



# Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales  
Escuela de Ingeniería Industrial



Planificación e implementación del  
análisis de los sistemas de medición  
en la empresa Denso Manufacturing,  
bajo los lineamientos del Manual MSA.

Alumno: Sanchez, Gonzalo

Directora: Ávila, Julia

Año 2018



## **Agradecimientos**

*A mi familia, a mi Padre, a mi Madre, a mi Hermana,  
a mis amigos, a mis hermanos Santiago y Francisco,  
y a la Universidad Nacional y Pública.*

## Resumen

El siguiente Proyecto Integrador nace con el objetivo de evaluar en la empresa DENSO MANUFACTURING la calidad de los sistemas de medición mediante la implementación de la herramienta Core Tools: Manual MSA.

La problemática surge durante un proceso de auditoria externa, donde se identificó una No conformidad debido al incumplimiento del punto 7.6.1 de la norma ISO/TS 16949, indicando que la empresa al no poseer un sistema de medición validado, no está en condiciones de garantizar a sus clientes la calidad de sus productos.

Por ende la metodología empleada para poder implementar la herramienta y evaluar los sistemas de medición, consistió en identificar la totalidad de los instrumentos de control de la empresa, clasificarlos y asignarle sus correspondientes estudios estadísticos, generando así un plan de acción global. Realizando la implementación en un área piloto, brindando de esta forma las bases para ser ejecutado en las demás áreas de la empresa asegurando un sistema de medición confiable

Concluyendo en el desarrollo de la documentación que permite cumplir con el requisito de la norma, garantizar la calidad del producto, aportando una herramienta indispensable para el proceso de mejora continua y toma de decisiones.

## **Abstract**

The following Integrating Project was born with the objective of evaluating in the company DENSO MANUFACTURING the quality of the measurement systems through the implementation of the Core Tools tool: Manual MSA.

The problem arose during an external audit process, where non-conformity was identified due to the breach of point 7.6.1 of ISO / TS 16949, indicating that the company, not having a validated measurement system, is not in a position to guarantee its customers the quality of their products.

Therefore, the methodology used consisted of identifying all the control instruments of the company, classifying them and assigning their corresponding statistical studies, thus generating a global action plan. Realizing the implementation in a pilot area, thus providing the bases to be executed in the other areas of the company ensuring a reliable measurement system

Concluding in the development of the documentation that allows fulfilling the requirement of the norm, guaranteeing the quality of the product, contributing an indispensable tool for the process of continuous improvement and decision making.

# Indice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Indice .....	6
Introducción.....	9
Planteo del Problema .....	10
1. Objetivos del Proyecto Integrador.....	12
1.1 Objetivo General. ....	12
1.2 Objetivos Específicos. ....	12
2. Introducción a la Empresa.....	13
2.1 Grupo Denso Manufacturing: La organización y su historia .....	13
2.1.1. Introducción.....	13
2.1.2. La organización, divisiones y productos .....	13
2.2- Denso Manufacturing Argentina .....	17
2.2.1. Perfil de la compañía.....	17
2.2.2. Síntesis histórica .....	17
2.2.3. DNAR en la actualidad .....	19
2.3 Área de Calidad.....	24
2.3.1 Departamento de Metrología .....	24
3. Marco teórico.....	26
3.1 Sistema de gestión de la calidad .....	26
3.2 Norma ISO/TS 16949 .....	27
3.2.1 Beneficios de la norma ISO/TS 16949 son: .....	28
3.3 CORE TOOLS.....	28
3.3.1 Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, APQP.....	29
3.3.2 - Proceso de Aprobación de Partes de Producción, PPAP .....	29
3.3.3 Análisis del Modo y Efecto de la Falla, FMEA.....	29

3.3.4	Control Estadístico del Proceso, SPC.....	30
3.3.5	Plan de control .....	30
3.3.6	Análisis del sistema de Medición,.....	30
3.3.6.1	Partes del Manual .....	31
3.4	Terminología .....	32
4.	Marco Metodológico .....	36
4.1	Estudio y profundización en los conceptos específicos de metrología .....	37
4.1.1	Sistemas de medición .....	37
4.1.1.1	Efecto de los Errores en la Medición .....	38
4.1.1.2	Tipos de sistemas de medición .....	39
4.1.2	Calidad de los datos de medición .....	39
4.1.3	Variación en los sistemas de medición .....	40
4.1.3.1	Importancia de la variabilidad.....	41
4.1.3.2	Causas de Variación:.....	41
4.1.3.3	Sistema ideal de control de variabilidad .....	42
4.1.3.4	Relación entre variación, los sistemas de medición, los errores asociados, y el Manual MSA .....	42
4.1.3.4.2	Precisión .....	44
4.1.4	Método para el análisis de los sistemas de medición .....	45
4.1.4.1	Preparación para un estudio del sistema de medición .....	48
4.1.4.2	Análisis de los resultados.....	49
4.2	Relevamiento de la información .....	50
4.3	Sistematización, organización y análisis de la información .....	53
4.3.1	Categorización .....	53
4.3.2	Programa para definir tipo de estudio.....	54
4.3.3	Desarrollo de las planillas necesarias.....	55
4.3.3.1	Planilla de toma de datos.....	57
4.3.3.2	Carátula del instrumento .....	58

<i>Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A.</i> .....	58
4.3.3.3 Planilla para estudio de sesgo .....	59
<i>Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A.</i> .....	59
4.3.3.4 Planilla para estudio de Linealidad .....	60
<i>Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A.</i> .....	61
4.3.3.5 Planilla para estudio R&R variable.....	62
<i>Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A.</i> .....	63
4.4 Planificación de las actividades de metrología.....	64
4.4.1 Fijar fechas para elaboración .....	64
4.4.2 Elaboración del plan de acción .....	64
4.5 Elaboración de la documentación y desarrollo de la propuesta en área piloto .....	66
4.5.4 Comprobación de la exactitud: Estudio de sesgo y linealidad.....	69
4.5.4.1 Patrón utilizado.....	69
4.5.4.2 Estudio del sesgo .....	70
<i>Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A.</i> .....	72
<i>Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A.</i> .....	73
4.5.4.3 Estudio de Linealidad .....	75
4.5.5 Comprobación de la Precisión: Estudio R&R.....	81
4.5.5.1 Patrón utilizado.....	81
4.5.5.2 Lineamientos del estudio .....	82
4.5.5.3. Muestra de estudio de R&R.....	85
4.5.5.4 Resultado de estudios R&R:.....	88
4.5.5 Tabla de resultados .....	89
4.6 Pronóstico .....	90
Conclusiones.....	101
Conclusiones de los objetivos específicos.....	102
Bibliografía .....	103
Anexo .....	104

## Introducción

En los mercados actuales la calidad se concibe como una poderosa arma competitiva que las empresas deben incorporar a su estrategia corporativa. La industria automovilística exige también niveles rígidos y específicos de calidad para las marcas y fabricantes de automóviles, para los proveedores de productos y materiales de producción. Esto encuentra su explicación principalmente en que el producto final ha de tener una fiabilidad muy alta por su necesidad de ser seguro para los pasajeros. Además, los automóviles, tienen un precio elevado y el cliente espera que no exista ningún tipo de defecto.

Las distintas estrategias de mejora continua de la calidad involucran la identificación de variables claves de los procesos, las cuales deberán ser observadas y *medidas* en distintas fases del mismo. Es por ello, que en el sector de la automoción la metrología es imprescindible para poder cumplir con las exigencias de calidad del mercado. La metrología es de fundamental importancia para asegurar que las piezas enviadas a los clientes no sean defectuosas y encajen perfectamente en el producto final. Además ante un mercado globalizado, el cumplimiento de los requisitos y controles metrológicos son indispensables para poder asegurar la calidad de productos fabricados en distintas partes del mundo y que confluyen a conformar un producto que se ensambla en los países mercados del producto final.

Un paso importante previo a la aplicación de cualquier otra técnica de mejora, consiste en evaluar el sistema de medición a partir del cual se generan los datos de la característica de calidad que será analizada.

Para análisis de los sistemas de metrológicos se utilizan importantes herramientas estadísticas que permiten la evaluación del grado de fiabilidad de los datos generados por los sistemas de medición utilizados por una empresa. Estos datos representan la base para la toma de decisiones, es decir, es necesario determinar, antes de cualquier análisis, si los sistemas de medición suministran resultados aceptables. Por lo tanto, la evaluación estadística de la calidad de las medidas es un importante estudio que debe formar parte integrante de la gestión de toda empresa.

La importancia del análisis de los sistemas de medición, se encuentra reflejada en la norma ISO/TS 16949. La misma es una especificación técnica basada en ISO 9001, donde se define los requisitos del sistema de calidad para la cadena de suministro de la industria automotriz. La mayoría de los fabricantes de automóviles sólo trabajan con empresas

certificadas según esta norma, para garantizar el cumplimiento de altas especificaciones técnicas contenidas en ella.

En esta norma se ponen a disposición 5 herramientas, esenciales o fundamentales que apoyan la implementación y mejora de un sistema de gestión de la calidad denominadas "Core Tools, siendo una de ellas el manual MSA. Este manual de análisis de sistemas de medición, como sus siglas lo indican, está formado por un conjunto de técnicas que sirven para el chequeo de los equipos de medida con el fin de poder conocer su calidad y clasificar a los equipos como aptos, o no, para la medición de unas características concretas.

Así, la medición o, mejor dicho, la calidad de las mediciones, es algo que debe de tenerse muy en cuenta, ya que si tomamos medida de algo es para llevar a cabo una acción en consecuencia. Es decir, según la medición aceptaremos o rechazamos la pieza como apta, por lo tanto resulta importante pensar que cuanto más relevantes sean las consecuencias (económicas, sociales, medioambientales) de aceptar o rechazar la pieza, más seguros se debe estar que el resultado es fiable.

## **Planteo del Problema**

Este trabajo será desarrollado en la empresa Denso Manufacturing (DNAR), ubicada en la Ciudad de Córdoba. Esta importante multinacional del rubro autopartista, cuyos clientes más importantes son terminales automotrices, trabaja bajo un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) conforme con las especificaciones y requisitos de la norma ISO/TS 16949

Cuando se realizó una auditoria por parte de una empresa certificadora (TÜV), para asegurarse el cumplimiento de las condiciones que impone la norma ISO/TS, fueron revisados cada uno de los puntos que está exige. En este proceso, se encontró una "no conformidad mayor" por incumplir la cláusula 7.6.1 que expresa:

### *7.6.1 Análisis del sistema de medición*

*"Se deben realizar estudios estadísticos para analizar la variación presente en los resultados de cada sistema de medición y ensayo. Este requisito debe aplicarse a los sistemas de medición a los que se hace referencia en el plan de control. Los métodos analíticos y los criterios de aceptación utilizados deben ser conformes con los indicados en los manuales de referencia del cliente relativos al análisis de los sistemas de medición. Pueden utilizarse otros métodos de análisis y otros criterios de aceptación si son aprobados por el cliente".*

El incumplimiento del punto 7.6.1 de la norma, indica que la empresa no está en condiciones de garantizar a los clientes la calidad de sus mediciones ni el grado de control de sus actividades. Como se dijo anteriormente, sin un sistema de medición validado, se puede llegar a conclusiones erróneas y actuar sobre el proceso de manera equivocada. Por ende, no se puede asegurar la calidad del producto.

A partir de lo mencionado, este trabajo pretende, siguiendo los lineamientos del manual MSA, desarrollar la documentación necesaria que permita cumplir con el punto 7.6.1 de la norma ISO/TS 16949, y lograr la implementación del análisis de los sistema de medición en un área piloto. . En general, la metodología MSA ya está definida bajo estándares del sector automotriz. Aquí se llevaron a cabo una serie de acciones para administrar dentro de la empresa los instrumentos de medición

Como primera medida, para poder desarrollar el trabajo, fue necesario, el estudio y la comprensión de conceptos y formulas estadísticas tales como: linealidad, sesgo, incertidumbre, estabilidad, etc.

Para poder desarrollar documentación requerida, se comenzó por la elaboración de un plan de acción para desarrollar en tiempo y forma los estudios correspondientes a cada instrumento

Para elaborar el plan de acción fue preciso primero a realizar un inventariado, para conocer la situación de la empresa, categorizar en grupos o familias los instrumentos mencionados en el Plan de control para poder definir qué estudio estadístico se aplicaría.

Los estudios estadísticos fueron llevados a cabo un área piloto, con la intención que la implementación se produzca mediante un proceso gradual, permitiendo el estudio de tiempos, formas y metodologías. Finalizando con una evaluación de los resultados, aprovechando esta instancia para ajustar los aspectos que necesitan ser refinados para que todos los instrumentos puedan cumplir con el punto de la norma 7.6.1.

# 1. Objetivos del Proyecto Integrador

## 1.1 Objetivo General.

Aplicar la metodología del Manual del Análisis de los Sistemas de Medición (ASM) (siendo su equivalente en inglés MSA) dentro de la empresa DENSO MANUFACTURING y desarrollar la documentación necesaria para cumplir con el requisito de la norma ISO/TS 16949, a través de la implementación en un área piloto.

## 1.2 Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio profundo sobre los conceptos y técnicas de metrología aplicables.
- Relevar el parque de los equipamiento de medición mencionado en los Planes de Control.
- Desarrollar un programa para la realización de estudios estadísticos a los instrumentos de medición.
- Realizar una adaptación del manual MSA para la empresa DENSO Manufacturing, para que otras personas puedan apoyarse en este material y llevar a cabo los estudios
- Implementar metodología MSA en los instrumentos pertenecientes al departamento de metrología del área de calidad

## 2. Introducción a la Empresa

### 2.1 Grupo Denso Manufacturing: La organización y su historia

#### 2.1.1. Introducción

El Grupo Denso es una empresa líder a nivel mundial en la provisión de tecnología automotriz de avanzada, de sistemas y componentes para los principales fabricantes de automóviles del mundo.

Opera en más de 36 países y regiones, y está conformado por 183 compañías; de las cuales el 35% se ubican en Japón, y el resto distribuidas alrededor del mundo. La sede principal, DENSO Corporation (DNJP), se encuentra en Japón y fue establecida el 16 de Diciembre de 1949.

Actualmente, el Grupo Denso cuenta con aproximadamente 130.000 empleados encargados de todos los aspectos del negocio automotriz: Ventas, Desarrollo y Diseño de Producto, y Fabricación.

Su misión es la de “Contribuir a un mundo mejor a través de la creación de valor con visión en el futuro”. Para ello es necesario cumplir con los siguientes Principios de Administración:

- Lograr la Satisfacción del Cliente a través de la calidad de productos y servicios.
- Desarrollo Global a través de la anticipación a los cambios.
- Preservación del Medio Ambiente y Armonía con la Sociedad.
- Vitalidad Corporativa a través del respeto por la Individualidad.

#### 2.1.2. La organización, divisiones y productos

El Grupo Denso se encuentra organizado en Grupos de Negocio (“*Business Groups*”). Estos son grupos de empresas establecidos bajo algún criterio en particular, los cuales son controlados y coordinados según los mismos lineamientos básicos, en los diferentes aspectos (financiero, calidad, comercial, IT, etc.)

Esta manera de división permite que las empresas pertenecientes al mismo grupo puedan coordinarse entre sí, sin demoras para la toma de decisiones de acuerdo a las condiciones de cada mercado.

Los Grupos de Negocio están establecidos según el tipo de productos que fabriquen, para las distintas partes del vehículo. Los mismos serán detallados a continuación:

Sistemas de Control de Encendido y Potencia (*Powertrain Control Systems*): Encargado del desarrollo y fabricación de sistemas de control diesel/gasolina y sus partes, componentes de control de transmisión, sistemas para vehículos híbridos y eléctricos, arrancadores y alternadores

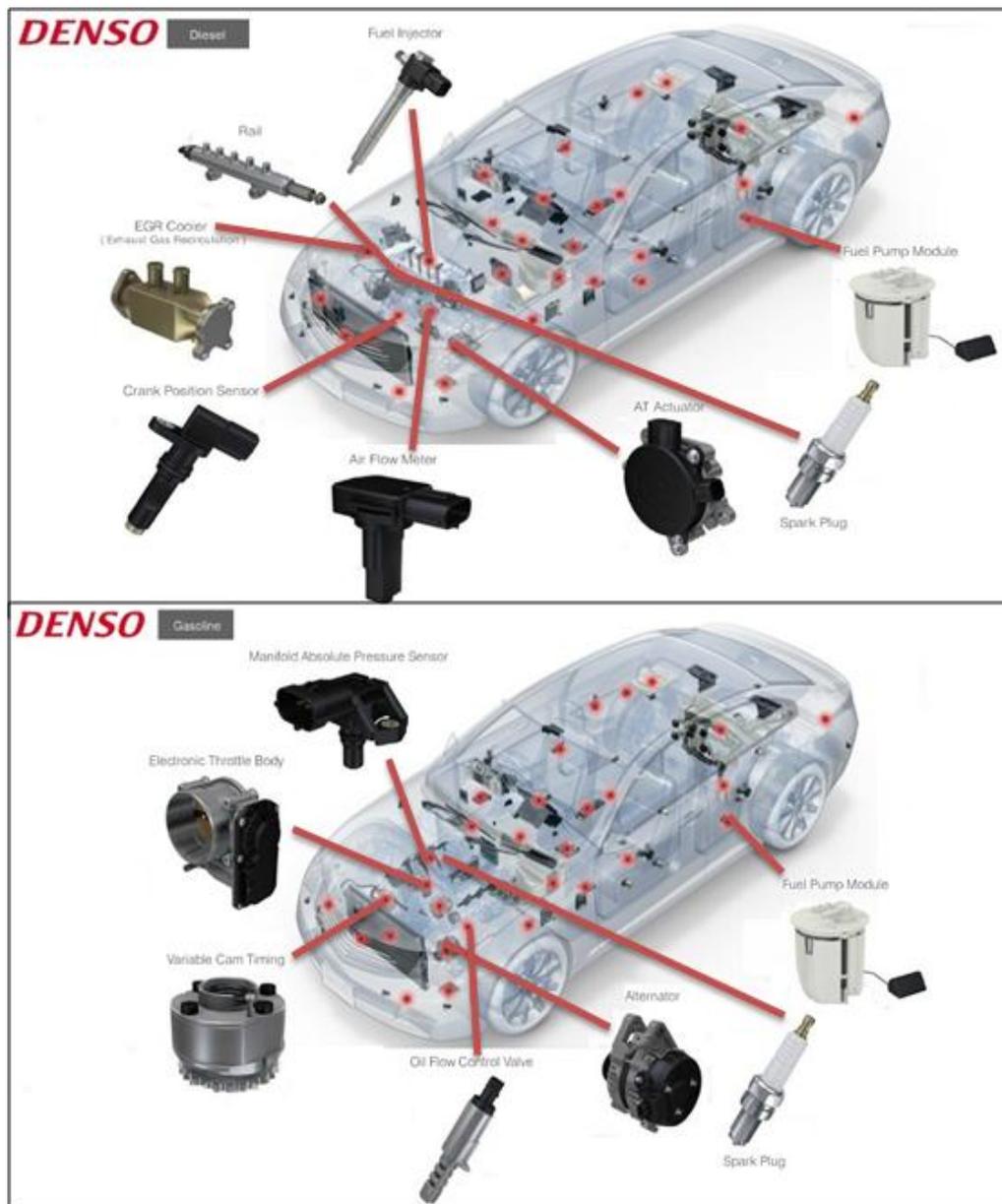


Figura 1. Componentes del Sistema de Control de arranque y potencia

Sistemas Electrónicos (*Electronic Systems*): Desarrollo y fabricación de ECU de motor, ECU de transmisión, sensores semiconductores, ICs, fuentes de potencia (*Power module*) y *EL displays*.

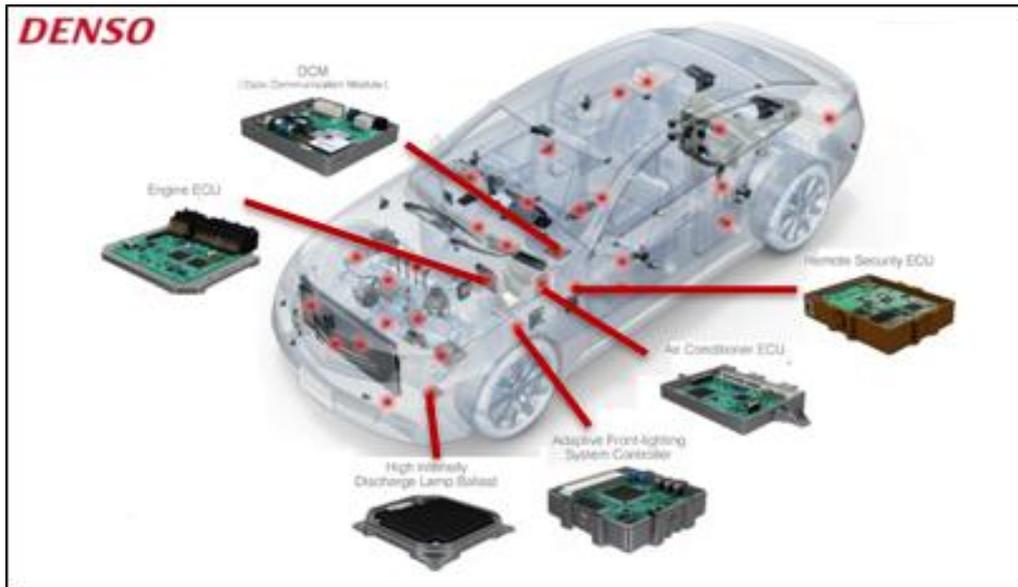


Figura 2. Componentes del Sistema Electrónico

Sistemas de Información y Seguridad (Information & Safety Systems): Desarrollo y fabricación de instrumentos de información, comunicación y asistencia al conductor. Por ejemplo Sistema de navegación del vehículo (*Car Navigation System*), Colección de Herramientas Electrónicas del equipo de a bordo (*ETC-Electronic Tools Collection*), sistema de seguridad del vehículo (*Car Safety System*), etc.



Figura 3. Componentes del sistema de Información y Seguridad

Motores Pequeños (Small Motors): Desarrollo y Fabricación de sistema limpia faroles, limpia parabrisas, motores apertura vidrios de puerta, motores de regulación de asientos, entre otros motores de automoción.

