiones correctas, colores correctos, empaques un buen estado, material no roto o dañado, proveedor correcto y localidad de manufactura aprobada.

La liberación de los componentes es el software de gestión de negocios SAP. Cuando un componente es liberado se resguarda en el almacén de materia prima.

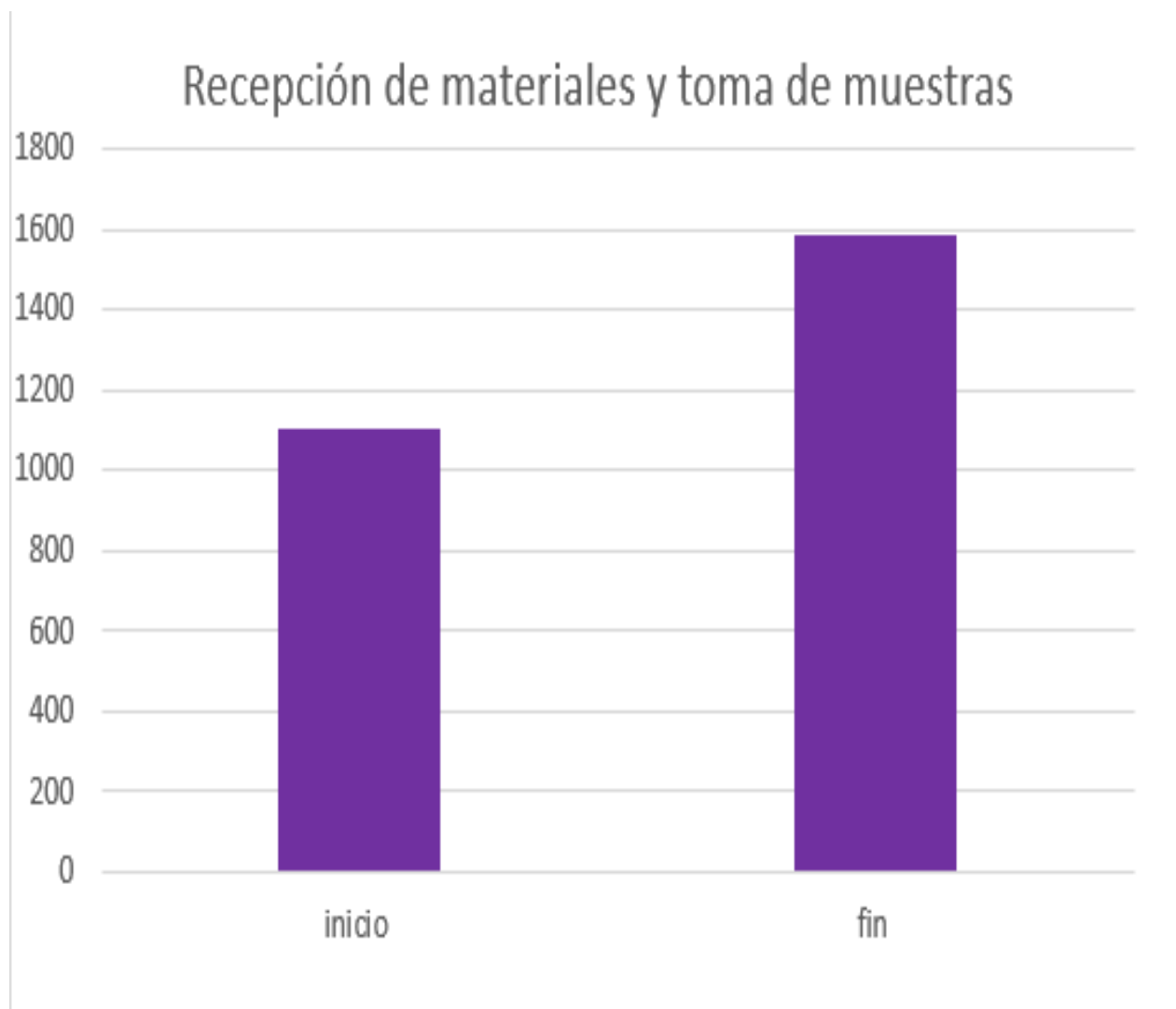
IV. Resultados

4.1 Graficas

4.1.1 Resultados de recepción y toma de muestras

En el inicio de este proyecto con fecha 06/02/2024 ya se contaba con alguna cantidad de muestras estas para el inicio eran 1105 muestras registradas mientras que para el final de este proyecto con fecha 06/08/2024 la cantidad de muestras totales fueron 1585 como lo podemos observar en la gráfica:

Grafica 1 Resultados de recepción de materiales y toma de muestras



Nota. Con este grafico de barras podemos observar la cantidad de muestras en el inicio del proyecto que fue el 02/02/2024 mientras que la fecha de término fue el 02/08/2024. Elaboración propia.

$$CANTIDAD\ DE\ NUEVAS\ MUESTRAS = CANTIDA\ DE\ MUESTRAS\ TOLTAL - CANTIDAD\ DE\ MUESTRAS\ AL\ INICIO$$

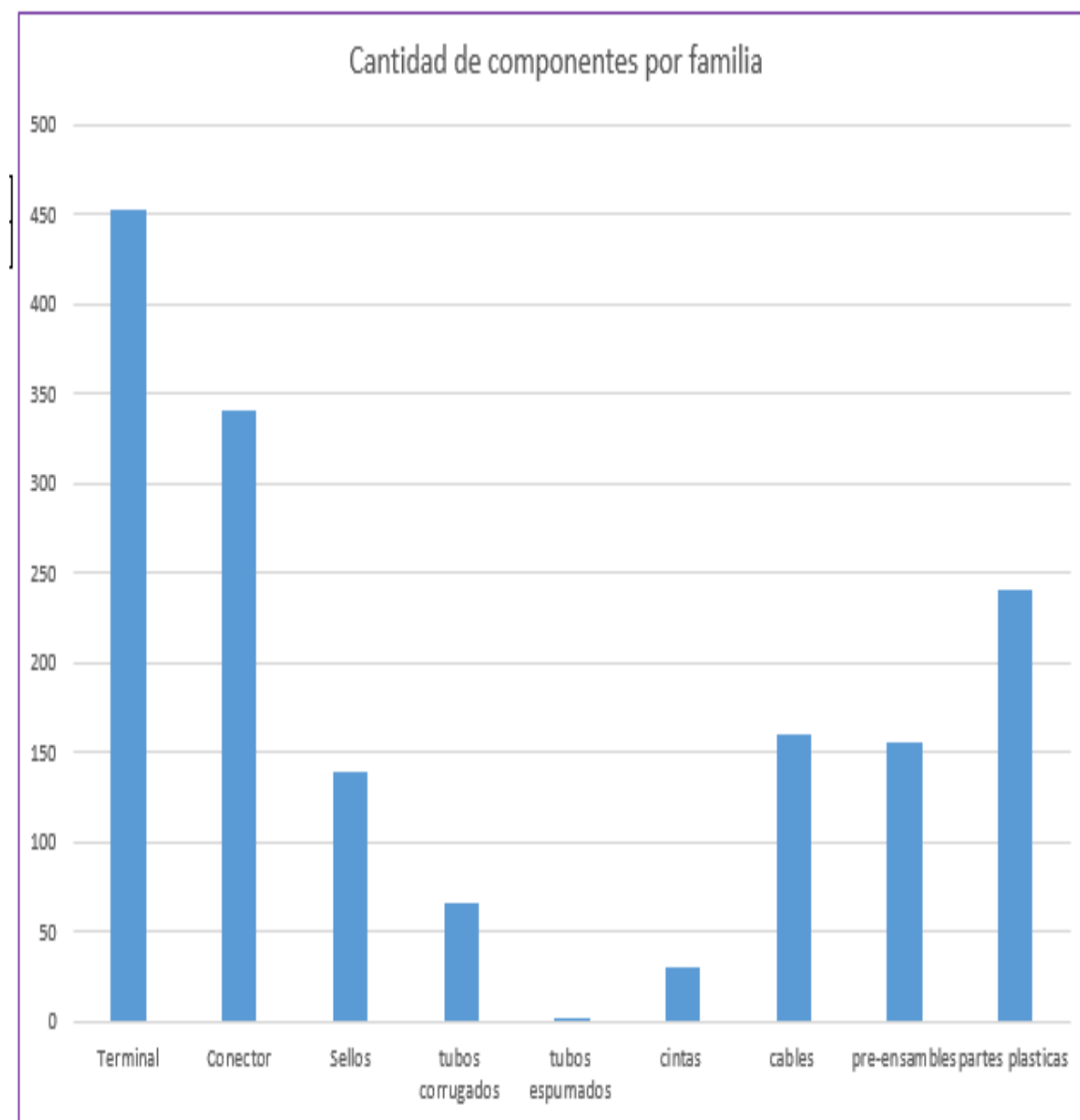
$$CNM = 1585 - 1105 = 480\ NUEVAS\ MUESTRAS$$

Se puede concluir que la cantidad de recepción de nuevas muestras en el periodo de 6 meses iniciando el 06/02/2024 al 06/08/2024 la cantidad de nuevas muestras fueron 480.