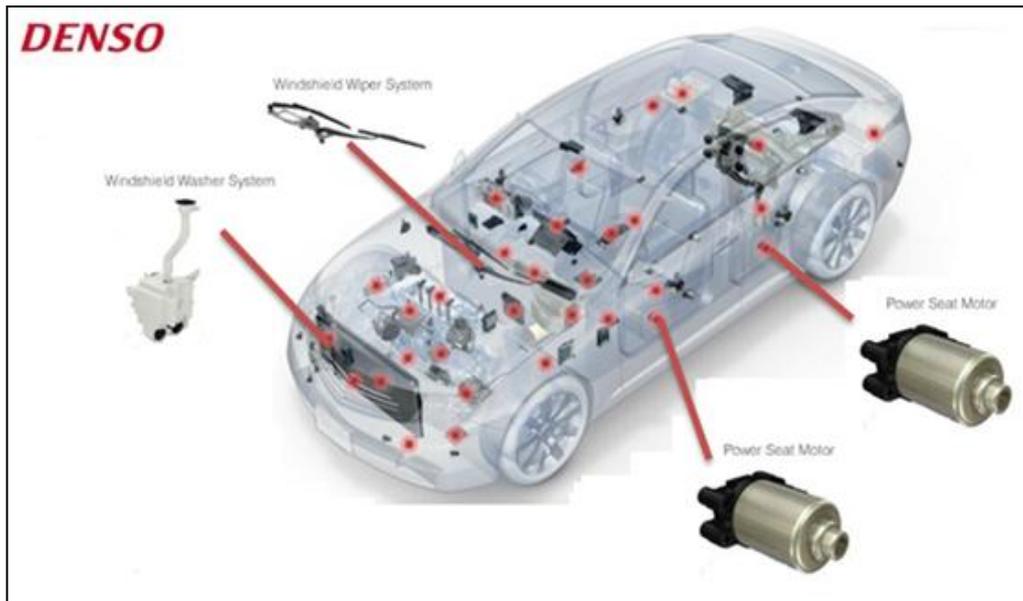


Figura 4. Componentes del Sistema de Motores Pequeños

Sistema Térmico (Thermal System): Desarrollo y fabricación de sistemas de aire acondicionado, radiadores, condensadores, ventiladores de enfriamiento para autos y buses, y demás componentes.

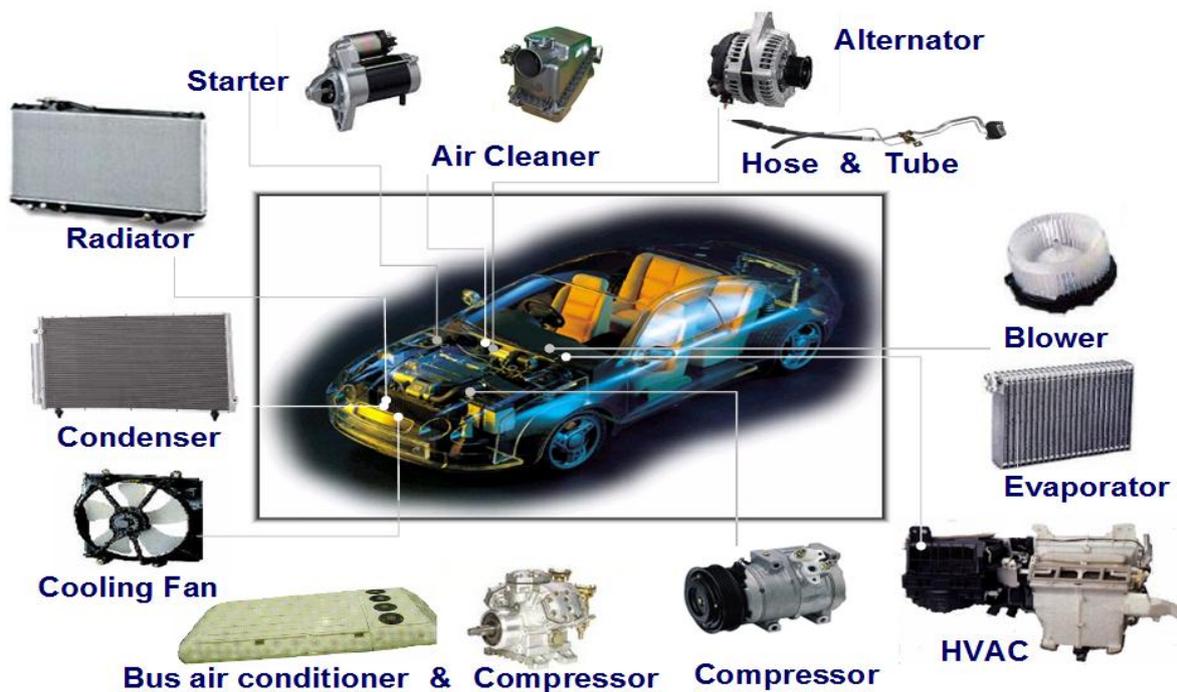


Figura 5. Componentes del Sistema Térmico

Además de la rama autopartista, el Grupo Denso también participa del mercado de las herramientas industriales, teniendo gran importancia en el desarrollo y fabricación de robots para todo tipo de tareas productivas; y de sistemas completos de identificación y codificación de productos.

## **2.2- Denso Manufacturing Argentina**

Dentro de este contexto, se encuentra DENSO MANUFACTURING ARGENTINA (DNAR), perteneciente a la rama Sistemas Térmicos. Esta empresa se dedica a la fabricación y provisión de sistemas de aire acondicionado para automotores, intercambiadores de calor, condensadores, radiadores, tableros de instrumentos y demás autopartes relacionadas.

Entre sus principales clientes se encuentran Toyota Argentina (TASA), Fiat Chrysler Automoveis (FCA), Peugeot Citroën Argentina (PSA), y Renault Argentina (RASA). Además, una gran parte de los productos son vendidos a otras empresas del Grupo Denso, conocidas como Intercompanies, principalmente para las plantas de Sudamérica. Finalmente, la empresa cuenta con un área de venta de repuestos, los cuales se distribuyen a mayoristas locales.

### **2.2.1. Perfil de la compañía**

- Razón social: Denso Manufacturing Argentina S.A.
- Dirección: Av. Las Malvinas 4500, Córdoba, Argentina
- Superficie total: 63.000 m<sup>2</sup>
- Superficie cubierta: 22.050 m<sup>2</sup>
- Establecimiento en Argentina: Marzo 1996
- Inicio de las operaciones: 11 de Abril de 1997

### **2.2.2. Síntesis histórica**

El Grupo Denso surge como una empresa proveedora de autopartes, perteneciente al Grupo Toyota, los cuales eran sus únicos clientes. La política de Toyota sugería que debía haber una “Denso” en cada lugar en donde ellos estuviesen asentados. Fue en el año 1980, que Denso surge a partir de una asociación entre Denso Corporation y la división Climatización de Magneti Marelli.

Recién hacia el año 1996, deciden desembarcar en Argentina, con el objetivo de atender las producciones de Fiat Palio y Toyota Hilux, instalando una planta en Córdoba, bajo el nombre de Magneti Marelli Denso.

Hacia en el año 2002, la corporación Denso adquiere la totalidad del paquete de acciones de Magneti Marelli Climatizzazione, dando lugar a una nueva razón social para la planta de Córdoba: "DENSO MANUFACTURING ARGENTINA S.A".

Hacia fines del 2010, se inauguró una ampliación de la planta de 4.000 m<sup>2</sup>, para la introducción de una nueva tecnología de condensadores. Esta nueva etapa le permitió además, agregar nuevos productos como *Intercooler* o Módulos de Enfriamiento Motor. Al tener una respuesta muy satisfactoria, se estudió la posibilidad de incorporar un nuevo producto, los Radiadores, para lo cual, para el año 2013 se decidió incrementar la superficie de la planta en 6.500 m<sup>2</sup>, para sumar un horno a la nueva área: Nocolok.

Tal como su nombre lo indica, la planta Córdoba es netamente productiva, y todo lo relativo a diseños y desarrollos de sus productos lo recibe desde sus casas matrices en Italia y Japón. Por otra parte, desde el punto de vista de generación de nuevos negocios, desde hace un tiempo no muy largo, se le ha otorgado a la empresa la potestad de preparar sus propios estudios de factibilidad, y realizar las cotizaciones y negociaciones correspondientes.



Figura 6. Fachada de la planta Denso Manufacturing Argentina, Córdoba

### 2.2.3. DNAR en la actualidad

- Accionistas de DNAR:

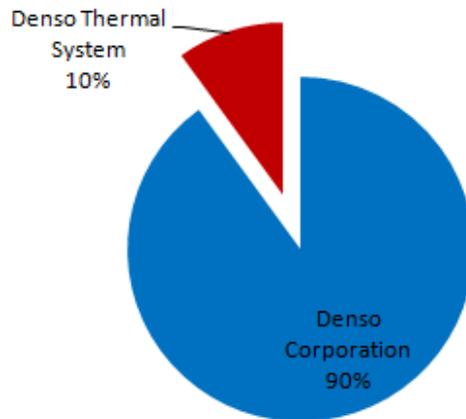


Gráfico 1. Accionistas de DNAR

- Visión:

Ser una empresa pujante de crecimiento sostenido, integrada plenamente a la comunidad de la que forma parte, respetando y siendo fiel intérprete de las normas de preservación y cuidado del medioambiente y su gente.

- Misión:

Maximización de los beneficios para satisfacer las necesidades de la industria automotriz, con presencia en el Mercosur, basándonos en el mejoramiento continuo de nuestros servicios, calidad y costos. Contemplando en todo momento la preservación del medio ambiente, siempre a través de la flexibilidad de nuestra organización, de la inventiva y creatividad de nuestra gente, brindando una rápida respuesta a los requerimientos del mercado, aprovechando la experiencia y la sinergia que exigen continuos desafíos que representan el crecimiento y la búsqueda constante de nuevos mercados.

Valores:

- Confidencialidad
- Legalidad
- Formalidad
- Igualdad de oportunidades
- Repudio a la discriminación de cualquier tipo
- Respeto a las normas legales sobre Higiene y Seguridad en el trabajo

Principales clientes:

- Toyota Argentina
- Fiat Auto Argentina
- Renault Argentina
- Peugeot Citroën Argentina
- Intercompanies: Denso Sistemas Térmicos do Brasil Ltda. (DTBR) Denso do Brasil (DNBR)



Figura 7. Principales clientes de DNAR en Sudamérica

- Productos por cliente

Productos	Cientes	TOYOTA	FIAT	PEUGEOT	RENAULT	Intergroup
Aire acondicionado manual		●	●	●	●	
Aire acondicionado automático		●		●		
Calentador del aire acondicionado		●	●	●	●	
Soplador			●	●	●	
Tablero de comando			●			
Condensador		●	●		●	●
Intercooler		●				
Masa radiante			●	●	●	●
Conjunto filtro de aire		●				
Tanque de reserva de radiador		●				
Componentes estéticos		●				
Panel de control del aire acondicionado				●	●	●
Polea del compresor		●				
Radiador		●	●	●		
Tubos y Mangueras		●				

Tabla 1. Productos por cliente

Ventas por cliente

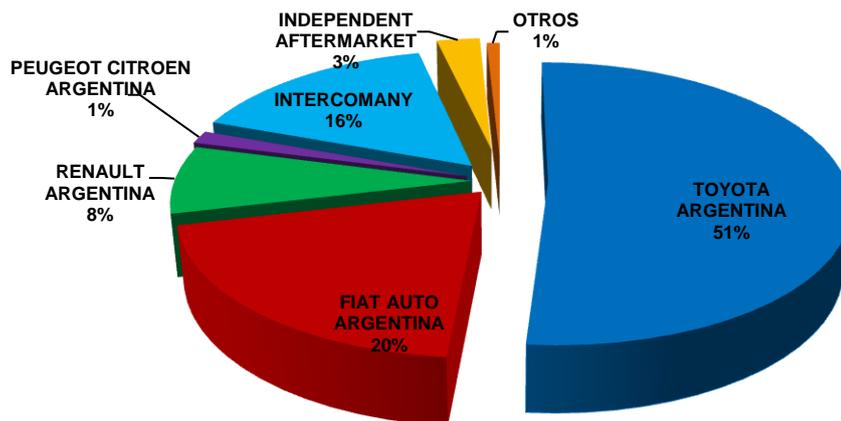


Gráfico 2. Ventas por Cliente

Producción local:

La producción es medida para el producto de mayor importancia de la empresa, el aire acondicionado (HVAC).

Todos los valores corresponden a los diferentes años fiscales, en base a los cuales DNAR evalúa sus resultados. Los datos destacados en anaranjado, correspondientes al año FY2014 y FY2015, son una proyección, ya que estos comienzan en Marzo y finalizan en Abril del siguiente año.

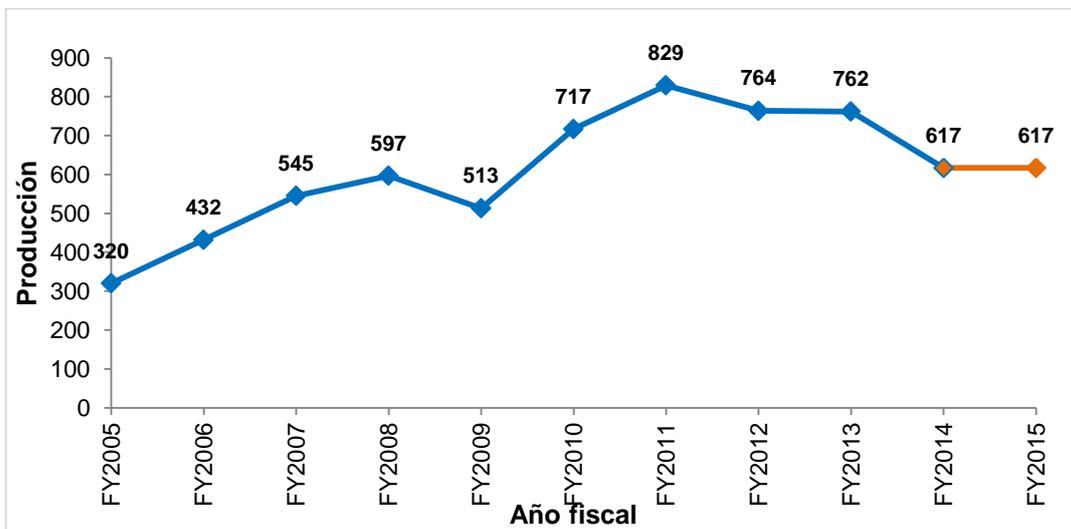


Gráfico 3. Producción Nacional de Vehículos

- Recursos Humanos:

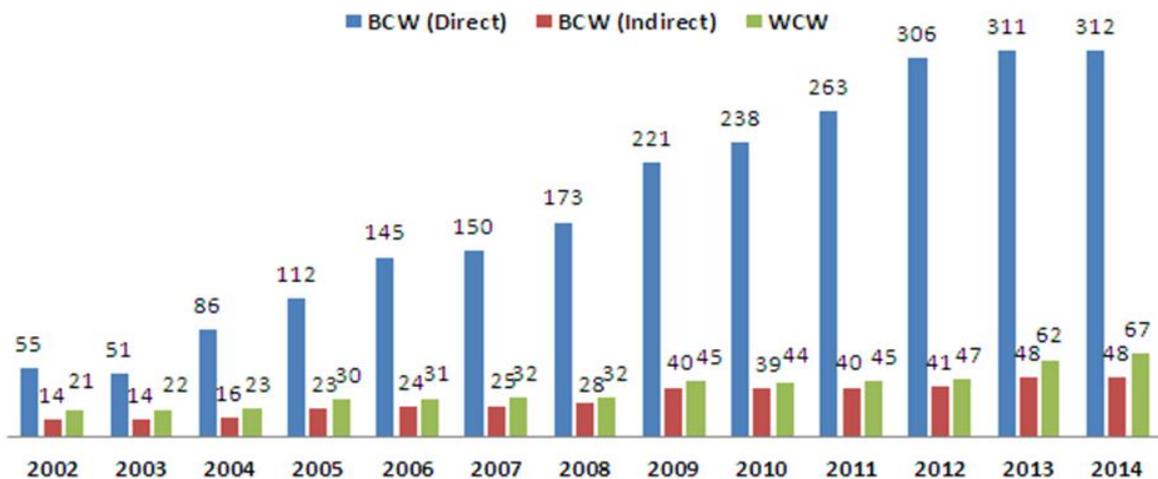


Gráfico 4. Distribución de empleados DNAR (2014)

En donde: *BCW: Blue Collar Worker* → Operarios encargados de la producción

*WCW: White Collar Worker* → Empleados administrativos

- Sistema de Gestión de Calidad:

DNAR trabaja bajo un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) conforme con las especificaciones y requisitos de la norma ISO/TS 16949.

A lo largo de los años, la empresa recibió diferentes certificaciones y fue ganando gran cantidad de premios gracias a su correcta performance:



Figura 8. Premios y Certificaciones obtenidas por DNAR hasta el año 2014

Premios:

- Mejor *Performance* en Calidad (Toyota, Fiat y Renault).
- Premio de Oro por el Mejor Proveedor en Calidad (Toyota).
- Premio de Plata en Costo y Performance de las Entregas (Toyota).

Certificaciones:

- ISO 9001
- ISO/TS 16949.
- OHSAS 18001
- ISO 14001
- QS9000

## 2.3 Área de Calidad

Durante el desarrollo de este PI, el autor, estuvo realizando prácticas de empresa Denso Manufacturing Argentina S.A, en el área de calidad, como pasante en Ingeniería de Calidad.

Esta es el área encargada de realizar un seguimiento continuo sobre las piezas producidas, y en el caso de detectar alguna anomalía es el responsable de tomar las decisiones pertinentes para que no lleguen piezas defectuosas a los clientes.

También tiene un papel fundamental en los proyectos de nuevos lanzamientos, pues es el departamento encargado de reunir toda la documentación e informes necesarios para la homologación de nuevas piezas. Documentación, por ejemplo, como instrucciones de control, diagramas de flujo, etc.

El área de calidad está compuesta por el gerente, los ingenieros de calidad, el encargado del área de producción, el encargado del área de proveedores, el encargado del área de clientes, el encargado del laboratorio y los metrologos.

Dentro de las tareas que el autor del proyecto integrador desarrollaba dentro de esta área se encontraban:

- Realización de ensayos de laboratorio y metrología
- Administración de la calibraciones externas
- Implementación de metodología MSA
- Realización de instructivos de operación
- Realización de indicadores mensuales de proveedores

### 2.3.1 Departamento de Metrología

El departamento de metrología se encuentra, como se ha comentado en el apartado anterior, dentro del área de calidad. Es aquí donde se basa principalmente este proyecto ya que será utilizada como “área piloto”, realizando el análisis estadístico a los instrumentos que de él dependen. Dispone de tres sub departamentos de medición, que cumplen diferentes funciones para asegurar la calidad de los productos de la empresa. Estos son:

**Laboratorio de metrología:** Está compuesta por el encargado, y por dos metrologos, que tienen turnos distintos y coinciden 1 hora al día con el fin de poder realizar un intercambio de información.

Cuenta con una máquina CMM, con la que se hacen los programas y se miden las piezas. Este es el motor del área de metrología. También cuenta con otros instrumentos de medición como pie de rey, galgas de espesores o relojes comparadores pero la gran mayoría del trabajo se realiza con la máquina CMM.



Figura 9 Máquina CMM del laboratorio. Fotografía de elaboración propia.

**Quality Point:** Departamento encargado de realizar auditorías de productos terminados, mediante controles previamente establecidos y acordado con cada cliente. También es encargado de realizar inspecciones de proceso productivo. Actividad diaria, que consiste en revisar cada línea de producción, que estén las hojas de proceso, que los poka-yoke funcionen, que se respeten los set up, control del material no conforme, control de planillas, etc.

**Aceptación:** El departamento de aceptación es el encargado de realizar controles, tanto a las materias primas, como a los componentes provenientes de proveedores de la empresa. Dichos controles son registrados, para luego analizar el grado de cumplimiento de los mismos.

Se da esta descripción del área de calidad y sus partes, ya que a la misma será el área piloto donde se implementará los estudios estadístico, siendo este uno de los objetivos del trabajo integrador.

### 3. Marco teórico

Para desarrollar el presente trabajo he recurrido a conceptos teóricos que me permiten abordar el tema a tratar. Se utilizan las versiones vigentes a la fecha de realización del trabajo, de la norma ISO 9001:2015, para referirme a los requisitos de un sistema de calidad integral y los requisitos de tipo general para los instrumentos de medición y seguimientos en la función metrológica. Se recurre a los aportes conceptuales del Manual MSA y del VIM (Vocabulario Internacional de Metrología) 3ª Edición en español 2012 para profundizar en los conceptos de metrología y requisito de los estudios o practica metrológicas a realizar en el laboratorio. Se utiliza la norma ISO/TS 16949:2009 que es la especificación técnica aplicable a la industria automotriz donde están los requisitos específicos que se deben cumplir en los procesos metrológicos de esta área.

#### 3.1 Sistema de gestión de la calidad

Un **SGC** no es más que una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos para lograr la calidad de los productos o servicios que se ofrecen al cliente, es decir, es planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en el cumplimiento de los requisitos del cliente y en el logro de la satisfacción del mismo.

Una organización siempre necesita un modelo de gestión que, como mínimo, la enfoque en la gestión del resultado de los procesos que debe hacer funcionar, para obtener los resultados de su actividad, satisfacer las necesidades de sus clientes y mejorar continuamente.

Todos los SGC se encuentran normados bajo un organismo internacional no gubernamental llamado **ISO**, International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización).

La ISO 9001 es la base del sistema de gestión de la calidad ya que es una norma internacional que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Es decir define los requisitos mínimos que debe cumplir un sistema de gestión de calidad para ser certificado.

Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un SGC.

El objetivo de la ISO es llegar a un consenso con respecto a las soluciones que cumplan con las exigencias comerciales y sociales (tanto para los clientes como para los usuarios). Estas normas se cumplen de forma voluntaria ya que la ISO, siendo una entidad no gubernamental, no cuenta con la autoridad para exigir su cumplimiento.

Sin embargo, tal como ha ocurrido con los sistemas de administración de calidad adaptados a la norma ISO 9000, estas normas pueden convertirse en un requisito para que una empresa se mantenga en una posición competitiva dentro del mercado.

### 3.2 Norma ISO/TS 16949



ISO/TS 16949 es una especificación técnica ISO, con el propósito de desarrollar un SGC basado en la mejora continua y enfatizando en la prevención de errores y la reducción de scrap de producción. Está especificación técnica (por sus siglas en inglés TS), está basada en el sistema de gestión de calidad ISO 9001 para aumentar la rentabilidad y reducir el riesgo en la cadena de suministro. La norma ISO/TS 16949 especifica los requisitos de la ISO 9001 para la producción automovilística y su primera edición fue publicada en

Marzo del 2002 bajo el nombre ISO/TS 16949:2002.

El International Automotive Task Force (IATF) y el comité técnico ISO desarrollaron la certificación ISO/TS 16949 ante la necesidad de un documento uniforme global con los requisitos del sistema de gestión de calidad el cual puede integrarse fácilmente con las normas que ya están en uso. Esta especificación técnica combina todas las normas de calidad de automoción previamente publicadas, evitando de forma tal la dualidad entre requerimientos de VDA 6.1 (Automotriz Alemana), EAFQ (Francia), AVQS (Italia) y el QS-9000 (Automotriz Estadounidense). ISO/TS 16949 se considera favorable ante los esquemas de gestión anteriores, a los que reemplaza.

IATF es la organización internacional bajo la cual se ha concebido la Norma ISO TS 16949, se puede decir que esta norma ha sido amparada por la propia industria de la Automoción, por lo que se ha convertido en un requisito de los fabricantes de vehículos más importantes del sector.