4.1.2 Resultado de cantidad de muestras según el tipo de componente

Para el arnés eléctrico automotriz este se compone de 9 familias de componentes para los cuales de la cantidad total que tenemos se divide de la siguiente forma.

Grafica 2 Cantidad total dividida por componente



Nota. Con este grafico de barras podemos observar que de las 1585 muestras estas se dividen en 9 familias. Elaboración propia.

$$Muestras\ total = F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F7 + F8 + F9$$

Donde: $F_n = \text{Cantidad de muestras por familia}$

Por lo tanto:

$$Muestras\ total = 453 + 340 + 139 + 66 + 1 + 30 + 160 + 156 + 240 = 1585$$

Se puede concluir que de las 1585 muestras totales hasta el momento de informe de este proyecto se divide en 453 muestras de terminales, 340 muestras de conectores, 139 muestras de sellos, 66 muestras de tubos corrugados, 1 muestra de tubo espumado, 30 muestras de cintas, 160 muestras de cables, 156 muestras de pre-ensambles de circuitos y, 240 muestras de elementos plásticos.

4.1.3 Resultados de dimensionales terminados

De las 480 muestras recolectadas en este periodo de 6 meses el comportamiento de los resultados dimensionales fue 302 terminados mientras que 178 en espera de ser terminados.

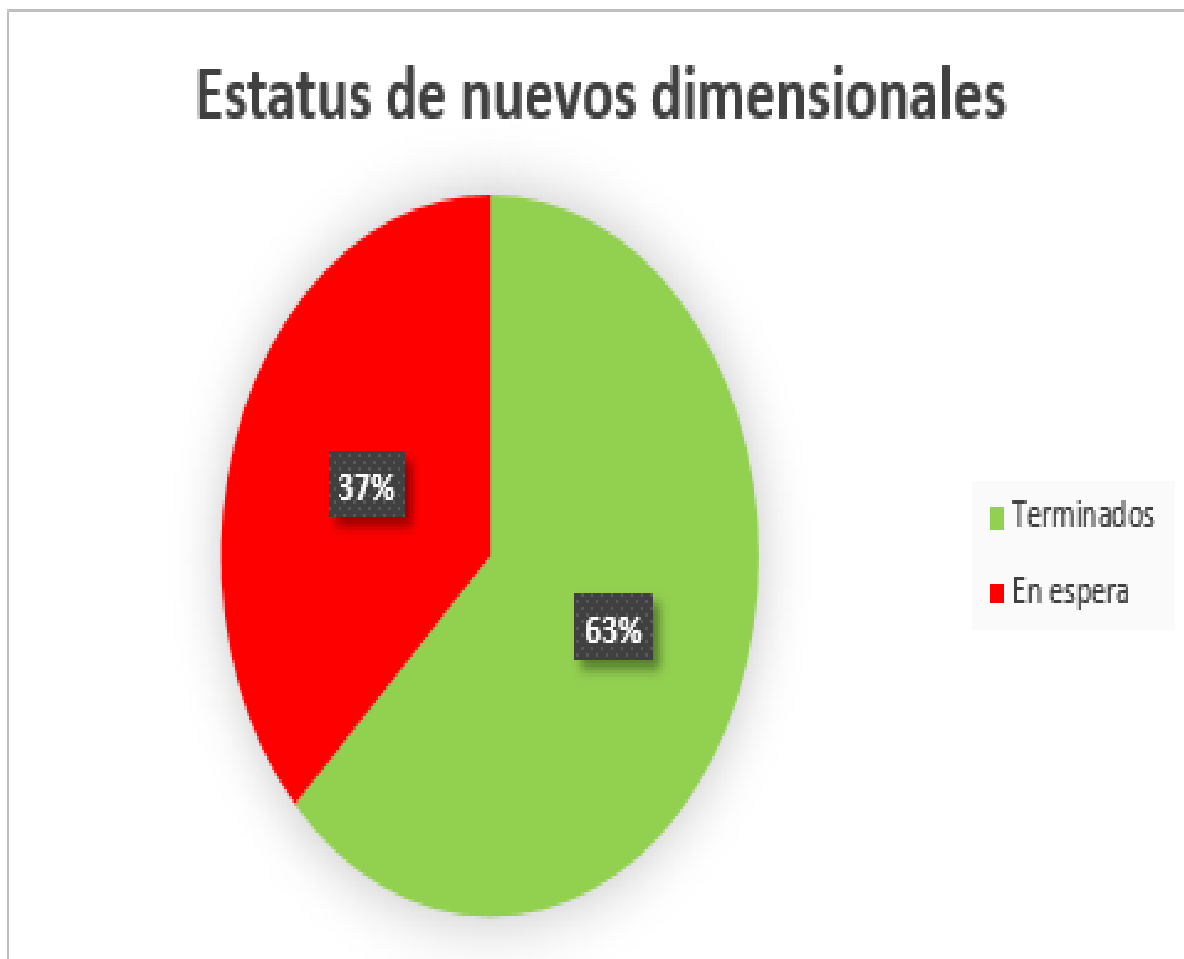
$$Dimensionales\ terminados = \frac{302 \times 100}{480}$$