En esta norma se encuentran los requisitos para el diseño, fabricación, instalación de cualquier producto del sector automotriz. Es decir la norma se aplica a todos los fabricantes en el mundo dentro de la cadena de suministro automotriz - para vehículos, sus partes,

componentes o sistemas. Actualmente cuenta con más de 40.000 certificados a nivel mundial con una tendencia de crecimiento en torno al 10% anual. La última revisión de la norma ISO/TS 16949 fue publicada en septiembre del 2009. En octubre de 2016 la IAFT junto con ISO reemplazaron la ISO/TS 16949:2009 por la nueva IATF 16949:2016. La cual no es una norma de gestión de calidad independiente, sino que fue implantada como un complemento y de manera conjunta con ISO 9001:2015.

Un proveedor con un certificado ISO/TS16949 ingresa automáticamente en una base de datos mundial de proveedores. La base de datos es utilizada exclusivamente por los fabricantes de equipos originales (OEM) para mantenerse al día sobre el estado de certificación, y el rendimiento de sus proveedores. La certificación es a menudo un requisito de contrato.

### **3.2.1 Beneficios de la norma ISO/TS 16949 son:**

- Mejorar la calidad de los procesos.
- Monitoreo de los proveedores de recursos para mejorar la calidad.
- Un enfoque común de sistemas de calidad en el desempeño del proveedor para la consistencia.
- Aporte de credibilidad para el mercado internacional
- Reducción de las auditorías de tercera parte.
- Un idioma común para mejorar el entendimiento de los requerimientos de calidad.
- Reducción en variaciones de la producción e incremento de su eficiencia.
- Reducción en el número de múltiples certificaciones de tercera parte

### **3.3 CORE TOOLS**

La norma **ISO/TS 16949** se aplica desde las fases de diseño y desarrollo de un nuevo producto, producción, instalación y servicio de productos relacionados con la industria automotriz. Principalmente la diferencia entre ISO/TS 16949 e ISO 9001 son las herramientas llamadas Core Tools, lo que es el APQP, PPAP, AMEF, SPC y MSA.

La palabra “Core” traducida al español tiene los significados siguientes: núcleo, corazón, esencia o centro. De manera que el término “Core Tools” hace referencia a las herramientas esenciales o fundamentales que apoyan la implementación y mejora de un sistema de gestión de la calidad.

Estas herramientas son procesos desarrollados conjuntamente por Chrysler, Ford y General Motors para diseñar, desarrollar, prevenir, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente.

Las Core Tools de Calidad permiten una correcta implementación de los requerimientos del Sistema de Gestión de Calidad de la Industria Automotriz y son esenciales para manejar procesos clave de las organizaciones.

El objetivo de dar seguimiento y hacer uso de las Herramientas Núcleo (Core Tools), es precisamente erradicar problemas de raíz, originados al no aplicar un método estandarizado de procesos y no documentar adecuadamente los pasos aplicados.

A continuación se dará una breve descripción de las herramientas Core Tools

### **3.3.1 Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, APQP**

Esta herramienta está orientada a servir como referencia en el proceso de asegurar la efectividad en el diseño de un producto (servicio, hardware, granel, software). Establece la metodología para asegurar que el cliente y el proveedor se comunican con claridad hasta entender los requerimientos establecidos en una intención y orden de compra, incluidos los pasos a seguir para administrar cambios en las condiciones contractuales establecidas entre ambas partes. De igual forma permite al proveedor determinar si se encuentra en condiciones de poder suministrar un producto consistentemente cumpliendo las expectativas.

### **3.3.2 - Proceso de Aprobación de Partes de Producción, PPAP**

Esta herramienta en conjunto con el APQP antes mencionada facilita el proceso de identificar y entender cuáles son los requerimientos de los clientes y como segundo elemento de esta herramienta permite conocer si la empresa está en condiciones de poder cumplir los requerimientos del cliente en la tasa de producción solicitada y al costo también establecido. El conjunto de 18 requerimientos de esta metodología lleva a los proveedores a determinar cada uno de los elementos que hacen posible determinar el conjunto de fortalezas y debilidades que cualquier proveedor requiere conocer para poder confirmar a un cliente que está en condiciones de poder establecer un compromiso de entrega ininterrumpida de productos.

### **3.3.3 Análisis del Modo y Efecto de la Falla, FMEA**

Proporciona las herramientas para el análisis de riesgo en productos o procesos nuevos, modificaciones mayores en procesos o especificaciones, cambios mayores de ubicación de procesos funcionales. En principio, el AMEF conocido también así por sus siglas en español (Análisis de Modo y Efecto de Falla) se encarga de analizar los posibles riesgos de falla en productos y procesos. El enfoque es metodológico, se basa en diagramas de causa y efecto, criterios de evaluación, etc. El Análisis del Modo y Efectos de Fallas, es una metodología utilizada durante el desarrollo del producto y del proceso, para asegurar que se

han considerado los problemas que potencialmente se puede presentar y que pueden afectar la calidad del producto y/o su desempeño.

### **3.3.4 Control Estadístico del Proceso, SPC**

Herramientas de predicción sobre el desempeño de los procesos y con ello en la fabricación de productos tales como el control estadístico de procesos, son esenciales para evitar que productos defectuosos lleguen al cliente. El enfoque en la aplicación efectiva de esta herramienta permite reducir la generación de producto por re trabajar. Ayuda a fomentar el autocontrol de quienes toman decisiones en un proceso de fabricación es otro de los beneficios tangibles en la implementación de esta metodología. Si el operador de una máquina o proceso clave es quien puede interpretar el desempeño del mismo en términos de sus principales componentes (máquina, materiales, métodos, mano de obra, mediciones y medio ambiente) ello posibilita el incremento en el control así como en fortalecer la cultura de dominio sobre los factores que permiten generar 100% producto conforme.

### **3.3.5 Plan de control**

El **Plan de Control** o también conocido en inglés como **Control Plan** es una metodología documentada en el manual de APQP para ayudar en la manufactura de productos de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente. Esta metodología proporciona un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control con valor agregado para el sistema total. Es una descripción escrita y resumida de los sistemas usados para minimizar la variación del producto y el proceso en cada etapa del mismo y que incluye las inspecciones de recibo, las áreas de material en proceso y material en salida.

El propósito de los planes de Control, es el de proveer un resumen documentado del sistema usado para minimizar la variación del producto y del proceso. Los Planes de Control no reemplazan la información de los operarios (se complementan con las instrucciones de trabajo). Son los encargados de describir las acciones requeridas en cada fase del proceso, incluyendo la recepción de materiales, la fabricación, el almacenamiento y envío, para asegurar que todos los outputs del proceso serán controlados. Durante la producción, los Planes de Control describen los controles realizados durante el proceso productivo para controlar las características.

### **3.3.6 Análisis del sistema de Medición,**

El MSA es una metodología estructurada por distintos estudios estadísticos para analizar la variación presente en los resultados de cada tipo de sistemas de medición y ensayo utilizados en la organización. El objetivo del MSA es garantizar la calidad de los datos

obtenidos e Identificar los factores externos que pueden estar afectando a los resultados obtenidos.

Esta herramienta contribuye a identificar el papel de los instrumentos en su uso para determinar la aceptación y rechazo de un producto en base a la medición de características identificadas como críticas para la calidad del producto (Critical to Quality). Conocer la variación con la que contribuyen medios utilizados para medir, ayuda en cualquier empresa a reducir el efecto negativo de aceptar como bueno un producto que realmente está fuera de especificaciones o determinar que no es aceptable un producto que sí está dentro de especificaciones y tolerancias. Sugiere por el efecto adverso a los costos de producción la necesidad de conocer en todo momento la variación generada por los instrumentos. Para ello la herramienta MSA con los 5 estudios (Sesgo, Linealidad, Estabilidad, Repetibilidad y Reproducibilidad) permiten monitorear la variación generada por los instrumentos y con ello controlar esta variación en la determinación de la aceptabilidad de productos en cualquier fabricante que finca en sus instrumentos la decisión final de su aceptabilidad o rechazo como producto final.

#### ***3.3.6.1 Partes del Manual***

El manual se puede separar en tres partes bien diferenciadas:

La primera está formada por el capítulo 1. En este capítulo se explica cuál es el objetivo que persiguen los estudios que se describen aquí. Incluye un esquema que simplifica la comprensión. A continuación se dan las definiciones de los conceptos básicos que hay que conocer para poder entender desde el principio lo que se explica.

La segunda parte, la más amplia, está formada por los capítulos 2, 3,4. Aquí se concentran las explicaciones de posibles métodos para analizar los sistemas de medida.

Los apartados 2 y 3 tratan los estudios dirigidos a los equipos que miden variables continuas y el 4 explica estudios dirigidos a equipos que miden atributos.

La mayoría de los estudios explicados en esta manual son bastante largos y complejos, por eso se han dividido en diferentes apartados, cada uno con un objetivo distinto. Al final de cada parte aparece un ejemplo que aclara las explicaciones.

En la última parte, capítulo 5, aparecen tres ejemplos que utilizan metodologías y condiciones diferentes a las explicadas en este manual. La razón de que aparezcan estos ejemplos es para demostrar que podemos manipular fácilmente las planillas presentadas para adaptarlas a las nuevas condiciones. Y para tener conciencia de que existen otros métodos, aunque en realidad no sean tan diferentes a los aquí explicados

### 3.4 Terminología

La discusión del análisis de los sistemas de medición puede ser confusa y ambigua sino se establece un conjunto de términos para referirse a las propiedades estadísticas comunes y elementos relativos a los sistemas de medición. A continuación se explayarán conceptos necesarios para el entendimiento de la temática a tratar.

**Medición:** proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud. Asignación de números [o valores] a cosas materiales para representar las relaciones entre ellos con respecto a propiedades particulares. El proceso de asignación de números es definido como el proceso de medición, y el valor asignado es definido como valor de medición.

**Sistema de medición:** es el grupo de instrumentos o calibres, estándar, operaciones, métodos, dispositivos, software, personal, medio ambiente y supuestos utilizados para cuantificar una unidad de medida o valoración determinada al rasgo de la característica medida; proceso completo utilizado para obtener mediciones.

**Calibre (gage):** dispositivo utilizado para obtener mediciones; utilizado frecuentemente para referirse específicamente a los dispositivos utilizados en el piso de manufactura.

**Estándar / Patrón:** Medida materializada, instrumento de medida, material de referencia o sistema de medida destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores de una magnitud para que sirvan de referencia. Puede ser un artefacto conjunto (instrumentos, procedimientos, etc.) ajustado y establecido por una autoridad como una regla para medición de cantidad, peso, alcance, valor o”.

**Valor de Referencia:** El valor de referencia para un error sistemático es un valor verdadero, un valor medido de un patrón cuya incertidumbre de medición es despreciable, o un valor convencional. El error también conocido como valor de referencia aceptable o valor master, es el valor de un artefacto o conjunto que sirve como una referencia acordada para comparación

**Valor Verdadero:** es la medida “actual” de una parte. Aunque este valor es conocido e irreconocible, es la meta del proceso de medición. Cualquier lectura individual debe estar lo más cerca (y económicamente) posible a este valor. Desafortunadamente, el valor verdadero nunca puede ser conocido con certeza. El valor de referencia es usado como el mejor aproximado del valor verdadero en todos los análisis. Dado que el valor de referencia

es usado como un equivalente como el valor verdadero, comúnmente estos términos son usados en forma intercambiable.

**Error de medición:** valor medido de una magnitud menos un valor de referencia

**Error sistemático de medición:** componente del error de medición que, en mediciones repetidas, permanece constante o varía de manera predecible

**Discriminación:** es la cantidad de cambio de un valor de referencia que un instrumento puede detectar y fielmente indicar. Esto es también referido como facilidad de lectura o resolución. La medida de esta habilidad típicamente es el valor de la graduación más pequeña sobre la escala del instrumento. Si el instrumento cuenta con graduaciones “toscas”, entonces puede usarse media graduación. Una regla empírica general es que la discriminación del instrumento de medición debe contar con al menos una décima del rango a medir.

**Exactitud:** se refiere a cuán cerca del valor verdadero se encuentra el valor medido. En términos estadísticos, la exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación. Cuanto menor es el sesgo más exacta es una estimación.

**Precisión:** grado de concordancia entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas. Se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones y la precisión se puede estimar como una función de ella.

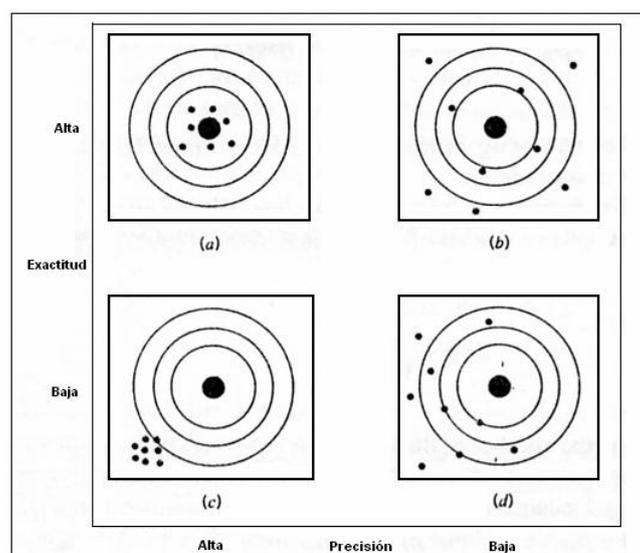


Figura 10 Precisión y exactitud (Aguilar, 2009)

**Sesgo:** Sesgo es la diferencia entre el valor verdadero (valor referencia) y el promedio observado de las mediciones sobre la misma característica y la misma parte.

**Estabilidad:** (o cambio) es la variación total en las mediciones obtenida con un sistema de medición sobre el mismo master o partes cuando se mida una característica misma sobre un periodo de tiempo extenso. Esto es, la estabilidad es un cambio en sesgo en el tiempo.

**Linealidad:** La diferencia de sesgo a través **del rango (de medición) de operación** esperado del equipo es llamada linealidad. La linealidad puede tomarse como un cambio de sesgo con respecto al tamaño.

**Rango de Operación del equipo:** Límite de valores de medición que un instrumento es capaz de leer. La dimensión que se mide debe ajustarse dentro del rango del instrumento.

**Repetibilidad:** variación debido al dispositivo de medición, o la variación observada cuando el mismo operador mide la misma parte repetidamente con el mismo dispositivo

**Reproducibilidad:** variación debido al sistema de medición, o la variación observada cuando diferentes operadores miden la misma parte utilizando el mismo dispositivo

**R&R de Gages o RRGs** es un estimativo de la variación combinada de la repetibilidad y la reproducibilidad. Establecido de otra manera, el RRG es la varianza e igual a la suma de las varianzas dentro y entre los sistemas.

**Sensibilidad** es la entrada más pequeña que resulte en una señal o resultado detectable (usable). Es la respuesta del sistema de medición a cambios en la propiedad medida. La sensibilidad es determinada por el diseño del gage (discriminación), su calidad inherente (FEO), el mantenimiento en servicio y las condiciones de operación del instrumento y estándar

**Habilidad / Capacidad** de un sistema de medición es un estimativo de la variación combinada de los errores de medición (aleatorios y sistemáticos) y basados en una evaluación de corto plazo.

**Trazabilidad:** es definida por el organismo ISO como la propiedad de una medición o el valor de un estándar por el que puede ser relacionado a referencias establecidas mediante una cadena continua de comparaciones siendo todas establecidas bajo incertidumbre.

**Calibración:** operación que, bajo condiciones especificadas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus

incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación

**Error alfa ( $\alpha$ ):** Valor comprendido entre 0 y 1 que mide cuánto se equivoca el investigador al aceptar como verdadera la hipótesis alternativa de un test de hipótesis. Cuanto más próximo a cero esté, menor será el riesgo de establecer hipótesis falsas en la población de estudio. Su valor se fija a priori, antes de comenzar la investigación, para conocer el número de individuos necesario para llevar a cabo el estudio. Cuanto más pequeño sea el error alfa mayor será el tamaño de la muestra y, por tanto, más precisos serán los resultados. Habitualmente este error se fija en 0.05, aunque puede variar dependiendo del tipo de investigación.

## 4. Marco Metodológico

La metodología del trabajo será un estudio de caso, enfocando directamente a las características y necesidades de los procesos, estructura y equipamiento metrológico del área de calidad, con trabajo de campo en la planta de la empresa y con toma de datos de primera mano, realizada por el autor,

Con la finalidad de explicitar la obtención de los datos se decidió hacer una crónica de lo aplicado en cada una de las etapas de la metodología,

- Estudio y profundización en los conceptos específicos de metrología: Con el fin de alcanzar los conocimientos necesarios que permitirán cumplir el objetivo del estudio se realiza esta investigación que viene dada por la revisión exhaustiva de diferentes fuentes de información, tales como documentos, informes, estudios, leyes, normas y bibliografía relacionada con el tema de estudio. Con el uso de ésta técnica se sentarán las bases teóricas fundamentales para lograr el manejo del tema con propiedad.
- Relevamiento de información (trabajo de campo), listado de instrumentos, estado, documentación existentes: se empleó técnica documental para la recolección y obtención de información y datos, utilizando los Planes de Control y observación participante, que permitió la obtención de datos mediante la percepción intencionada, a través de la observación de las prácticas e infraestructura física, entrevista como las personas del área y allegados al proceso.
- Sistematización y organización y Análisis de la información: Se lleva a cabo un proceso de clasificar, modificar, procesar e interpretar la información obtenida durante la recolección de datos.
- Planificación de las actividades de metrología: se presentó a un Plan Anual que calendariza las actividades que deberán aplicarse a los instrumentos de medición contemplados en el inventariado
- Elaboración de la Documentación y desarrollo de la propuesta ( realización de los estudios planificado): Etapa en la cual se llevan a cabo los estudios en el área piloto, con el objetivo de aplicar el análisis de los sistemas de medición en forma gradual en todo la empresa y de estudiar tiempos formas y metodologías
- Pronóstico, como será de ahora en adelante el proceso, se podrá asegurar la calidad de las mediciones y se podrá levantar la No conformidad
- Conclusión

## 4.1 Estudio y profundización en los conceptos específicos de metrología

Con el fin de alcanzar los conocimientos necesarios que permitirán cumplir el objetivo del estudio se realiza esta investigación que viene dada por la revisión exhaustiva de diferentes fuentes de información, tales como documentos, informes, estudios, leyes, normas y bibliografía relacionada con el tema de estudio. Una gran parte del PI consistió en desarrollar conocimiento por parte del Autor, para comprender y aprender los temas que serían desarrollados.

Para poder desarrollar este punto fueron consultadas, además de las fuentes mencionadas en el punto 3.0, los siguientes texto:

Montgomery, D. (2005). "Introduction to Statistical Quality Control". Editorial Wiley.

Quaglino, M; Pagura, J.; Dianda;D. Lupachini, E. (2006), "Métodos Estadísticos Aplicados para la Mejora de Procesos", Rosario.

Dr. Primitivo Reyes Aguilar (2009). Análisis de los Sistemas de Medición (MSA)

A continuación, se presentara la definición anteriormente dada del Manual MSA, donde se desprenden diversos conceptos, sobre los cuales fue necesario indagar e investigar, para poder comprender e implementar lo solicitado por el manual.

*"El MSA (Análisis del Sistema de Medición) es una metodología estructurada por distintos **estudios estadísticos** para analizar **la variación** presente en los resultados de cada **tipo de sistemas de medición** y ensayo utilizados en la organización, que se encuentra referidos en el Plan de Control. El objetivo del MSA es garantizar **la calidad de los datos** obtenidos e Identificar los factores externos que pueden estar afectando a los resultados obtenido" (Aguilar, 2009)*

- *Sistemas de medición*
- *Tipos de sistema de medición*
- *Calidad de los datos*
- *Variabilidad presente en los resultados*

Se dará una descripción de los conceptos mencionados, con el fin de comprender el tema a tratar

### 4.1.1 Sistemas de medición

Las mediciones son muy importantes en toda empresa, pues en base de ellas se evalúa el desempeño de las mismas, de sus equipos, de su gente, y se toman decisiones importantes a veces costosas. Toda medida está sujeta a error.

Para establecer que se va a medir y como se va a hacer, se necesita saber algunos de los conceptos antes mencionados, como medición, poniendo énfasis en la palabra sistema, fundamental para la definición.

Como ha sido mencionado Sistema de Medición: es el grupo de instrumentos o calibres, estándar, operaciones, métodos, dispositivos, software, personal, medio ambiente y supuestos utilizados para cuantificar una unidad de medida o valoración determinada al rasgo de la característica medida. La actividad de medir y analizar puede ser vista como un proceso que “recolecta” datos



*Figura 10 Proceso de medición*

### 4.1.1.1 Efecto de los Errores en la Medición

Habitualmente no se presta demasiada atención al equipo con el que mide, sino al resultado que este da. Por esto, parece una paradoja que el resultado de una medición sea tan importante y en cambio no se le presta atención ni al instrumento ni al sistema de medición. Quizá porque se supone a priori que es un buen instrumento. En la industria autopartista se miden de forma diaria muchas piezas, de aquí radica la importancia del aparato de medida, seleccionarlo adecuadamente y supervisarlo

A continuación, se expondrán los tipos de error en que se pueden incurrir debido a la falla en los sistemas de medición:

- Una pieza “buena” considerada “mala” (riesgo del productor, o falsa alarma).
- Una pieza “mala” considerada “buena” (riesgo del consumidor, o tasa de pérdida).

- Corregir un proceso que está centralizado, por considerarlo, erróneamente, descentralizado;
- Mantener un proceso descentralizado, por considerarlo, erróneamente, centralizado.
- En cuanto a la variación en el proceso, podemos considerar un proceso capaz como un proceso no capaz.

#### *4.1.1.2 Tipos de sistemas de medición*

Los sistemas de medición miden diferentes variables, entendiéndose por variable a una propiedad característica de la población en estudio, susceptible de tomar diferentes valores, los cuales se pueden observar y medir. El MSA, clasifica los sistemas de mediciones en base a si las variables que miden, son cualitativas o cuantitativas

- Los sistemas de medición de **atributos**, son aquellos que miden variables cualitativas y son aquellos donde los valores de las mediciones son una de un número finito de categorías. Miden si una pieza es capaz de cumplir con una función o no, como por ejemplo los calibres pasa no pasa.
- Los sistemas de medición de **variables**, pueden resultar en un infinito número de valores, miden variables cuantitativas, miden una característica física, como lo son los diámetros, longitudes, pesos. La medición da como resultado un “numero”, donde cada valor posible es menor o mayor que otro valor.

Es importante mencionar, esta clasificación, ya que los métodos estadísticos que se usaran para analizar los equipos de la empresa, dependen del tipo de variable con la cual trabajen.