$$\textit{Dimensionales terminados} = \frac{30200}{480} = 62.9166 \approx 63 \%$$

$$\textit{Dimensionales en espera} = \frac{178 \times 100}{480}$$

$$\textit{Dimensionales en espera} = \frac{17800}{480} = 37.0833 \approx 37 \%$$

Grafica 3 Dimensionales en espera de ser terminadas



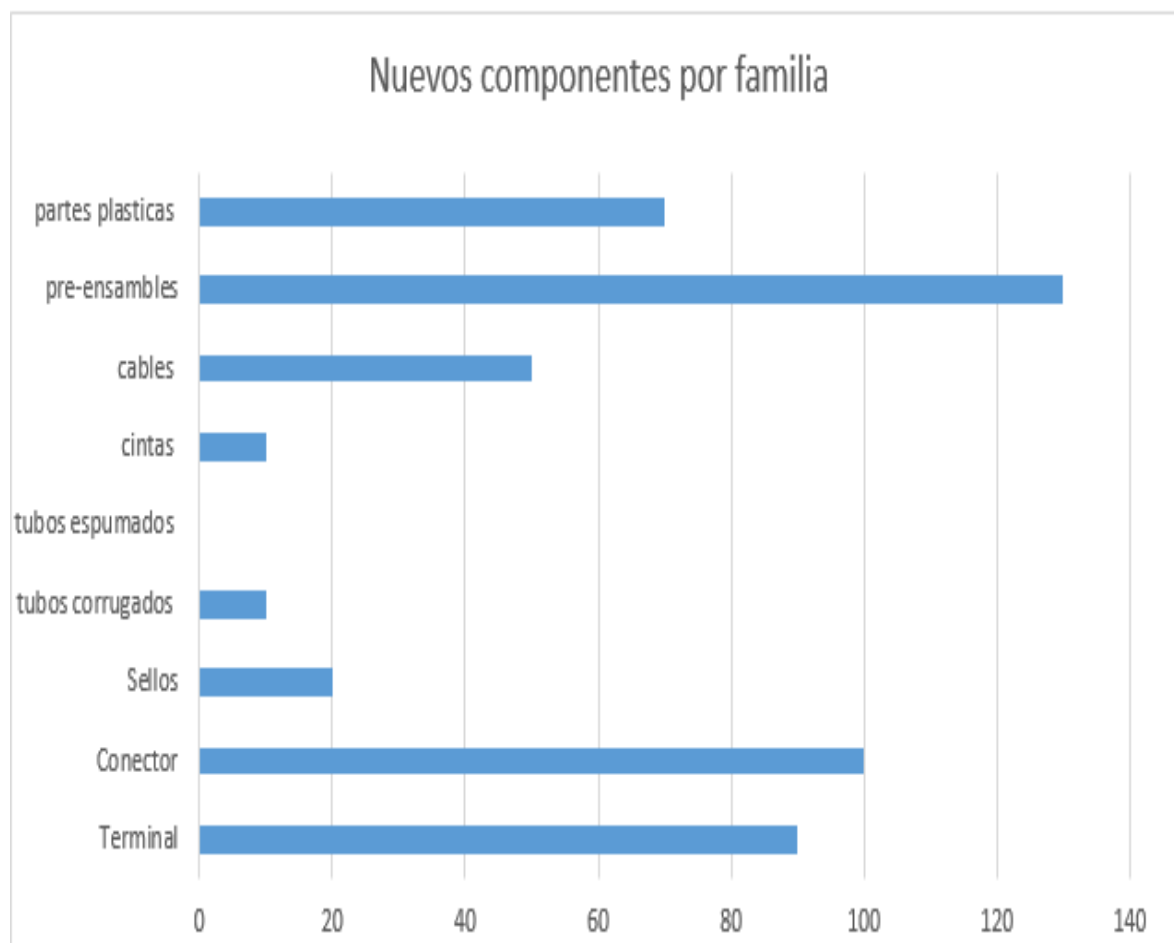
Nota: En este grafico de pastel podemos observar en color verde los que están es estatus de terminado mientras que en color rojo son los que están es espera de documentación técnica.
Elaboración propia.