#### **4.1.2 Calidad de los datos de medición**

La calidad de la medición de datos está definida por las propiedades estadísticas de mediciones múltiples obtenidas de un sistema de medición que opera bajo condiciones estables. Si las mediciones son todas “cercanas” al valor dominante para las características, entonces la calidad de los datos será “alta”. Las propiedades estadísticas comúnmente utilizadas para caracterizar la calidad de los datos son exactitud y varianza; la exactitud es relativa a la ubicación de los datos respecto a valor verdadero y la varianza se refiere a la dispersión o amplitud de esos datos del sistema de medición. Un sistema ideal de medición produciría solamente medidas “correctas”, todas las veces que fuese utilizado. Toda medida debería siempre coincidir con un estándar maestro. Un sistema de medición de ese tipo posee propiedades estadísticas de variancia cero, tendencia cero y probabilidad cero de clasificación equivocada de cualquier producto que midiese.

Rara vez se encuentran sistemas de medición con esas propiedades estadísticas deseables y, por lo tanto, los gerentes de procesos deben usar sistemas de medición que tienen propiedades estadísticas menos convenientes.

La calidad de un sistema de medición se determina, generalmente, sólo por las propiedades estadísticas de los datos que produce. Otras propiedades como costo, facilidad de uso, etc. también son importantes porque contribuyen a la conveniencia general de un sistema de medición. Pero la calidad de un sistema se determina por las propiedades estadísticas de los datos producidos.

A pesar de ser posible exigir que cada sistema de medición tenga diferentes propiedades estadísticas, existen algunas propiedades estadísticas que todos los sistemas de medición deben tener. Son estas:

- El sistema de medición debe estar bajo control estadístico, lo que significa que la variación en el sistema de medición se debe solamente a causas comunes y no a causas especiales.
- La variabilidad del sistema de medición debe ser pequeña comparada a la variabilidad del proceso de manufactura.
- La variabilidad del sistema de medición debe ser pequeña comparada a los límites de especificación.
- Los incrementos de medida deben ser pequeños en relación al que sea menor entre la variabilidad del proceso o los límites de especificación. Una regla práctica comúnmente usada es que los incrementos no deben ser superiores a un décimo del menor valor entre la variabilidad del proceso o los límites de especificación.
- Las propiedades estadísticas del sistema de medición pueden cambiar en la medida en que varíen los ítems que se están midiendo. Si esto ocurre, la mayor (peor) variación del sistema de medición debe ser pequeña en relación al menor valor entre la variabilidad del proceso o los límites de especificación.

Una de las razones más comunes para datos de baja calidad es demasiada *variación*. Por ejemplo, un sistema de medición con una gran cantidad de variación puede no ser apropiado para uso en el análisis de un proceso de manufactura porque la variación del sistema de medición puede encubrir la variación del proceso de manufactura.

#### **4.1.3 Variación en los sistemas de medición**

De la definición de MSA, se menciona como su finalidad “*analizar la **variación** presente en los resultados de cada **tipo de sistemas de medición**”*. Mucho del trabajo de administrar un sistema de medición es dirigido al monitoreo y control de la variación. Como

fue mencionado, la calidad de un producto depende mucho de la variabilidad. Por lo que se puede decir que a “menor variabilidad tendremos una mejor calidad en el producto o servicio. En los siguientes escritos se buscara entender y explicar el concepto de variación, referenciándola al proceso productivo dentro de la industria.

En la industria se define variabilidad como aquellos cambios inevitables que modifican el proceso (ya sean pequeños o casi imperceptibles) que afectan posteriormente al producto que se produce o al servicio que se ofrece. Es de mucha importancia, quizá más de la que nos podemos imaginar, pues la variabilidad afecta al producto

Como ha sido mencionado el Manual MSA trabaja para analizar la variaciones en las mediciones, es decir el trabajo de gestionar un sistema de medición está vinculado al monitoreo y control de su variabilidad.

Al medir la salida de un proceso, se observa que la variación total (o final) se basa en la combinación de la variación del proceso y del sistema de medición

La variación del proceso no se percibe directamente, sino a través del sistema de medición. Por lo tanto si la variación de este sistema es grande, la variación del proceso aparecerá mayor de lo que realmente es. Un error grande del sistema de medición puede conducir a una sobre, estimación de la variación del proceso, que puede llevarnos a creer erróneamente que nuestros procesos no son capaces de satisfacer las exigencias del cliente cuando en realidad si lo son.

#### ***4.1.3.1 Importancia de la variabilidad.***

La variabilidad es requerida para modificar el proceso a cuando se desea obtener resultados distintos ya sea para mejorar o corregir un proceso que requiera ajuste. Esto lleva a plantear uno de los mejores beneficios en el control de la variación: definir cuándo ésta es propia del proceso, algo normal, originada por causas normales o comunes y cuando obedece a causas anormales o externas.

#### ***4.1.3.2 Causas de Variación:***

Existen dos tipos de causa posibles de variación, estas son las causas comunes y las especiales.

Las causas comunes se refieren a muchas fuentes de variación dentro de un proceso que tienen una distribución estable y repetitiva a lo largo del tiempo. Esto se denomina “bajo control estadístico”. Si solo las causas comunes de variación están presentes y no cambian, la producción de un proceso es previsible.

Las causas especiales se refieren a cualesquiera factores que causan variación, pero que no actúan siempre en el proceso. Cuando ellas ocurren, hacen con que la distribución del proceso se altere. A menos que se identifiquen y se cuiden todas las causas especiales de variación, seguirán afectando de forma imprevisible el resultado del proceso. Si están presentes causas especiales de variación, la producción no será estable a lo largo del tiempo.

Las alteraciones en la distribución del proceso debidas a las causas especiales pueden ser tanto perjudiciales como benéficas. Cuando son perjudiciales, necesitan identificarse y removerse. Cuando benéficas, deben identificarse e incorporarse permanentemente al proceso.

#### ***4.1.3.3 Sistema ideal de control de variabilidad***

Un sistema ideal de control de variabilidad pretende conocer con una cierta exactitud cómo cada variable del proceso afecta cada característica de calidad de un determinado producto o servicio, además de que permite, tener la posibilidad de manipular o ajustar esas variables y ser capaces de predecir con exactitud los cambios en las características de calidad con motivo de los ajustes realizados en las variables del proceso. La variable de un proceso ocasionará cambios en la calidad del proceso, para esto es este sistema, para lograr lo más cercano a la perfección del producto mediante sistemas y métodos de trabajo que proporcionen adelantos productivos a la calidad.

Una vez que se sabe que el producto o servicio responde a las necesidades del cliente la preocupación básica es tener el proceso bajo control. En este punto, en realidad, lo que se busca es reducir la variabilidad que caracteriza al proceso en análisis. En ocasiones, es necesario usar los datos sobre la variabilidad del producto como una medida indirecta de la capacidad del proceso ya que en términos generales el producto habla del proceso.

#### ***4.1.3.4 Relación entre variación, los sistemas de medición, los errores asociados, y el Manual MSA***

Antes de realizar un análisis en los sistemas de medición de una organización, es útil identificar qué prioridades serán, inicialmente, enfocadas por los sistemas de medición. La variación total (o final), como se dijo anteriormente, se basa en la combinación de la variación del proceso y del sistema de medición.

Cualquier actividad que implique mediciones, sólo una parte de la variación observada será inherente al producto o servicio que está siendo medido, pero otra parte se deberá a la forma en que se realice la medición.

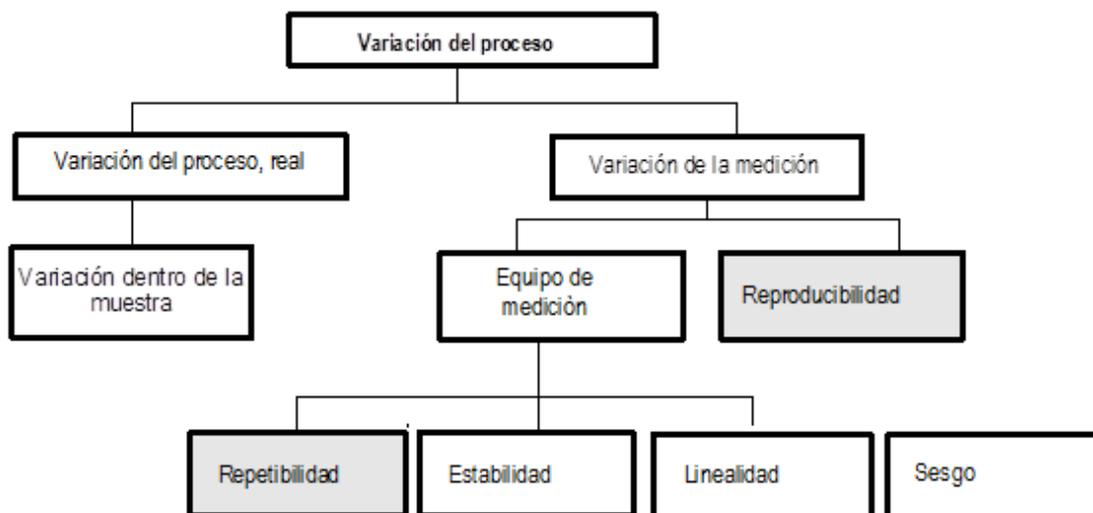


Figura 11 Variación del proceso (Aguilar, 2009)

En relación a la variación de la medición, se puede aportar que un valor observado está formado por el valor verdadero de la magnitud a medir más un error de medición

Valor observado= verdadero valor + error de medición

Error de medición es el término usado para designar el efecto que causan todas las fuentes de variabilidad durante el proceso de medición, produciendo una diferencia entre el valor observado y el verdadero valor que se pretende medir,

La relación anterior significa que cuando utilizamos resultados de mediciones para tomar decisiones, la información contiene variabilidad adicional generada por el mismo proceso de medir.

Los errores del sistema de medición se pueden clasificar en dos categorías:

- Exactitud: es la cualidad que refleja el grado de concordancia entre el resultado de la medición y un valor verdadero del mensurando.
- Precisión la variación cuando la misma parte se mide repetidamente con el mismo dispositivo

Errores de una o ambas categorías pueden ocurrir dentro de cualquier sistema de medición. Por ejemplo, un dispositivo puede medir partes con precisión (poca variación en las mediciones), pero sin exactitud. O un dispositivo puede ser exacto (el promedio de las mediciones es muy cercano al valor maestro), pero no preciso (las mediciones tienen varianza grande). También es posible que un dispositivo no sea ni exacto ni preciso.

#### 4.1.3.4.1 Exactitud

La exactitud de un sistema de medición tiene tres componentes: sesgo, linealidad, estabilidad. El documento MSA establece que una de las propiedades estadísticas del sistema de medición es la exactitud que prácticamente implica el cálculo del sesgo y la linealidad dentro del rango de medición del equipo que se está evaluando.

El sesgo está definido como la diferencia entre la media aritmética de al menos 10 mediciones hechas por el mismo evaluador sobre la parte patrón y el verdadero valor del master. La linealidad es la pendiente de la línea de regresión entre los valores de sesgo y los diferentes patrones con características similares a los valores medidos en el piso

Para comprobar que el sistema, equipo o la máquina de medida sea exacto, se debe tener una pieza patrón o una pieza de la que se debe conocer con certeza su medida, y así poder comparar la medida que nos da el sistema que vamos a examinar con la que realmente tiene la pieza y de esta manera conocer la exactitud del equipo.

Causas posibles de inexactitud:

- El instrumento necesita calibración
- Instrumento, equipo o dispositivo desgastado
- Patrón desgastado o dañado, error en Patrón
- Calibración inapropiada o uso de colocación del Patrón
- Baja calidad del instrumento – diseño o conformidad
- Error de linealidad
- Diferente medida para la aplicación
- Diferente método de medición
- Medición de la característica incorrecta
- Distorsión (medida o parte)
- Medio ambiente
- Violación de un supuesto, error en una constante aplicada
- Aplicación – tamaño de parte, posición, habilidad del operador

#### 4.1.3.4.2 Precisión:

La precisión, o variación de medición, tiene dos componentes: Repetibilidad y reproductibilidad. El documento del MSA, establece que otra de las propiedades importantes del sistema de medición es la precisión. Este análisis trata de descomponer la variabilidad que existe al medir una misma pieza con un mismo equipo, según dos fuentes

de variación: la repetibilidad y la reproductibilidad. Antes de continuar con este estudio, el equipo de medición ha tenido que pasar el examen de exactitud, ya que si no lo hubiese hecho los datos tomados para el GR&R no tendrían credibilidad

La repetibilidad analiza la variabilidad debida al equipo de medida y la reproductibilidad la variabilidad entre operadores que utilizan el equipo.

El estudio de reproductibilidad no tiene sentido para aquellos equipos cuyas mediciones no depende de la destreza del operario (basculas, microfugómetros)

Si el resultado de este estudio es positivo, entonces se puede afirmar que el equipo de medida chequeado seria suficientemente preciso.

Causas posibles de imprecisión:

- Dentro de parte (muestra): forma, posición, superficie, terminado, consistencia de muestra
- Dentro de instrumento: reparación, uso, falla de equipo o dispositivo, pobre calidad o mantenimiento
- Dentro de estándar: calidad, clase, desgaste
- Dentro de método: variación en ajuste, técnica, ajuste a cero, sujeción, punto de densidad
- Dentro de evaluador: técnica, posición, falta de experiencia, habilidad de manipulación o capacitación, sentimiento, fatiga
- Dentro del ambiente: ciclo corto, fluctuaciones en temperatura, humedad, vibración, iluminación, limpieza
- Diseño de instrumento o falta de fortaleza en método, pobre uniformidad
- Gage inadecuado para la aplicación
- Distorsión, ausencia de rigidez

#### **4.1.4 Método para el análisis de los sistemas de medición**

En base a todos los conceptos anteriormente definidos y explicados, se define cual es el método que se utilizara para la implementación del análisis del sistema de medición

*El objetivo de realizar un análisis del sistema de medición es comprender las fuentes de variación que pueden influir en el resultado y aprobar tal sistema, equipo o máquina de medida para medir que se encuentra contemplado en el plan de control*

Para que un sistema, equipo o maquina sea apto para medir, este debe ser exacto y preciso; por lo que debemos chequear estas dos condiciones.

Para comprobar que el sistema, equipo o la máquina de medida sea exacto, deberíamos tener una pieza patrón o una pieza de la que conociésemos con certeza la medida de la pieza, y así poder comparar la medida que nos da el sistema que vamos a examinar con la que realmente tiene la pieza y de esta manera conocer la exactitud del equipo.

Para afirmar que el sistema de medida es preciso, vamos a tener que realizar dos pruebas diferentes; una de repetibilidad y otra de reproductibilidad. La primera destinada a conocer la variabilidad del sistema o maquina cuando se mide repetitivamente una pieza y la segunda para conocer la contribución de variabilidad por parte de los operarios.

Una vez aceptado el equipo, si va a ser utilizado en periodos largos de tiempo se ha de chequear estabilidad del equipo para comprobar que sigue siendo capaz, es decir que no han entrado nuevas fuentes de variación significativas en el sistema.

Este análisis proporciona un:

- Criterio para aceptar un nuevo equipo de medición,
- La comparación de un dispositivo de medición contra otro,
- Un sesgo para evaluar un gage sospechoso de ser deficiente,
- Una comparación de equipo de medición antes y después de ser reparado,
- Un componente requerido para calcular la variación del proceso, y el nivel de aceptabilidad de un proceso de producción

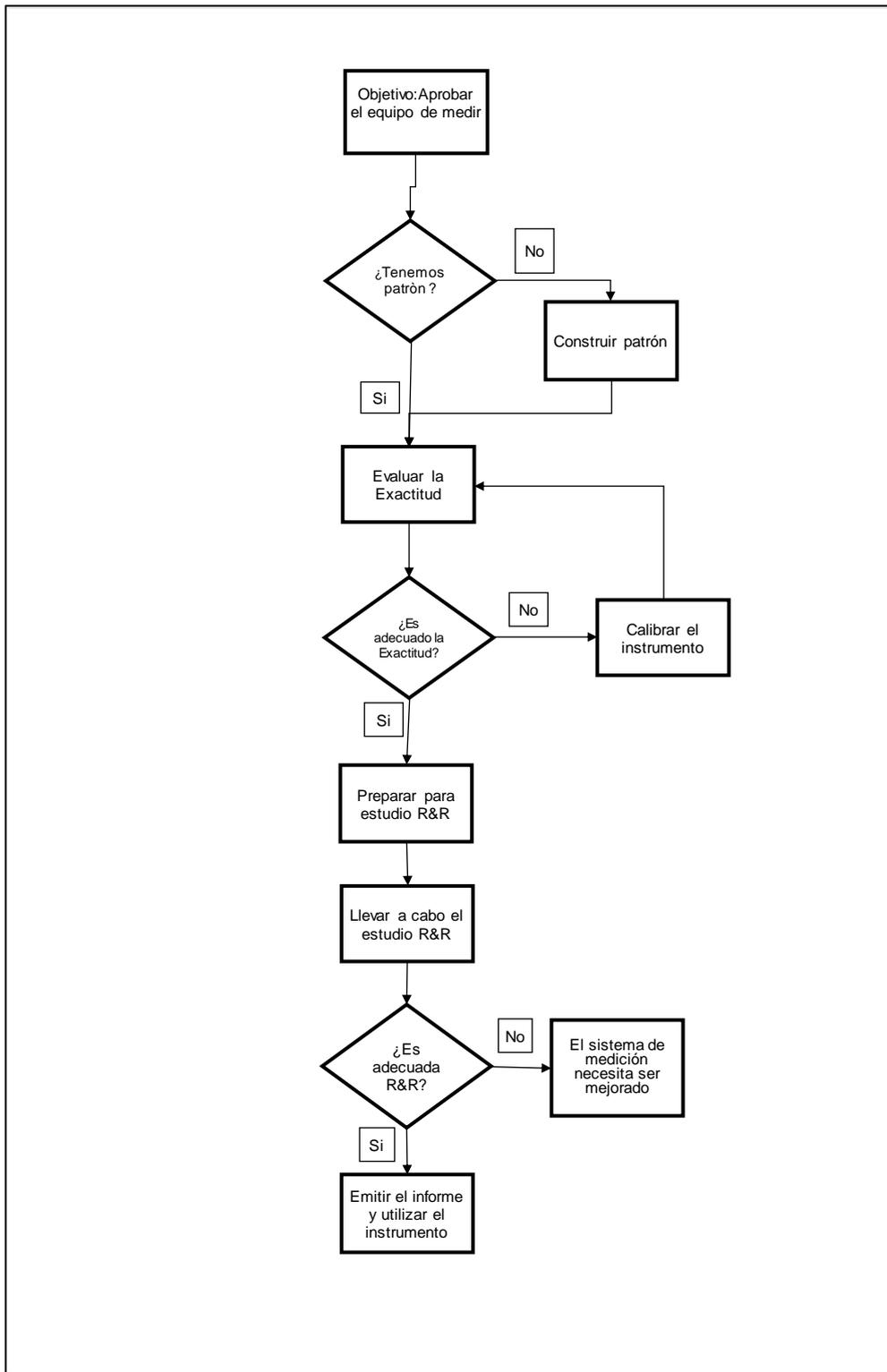


Figura 12. Flujograma del MSA. Elaboración propia

#### *4.1.4.1 Preparación para un estudio del sistema de medición*

En todo estudio deben hacerse una planeación y preparación antes de realizar la evaluación de un sistema de medición. La preparación primordial para la conducción de un estudio es la siguiente:

- 1) El enfoque a ser utilizado debe ser planeado. Determinar utilizando el juicio de ingeniería, observaciones visuales, o un estudio de calibre, si existe influencia del evaluador en la calibración o uso del instrumento.
- 2) El número de evaluadores, número de muestras de partes, y un número de lecturas repetidas debe ser determinado por adelantado. Algunos factores a ser determinados en esta selección son:
  - a. Criticismo de dimensión – dimensiones críticas requieren más partes y/o pruebas.
  - b. Configuración de parte – partes a granel o pesadas pueden dictar un menor muestreo y más pruebas.
- 3) Debido a que el propósito es evaluar el sistema de medición total, los evaluadores escogidos deben ser seleccionados de aquellos que normalmente operan el instrumento.
- 4) La selección de muestras de la parte es crítica para un análisis apropiado y depende completamente del diseño del estudio MSA, del propósito del sistema de medición y de la disponibilidad de muestras de la parte que representa el proceso de producción
- 5) El instrumento debería tener una discriminación que permita al menos una décima de la variación del proceso esperado de la característica a leerse directamente.
- 6) Se debe asegurar que el método de medición está midiendo la dimensión de la característica y está siguiendo un procedimiento definido de medición.

La manera en la cual se realiza un estudio es muy importante. Todos los análisis presentados asumen independencia estadística de las lecturas individuales. Para minimizar la posibilidad de equivocarse en los resultados, deben considerarse los siguientes casos:

- 1) Las mediciones deberían ser hechas en un orden al azar para asegurar que cualquier desplazamiento o cambios que pudieran ocurrir se expandan al azar durante el estudio. Los evaluadores deberían permanecer inconscientes de cuáles partes numeradas están siendo revisadas con el fin de evitar cualquier posible influencia de conocimiento. La persona que dirija el estudio debería saber cuál parte numerada está siendo medida y registrar el dato como corresponde.

2) En el equipo de medición, los valores medidos deberán ser registrados al límite práctico de la discriminación del instrumento. Los dispositivos mecánicos deben ser leídos y registrados a la unidad más pequeña de la escala de discriminación.

3) El estudio debería ser administrado y observado por una persona que entienda la importancia de conducir un estudio confiable

#### *4.1.4.2 Análisis de los resultados*

Los resultados deben ser evaluados para determinar si el dispositivo de medición es aceptable para la aplicación intencionada. Un sistema de medición debe ser estable antes de que cualquier análisis adicional sea válido.

##### *4.1.4.2.1 Localización de error*

La localización del error está definida normalmente por el análisis de sesgo y linealidad. El sesgo o linealidad del error de un sistema de medición es inaceptable si este es significativamente diferente de cero o excede el error máximo permisible establecido por el procedimiento de calibración del calibre o gage. En esos casos el sistema de medición debería ser recalibrado o aplicar un factor de corrección para minimizar este error.

##### *4.1.4.2.2 Amplitud de error*

El criterio final de aceptación para un sistema de medición depende del ambiente y propósito del sistema de medición y deberá ser acordado por el cliente. Para los sistemas de medición cuyo propósito es analizar un proceso, la regla general para la aceptabilidad de un sistema de medición es:

- Error menor al 10 por ciento, aceptable
- Error de 10 a 30 por ciento – puede ser aceptable basado en la importancia de aplicación, costo del dispositivo de medición, costo de reparación, etc.
- más de 30 por ciento – considerado no aceptable – se deben hacer esfuerzos para mejorar el sistema de medición.

## 4.2 Relevamiento de la información

El siguiente paso consistió en realizar un inventariado de los instrumentos de medición, lo cual con lleva al cumplimiento de uno de los objetivos específicos de este trabajo final. El inventariado fue el primer elemento para conocer la situación metrológica de la empresa. Debido a la existencia de numerosos instrumentos de medición, se fijó el criterio que se iban a inventariar como primer medida, solo aquellos instrumentos que midieran características críticas del producto, entendiéndose por esto aquellas atributos cuyos modos de falla tienen efectos potenciales de mayor severidad y satisfacen un requerimiento clave para el cliente o el proceso. Es decir, se fijó como condición que toda medición que sea relevante para el producto o proceso debe ser respaldada por un estudio estadístico. Dichas características críticas están identificadas en los registros de diseño (dibujos) y en toda la documentación de procesos (PFMEA, Control Plan, Instrucciones de trabajo).