Se concluye que al término de este proyecto de la cantidad total de nuevas muestras que fueron 480 el 63% ya cuentan con un estatus dimensional mientras que el 37% de los componentes están espera de información técnica como su plano.

4.1.4 Resultados de nuevos componentes organizados por familia

De los nuevos componentes 480 también se dividieron en las nueve familias y quedan de la siguiente forma: 90 terminales, 100 conectores, 20 sellos, 10 tubos corrugados, tubos espumados, 10 cintas, 50 cables, 130 pre-ensambles de cable, 70 elementos plásticos.

Grafica 4 Nuevos componentes por familia



Nota. En este grafico de barra invertida podemos observar la cantidad los nuevos componentes divididos por familia. Elaboración propia.

$$Terminales = \frac{90 \times 100}{480}$$

$$Terminales = \frac{9000}{480} = 18.75 \approx 19 \%$$

$$Conectores = \frac{100 \times 100}{480}$$

$$Conectores = \frac{10000}{480} = 20.83 \approx 21 \%$$

$$Sellos = \frac{20 \times 100}{480}$$

$$Sellos = \frac{2000}{480} = 4.16 \approx 4\%$$

$$Tubos corrugados = \frac{10 \times 100}{480}$$

$$Tubos corrugados = \frac{1000}{480} = 2.083 \approx 2 \%$$

$$Cintas = \frac{10 \times 100}{480}$$

$$Cintas = \frac{1000}{480} = 2.083 \approx 2 \%$$

$$Cables = \frac{50 \times 100}{480}$$

$$Cables = \frac{5000}{480} = 10.4166 \approx 10\%$$

$$Pre - ensambles = \frac{130 \times 100}{480}$$

$$Pre - ensambles = \frac{13000}{480} = 27.083 \approx 27 \%$$

$$Partes plasticas = \frac{70 \times 100}{480}$$

$$Tubos corrugados = \frac{7000}{480} = 14.5833 \approx 15\%$$

Grafica 5 Grafica de pastel de porcentaje de nuevas muestras



Nota. Con este grafico de pastel podemos observar en mayor parte la recepción de nuevas muestras y dimensionales se encuentra en pre-ensambles de cables. Elaboración propia.

Se concluye que en la recepción de nuevas muestras y dimensionales el 19% son terminales, 21% conectores, 4% sellos, 2% tubos corrugados, 0% tubos espumados, 2% cintas, 10% cables, 27% pre-ensambles de cables y 15% elementos plásticos.

4.2.1 Análisis estadísticos

Antes de tener un avance significativo con las muestras master se reportaban por semana al departamento de inspección recibo problemas relacionados con la materia prima de los componentes utilizados en el arnés eléctrico automotriz.

Los siguientes datos representan la cantidad de temas reportados por semana en un estudio que duro 10 semanas:

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
5	6	8	5	6	5	7	8	7	5

Media muestras para datos no agrupados:

$$\bar{x} = \frac{(X_1 + X_2 + X_3 + \cdots X_n)}{n}$$

Donde:

$\bar{x}$ = *media muestral*

x_n = *Datos*

n = *cantidad de datos*

$$\bar{x} = \frac{(5 + 6 + 8 + 5 + 6 + 5 + 7 + 8 + 7 + 5)}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{(62)}{10}$$

$$\bar{x} = 6.2$$

Moda:

$$Moda = 5$$

Mediana:

Formula de mediana de datos pares

Donde:

$n = \text{cantidad de datos}$

$$\textit{Mediana} = \frac{\frac{n}{2} + (\frac{n}{2} + 1)}{2}$$

$$\textit{Mediana} = \frac{\frac{10}{2} + (\frac{10}{2} + 1)}{2}$$

$$\textit{Mediana} = \frac{5 + 6}{2}$$

$$\textit{Mediana} = \frac{11}{2}$$

$$\textit{Mediana} = 5.5$$

Amplitud de rango o variación:

$$A = \text{valor del dato menor} - \text{valor del dato mayor}$$

$$A = 5 - 8$$

$$A = 13$$

Varianza:

$$s^2 = \frac{\Sigma (X - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Donde:

$$s^2 = \text{Varianza}$$

$$\bar{x} = \text{valor promedio}$$

$$x = \text{valor de cada dato}$$

$$n = \text{cantidad de datos}$$

Figura 25 Tabla de ecuaciones de varianza

x	$\bar{x}$	$(x-\bar{x})$	$(x-\bar{x})^2$
5	6.2	-1.2	1.44
6	6.2	-0.2	0.04
8	6.2	1.8	3.24
5	6.2	-1.2	1.44
6	6.2	-0.2	0.04
5	6.2	-1.2	1.44
7	6.2	0.8	0.64
8	6.2	1.8	3.24
7	6.2	0.8	0.64
5	6.2	-1.2	1.44
			13.6

Nota. El resultado de la ecuación es 13.6. Elaboración propia.

$$s^2 = \frac{13.6}{9} = 1.51$$

Desviación estándar:

$$s = \sqrt{s^2}$$

$$s = 1.22$$

$$\bar{x} = 6.2 \pm 1.22$$

$$\bar{x} \approx 6 \pm 1$$

Se concluye que antes de tener un avance significativo con las muestras master se reportaban de 6 casos más menos 1 caso como mínimo 5 casos reportados por semana y como máximo 7 casos por semana.

Después de tener un avance mayor con las muestras master se retoma un nuevo análisis.

La siguiente tabla representa la cantidad de casos reportados por semana en un estudio que duro 10 semanas.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
3	2	1	1	2	3	3	4	1	4

Media muestras para datos no agrupados:

$$\bar{x} = \frac{(X_1 + X_2 + X_3 + \cdots X_n)}{n}$$

Donde:

$\bar{x} = \text{media muestral}$

$x_n = \text{Datos}$

$n = \text{cantidad de datos}$

$$\bar{x} = \frac{(3 + 2 + 1 + 1 + 2 + 3 + 3 + 4 + 1 + 4)}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{(24)}{10}$$

$$\bar{x} = 2.4$$

Moda:

$$Moda = 3$$

Mediana:

Formula de mediana de datos pares

Donde:

n = cantidad de datos

$$Mediana = \frac{\frac{n}{2} + (\frac{n}{2} + 1)}{2}$$

$$Mediana = \frac{\frac{10}{2} + (\frac{10}{2} + 1)}{2}$$

$$Mediana = \frac{5 + 6}{2}$$

$$Mediana = 5.5$$

Amplitud de rango o variación:

$$A = \text{valor del dato menor} - \text{valor del dato mayor}$$

$$A = 4 - 1$$

$$A = 3$$

Varianza:

$$s^2 = \frac{\Sigma (X - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Donde:

$$s^2 = \text{Varianza}$$

$$\bar{x} = \text{valor promedio}$$

$x = \text{valor de cada dato}$

$n = \text{cantidad de datos}$

Figura 25 Tabla de ecuaciones de varianza

X	$\bar{x}$	$(X-\bar{x})$	$(X-\bar{x})^2$
3	2.4	-0.6	0.36
2	2.4	0.4	0.16
1	2.4	1.4	1.96
1	2.4	1.4	1.96
2	2.4	0.4	0.16
3	2.4	-0.6	0.36
3	2.4	-0.6	0.36
4	2.4	-1.6	2.56
1	2.4	1.4	1.96
4	2.4	-1.6	2.56
			12.4

Nota. El resultado de la ecuación es 12.4. Elaboración propia.

$$Mediana = \frac{11}{2}$$

$$s^2 = \frac{12.4}{9} = 1.377$$

Desviación estándar:

$$s = \sqrt{s^2}$$

$$s = 1.173$$

$$\bar{x} = 2.4 \pm 1.173$$

$$\bar{x} \approx 2 \pm 1$$

Se concluye que con un avance significativo en muestras master el valor promedio de casos reportados por semana disminuye a 2 más menos 1, mínimo 1 un caso reportado y como máximo 3 casos reportados por semana.