A continuación se presenta una imagen de unos de los planes de control revisado, donde se obtuvo la información para realizar el inventariado. La clasificación "C" en la columna denominada "Clasificación característica especial", indica que es una característica crítica que debe medir el instrumento, y la columna "responsable" indica que área está a cargo de efectuar el control

DENSO		PLAN DE CONTROL										CLASIF. CARACT. ESPECIALES		RESPONSABLE		/2015 7/2015			
DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD																DE 11			
DENOMINACIÓN DE PEZA		N° DE PLANO	PLM	LETRA DE CAMBIO	PROTOTIPO	CLIENTE										CLASIFICACIÓN			
RESERVE TANK, ASSY RADIATOR		422810-4260	22/08/2014	-	PRE-LANZAMIENTO X	TASA													
OPER.	DESCR. DE LA OPERACIÓN	HERRAMIENTAS PARA MANUFACTURA	CARACTERÍSTICAS		CLASIF. CARACT. ESPECIALES	RESPONSABLE	ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO, PROCESO Y TOLERANCIAS										METODO DE CONTROL	PLAN DE REACCIÓN	
			Nro	Producto	Proceso														
AUDITORIA DE PRODUCTO TERMINADO			1	X	-	C	Calidad Montaje	ENTRECENTRO 90 ± 0,85	-	-	1	1 / LOTE	CALIBRE / VERNIER	MUESTRA	A.Falla				
			2	X	-	C	Calidad Montaje	DIAMETRO Ø 12 ± 0,15	-	-	1	1 / LOTE	CALIBRE / VERNIER	MUESTRA	A.Falla				
			3	X	-	C	Calidad Montaje	DIAMETRO Ø 32 ± 0,5	-	-	1	1 / LOTE	Dispositivo de control - Vernier	MUESTRA	A.Falla				
			4	X	-	C	Calidad Montaje	DIAMETRO Ø 17,6 ± 0,35	-	-	1	1 / LOTE	Dispositivo de control - Vernier	MUESTRA	A.Falla				
			5	X	-	C	Calidad Montaje	ALTURA DE SOLDADURA 7,5 ± 0,5	-	-	1	1 / LOTE	Dispositivo de control	MUESTRA	A.Falla				
			6	X	-	C	Calidad Montaje	DIAMETRO Ø 17 ± 0,15	-	-	1	1 / LOTE	Vernier	MUESTRA	A.Falla				
			7	X	-	C	Calidad Montaje	MARCA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL	-	-	1	1 / LOTE	VISUAL	MUESTRA	A.Falla				
			8	X	-	C	Calidad Montaje	MONTAJE DE TAPA	-	-	1	1 / LOTE	VISUAL	MUESTRA	A.Falla				
			9	X	-	C	Calidad Montaje	AJUSTE DE PLUG 1,47 - 2,45 Nm	-	-	1	1 / LOTE	TORQUIMETRO	MUESTRA	A.Falla				
			10	X	-	C	Calidad Montaje	MONTAJE PLUG	-	-	3	3 / LOTE	VISUAL	MUESTRA	A.Falla				
			11	X	-	C	Calidad Montaje	VERIFICAR AUSENCIA DE PLASTICO SOBRE BLUES	-	-	1	1 / LOTE	VISUAL	MUESTRA	A.Falla				

Figura 13. Plan de control propiedad de Denso Manufacturing S.A.

Fijado el criterio, se procedió a realizar un listado teórico, en base a la revisión de los planes de control, de los instrumentos que cumplían con la condición fijada para luego realizar el inventariado físico, el cual consistió en hacer "in situ" una inspección ocular y recuento de los instrumentos registrado en el listado teórico para corroborar la existencia e integridad de los mismos.

Para realizar el inventario del instrumental de medición disponible, se acordó no incluir: equipos dañados, equipos en desuso por desgastes en la escala de medición y aquellos instrumentos que no fueran sujeto de estudio en el presente trabajo tales como: flexómetros, reglas, entre otros, ya que son dispositivos simples de medición que no requieren el nivel de administración, planeación o análisis que demandan otros sistemas de medición complejos o críticos.

Toda la información recogida durante la inspección fue debidamente registrada y comunicada al encargado del Laboratorio de Calidad.

El resultado de esta etapa fue la obtención de un listado, cual describe la ubicación del instrumento, el número de identificación del instrumento, la descripción, marca, frecuencia de calibración, N° serie.

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD LABORATORIO		<b>Listado MSA</b>				
Línea	Instrumento					
	Número	Familia	Descripción	Marca	Frecuencia de calibración	Nº serie
Masas	572	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F 520	Mensual	173-3927
	573	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F 520	Mensual	173-3627
	574	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F 520	Mensual	173-3628
	621	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F	Mensual	173-3925
	666	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	Mensual	173-5242
	723	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F-520	Mensual	173-4544
POLEA	552	Calibre vernier	CALIBRE DE COLUMNA LUMINOSA KD (Ø 36.973)	MARPOSS	3 MESES	03B05860
	594	Comparador	PALPADOR COMPARADOR (DE LA BASE 87339 Y 87337)	MITUTOYO	4 MESES	20465
	600	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA POLEA Ø 80 (KD)	FERRIPLAX	6 MESES	87341
	604	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 70±0,2	FERRIPLAX		39539
	611	Comparador	PALPADOR COMPARADOR (CONTROL AXIAL RADIAL)	MITUTOYO	4 MESES	DVA220
	612	Comparador	PALPADOR COMPARADOR (CONTROL ANCHO)	MITUTOYO	4 MESES	ECX504
	614	Comparador	PALPADOR COMPARADOR (Auxiliar)	MITUTOYO	4 MESES	20465
	617	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 43 -0,5 /0	FERRIPLAX	6 MESES	87346
	618	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 74 0/40,5	FERRIPLAX	6 MESES	87347
	619	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 53 -0,5 /0 EXTERNO	FERRIPLAX	6 MESES	87348
	620	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 64 0/40,5 INTERNO	FERRIPLAX	6 MESES	87349
	734	Comparador	PALPADOR COMPARADOR	MITUTOYO	4 MESES	PQ864
	736	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	MITUTOYO	6 MESES	11912579
	790	Calibre vernier	CALIBRE MECANICO 0-150 mm	ASIMETO	6 MESES	JP12030747
	791	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL	ASIMETO	6 MESES	G161700
	792	Comparador	PALPADOR COMPARADOR CENTESIMAL	MITUTOYO		PXH998
	799	Comparador	PALPADOR COMPARADOR CENTESIMAL	MITUTOYO	6 MESES	QM1677
816	Comparador	PALPADOR COMPARADOR CENTESIMAL	MITUTOYO	6 MESES	NK2844	
Linea 326	227	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F	MENSUAL	173-4849
	724	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F-520	MENSUAL	173-5254
	747	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	TORQUELEADER	MENSUAL	5E8019586
	751	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO DEF	IFM - SD9000	ANUAL	K61 AC
	753	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO FACE	IFM - SD6050	ANUAL	K21 AA
	754	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO	TORQUELEADER	MENSUAL	5hk100850
	755	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO	TORQUELEADER	MENSUAL	5hk100395
Linea SIENA/ PALIO	560	Celda de carga	CELDA DE CARGA PARA IMPLANTE DE VENTOLAS	ROCCA	5 AÑOS	1388-0708
	571	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F 520	MENSUAL	173-4116
	625	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-3924
	626	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-4966
	658	TORQUIMETRO	MEDIDOR DE TORQUE 2-135 N.cm	TORQUELEADER	MENSUAL	5B007470
745	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-5245	
Linea R. Tank	481	Banco de Helio	BANCO DE HELIO (RESERVE TANK)	-	ANUAL	-
	746	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-6003
Linea PEUGEOT	330	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F	MENSUAL	50-1494
	348	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F	MENSUAL	50-06637
	349	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F	MENSUAL	173-6004
	401	Balancadora	BALANCEADOR DE ELECTROVENTILADOR P206	IDROTECNICA	ANUAL	-
	403	Vibracion	ACELEROMETRO TIPO 4508 WH 3314	BRUEL & KJAER	5 AÑOS	2178684
Linea IMV	748	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-6005
	774	TORQUIMETRO	MEDIDOR DE TORQUE 135 N.cm	TORQUELEADER	MENSUAL	5DJ021526
	515	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO DIGITAL BANCO IMV	HIOS	ANUAL	704724
	516	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO DIGITAL BANCO IMV	HIOS	ANUAL	604741
	517	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO DIGITAL BANCO IMV	HIOS	ANUAL	604743
	669	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-5253
	775	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO DE CORTE	ARMSTRONG	MENSUAL	07076129
Linea RENAULT	657	TORQUIMETRO	MEDIDOR DE TORQUE 135 N.cm	TORQUELEADER	MENSUAL	5DJ021528
	710	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F-520	MENSUAL	173-6007
	712	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO DEF	IFM ELECTRONIC SD2000	ANUAL	K38 AC
	713	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO PIE	IFM ELECTRONIC SD6050	ANUAL	K21 AA
	714	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO FACE	IFM ELECTRONIC SD6050	ANUAL	K21 AA
Linea HONDA	678	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	FUKUDA	MENSUAL	47060616
	679	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	FUKUDA	MENSUAL	47060613
	680	P - NP	CALIBRE CONTROL FINAL HVAC - HONDA	INCOMPANY	2 AÑOS	-
	682	Banco de prueba	BANCO DE PRUEBA ELECTRICA	APISTE	2 AÑOS	M01008001-1-1
Linea NOKOLOK	683	Banco de prueba	BANCO DE PRUEBA SERVOMOTORES	APISTE	2 AÑOS	M01008001-1-1
	350	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ F	MENSUAL	50-06640
	360	Banco de Helio	BANCO DE PRUEBA POLARIS HELIO	ETS	4 AÑOS	-
	624	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-4893
	627	P - NP	RE P-NP /CONTROL PERFORADO, ASOLADO Y RANURADO (5A0273)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5A
	630	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR SOLDADO 5A0275080	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5A0275080
	631	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR SOLDADO 5F2775080	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5F2775080
	638	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG 5A0271100 (LADO IN/OUT)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5A0271100
	639	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG 5F2771300 (LADO IN/OUT)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5F2771300
	640	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG 5E0778600 (LADO FILTRO)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5E0778600
	641	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG 5F2775200 (LADO FILTRO)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5F2775200
	642	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG 5E0771300 (LADO IN/OUT)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5E0771300
	643	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG 5A0276000 (LADO FILTRO)	ADAMI	3 AÑOS	OT1609-5A0276000
	667	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-5243
	704	Banco de Helio	BANCO HELIO NOCOK	MARPOSS	ANUAL	110208
	726	P - NP	CALIBRE P-NP /CONTROL PERFORADO, ASOLADO Y RANURADO (GSV)	INCOMPANY	3 AÑOS	800010212
	727	P - NP	CALIBRE P-NP /CONTROL PERFORADO, ASOLADO Y RANURADO (LAC)	INCOMPANY	3 AÑOS	70000010212
	728	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG GSV (LADO IN/OUT)	INCOMPANY	3 AÑOS	6600030212
	729	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG LAC (LADO IN/OUT)	INCOMPANY	3 AÑOS	9600060212
	730	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG GSV (LADO FILTRO)	INCOMPANY	3 AÑOS	5600030212
	731	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG LAC (LADO FILTRO)	INCOMPANY	3 AÑOS	1000010212
	735	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR SOLDADO LAC	INCOMPANY	3 AÑOS	70000010212F
	770	P - NP	CALIBRE P-NP COMPACTADO CONDENSADOR SA	MSF	ANUAL	-
	771	P - NP	CALIBRE P-NP COMPACTADO CONDENSADOR SE	MSF	ANUAL	-
	772	P - NP	CALIBRE P-NP RANURADO PFC5	MSF	ANUAL	-
	773	P - NP	CALIBRE P-NP ALTURA SETTO PFC5	MSF	ANUAL	-
	784	P - NP	CALIBRE P-NP COMPACTADO CONDENSADOR LAC	MSF	ANUAL	-
	786	P - NP	CALIBRE P-NP RANURADO C12	MSF	ANUAL	-
	796	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR GSV/ONIX	NEFCAD	ANUAL	AF612000094
	813	Banco de Helio	BANCO HELIO NOCOK	MARPOSS	ANUAL	121023
	818	Comparador	PALPADOR COMPARADOR MILISIMAL	ASIMETO	6 MESES	3477
	819	Comparador	PALPADOR COMPARADOR MILISIMAL	ASIMETO	6 MESES	10095380
	820	Comparador	PALPADOR COMPARADOR MILISIMAL	ASIMETO	6 MESES	1260012
	821	Comparador	PALPADOR COMPARADOR MILISIMAL	ASIMETO	6 MESES	10069249
	822	P - NP	CALIBRE P-NP RANURADO C12	MSF	ANUAL	-
	823	P - NP	CALIBRE P-NP COMPACTADO CONDENSADOR 5F/GSV	MSF	ANUAL	-
	824	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO A1 (ANCHO ASOLADO PFC5)	NEFCAD	ANUAL	A1030214
	825	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO A2	NEFCAD	ANUAL	A2030214
	826	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO A5	NEFCAD	ANUAL	A5030214
	827	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO B1 (ANCHO ASOLADO C12)	NEFCAD	ANUAL	B1030214
	828	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO B2	NEFCAD	ANUAL	B2030214
	829	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO B3	NEFCAD	ANUAL	B3030214
	830	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO B4	NEFCAD	ANUAL	B4030214
	831	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO C1	NEFCAD	ANUAL	C1030214
	832	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO C2	NEFCAD	ANUAL	C2030214
	833	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO C3	NEFCAD	ANUAL	C3030214
	834	P - NP	CALIBRE P-NP ASOLADO D3	NEFCAD	ANUAL	D3030214
Linea Módulo 326	668	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-5252
	749	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-5255
	811	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-6894
	812	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-6895
Linea Radiador B7	817	P - NP	CALIBRE RADIADOR B7	DMA	ANUAL	D127-01-00-00
	837	P - NP	CALIBRE P-NP AGRAFADO B7	DNAR	ANUAL	B7052014
	701	Microfugometro	MICROFUGOMETRO	ATEQ	MENSUAL	173-5241
Intercooler	808	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	MITUTOYO	6 MESES	0003134
	6	Calibre Altura	CAL TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm	MITUTOYO	ANUAL	192-603
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL	MITUTOYO	6 MESES	90D330
	89	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO 0-25 Nm	TORQUELEADER	3 AÑOS	0M070529
	90	TORQUIMETRO	TORQUIMETRO 0-80 Nm	TORQUELEADER	3 AÑOS	0MJO47661
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm	MITUTOYO	ANUAL	0010734500-502-10
Laboratorio	637	Medidor Angulo	MEDIDOR DE ANGULO DE LOUVER	JODON	2 AÑOS	5145
	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm	MITUTOYO	ANUAL	000124
	28	Comparador	COMPARADOR (0-10 mm.)	MITUTOYO	6 MESES	90D330
	91	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA DE ROSCA M4x0,7 6H	SEGISMUNDO WOLFF	6 AÑOS	W082
	92	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA DE ROSCA M6x1 6H	SEGISMUNDO WOLFF	6 AÑOS	W216
	94	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA DE ROSCA M10 x 1,25 6H	SEGISMUNDO WOLFF	7 AÑOS	W102
	95	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA DE ROSCA M8 x 1,25 6H	SEGISMUNDO WOLFF	7 AÑOS	W289
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	MITUTOYO	ANUAL	6997
	126	Balanza	BALANZA 0.1 - 30 Kg	UWE	ANUAL	20878
	539	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA M5 x 0,8 6H	SEGISMUNDO WOLFF	5 AÑOS	W081
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm	MITUTOYO	ANUAL	12345
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm	MITUTOYO	ANUAL	42458
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm	MITUTOYO	ANUAL	1212
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12,5mm	MITUTOYO	ANUAL	54545
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12,5 -16mm	MITUTOYO	ANUAL	15455
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm	MITUTOYO	ANUAL	184131
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm	MITUTOYO	ANUAL	55454
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm	MITUTOYO	ANUAL	454545
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm	MITUTOYO	ANUAL	45456
17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm	MITUTOYO	ANUAL	5465	
18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm	MITUTOYO	ANUAL	588995	
19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0-25mm	MITUTOYO	ANUAL	254568	
20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm	MITUTOYO	ANUAL	848	
21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm	MITUTOYO	ANUAL	192-663-10	
22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm	MITUTOYO	ANUAL	465465	
23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm	MITUTOYO	ANUAL	55271644	
24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm	MITUTOYO	ANUAL	PQ9904	
733	Camara 3D	MAQUINA TRIDIMENSIONAL DE MEDICION POR COORDENADAS	MITUTOYO	2 AÑOS	62091251	
Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	MITUTOYO	ANUAL	259525
	4	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	MITUTOYO	ANUAL	12279
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm	MITUTOYO	ANUAL	6210315
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	DIGIMISS	ANUAL	-
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	MITUTOYO	ANUAL	7085
	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	MITUTOYO	ANUAL	7064
498	Regla	REGLA 600 mm (CALIDAD ACEPTACION)	-	ANUAL	-	

Tabla 1 Listado MSA. Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A

### **4.3 Sistematización, organización y análisis de la información**

Se lleva a cabo un proceso de clasificar, modificar, procesar e interpretar la información obtenida durante la recolección de datos. Para obtener los resultados finales de la aplicación de las técnicas antes mencionadas es necesario el análisis de los mismos a través de las diferentes técnicas lógicas

#### **4.3.1 Categorización**

Luego, en base al listado obtenido en el proceso de inventariado, se adoptaron criterios de clasificación para agrupar los equipos en “Familias” según características comunes, ya sea magnitudes que miden o naturaleza de su uso.

Luego, a cada una de esta familias de instrumento, se procedió a diferenciarlas en base a qué sistemas de medición pertenecen (según la clasificación dada en el punto 4.1.1.2), por variables si miden características físicas, magnitudes, o por atributo aquellas que indican si una pieza es capaz de cumplir con una función o no, como son los calibre pasa no pasa. También se clasifico por su ubicación, es decir si pertenecen a la líneas de producción o al área de calidad. Criterio importante para este trabajo final, teniendo en cuenta que la implementación será desarrollada en área piloto de calidad.

Esta clasificación permitió una mejor organización en el momento de realizar la planificación, permitió simplificar el proceso de definición y asignación de los diferentes estudios que deberían aplicarse a cada instrumento. Es decir, no se asignó individualmente si no por familias,

Como puede observarse en la figura siguiente, el número total de instrumentos a los cuales es necesario realizarle control estadístico es de 127.

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING	<b>Familia de instrumentos</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Cantidad</b>
Calibres de Vernier	Linea	Variable	3
	Calidad	Variable	10
Palpadores	Linea	Variable	1
	Calidad	Variable	2
Comparadores	Linea	Variable	8
	Calidad	Variable	1
Micrómetro	Linea	Variable	1
	Calidad	Variable	18
Anemómetro	Linea	Variable	6
Calibres P-NP	Linea	Atributo	46
Torquímetro	Calidad	Variable	6
Microfugómetro	Linea	Variable	25
			<b>127</b>

*Tabla 2 Categorización de los instrumentos. Elaboración propia*

#### **4.3.2 Programa para definir tipo de estudio.**

Una vez obtenida los listados provenientes del inventariado realizado se procedió a definir qué tipo de estudio se aplica a cada familia de instrumentos de acuerdo al uso y característica que mide ya sea de variables o atributos. Es decir se determinó que propiedades estadísticas necesita tener el sistema de medición para ser aceptable.

Es importante saber cómo son utilizados los instrumentos, porque sin ese conocimiento, las propiedades estadísticas apropiadas no pueden ser determinadas. Después de que estas han sido determinadas, el sistema de medición deberá ser evaluado para ver si realmente

posee estas propiedades o no. Este proceso fue llevado a cabo junto el encargado del laboratorio el cual consta de conocimiento técnico sobre los instrumentos a analizar. Obteniéndose como resultado de esta etapa la siguiente tabla:

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING		<b>ESTUDIOS POR FAMILIA DE INSTRUMENTOS</b>						
<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Sesgo</b>	<b>Linealidad</b>	<b>Estabilidad</b>	<b>R&amp;R Variable</b>	<b>R&amp;R atributo</b>	<b>Cantidad</b>
Calibres de Vernier	Linea	Variable	x	x	x	x	-	3
	Calidad	Variable	x	x	-	x	-	10
Palpadores	Linea	Variable	x	x	-	-	-	1
	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	2
Comparadores	Linea	Variable	x	x	-	-	-	8
	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	1
Micrómetro	Linea	Variable	x	x	-	x	-	1
	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	18
Anemómetro	Linea	Variable	-	-	-	x	-	6
Calibres P-NP	Linea	Atributo	-	-	-	-	x	46
Torquímetro	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	6
Microfugómetro	Linea	Variable		-	x	x	-	25
								<b>127</b>

Tabla 3. Estudios por familia de instrumentos. Elaboración propia

#### 4.3.3 Desarrollo de las planillas necesarias

Una vez definido qué tipo de estudios se realizarían a cada instrumento se procedió a desarrollar las planillas necesarias para realizar los cálculos. Por razones presupuestales se optó por el desarrollo de las planillas en Microsoft Excel y no así la adquisición de software específico como recomendado programa Minitab. En esta fase también se llevaron a cabo los estudios estadísticos a modo de prueba, para así conocer de dónde sale cada resultado y corroborar el correcto accionar de las planillas.

En total fueron desarrolladas 6 planillas para evaluar los instrumentos:

1. Sesgo
2. Linealidad
3. R&R variable
4. R&R atributo
5. Repetibilidad
6. Estabilidad

El funcionamiento de las mismas se basa en el ingreso de las mediciones realizadas, para que luego, mediante uso de software estadísticos y funciones del programa, se obtengan los resultados del estudio. También es importante destacar, que las planillas, llevan en su parte inferior el espacio para que, tanto el encargado del laboratorio, como el gerente de calidad, firmen como señal de validación del estudio, y de esta forma determinar la aprobación de cada uno de los documentos, generando los registros adecuados para demostrar el cumplimiento de los requerimientos de la norma.

Se elaboran dos planillas complementarias: "Planilla recolección de datos" y caratula de presentación, las cuales serán presentadas también.

Serán expuestas a continuación las planillas que fueron utilizadas para realizar los estudios en el área piloto, en donde más adelante se explicará su funcionamiento. Las demás planillas estarán a disposición en el anexo.

### 4.3.3.1 Planilla de toma de datos

Fue necesario utilizar un formato de registro, con el fin que se anotaré la información que arrojará cada medición de las piezas. La información solicitada en esta planilla, es sobre el instrumento a analizar (nombre, número de identificación) y sobre el estudio a realizar (que estudio, que patrón, que valores de referencias)

 <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>		<b>Planilla de Toma de datos</b>																																																																																						
Instrumento:		Nro:		Apreciación:																																																																																				
Fecha		Patrón:	Nombre																																																																																					
Estudio a realizar			Número																																																																																					
Número de muestras:			Descripción																																																																																					
Número de repeticiones:			Valor de ref. 1																																																																																					
Número de operadores:			Valor de ref. 2																																																																																					
Nombres operadores:			Valor de ref. 3																																																																																					
			Valor de ref. 4																																																																																					
			Valor de ref. 5																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">N° muestras</th> <th style="width: 25%;">Operador 1</th> <th style="width: 25%;">Operador 2</th> <th style="width: 35%;">Operador 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					N° muestras	Operador 1	Operador 2	Operador 3	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13				14				15				16				17				18				19				20			
N° muestras	Operador 1	Operador 2	Operador 3																																																																																					
1																																																																																								
2																																																																																								
3																																																																																								
4																																																																																								
5																																																																																								
6																																																																																								
7																																																																																								
8																																																																																								
9																																																																																								
10																																																																																								
11																																																																																								
12																																																																																								
13																																																																																								
14																																																																																								
15																																																																																								
16																																																																																								
17																																																																																								
18																																																																																								
19																																																																																								
20																																																																																								
Observaciones:																																																																																								

*Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing*

### 4.3.3.2 Carátula del instrumento

Una vez recolectadas las mediciones correspondiente para cada estudio las misma eran llevadas a la ficha de cada instrumento, en donde como primer medida se completaba la caratula de presentación y posteriormente se realizaba las evaluaciones correspondientes

Esta actividad fue desarrollada para cada uno de los instrumentos evaluados. Para hacerlo se utilizó la plantilla de la imagen, que brinda la siguientes información.: el departamento, nombre del aparato, numero de ensaño, numero de referencia del patrón, característica a medir, valor exacto, p, el rango de las tolerancias de las piezas que vaya a medir el aparato, unidades de medida, estudios a realizar.

 <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>		Ficha de instrumento MSA							
Instrumento:				Nro:					
Marca:									
Modelo:									
N° de serie:									
Lugar de uso:									
Operación:									
Característica a medir:	-								
<b>Estudios MSA</b>									
Instrumento	Ubicación	Clasificación	Sesgo	Linealidad	Estabilidad	R&R Variable	R&R atributo	Calibración	Característica
Patrón									
Denominación									
N° de instrumento	-								
Cantidad									
Ubicación									
Trazabilidad	-								
Criterio usado:									
Patrón:  Sesgo :  Linealidad:  Estabilidad:  R&R:									
Observaciones									

*Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A*

### 4.3.3.3 Planilla para estudio de sesgo

Con la introducción de las medidas correspondientes se obtiene el estudio numérico, en donde se calcula la media, la desviación estándar, los límites de control y el sesgo, determinando un diagnóstico de si el sesgo es o no significativo, en base al error  $\alpha$  establecido (95% de confiabilidad)

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD		ESTUDIO DE SESGO		
Instrumento:		Nro:		Fecha:
Tamaño de la muestra: N° de Evaluadores Apreciación del instrumento				
Operador:				
Valor de Referencia:				
Muestra	Medición	Sesgo (Xi - VR)	Análisis del Sesgo	
1		0,00	Promedio Simple de las mediciones = $\bar{X}_s$	
2		0,00	Sesgo Promedio = $\bar{X}_b$	
3		0,00	Desviación estándar de repetibilidad = $\sigma_r$	
4		0,00	Valor Estadístico = $t_{obs}$	
5		0,00	Grados de Libertad (gl)	
6		0,00	Valor t significativo ( $\alpha=0,05$ ; 95%)	
		0,00	95% Int. De conf. Del límite de sesgo infr. = $\bar{X}_b - \text{Valor } T \text{ sig} \times \sigma_b$	
		0,00	95% Int. De conf. Del límite de sesgo Sup. = $\bar{X}_b + \text{Valor } T \text{ sig} \times \sigma_b$	
		0,00	<b>OK/No OK</b>	
		0,00		
		0,00		
		0,00		
		0,00		
Promedio		0,0000		
Realizó		Aprobó		PRESENTACION DEL RESULTADO
_____		_____		
L. CABRAL		Fecha		G. ICART
				Fecha

Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A

### 4.3.3.4 Planilla para estudio de Linealidad

Con la introducción de los resultados de la medición se obtiene un estudio numérico y un estudio gráfico. El primero muestra la recta de regresión obtenida para el cálculo de la linealidad. Si esta es aceptable se realiza el estudio numérico, el cual calcula la linealidad del sistema de medición y si ésta es o no es significativa a través del cálculo de Sesgo y su significancia calculada, para el total de rango de medición y para cada uno de los niveles de medición definidos.

<b>DENSO</b> <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>		<b>ESTUDIO DE LINEALIDAD</b>									
Instrumento:		Nro:		Fecha:							
Característica a medir		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>INGRESAR MEDICIONES REGISTRADAS</b> </div>									
Tamaño de la muestra											
N° de mediciones											
Valores de referencia		1		2		3		4		5	
Muestra	Medición (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medición (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medición (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medición (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medición (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	
1		0		0		0		0		0	
2		0		0		0		0		0	
3		0		0		0		0		0	
4		0		0		0		0		0	
5		0		0		0		0		0	
6		0		0		0		0		0	
7		0		0		0		0		0	
8		0		0		0		0		0	
9		0		0		0		0		0	
10		0		0		0		0		0	
11		0		0		0		0		0	
12		0		0		0		0		0	
13											
14											
15											
<b>Promedio</b>		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000	
a =	0,00000000										
b =	0,0000										
s =	0,0000										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS MEDICIONES</b> </div>											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <b>PARA QUE LA LINEALIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION SEA ACEPTABLE(OK), LA LÍNEA DE SESGO=0 DEBERÁ ENCONTRARSE ENTRE LOS LIMITES DE CONFIANZA</b> </div>											

Instrumento: 0 Nro: 0 Fecha: 00-01-00

### Análisis de los resultados numéricos

ANALISIS DE LAS MEDICIONES

El análisis gráfico indica que la linealidad del sistema de medición puede ser aceptable entonces la siguiente hipótesis debería ser verdad

$H_0 : a=0$  Inclinación = 0

$$|t| = \frac{|a|}{\sqrt{\frac{s}{\sum(x_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{g,n-2; 1-\alpha/2}$$

$H_0 : a=0$  Intersección = 0

$$|t| = \frac{|b|}{\sqrt{\frac{1}{g \cdot n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum(x_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{g,n-2; 1-\alpha/2}$$

$ t  =$	$\leq$		$ t  =$	$\leq$	
Si esta hipótesis es cierta, entonces sistema de medición tiene el mismo sesgo para todos los valores de referencia			Si esta hipótesis es cierta, entonces el sistema de medición tiene un sesgo=0		

PRESENTACION DEL RESULTADO

Conclusión:

**"La linealidad del sistema de medición es aceptable";  
"La linealidad del sistema de medición NO es aceptable"**

### 4.3.3.5 Planilla para estudio R&R variable

El Estudio de R&R de variables puede ser ejecutado, usando diferente técnicas. El manual MSA presenta tres métodos aceptables:

- Método de los Rangos
- Método de los Promedios y Rangos
- Método de ANOVA

Fue seleccionado el método de los promedios y rangos, el cual ofrece un estimativo de la repetibilidad y reproducibilidad para un sistema de medición. Este enfoque permite que la variación del sistema de medición sea seccionada en dos componentes por separado, repetibilidad y reproducibilidad. Sin embargo, la variación debida a la interacción entre el evaluador y las partes/gage no es tomada en cuenta para el análisis.

		Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición por Variable											
		Método de Promedios (X) y Rangos (R)											
Sector						Fecha							
Pieza						Instrumento Tipo							
Especificación						Nº Instrumento							
Evaluador A						Apreciación							
Evaluador B						Observaciones							
Evaluador C													
		Cantidad de muestras		Número de Evaluadores		Número de Pruebas		INFORMACION DEL INSTRUMENTOS, Y DE LOS EVALUADORES					
Evaluador	Prueba	Muestras										Promedios	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Fila 1	A	1											
Fila 2		2											
Fila 3		3											
Fila 4		Promedio											X <sub>a</sub> =
Fila 5		Rango											R <sub>a</sub> =
Fila 6	B	1											
Fila 7		2											
Fila 8		3											
Fila 9		Promedio											X <sub>b</sub> =
Fila 10		Rango											R <sub>b</sub> =
Fila 11	C	1											
Fila 12		2											
Fila 13		3											
Fila 14		Promedio											X <sub>c</sub> =
Fila 15		Rango											R <sub>c</sub> =
Fila 16	Promedio de Parte											X	
												R <sub>p</sub>	
Fila 17		R = (R <sub>a</sub> + R <sub>b</sub> + R <sub>c</sub> ) / Nro de Evaluadores										R	
Fila 18		X <sub>DIFF</sub> = X <sub>Max</sub> - X <sub>Min</sub>										X <sub>DIFF</sub>	
Fila 19		UCL <sub>R</sub> = R x *D <sub>4</sub>										UCL <sub>R</sub>	
		: 3,27 para 2 pruebas y 2,58 para 3 prui											

Análisis de evaluaciones unitarias		% de Variaciones totales									
<b>Repetibilidad - Equipment Variation (EV)</b> $EV = R \times K_1$ EV = <input type="text"/> <table border="1"> <tr><th>Pruebas</th><th>K1</th></tr> <tr><td>&gt;15</td><td>0,5908</td></tr> </table>		Pruebas	K1	>15	0,5908	$\%EV = 100(EV/TV)$ %EV = <input type="text"/>					
Pruebas	K1										
>15	0,5908										
<b>Reproducibilidad - Variación de Estimador (AV)</b> $AV = \sqrt{(X_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / (n \times r))}$ *AV = <input type="text"/> *Si se calcula un valor negativo bajo el símbolo de la raíz cuadrada, la variación de los evaluadores (AV) es cero por default.		$\%AV = 100(AV/TV)$ %AV = <input type="text"/>									
<b>Repetibilidad y Reproducibilidad (GRR)</b> $GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ GRR = <input type="text"/>		$\%GRR = 100(GRR/TV)$ %GRR = <input type="text"/>									
<b>Variación por Partes (PV)</b> $PV = Rp \times K_3$ PV = <input type="text"/>		$\%PV = 100(PV/TV)$ %PV = <input type="text"/>									
<b>Variación Total (TV)</b> $TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$ TV = <input type="text"/>		$Ndc = 1,41(PV/GRR)$ *Ndc = <input type="text"/> * Ndc debería ser mayor ó igual a 5.									
<b>Resultado del estudio</b>											
<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Criterios de aceptación</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>GRR &lt;10%</td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>GRR 10%-30%</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>GRR &gt;30%</td><td>Rechazado</td></tr> </tbody> </table>		Criterios de aceptación		GRR <10%	Muy Bueno	GRR 10%-30%	Aceptable	GRR >30%	Rechazado	Resultado %GRR = <input type="text"/> Conclusión = <input type="text"/>	
Criterios de aceptación											
GRR <10%	Muy Bueno										
GRR 10%-30%	Aceptable										
GRR >30%	Rechazado										
Realizó <input type="text"/> L. CABRAL		Aprobó <input type="text"/> G. ICART									
Fecha <input type="text"/>		Fecha <input type="text"/>									

Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A

## **4.4 Planificación de las actividades de metrología**

La planificación es un proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos. Es decir, es establecer metas, y definir los medios necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **4.4.1 Fijar fechas para elaboración**

En esta etapa se procedió a realizar una programación anual de los estudios a realizar. Debido a que era una experiencia nueva, y no se disponía de mucho conocimiento con respecto a los tiempos y disponibilidades, se comenzó por utilizar una fecha estimativa de realización, fijando un periodo de un mes (30 días), para cada área relevada y también no superando un máximo de quince instrumentos a analizar por mes. Este programa se realizó, de manera que no se juntaran todos los estudios en un solo periodo y así evitar una discrepancia entre fechas registradas en formato y reales de acuerdo a la necesidad de realizar los estudios.

Las fechas y periodos están sujetos a ser modificados, en base a la experiencia ganada en el proceso, analizando los tiempos, las dificultades y oportunidades. Los tiempos dependen también de la disponibilidad de los instrumentos en la línea, disponibilidad de los operarios que realizarán los estudios, disponibilidad de los patrones y demás cuestiones que pueden surgir.

### **4.4.2 Elaboración del plan de acción**

A continuación se expondrá la planificación general, elaborada mediante los resultados de cada una de las etapas anteriores

DENSO		Planeamiento MSA																	
DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD (LABORATORIO)																			
Línea	Instrumento			Fecha Realizado						Estudios	Resultado	Replanificado	Próxima Realización	Calibración			Observaciones		
	Número	Familia	Descripción	2014	2015	2016	2017	2018	2019					2020	Responsable	Frecuencia		Próxima	
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm		feb-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	may-15				
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL		feb-15							feb-16	INTERNA	6 MESES	may-15				
	44	Torquímetro	MEDDOR DE TORQUE (8N.m / div. 0.1 N.m)		feb-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	jun-15				
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm		feb-15							feb-16	EXTERNA	3 AÑOS	may-16				
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm		feb-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	dic-15				
Laboratorio	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm		feb-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	oct-15				
	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm		abr-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	may-15				
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm		abr-15							mar-17	INTERNA	3 AÑOS	may-17				
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0- 25mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm		abr-15							abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	28	Comparador	COMPARADOR (0-10 mm)		mar-15							feb-16	INTERNA	3 AÑOS	abr-18				
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	may-15				
	665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm		mar-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	sep-15				
	732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL		mar-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	mar-16				
	864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	oct-15				
Aceptación	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm		mar-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	oct-15				
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm		mar-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	jun-15				
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm		mar-15							feb-16	INTERNA	ANUAL	may-15				
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	oct-15				
Masas	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15							mar-16	INTERNA	ANUAL	may-15				
	572	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		abr-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	573	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		abr-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	574	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		abr-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	621	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		abr-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	666	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		abr-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
Linea 326	723	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		abr-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	227	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		may-15							abr-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	724	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		may-15							abr-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	747	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		may-15							abr-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	751	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO DEF		may-15							abr-16	INTERNA	ANUAL	ene-16				
	753	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO FACE		may-15							abr-16	INTERNA	ANUAL	ene-16				
	754	Torquímetro	TORQUIMETRO		may-15							abr-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	755	Torquímetro	TORQUIMETRO		may-15							abr-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
Poleas	552	Calibre vernier	CALIBRE DE COLUMNA LUMINOSA KD (Ø 36 973)	oct-14	jun-15							may-16	INTERNA	3 MESES	-				
	599	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA POLEA Ø 70 (TR)		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	jul-15				
	600	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA POLEA Ø 80 (KD)		jun-15							may-17	INTERNA	6 MESES	may-15				
	601	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø INTERNO		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	jul-15				
	604	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 70x0.2		jun-15							may-17	INTERNA	6 MESES	may-15				
	614	Comparador	PALPADOR COMPARADOR (Auxiliar)		jun-15							may-16	INTERNA	4 MESES	may-15				
	617	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 43 -0.5 Ø		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	may-15				
	618	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 74 0+0.5		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	jul-15				
	619	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 53 -0.5 Ø EXTERNO		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	may-15				
	620	P - NP	CALIBRE PASA - NO PASA Ø 64 0+0.5 INTERNO		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	sep-15				
	736	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	oct-14	jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	sep-15				
	791	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	oct-15				
Linea SIENA/ PALO	792	Comparador	PALPADOR COMPARADOR CENTESIMAL	oct-14	jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	ago-15				
	816	Comparador	PALPADOR COMPARADOR CENTESIMAL		jun-15							may-16	INTERNA	6 MESES	sep-15				
	746	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		mar-15							mar-16	INTERNA	MENSUAL					
	571	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		jul-15							jun-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	625	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		jul-15							jun-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
Linea Módulo 326	626	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		jul-15						jun-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15					
	658	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE 2-135 N.cm		jul-15							jun-16	INTERNA	MENSUAL					
	745	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		jul-15							jun-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
Linea Radiador B7	668	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		jul-15						jun-16	INTERNA	MENSUAL	may-15					
	749	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		jul-15							jun-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	750	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO BANCO MODULO		jul-15							jun-16	INTERNA	ANUAL	ene-16				
Intercóoler	811	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		ago-15						jul-16	INTERNA	MENSUAL	may-15					
	812	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		ago-15							jul-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	817	P - NP	CALIBRE RADIADOR B7		ago-15							jul-16	INTERNA	ANUAL	sep-15				
Linea Módulo 326	837	P - NP	CALIBRE P-NP AGRAFADO B7		ago-15						jul-16	INTERNA	ANUAL	may-15					
	701	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		ago-15							jul-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	808	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm		ago-15							jul-16	INTERNA	6 MESES	jun-15				
Linea RENAULT	668	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		ago-15						jul-16	INTERNA	MENSUAL	may-15					
	749	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		ago-15							jul-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	657	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE 135 N.cm		sep-15							ago-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	710	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		sep-15							ago-16	INTERNA	MENSUAL	jun-15				
	712	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO DEF		sep-15							ago-16	INTERNA	ANUAL	ene-16				
	713	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO PE		sep-15							ago-16	INTERNA	ANUAL	ene-16				
	714	ANEMOMETRO	ANEMOMETRO FACE		sep-15							ago-16	INTERNA	ANUAL	ene-16				
	350	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		sep-15							ago-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	624	Microfugómetro	MICROFUGOMETRO		sep-15							ago-16	INTERNA	MENSUAL	may-15				
	627	P - NP	CALIBRE P-NP /CONTROL PERFORADO, ASOLADO Y RANURADO (S60271500)		sep-15							ago-16	INTERNA	3 AÑOS	abr-16				
Linea NOKOLOK	630	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR SOLDADO S60275080		sep-15						ago-16	INTERNA	3 AÑOS	feb-16					
	631	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR SOLDADO S60275080		sep-15							ago-16	INTERNA	3 AÑOS	may-16				
	632	P - NP	CALIBRE P-NP CONDENSADOR SOLDADO S602778080		oct-15							sep-16	INTERNA	3 AÑOS	may-16				
	638	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG S60271100 (LADO INIOUT)		oct-15							sep-16	INTERNA	3 AÑOS	abr-16				
	639	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG S60271300 (LADO INIOUT)		oct-15							sep-16	INTERNA	3 AÑOS	abr-16				
	640	P - NP	CALIBRE DE CTRL. SOLDADURA MIG S60278600 (LADO FILTRO)																

## 4.5 Elaboración de la documentación y desarrollo de la propuesta en área piloto

Una vez realizada la planificación, se decidió comenzar a implementar estudios estadísticos en el área piloto definida y generar la documentación necesaria para demostrar el cumplimiento del requisito de la norma

La idea fue realizar la aplicación de la estadística en la empresa en un proceso gradual, , donde en cada una de las etapas fuera posible obtener un conocimiento de los procesos tal que sirviese como base para la etapa siguiente y sobre todo como apoyo para la toma de decisiones. Muchos procedimientos apropiados están disponibles para evaluación de sistemas de medición. La selección de cual procedimiento usar depende de muchos factores, la mayoría de los cuales necesita determinarse sobre la base de caso por caso para cada sistema de medición a ser revaluado. Esta implementación permitió el estudio de tiempos, formas y metodologías donde se buscó ajustar los aspectos de la certificación que necesitan ser refinados en el futuro y de esta forma poder cumplir con el punto de la norma 7.6.1.

Se comenzó por área de calidad, por lo siguientes motivos

- El personal del área de calidad posee completo entendimiento de la situación metrológica
- Por ser el área encargada de llevar a cabo el proceso de análisis de los sistema de medición.
- Por disponer de instrumentos de control primordiales para el correcto funcionamiento de las líneas de producción.

Es preciso aclarar que no fue posible realizar los estudios a la totalidad de los instrumentos registrados en el inventario, debido principalmente a la falta de disponibilidad de equipo para determinar un valor de referencia válido,

Los estudios de sesgo linealidad fueron desarrollados por el autor de este trabajo, y en el caso de los estudios de R&R por el personal que normalmente opera el instrumento. Siendo administrados y observados siempre por una persona que entendía la importancia de conducir un estudio confiable.

Para obtener registro de las actividades desarrolladas, documentación necesaria para demostrar el cumplimiento del punto 7.6.1 se elaboró una ficha de cada instrumento la cual incluye una caratula de presentación y los estudios correspondiente.

La ficha de cada instrumento se encuentra hipervinculada, en el documento “Planificación MSA” y una vez ya realizados los estudios eran impresas y firmadas por el encargado del laboratorio y por el gerente del área.y archivadas en un lugar designado



*Fotografía Realización de estudios. Elaboración propia.*

En base al listado obtenido en el inventariado, se muestra en la tabla 5, los instrumentos pertenecientes al área de calidad, tanto laboratorio, aceptación y quality point. Los mismos son de uso diario, tienen un impacto directo en el aseguramiento de la calidad de los productos maquinados y se encuentran mencionados en los planes de control

 DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD LABORATORIO		Instrumentos MSA	
Linea	Instrumento		
	Número	Familia	Descripción
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL
	44	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE (6N.m/ div. 0.1 N.m)
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm
	90	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-80 Nm
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm
	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm
Laboratorio	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0- 25mm
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm
	28	Comparador	COMPARADOR ( 0-10 mm )
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm
	665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm
	732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL
	864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm
Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm
	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm

Tabla 5 Instrumentos MSA Calidad. Elaboración propia

Como puede observarse los instrumentos pertenecientes al área de calidad, son de uso simple, todos miden variables continuas y corresponden a las familias: calibres vernier, micrómetros, torquímetros, comparadores y palpadores. De la tabla 3, se obtiene la siguiente información

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING	<b>ESTUDIOS POR FAMILIA DE INSTRUMENTOS</b>							
<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Sesgo</b>	<b>Linealidad</b>	<b>Estabilidad</b>	<b>R&amp;R Variable</b>	<b>R&amp;R atributo</b>	<b>Cantidad</b>
Calibres Vernier	Calidad	Variable	x	x	-	x	-	10
Comparadores	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	1
Palpadores	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	2
Torquímetros	Calidad	Variable	x	-	-	-	-	2
Micrómetro	Calidad	Variable	x	x	-	-	-	19
								<b>34</b>

Tabla 7 Estudios por familia Instrumentos del área de Calidad. Elaboración propia

#### 4.5.4 Comprobación de la exactitud: Estudio de sesgo y linealidad

La exactitud del equipo de medida fue verificada antes de efectuar un estudio de repetibilidad y de reproductibilidad. P

Para comprobar que el sistema, equipo o la máquina de medida sea exacto, se debe tener una pieza patrón o una pieza de la que se debe conocer con certeza su medida, y así poder comparar la medida que nos da el sistema que vamos a examinar con la que realmente tiene la pieza y de esta manera conocer la exactitud del equipo.

##### 4.5.4.1 Patrón utilizado

Se tomó la decisión de trabajar con el “kit de bloques patrones longitudinales” (BPL) o bloques Johansson, marca Mitutoyo, perteneciente al laboratorio de calidad.