Conclusiones

1

Una muestra maestra también conocida como muestra master es de gran ayuda al momento de inspeccionar la materia prima que entra a un sistema de manufactura dado que es una ayuda física que nos permite tener en tiempo real la evidencia de algún cambio físico entre la materia prima aprobada en su documentación PPAP del componente, lo mencionado queda más que claro en nuestro análisis estadístico dado que en los primeros días del proyecto se realiza en primer estudio que nos da en promedio un total de 6 casos más menos 1 caso por semana mientras que el segundo estudio estadístico que fue aplicado 10 semanas antes de terminar este proyecto demuestra un promedio de 2 más menos 1 caso reportado por semana.

2

Se concluye los casos reportados por semana desmulleron de 6 a simplemente 2 casos promedio reportados por sema.

3

Se concluye que al término de este proyecto de la cantidad total de nuevas muestras que fueron 480 el 63% ya cuentan con un estatus dimensional mientras que el 37% de los componentes están espera de información técnica como su plano.

Se puede concluir que la cantidad de recepción de nuevas muestras en el periodo de 6 meses iniciando el 06/02/2024 al 06/08/2024 la cantidad de nuevas muestras fueron 480.

Recomendaciones y experiencia personal profesional adquirida

1

Recomiendo tener mayor manejo de herramientas digitales dado que estas acortan el tiempo de entrega de informes digitales.

2

Tener mayor manejo y conocimiento de instrumentos de medición para poder realizar medias muchos más precisas y rápidas.

3

Incrementar la habilidad de interacción de planos en específico en sus notas, tolerancias, cotas y vistas.

4

Tener presente los dos sistemas de mediciones, el sistema internacional de unidades y el sistema ingles de unidades dado que fue de vital importancia en este proyecto.

5

Tener como mínimo conocimiento de palabras técnicas en los idiomas inglés y alemán dado que para este proyecto sus planos fueron en su totalidad en estos idiomas.

Al terminar este proyecto como experiencia personal me quedo con un conocimiento de la cantidad de problemas y adversidades que se presentan día a día en los procesos de manufactura en especial de este proyecto el del arnés eléctrico automotriz.

Competencias desarrolladas

Las competencias desarrolladas y puestas en práctica fueron las aprendidas en la carrera ingeniería en sistemas automotrices dentro de las cuales están, pero no se limitan a las aprendidas en las materias de: Metrología y normalización, Fundamentos de dibujo, química, procesos de manufactura, motores de combustión interna, taller de investigación, electricidad y magnetismo, gestión de la calidad, estadística inferencial desarrollo sustentable, análisis de circuitos eléctricos, etc.

- Interpretación de planos
- IATF 16949
- Instrumentos de medición
- Fallas eléctricas con multímetro
- Fundamentos de dibujo
- Procesos de manufactura
- Pruebas no destructivas

Referencias bibliográficas

14". (24 de 07 de 2024). Obtenido de Directindustry.es:
<https://www.directindustry.es/prod/dorsey-metrology-international/product-53252-646363.html>

(19 de 07 de 2024). Obtenido de Vroque.co: <https://www.vroque.co/post/kaizen-mejora-continua-en-5-puntos-claves-altertecnia>

(24 de 07 de 2024). Obtenido de Amazon.es: <https://www.amazon.es/Etekcitey-MSR-R500-Mult%C3%ADmetro-retroiluminaci%C3%B3n-continuidad/dp/B00S7J7L7Q>

(24 de 07 de 2024). Obtenido de Tcmetrologia.com:
<https://www.tcmetrologia.com/404/>

Alam, M. (30 de 11 de 2023). *¿Qué es la mejora continua? Definición, modelo, metodología, proceso y ejemplos*. Recuperado el 19 de 07 de 2024, de IdeaScale: <https://ideascale.com/es/blogs/que-es-la-mejora-continua/>

Blog, A. Q. (19 de 07 de 2024). *Muestra Maestra para producción de calidad*. Obtenido de Intouch-quality.com: <https://www.intouch-quality.com/blog/es/muestra-maestra-calidad>

Calibrador Vernier Pie De Rey Digital 0-150 MM – GreenForest Tienda Forestal. (s.f.). Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Com.co: <https://greenforest.com.co/producto/vernier-calibrador-pie-de-rey-digital/>

Connectors. (19 de 07 de 2024). Obtenido de Aptiv:
<https://www.aptiv.com/en/solutions/connection-systems/catalog/connectors?language=en>

Electricos, Circuitos;. (30 de 10 de 2020). *CABLES ELÉCTRICOS: TIPOS, CARACTERÍSTICAS, USOS Y MÁS.* Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Circuitos Eléctricos: <https://www.circuitos-electricos.com/cables-electricos/>