Los mismos son piezas macizas en forma de paralelepípedo, en las que dos de sus caras paralelas (o caras de medida) presentan un finísimo pulido que garantiza paralelismo y planitud, pudiendo materializar una longitud determinada con elevada precisión.

Fotografía de Bloques patrón. Elaboración propia



El juego, presentado en estuches de madera, consta 112 piezas, que permiten escalonamientos de 1 mm y 0,5 micras respectivamente. La longitud nominal del bloque más pequeño es de 0,5 micras y la del más grande es de 100 mm. Dichas medidas son tomadas como los valores de referencias (P) utilizados en los estudios y las mismas se encuentran escritas en la posición del estuche correspondiente a cada bloque.

En virtud del fino acabado que poseen sus caras de medida, los bloques patrón pueden adherirse por estas caras para formar un acoplamiento, lo cual permitió alcanzar las medida que se precisó materializar.

Los bloques patrones se encuentran certificados por el laboratorio del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), con una frecuencia de calibración de 7 años, periodo asignado debido al poco desgaste al cual son sometidos, ya que tienen poca frecuencia de uso y se encuentran bien protegidos.



También se utilizó un kit de limpieza y lubricación marca Mitutoyo. El mismo fue aplicado a los patrones antes, y después de ser usado, para reducir imprecisiones y para su correcta conservación

Para realizar el estudio de sesgo de los micrómetros de interior se utilizó patrones materializados marca Mitutoyo, de acero endurecido y estabilizado, constituidos por un hueco cilíndrico perfectamente rectificado y acabado, los más perfecto posible dese el punto de viste geométrico. Cuyo valores de referencia "P" y su incertidumbre "i" se encuentran indicado en el estucho de los mismos

#### ***4.5.4.2 Estudio del sesgo***

Esta actividad se repitió para todo los instrumentos que se encuentran en el listado, salvo para los palpadores, comparadores, ya que no se disponía de piezas patrones en el momento, para obtener valor de referencia.

#### 4.5.4.2.1 Lineamiento para determinar el sesgo

Todas las fórmulas matemáticas que a continuación son expuestas, han sido obtenidas del Manual MSA

1. Medir la muestra al menos 10 veces ( $n \geq 10$ )
2. Anotar cada lectura y luego calcular el promedio.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

3. Determinar el sesgo de cada lectura

$$\text{sesgo}_i = X_i - \text{valor de referencia}$$

4. Calcular el promedio de los sesgos para las lecturas

$$\text{sesgo promedio} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{sesgo}_i}{n}$$

5. Calcular la desviación estándar de la repetibilidad

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

6. Determinar la  $t$  estadística para el sesgo

$$\sigma_b = \frac{\sigma_r}{\sqrt{n}} \quad t = \frac{\text{Sesgo}}{\sigma_b}$$

7. El sesgo es aceptable al nivel  $\alpha$  si cero cae dentro de los límites de confianza alrededor del valor de sesgo:

$$\text{sesgo} - \left[ \sigma_b \left( t_{v, 1-\alpha/2} \right) \right] \leq \text{cero} \leq \text{sesgo} + \left[ \sigma_b \left( t_{v, 1-\alpha/2} \right) \right]$$

donde ( $t_{v,1-\alpha/2}$ ) se encuentra utilizando las tablas t estándar.  $V$  representa los grados de libertad, siendo  $v=n-1$ .

El nivel  $\alpha$  en el cual es utilizado depende del nivel de sensibilidad que es necesitado para evaluar/controlar el proceso y está asociado con la función de pérdida (curva de sensibilidad) del producto/proceso. El acuerdo del cliente debe ser obtenido si se utiliza otro nivel que no es el establecido de 0.05 (95% de confiabilidad).

#### 4.5.4.2.2 Muestra de estudio de sesgo realizado:

A continuación se expondrá el estudio de sesgo realizado al instrumento Calibre Vernier Digital N° 124, perteneciente al laboratorio de calidad. Utilizando el bloque patrón cuyo valor de referencia es 1.08 mm, y el estudio de sesgo para el instrumento Micrómetro Diga, Ext N° 007 perteneciente al área de aceptación, utilizando el bloque patrón P=1.04.

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD		ESTUDIO DE SESGO		
Instrumento:		Calibre Vernier digital (0-200 mm)	Nro:	124
			Fecha:	11/03/2015
Tamaño de la muestra:	10,000			
N° de Evaluadores	1,000			
Apreciación del instrumento	0,010			
Operador:				
Valor de Referencia:	1,08			
Muestra	Medición	Sesgo ( $X_i - VR$ )	<b>Analisis del Sesgo</b>	
1	1,090	0,01	Promedio Simple de las mediciones = $X_s$	1,083
2	1,080	0,00	Sesgo Promedio = $X_b$	0,003
3	1,070	-0,01	Desviación estandar de repetibilidad = $\sigma_r$	0,0067
4	1,090	0,01	Valor Estadístico = $t_{blas}$	0,0021
5	1,080	0,00	Grados de Libertad (gl)	9
6	1,080	0,00	Valor t significativo ( $\alpha=0,05 ; 95\%$ )	2,262
7	1,080	0,00	95% Int. De conf. Del limite de sesgo infr. = $X_b - Valor$	-0,002
8	1,090	0,01	T sig x $\sigma_b$	
9	1,090	0,01	95% Int. De conf. Del limite de sesgo Sup. = $X_b -$	0,008
10	1,080	0,00	Valor T sig x $\sigma_b$	
11			<b>OK</b>	
12				
13				
14				
15				
Promedio	1,083	0,0030		

Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A

 DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD		ESTUDIO DE SESGO					
Instrumento:		MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm		Nro:	7	Fecha:	13/03/2015
Tamaño de la muestra:		10,000					
N° de Evaluadores		1,000					
Apreciación del instrumento		0,001					
Operador:							
Valor de Referencia:		1,04					
Muestra	Medicion	Sesgo (X̄ - VR)		<b>Analisis del Sesgo</b>			
1	1,046	0,006		Promedio Simple de las mediciones = Xs		1,042	
2	1,042	0,002		Sesgo Promedio = Xb		0,002	
3	1,042	0,002		Desviacion estandar de repetibilidad = σr		0,0013	
4	1,042	0,002		Valor Estadistico = t <sub>blas</sub>		0,0004	
5	1,042	0,002		Grados de Libertad (gl)		9	
6	1,042	0,002		Valor t significativo (α= 0,05 ; 95%)		2,262	
7	1,042	0,002		95% Int. De conf. Del limite de sesgo infr. = Xb - Valor T sig x σb		0,001	
8	1,041	0,001					
9	1,042	0,002		95% Int. De conf. Del limite de sesgo Sup. = Xb - Valor T sig x σb		0,003	
10	1,042	0,002					
11				<b>NO OK</b>			
12							
13							
14							
15							
Promedio	1,0423	0,0023					
Realizó		Aprobó					
_____		_____					
SANCHEZ G.		Fecha		L. CABRAL		Fecha	

*Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A*

Analizando los resultados, observamos que el primer estudio de Sesgo, correspondiente al instrumento Calibre Vernier Digital N° 124, tiene SESGO OK, ya que el valor cero cae dentro de los límites de confianza, los cuales son -0.002 y 0.008. En el segundo ejemplo, perteneciente al Micrómetro Digital Ext. N° 007, el valor cero, no cae dentro de los límites de confianza, siendo estos 0.001 y 0.003. Por ende el SESGO NO OK.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para el cálculo del Sesgo

 DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD LABORATORIO		MSA Sesgo				
Línea	Instrumento					
	Número	Familia	Descripción	¿Se evaluó sesgo?	Calificación	Observaciones
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm	Si	Aceptado	
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL	No	-	
	44	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE (6N.m / div. 0.1 N.m)	No	-	
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm	No	-	
	90	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-80 Nm	No	-	
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm	SI	Aceptado	
Laboratorio	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm	SI	Aceptado	
	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm	SI	Sesgo No Ok	
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm	SI	Aceptado	
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm	SI	Aceptado	
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm	SI	Aceptado	
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm	SI	Aceptado	
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm	SI	Aceptado	
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm	SI	Aceptado	
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm	SI	Aceptado	
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm	SI	Aceptado	
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm	SI	Aceptado	
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm	SI	Aceptado	
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm	SI	Aceptado	
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0-25mm	SI	Aceptado	
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm	SI	Aceptado	
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm	SI	Aceptado	
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm	SI	Aceptado	
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm	SI	Aceptado	
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm	SI	Aceptado	
	28	Comparador	COMPARADOR ( 0-10 mm )	No	-	
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Aceptado	
	665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm	SI	Aceptado	
	732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL	No	-	
	864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Aceptado	
Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	SI	Aceptado	
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm	SI	Sesgo No Ok	Necesario recalibrar equipo
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	SI	Sesgo No Ok	Necesario recalibrar equipo
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Sesgo No Ok	Necesario recalibrar equipo
	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Aceptado	

Tabla 8 MSA Sesgo. Elaboración propia.

#### 4.5.4.2.3 Resultado de estudios de sesgo

En total fueron realizados 29 estudios de sesgo. De los cuales 4 de ellos dieron con Sesgo No OK. Se optó por realizarle estudio de linealidad, para comprobar si este error de medición se da en todo el rango de trabajo del instrumento.

**Quality Point:** El calibre vernier N° 5 dio posee sesgo No OK

**Aceptación:** Los calibres vernier n° 113 y n°123 y el micrómetro n°7 poseen sesgo no OK

#### 4.5.4.3 Estudio de Linealidad

Para realizar los estudios, fueron seleccionadas las partes que abarcan el rango de operación del sistema de medición. Como los instrumentos pertenecientes al área de calidad son utilizados en diferentes instancias, su rango de trabajo es muy variable. Se optó por analizar la linealidad de los calibres Vernier en porciones (rango bajo, medio y alto), para obtener una mejor evaluación del instrumento.

Se realizó estudio de linealidad a calibres vernier y micrómetro externo. En total fueron 20 instrumentos analizados. No fue posible realizar linealidad a los micrómetros interiores debido a la falta de patrones de referencia.

##### 4.5.4.3.1 Lineamientos para determinar

Todas las fórmulas matemáticas que a continuación son expuestas, han sido obtenidas del Manual MSA.

La linealidad será evaluada utilizando la siguiente guía:

1. seleccione  $g \geq 5$  partes cuyas mediciones, cubren el rango de operación del calibre.
2. Tomar medidas de cada parte  $m \geq 10$  veces en el calibre bajo prueba por uno de los operadores que normalmente lo utilizan.
3. Calcular el sesgo de la parte para cada medición y el promedio de sesgo para cada parte.

$$Sesgo_{i,j} = x_{i,j} - (\text{valor de referencia})_i$$

$$\overline{Sesgo}_i = \frac{\sum_{j=1}^m Sesgo_{i,j}}{m}$$

4. Graficar los sesgos individuales y los promedios de sesgos con respecto a los valores de sesgo en una gráfica lineal
5. Calcular y graficar la mejor línea y la banda de confianza de la línea utilizando las siguientes ecuaciones.

Para la mejor línea utilizar:  $\bar{y}_i = ax_i + b$

Dónde:  $X_0$  = valor de referencia

$\bar{y}_i$  = promedio de sesgo

$$a = \frac{\sum xy - \left[ \frac{1}{gm} \sum x \sum y \right]}{\sum x^2 - \frac{1}{gm} (\sum x)^2} = \text{pendiente}$$

$b = \bar{y} - a\bar{x} = \text{intersección } x_0$ , el nivel  $\alpha$  de bandas de confianza son:

Para obtener banda de confianza

$$\text{más bajo: } b + ax_0 - \left[ t_{gm-2, 1-\alpha/2} \left( \frac{1}{gm} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right)^{1/2} s \right]$$
$$\text{más alto: } b + ax_0 + \left[ t_{gm-2, 1-\alpha/2} \left( \frac{1}{gm} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right)^{1/2} s \right]$$

donde  $s = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - b \sum y_i - a \sum x_i y_i}{gm - 2}}$

Graficar la línea “sesgo = 0” y revisar la gráfica para indicaciones de causas especiales y la aceptabilidad de la linealidad. Para que la linealidad del sistema de medición sea aceptable, la línea de “sesgo = 0” debe caer completamente dentro de las bandas de confianza de la línea ajustada.

Los Puntos se sitúan teniendo en cuenta su valor, según el eje horizontal y cada punto se colocó en una línea diferente, según el eje vertical. Cuando el resultado parece una recta es que no hay razones para pensar que los valores no se distribuyen según la normal. La grafica de linealidad es trazada entre los sesgos y valores de referencia por todo el rango de operación. En el caso que se observen tendencias en el grafico o que aparecieran valores anómalos, habría que analizar cuál ha sido la razón de estas mediciones.

## Análisis de resultados – Numérico

8) si el análisis de gráfica indica que la linealidad del sistema de medición es aceptable entonces la siguiente hipótesis debe ser verdadera.

$H_0 = a = 0$       pendiente = 0

No rechazar si

$$|t| = \frac{|a|}{\left[ \frac{s}{\sqrt{\sum (x_j - \bar{x})^2}} \right]} \leq t_{gm-2, 1-\alpha/2}$$

Si esa hipótesis es verdadera entonces el sistema de medición tiene el mismo sesgo para todos los valores de referencia. Para que la linealidad sea aceptable el sesgo debe ser cero.

$H_0: b = 0$       intersección (sesgo) = 0

No rechace si

$$|t| = \frac{|b|}{\left[ \sqrt{\frac{1}{gm} + \frac{\bar{x}^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}} \right] s} \leq t_{gm-2, 1-\alpha/2}$$

### 4.5.4.3.2 Muestra de estudio de Linealidad:

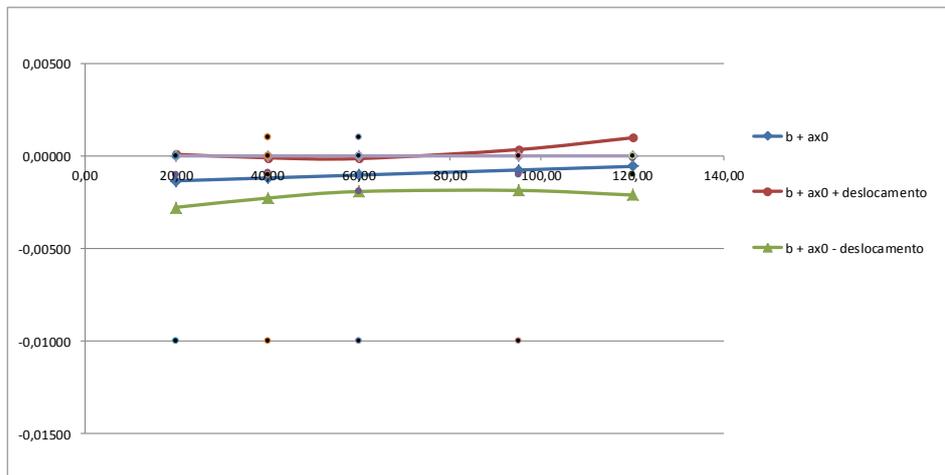
A continuación se expondrá estudio de linealidad realizado al instrumento Calibre Vernier N° 124, en el rango de trabajo medio 20-120mm. Para realizar este estudio se utilizaron cinco patrones con los siguientes valores de referencias (P): 20mm, 40mm, 60mm, 95mm,y 120mm, los cuales fueron medidos tres veces.

Instrumento:	Calibre Vernier digital (0-200 mm)	Nro:	124	Fecha:	11-03-15
--------------	------------------------------------	------	-----	--------	----------

Característica a medir	5,000
Tamaño de la muestra	10,000
N° de mediciones	5,000

Valores de referencia	1		2		3		4		5	
	20,000		40,000		60,000		95,000		120,000	
Muestra	Medicion (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medicion (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	60	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medicion (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )	Medicion (X <sub>i</sub> )	Sesgo (Y <sub>i</sub> )
1	20,000	0	40,001	0,001	59,990	-0,01	95,000	0	120,000	0
2	20,000	0	40,000	0	60,000	0	95,000	0	119,999	-0,001
3	20,000	0	39,999	-0,001	60,000	0	95,000	0	120,000	0
4	20,000	0	40,001	0,001	60,000	0	95,000	0	120,000	0
5	20,000	0	40,000	0	60,000	0	95,000	0	120,000	0
6	20,000	0	40,000	0	60,000	0	95,000	0	120,000	0
7	19,990	-0,01	40,000	0	60,001	0,001	95,000	0	120,000	0
8	20,000	0	40,000	0	60,000	0	95,000	0	120,000	0
9	20,000	0	40,000	0	59,990	-0,01	95,000	0	120,000	0
10	20,000	0	39,990	-0,01	60,000	0	94,990	-0,01	120,000	0
11										
12										
13										
14										
15										
<b>Promedio</b>	19,9990	-0,0010	39,9991	-0,0009	59,9981	-0,0019	94,9990	-0,0010	119,9999	-0,0001

a =	0,00000780
b =	-0,0015
s =	0,0031



PARA QUE LA LINEALIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION SEA ACEPTABLE(OK), LA LÍNEA DE SESGO=0 DEBERÁ ENCONTRARSE ENTRE LOS LIMITES DE CONFIANZA

### Análisis de los resultados numéricos

El análisis gráfico indica que la linealidad del sistema de medición puede ser aceptable entonces la siguiente hipótesis debería ser verdad

$H_0 : a=0$  Pendiente = 0

$$|t| = \frac{|a|}{\sqrt{\frac{s}{\sum(X_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{g;n-2; 1-\alpha/2}$$

$H_0 : a=0$  Ordenada = 0

$$|t| = \frac{|b|}{\sqrt{\frac{1}{g \cdot n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum(X_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{g;n-2; 1-\alpha/2}$$

$ t  = 0,8444 \leq 2,0106$	<b>OK</b>	$ t  = 1,9874 \leq 2,0106$	<b>OK</b>
Si esta hipótesis es cierta, entonces sistema de medición tiene el mismo sesgo para todos los valores de referencia		Si esta hipótesis es cierta, entonces el sistema de medición tiene un sesgo=0	

Conclusión:

**La linealidad del sistema de medición es aceptable**

Realizó

\_\_\_\_\_  
SANCHEZ G.

Aprobó

\_\_\_\_\_  
CABRAL L.

A continuación se expone tabla de con los resultados de los estudios de linealidad, para los instrumentos pertenecientes al área de calidad

 <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>		MSA Linealidad							
Línea	Instrumento								
	Número	Familia	Descripción	¿Se evaluó linealidad? <sup>2,3</sup>	Rango bajo	Rango Medio	Rango Alto	Calificación	Observaciones
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm	Si	0-20mm	20-180mm	180-600mm	Aceptado	
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL	No				-	
	44	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE (6N.m / div. 0.1 N.m)	No				-	
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm	No				-	
	90	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-80 Nm	No				-	
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm	Si	0-200mm	200-600mm	600-1000mm	Aceptado	
	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm	Si	0-20mm	20-180mm	180-300mm	Aceptado	
Laboratorio	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm	Si	0-20mm	20-180mm	180-600	Aceptado Condicional	Equipo no apto para medidas entre 0-20 mm
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm	Si	0-10mm	10-25mm		Aceptado	
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm	No				Aceptado	
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm	No				Aceptado	
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm	No				Aceptado	
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm	No				Aceptado	
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm	No				Aceptado	
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm	No				Aceptado	
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm	No				Aceptado	
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm	No				Aceptado	
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm	No				Aceptado	
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm	No				Aceptado	
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0- 25mm	Si	0-10mm	10-25mm		Aceptado	
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm	Si	25-50mm			Aceptado	
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm	Si	50-75mm			Aceptado	
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm	Si	75-100mm			Aceptado	
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm	Si	100-125mm			Aceptado	
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm	Si	125-150mm			Aceptado	
	28	Comparador	COMPARADOR ( 0-10 mm )	No				Aceptado	
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Si	0-20mm	20-120mm	0-180mm	Aceptado	
	665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm	Si	0-10mm	10-25mm		Aceptado	
	732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL	No				Aceptado	
	864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Si	0-20mm	20-120mm	0-200mm	Aceptado	
	Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	Si	0-20mm	20-100mm	0-150mm	Aceptado
7		Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm	Si	0-10mm	10-25mm		Linealidad No Ok	Equipo puesto en observación
113		Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	Si	0-20mm	20-90mm	90-150	Linealidad No Ok	Equipo puesto en observación
123		Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Si	0-20mm	20-100mm	100-200mm	Linealidad No Ok	Equipo puesto en observación
	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Si	0-20mm	20-120mm	120-200mm	Aceptado	

Tabla 9 MSA Linealidad. Elaboración propia.

#### 4.5.4.3.3 Resultados de estudios de linealidad

Los sistema de medición que tiene un problema de linealidad, necesitan ser recalibrado para alcanzar el sesgo cero mediante la modificación del hardware, software o ambos.

**Quality Point:** El calibre nº 5 dio con linealidad No ok para rango de trabajo 0-20mm. Pero los restantes estudios dieron Ok. Si bien dicho calibre es utilizado para rangos de mediciones altas, como acción preventiva se colocó etiqueta de “instrumento de uso condicionado” advirtiendo esta particularidad.

**Aceptación:** Los calibres vernier nº 113, nº 125 y el micrómetro nº 7 no poseían linealidad aceptable. Se procedió a separarlos, para su re calibración y ajuste

#### 4.5.5 Comprobación de la Precisión: Estudio R&R

El estudio de R&R proporciona un estimado de la repetibilidad y reproducibilidad para un sistema de medición. A continuación se detallara como calcular y analizar estas variabilidades a través del estudio R&R por el Método de promedio y rango. Si el resultado de este estudio es positivo, entonces se puede afirmar que el equipo de medida chequeado es suficientemente preciso

A los instrumentos anteriormente mencionados, con linealidad No OK, no fue posibles realizarles estudio R&R En base a los resultados del estudio de precisión, y a lo dispuesto en la tabla 9, se realizaron estudios R&R solamente a calibres vernier.

##### 4.5.5.1 Patrón utilizado

Se determinó a juicio de ingeniería que el patrón utilizado para estos estudios, fueran las piezas de producción del área poleas.. Se tomó la decisión debido a que resultada más ágil realizar las mediciones trabajando con estas piezas, teniendo en cuenta que el método seleccionado para realizar el estudio de R&R no toma en consideración la variación de las partes. Las misma fueron numeradas y marcada la zona en donde debía realizarse la medición



Fotografías de Pieza patrón Polea. Elaboración propia

#### 4.5.5.2 Lineamientos del estudio

Todas las fórmulas matemáticas que a continuación son expuestas, han sido obtenidas del Manual MSA

El procedimiento detallado para el Método de promedio y rango es:

- 1) Obtener una muestra de  $n > 5$  partes que representen la distancia actual o esperada de variación del proceso.
- 2) Referirse a los evaluadores como A, B, C, etc. y numerar las partes del 1 a n así los números no son visibles para el evaluador.
- 3) Permitir al evaluador A medir las n partes al azar e ingresar los resultados en la fila 1.
- 4) Permitir que el evaluador B y C medir las mismas n partes sin ver las mediciones de los otros, ingrese los resultados en las filas 6 y 11 respectivamente.
- 5) Repetir el ciclo 2 veces más utilizando un orden al azar diferente de mediciones. Registre los datos en la fila apropiada. Un método alternativo puede ser utilizado si los evaluadores están en diferentes turnos. Permitir medir al evaluador A todas las 10 partes y registre las lecturas en la fila 1. Que el evaluador A repita la lectura en un orden diferente e ingrese los resultados en las filas 2 y 3. Hacer lo mismo con el evaluador B y C.