Encintado y protección de mazos de cables. (19 de 07 de 2024). Obtenido de Tesa.com: <https://www.tesa.com/es-co/industria/automotriz/aplicaciones-en-automotriz/cintas-de-cableado>

Flexometro 3 metros Stanley. (19 de 07 de 2024). Obtenido de Sumtallfer, S.L: <https://www.sumtallfer.com/flexometro-3-mts-stanley-b30/>

Grommets de goma automotriz & Car Rubber Grommet Neopreno Grommet. (19 de 07 de 2024). Obtenido de Grommet-seal.com: <https://www.grommet-seal.com/rubber-grommet/grommet-rings/automotive-rubber-grommets.html>

Grommets de goma automotriz & Car Rubber Grommet Neopreno Grommet. (19 de 07 de 2024). Obtenido de Grommet-seal.com: <https://www.grommet-seal.com/rubber-grommet/grommet-rings/automotive-rubber-grommets.html>

Heju Precision Electronic Co.,Ltd. (17 de 10 de 2023). *New energy vehicle crimp terminals-principle of contact resistance.* Recuperado el 19 de 07 de 2024, de CNStamping: <https://www.cnstamping.com/new-energy-vehicle-crimp-terminals-principle-of-contact-resistance/>

Instrumentosdemedicion.org. (21 de 04 de 2019). *Instrumentos de Medición - ¿Qué y Cuáles son? Tipos y Lista 【2024】*. Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Instrumentos de Medición: <https://instrumentosdemedicion.org/>

Introducing the Lucid gravity: Redefining the electric SUV. (19 de 07 de 2024).
Obtenido de Introducing the Lucid Gravity: Redefining the Electric SUV:
<https://lucidmotors.com/stories/introducing-lucid-gravity>

ISO TS 16949 - Calidad en el sector automotriz ISO TS 16949 2009. (19 de 07 de 2024). Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Normas ISO:
<https://www.normas-iso.com/iso-16949/>

Javired. (27 de 01 de 2023). *Los Diferentes Tipos De Conectores Eléctricos Automotrices Y Su Uso.* Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Electropreguntas:
<https://electropreguntas.com/los-diferentes-tipos-de-conectores-electricos-automotrices-y-su-uso/>

Javired. (07 de 02 de 2023). *Tubo Corrugado: Usos Y Características.* Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Electropreguntas: <https://electropreguntas.com/tubo-corrugado-usos-y-caracteristicas/>

La importancia del arnés eléctrico - AMN ®. (s.f.). Recuperado el 19 de 07 de 2024, de <https://amnquality.com/arneses-electricos-pieza-clave-en-las-industrias-modernas/>

Micrómetros: una guía completa para conocer sus tipos, usos y aplicaciones. (06 de 03 de 2016). Recuperado el 19 de 07 de 2024, de De Máquinas y

Herramientas: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/tipos-de-micrometros>

Pardo, R. (18 de 08 de 2020). *Todo lo que debes saber sobre arneses eléctricos automotrices*. Recuperado el 19 de 07 de 2024, de ProdUp: <https://www.produp.mx/blogs/produp-news/todo-lo-que-debes-saber-sobre-arneses-electricos-automotrices>

Qué Es Un Relé Automotriz. Función, Ubicación, Tipos. (03 de 12 de 2023). Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Motores Auto: <https://www.motoresauto.com/rele-automotriz/>

SPC Consulting Group. (15 de 10 de 2012). *PPAP Production Part Approval Process*. Recuperado el 19 de 07 de 2024, de SPC Consulting Group | Expertos en capacitación y consultoría para la mejora continua y gestión de la calidad: <https://spcgroup.com.mx/ppap/>

Sumoza, Juan;. (2020). *Los 8 Tipos De Fusibles Automotrices, Usos Y Función*. Obtenido de Unisalia: <https://unisalia.com/tipos-de-fusibles-automotrices/>

Sumoza, Juan;. (17 de 02 de 2020). *Los 8 Tipos De Fusibles Automotrices, Usos Y Función*. Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Unisalia: <https://unisalia.com/tipos-de-fusibles-automotrices/>

Terminales eléctricos: ¿para qué sirven y cuáles son sus funciones? (19 de 07 de 2019). Recuperado el 19 de 07 de 2024, de Sonepar Colombia: <https://sonepar.co/terminales-electricos-para-que-sirven-y-cuales-son-sus-funciones>

Tubo corrugado flexible. (19 de 07 de 2024). Obtenido de Incared.net:

<https://incared.net/producto/tubo-corrugado-flexible/>