El procedimiento para hacer los cálculos después de que los datos han sido recolectados es el siguiente:

- 1) Restar la lectura más pequeña de la más grande en las filas 1, 2 y 3; ingresar el resultado en la fila 5 ("Rango"). Hacer lo mismo para las filas 6, 7 y 8; y 11, 12 y 13 e ingresar los resultados en las filas 10 y 15 respectivamente.
- 2) Las entradas en las filas de rango 5, 10 y 15 son campos y siempre serán valores positivos.
- 3) Sume Total de la fila 5 y divida el total por el número de partes muestreadas para obtener el promedio para las primeras pruebas del evaluador  $R_a$ . Hacer lo mismo para las filas 10 y 15 para obtener  $R_b$  y  $R_c$
- 4) Transferir los promedios de las filas 5, 10 y 15 ( $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$ ) a la fila 17. Juntarlos y dividirlos por el número de evaluadores e ingresar el resultado R (promedio de todos los campos)

- 5) Ingresar R (valor promedio) en filas 19 y multiplique por D4 para obtener el límite de control superior. El valor del límite de control superior (UCLR) de los campos individuales es ingresado a la fila 19.
- 6) Repetir cualquier lectura que produzca un rango mayor que el UCLR calculado, utilizando el mismo evaluador y parte como se utilizó originalmente, o descartar esos valores y re-promedie y el valor limitante UCLR basado en el tamaño de muestra revisada,
- 7) Sumar las filas (fila 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 12 y 13). Dividir la suma en cada fila por el número de partes muestreadas e ingresar esos valores en la columna de la derecha llamada "promedio"
- 8) Agregar los promedios en las filas 1, 2 y 3 y dividir el total por el número de pruebas e ingresar el valor en la fila 4 en el bloque a Xa . Repetir esta operación para las filas 6, 7 y 8; 11, 12 y 13 e ingrese los resultados en los bloque para Xb y Xc en las filas 9 y 14 respectivamente
- 9) Ingresar los promedios máximos y mínimos de las filas 4, 9 y 14 en el espacio apropiado en la fila 18 y determine las diferencias. Ingrese la diferencia en el espacio etiquetado:  $X_{DIFF}$  en la fila 18
- 10) Sumar las mediciones para cada prueba, para cada parte y divida el total por el número de mediciones (número de pruebas número de veces de evaluadores). Ingrese los resultados en la fila 16 en los espacios proporcionados para el promedio de parte.
- 11) Restar el promedio más pequeño de parte del promedio más alto de parte e ingrese el resultado en el espacio etiquetado Rp en la fila 16. Rp es el campo de promedios de parte
- 12) Transferir los valores calculados de R,  $X_{DIFF}$  y Rp en los espacios vacíos proporcionados en el lado del reporte.
- 13) Realizar los cálculos bajo la columna titulada "Análisis evaluaciones unitarias" del lado izquierdo del formato
- 14) Realizar los cálculos bajo la columna titulada "% variaciones totales" del lado derecho del formato
- 15) Verificar los resultados para asegurarse de no haber cometido errores.

### **Análisis de resultados numérico**

Los formatos de hoja y reporte de recolección de datos de la repetibilidad y reproducibilidad de gages, ofrecen un método para el análisis numérico de los datos de un estudio .El

análisis estimará la variación y porcentaje de variación del proceso para el sistema de medición total y sus componentes de repetibilidad, reproducibilidad y variación de parte. En el lado izquierdo, del formato “Análisis de las unidades de Medición” se calcula la desviación estándar para cada componente de variación. La repetibilidad o variación de equipo (EV) es determinada multiplicando el campo promedio ( $\bar{R}$ ) por una constante (k1). k1 dependiendo del número de pruebas utilizadas en el estudio de calibre es igual a la inversa de  $d^* 2$  es dependiente del número de evaluadores (m) y  $g=1$ .

Desde que la variación del evaluador está contaminada por la variación en el equipo, debe ser ajustada mediante la sustracción de una fracción de la variación del equipo. La variación del evaluador (AV) es calculada por:

$$AV = \sqrt{\left(\bar{X}_{DIFF} \times K_2\right)^2 - \frac{(EV)^2}{nr}}$$

donde n = número de partes y r = número de pruebas

La variación del sistema de medición para la repetibilidad y reproducibilidad (GRR) es calculada al añadir el cuadrado de la variación del equipo y el cuadrado de la variación del evaluador, y tomando la raíz cuadrada de la siguiente manera:

$$GRR = \sqrt{(EV)^2 + (AV)^2}$$

La variación de la parte (PV) se determina al multiplicar el rango de los promedios de parte (Rp) por una constante (K3). (K3) depende del número de partes utilizadas en el estudio de medida y es el inverso de  $d^*2$  que se obtiene del apéndice C.  $d^* 2$  es dependiente del número de partes (m) y (g). En esta situación  $g = 1$  pues es sólo una medida de cálculo. Calcular la variación total (TV):

La variación total (TV) es la combinación entre la variación del proceso (PV) y la variación del sistema de medición (GRR)

$$TV = \sqrt{(GRR^2 + PV^2)}$$

Una vez que la variabilidad para cada factor en el estudio de calibre es determinado, puede ser comparada a la variación total (TV). Este se cumple al realizar los cálculos al lado

derecho del reporte de medida de la figura de bajo “% Variación total”. El porcentaje de consumo de la variación del equipo (%EV) de la variación total es calculado por  $100[EV/TV]$ .

Los porcentajes de los otros factores de consumo de la variación total pueden ser calculados igualmente como sigue:

$$\begin{aligned} \%AV &= 100 [AV/TV] \\ \%RRG &= 100 [RRG/TV] \\ \%PV &= 100 [PV/TV] \end{aligned}$$

La suma de los porcentajes consumidos por cada factor no serán igual al 100%

El resultado de esta variación total de porcentaje necesita ser evaluado para determinar si el sistema de medición es aceptable para esta aplicación.

El paso final en el análisis numérico es determinar el número de distintas categorías que pueden ser distinguidas por el sistema de medición. Este es el número de los intervalos de confianza no traslapados en un 97%, los cuales se extienden en la variación esperada del producto

$$ndc = 1.41 \left( \frac{PV}{RRG} \right)$$

#### **4.5.5.3. Muestra de estudio de R&R**

A continuación se expondrá estudio R&R realizado al instrumento Calibre Vernier N° 124. Para la realización del estudio fueron usados 10 patrones diferentes (n=10). Los mismos fueron identificados para asegurar que se está trabajando sobre las mismas piezas, sobre la misma zona, fueron medidos 3 veces cada uno (r=3) y por 3 operarios distintos (r=3)

Método de Promedios (X) y Rangos (R)

Sector: Calidad Aceptación  
Pieza: Poleas  
Especificación:  
Evaluador A: Luis Cabral  
Evaluador B: Renzo Di Pascuantoni  
Evaluador C: Sanchez Gonzalo

Fecha: 18-4-2015  
Instrumento Tipo: Calibre Vernier  
Nº Instrumento: 124,00  
Apreciación: 0,01  
Observaciones:

Cantidad de muestras	<b>10</b>	Número de Evaluadores	<b>3</b>	Número de Pruebas	<b>3</b>
----------------------	-----------	-----------------------	----------	-------------------	----------

Evaluador	Prueba	Muestras										Promedios	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>
A	1	7,129	7,127	7,117	7,137	7,136	7,063	7,129	7,130	7,132	7,051	7,1151	
	2	7,127	7,118	7,116	7,130	7,141	7,070	7,123	7,133	7,128	7,058	7,1144	
	3	7,128	7,124	7,114	7,136	7,133	7,067	7,123	7,133	7,135	7,058	7,1151	
	Promedio	7,128	7,123	7,116	7,134	7,137	7,067	7,125	7,132	7,132	7,056	X <sub>s</sub>	7,1149
	Rango	0,002	0,009	0,003	0,007	0,008	0,007	0,006	0,003	0,007	0,007	R <sub>s</sub>	0,0059
B	1	7,118	7,124	7,132	7,136	7,129	7,067	7,127	7,138	7,132	7,055	7,1158	
	2	7,119	7,116	7,128	7,131	7,128	7,069	7,131	7,138	7,133	7,051	7,1144	
	3	7,115	7,120	7,127	7,138	7,122	7,064	7,129	7,133	7,135	7,051	7,1134	
	Promedio	7,117	7,120	7,129	7,135	7,126	7,067	7,129	7,136	7,133	7,052	X <sub>s</sub>	7,1145
	Rango	0,004	0,008	0,005	0,007	0,007	0,005	0,004	0,005	0,003	0,004	R <sub>s</sub>	0,0052
C	1	7,116	7,151	7,139	7,126	7,128	7,068	7,130	7,106	7,113	7,138	7,1215	
	2	7,110	7,150	7,132	7,132	7,129	7,068	7,127	7,108	7,105	7,144	7,1205	
	3	7,110	7,158	7,134	7,134	7,122	7,062	7,128	7,118	7,116	7,129	7,1211	
	Promedio	7,112	7,153	7,135	7,131	7,126	7,066	7,128	7,111	7,111	7,137	X <sub>s</sub>	7,1210
	Rango	0,006	0,008	0,007	0,008	0,007	0,006	0,003	0,012	0,011	0,015	R <sub>s</sub>	0,0083
Promedio de Parte	7,119	7,132	7,127	7,133	7,130	7,066	7,127	7,126	7,125	7,082	X	7,1168	
											Rp	0,0669	
											R	0,0065	
											X <sub>DIFF</sub>	0,0065	
											UCL <sub>R</sub>	0,0167	

\*D<sub>t</sub> = 3,27 para 2 pruebas y 2,58 para 3 pruebas.

Análisis de evaluaciones unitarias		% de Variaciones totales									
<b>Repetibilidad - Equipment Variation (EV)</b> $EV = R \times K_1$ EV = <input type="text" value="0,0038"/>		Pruebas    K1 <input type="text" value="15"/> <input type="text" value="0,5908"/>	$\%EV = 100(EV/TV)$ <input type="text" value="17,65"/>								
<b>Reproducibilidad - Variación de Estimador (AV)</b> $AV = \sqrt{(X_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/(n \times r))}$ *AV = <input type="text" value="0,0033"/> <small>*Si se calcula un valor negativo bajo el símbolo de la raíz cuadrada, la variación de los evaluadores (AV) es cero por default.</small>		Operarios    K2 <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="0,7071"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="0,5231"/>	$\%AV = 100(AV/TV)$ <input type="text" value="15,37"/>								
<b>Repetibilidad y Reproducibilidad (GRR)</b> $GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ GRR = <input type="text" value="0,0051"/>		Datos    K3 <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="0,7071"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="0,5231"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="0,4467"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="0,403"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="0,3742"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="0,3534"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="0,3375"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="0,249"/> <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="0,3146"/>	$\%GRR = 100(GRR/TV)$ <input type="text" value="23,41"/>								
<b>Variación por Partes (PV)</b> $PV = R_p \times K_3$ PV = <input type="text" value="0,0210"/>			$\%PV = 100(PV/TV)$ <input type="text" value="97,22"/>								
<b>Variación Total (TV)</b> $TV = \sqrt{(GRR^2 + PV^2)}$ TV = <input type="text" value="0,0216"/>			$Ndc = 1,41(PV/GRR)$ <input type="text" value="5,856"/> <small>*Ndc debería ser mayor ó igual a 5.</small>								
Resultado del estudio											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Criterios de aceptación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GRR &lt;10%</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>GRR 10%-30%</td> <td>Aceptable</td> </tr> <tr> <td>GRR &gt;30%</td> <td>Rechazado</td> </tr> </tbody> </table>		Criterios de aceptación		GRR <10%	Muy Bueno	GRR 10%-30%	Aceptable	GRR >30%	Rechazado	Resultado %GRR = <input type="text" value="23,41"/>	Conclusión = <input type="text" value="ACEPTABLE"/>
Criterios de aceptación											
GRR <10%	Muy Bueno										
GRR 10%-30%	Aceptable										
GRR >30%	Rechazado										
Realizó _____ L. CABRAL	Fecha _____	Aprobó _____ G. ICART	Fecha _____								

Elaboración propia. Propiedad de Denso Manufacturing S.A

A continuación se expone tabla con los resultados de los estudios de R&R, para los instrumentos pertenecientes al área de calidad.

 DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD LABORATORIO		MSA R&R				
Linea	Instrumento					
	Número	Familia	Descripción	¿Se evaluó R&R?	Calificación	Observaciones
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm	si	Aceptado	
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL	No	-	Esperando comprobacion de exactitud
	44	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE (6N.m / div. 0.1 N.m)	No	-	No existe influencia del operario
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm	No	-	No existe influencia del operario
	90	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-80 Nm	No	-	No existe influencia del operario
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm	SI	Aceptado	
Laboratorio	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm	SI	Aceptado	
	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm	No	-	Instrumento No exacto
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm	No	-	No existe influencia del operario
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm	No	-	No existe influencia del operario
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm	No	-	No existe influencia del operario
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm	No	-	No existe influencia del operario
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm	No	-	No existe influencia del operario
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm	No	-	No existe influencia del operario
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm	No	-	No existe influencia del operario
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm	No	-	No existe influencia del operario
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm	No	-	No existe influencia del operario
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm	No	-	No existe influencia del operario
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm	No	-	No existe influencia del operario
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0-25mm	No	-	No existe influencia del operario
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm	No	-	No existe influencia del operario
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm	No	-	No existe influencia del operario
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm	No	-	No existe influencia del operario
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm	No	-	No existe influencia del operario
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm	No	-	No existe influencia del operario
	28	Comparador	COMPARADOR ( 0-10 mm )	No	-	Esperando comprobacion de exactitud
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Aceptado	
	665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm	SI	Aceptado	
	732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL	No	-	Esperando comprobacion de exactitud
	864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Aceptado	
Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	SI	Aceptado	
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm	No	-	Instrumento No exacto
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	No	-	Instrumento No exacto
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	No	-	Instrumento No exacto
	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	SI	Aceptado	

Tabla 10 MSA R&R. Elaboración propia

#### 4.5.5.4 Resultado de estudios R&R:

En total fueron realizados 8 estudios de R&R, todos a calibres vernieres. 5 de ellos con resultado de GRR menor al 10% (Muy bueno) y 3 de con resultado Aceptable.

#### 4.5.5 Tabla de resultados

De los 35 instrumentos inventariados, fueron evaluados 29. Se realizaron 29 estudios para determinar la exactitud y 8 para determinar la precisión. Los resultados obtenidos fueron entregados al encargo del área de metrología para que esté tomara la acciones necesarias.

Se presenta a continuación la tabla con los resultados de las evaluaciones de exactitud y precisión.

<b>DENSO</b> <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA  DEPARTAMENTO DE CALIDAD  LABORATORIO</small>		Resultado			
Línea	Instrumento				
	Número	Familia	Descripción	Calificación	Observaciones
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm	Aceptado	-
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL	-	Faltan patrones para realizar los estudios
	44	Torquímetro	MEDDOR DE TORQUE (6N.m / div. 0.1 N.m)	-	Faltan patrones para realizar los estudios
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm	-	Faltan patrones para realizar los estudios
	90	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-80 Nm	-	Faltan patrones para realizar los estudios
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm	Aceptado	
	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm	Aceptado	
Laboratorio	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm	Aceptado	Aprobado condicionalmente
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm	Aceptado	Instrumento exacto
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm	Aceptado	Instrumento exacto
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm	Aceptado	Instrumento exacto
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm	Aceptado	Instrumento exacto
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm	Aceptado	Instrumento exacto
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm	Aceptado	Instrumento exacto
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm	Aceptado	Instrumento exacto
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm	Aceptado	Instrumento exacto
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm	Aceptado	Instrumento exacto
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm	Aceptado	Instrumento exacto
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm	Aceptado	Instrumento exacto
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0- 25mm	Aceptado	Instrumento exacto
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm	Aceptado	Instrumento exacto
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm	Aceptado	Instrumento exacto
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm	Aceptado	Instrumento exacto
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm	Aceptado	Instrumento exacto
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm	Aceptado	Instrumento exacto
	28	Comparador	COMPARADOR ( 0-10 mm )	-	Faltan patrones para realizar los estudios
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Aprobado	
665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm	Aprobado		
732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL	-	Faltan patrones para realizar los estudios	
864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Aprobado		
Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	Aprobado	
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm	No aprobado	Instrumento No exacto
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm	No aprobado	Instrumento No exacto
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	No aprobado	Instrumento No exacto
	124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Aceptado	

Tabla 11 Resultados. Elaboración propia.

## 4.6 Pronóstico

Para cada instrumento evaluado fue realizada una ficha del mismo, la cual consta de la caratula de presentación y los estudios realizados. Esta información se encuentra registrada en formato papel, impresas y archivadas en una carpeta especial y firmada por los responsables y en formato virtual, hipervinculada en el archivo “Plan MSA”, que a continuación se expondrá.

Junto con las planillas fueron descriptos en el documento, “Procedimientos generales para estudios MSA” para que otras personas puedan continuar con los estudios.

Con el plan de acción y el comienzo de la implementación del área piloto, se busca demostrar el compromiso de la empresa por cumplir con el punto 7.6.1 de la norma y también evaluar su sistema de medición para garantizar la calidad de sus productos

A continuación se expone tabla de procedimientos general y en forma de ejemplo, la ficha del instrumento N°125 perteneciente al Laboratorio de Calidad, que se encuentra hipervinculada en el documento “Planificación MSA” en donde se presentan: la caratula del instrumentos, el estudios de sesgo, el estudio de linealidad, en rango bajo, medio y alto, y el estudio R&R.

 <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>		Procedimientos generales para estudios MSA
Sesgo	1°	Medir la muestra al menos 10 veces ( $n \geq 10$ , se recomienda 15 mediciones)
	2°	Anotar cada lectura y luego calcular el promedio de las lecturas
	3°	Determinar el sesgo para cada lectura (sesgo = $X_i$ - valor de referencia)
	4°	Calcular el promedio de los sesgos para las lecturas
	5°	El sesgo es aceptado cuando: EL valor cero cae dentro de los intervalos de confianza ( $1 - \alpha$ )
Linealidad	1°	Seleccionar $g > 5$ partes cuyas mediciones, debido a la variación del proceso, cubren el rango de operaciones del gage.
	2°	Obtener el valor de referencia
	3°	Medir cada parte $m \geq 10$ veces sobre el gage en cuestión por uno de los operadores, quien normalmente use el gage mismo. (Seleccionar las partes al azar para minimizar algún sesgo del evaluador en las mediciones)
	4°	Calcular el sesgo de la parte para cada medición y el promedio de sesgo para cada parte (sesgo = $Y_{ij} - X_{ij}$ - valor de referencia)
	5°	Graficar los valores individuales de sesgo y los sesgos promedios de los sesgos con respecto a los valores de referencia sobre una grafica lineal
	6°	Calcular y graficar la mejor línea ajustada y la banda de confiabilidad
	7°	Determinar si la repetibilidad es aceptable ( $\sigma_r$ ) calculando la variación de repetibilidad (%EV). Si existe un estudio de GRR validado se debe tomar de ese estudio la desviación estandar de la repetibilidad (EV)
	8°	Graficar la línea de "sesgo = 0" y revisar la gráfica por aindicaciones de causas especiales y aceptación de la linealidad. Para que la linealidad sea aceptable, la línea de "sesgo = 0" debe extenderse totalmente dentro de las bandas de confiabilidad de la línea ajustada
	9°	Una vez realizado el análisis gráfico, se procede a corroborar las hipótesis, para determinar si el sistema de medición es aceptable
Estabilidad	1°	Obtener muestra patrón. No es necesario determinar para este estudio el VALOR DE REFERENCIA.
	2°	Sobre una base periódica (semanal, diaria) medir la muestra master de 3 a 5 veces. El tamaño de la muestra y frecuencia debieran basarse en el conocimiento del sistema de medición. Las lecturas necesitan tomarse en diferentes tiempos para representar cuando el sistema de medición está realmente siendo usado.
	3°	Graficar los datos en un gráfica de control X & R bajo el orden de tiempo
	4°	Establecer límites de control y evaluar condiciones fuera de control o inestables usando el análisis estándar de gráficas de control.
R&R Variable	1°	$k = n^*$ de evaluadores ( $k \geq 2$ ); $n = n^*$ de evaluadores ( $n \geq 5$ ); $r = n^*$ de repeticiones por evaluador ( $r \geq 2$ ) $K \times n \times r \geq 30$
	2°	Los evaluadores escogidos deber ser seleccionados de aquellos que normalmente operen el instrumento. Seleccionar muestras a lo largo de todo el rango de producción, las muestras pueden ser seleccionadas tomando una muestra por día por varios días. Identificar individualmente a cada una de las muestras, de manera tal que la no sean visibles por el evaluador
	3°	Se procede a realizar la medición de las piezas y completar la hoja de recolección de datos.
	4°	Determine las estadísticas del estudio R&R reproducibilidad - % R&R Desviaciones estándar de cada uno de los conceptos mencionados - Análisis del porcentaje de tolerancia
	5°	Analice los resultados y determine las acciones a seguir si las hay.
R&R Atributo	1°	Seleccionar $n$ partes (50 piezas), en donde aproximadamente 25% de las partes sobre o cerca del límite inferior (LTI) y 25% de las piezas sobre o cerca del límite superior (LTS).
	2°	Identificar individualmente 1 a $n$ cada una de las muestras
	3°	Elegir 3 operadores dentro de aquellos que normalmente utilizan el instrumento por atributo
	4°	Realizar análisis de las muestras 1 a $n$ por cada evaluador de manera aleatoria, repitiendo el proceso 3 veces y registrar.
	5°	Volcar los resultados de cada comparación en la tabla general.
	6°	En base a la tabla, el equipo debe examinar los datos por pares de evaluadores, contando cuando están en acuerdo y cuando están en desacuerdo para cada evaluación.
	7°	Estimar la distribución esperada de los datos: ¿Cuál es la probabilidad de que un par de evaluadores estarán de acuerdo o en desacuerdo en una observación puramente por casualidad?
	8°	Determinar el grado de acuerdo del equipo usando el método "Kappa (de Cohen's)"; mide el acuerdo entre la evaluación de dos operadores cuando ambos evalúan el mismo objeto.
	9°	Se procede a desarrollar un nuevo grupo de tablas cruzadas comparando cada evaluador con los "Valores de Referencia" y se calcula la medida "Kappa" para determinar el acuerdo entre los evaluadores con la decisión de referencia.
	10°	Calcular la efectividad del sistema de medición. Evaluar los resultados de Efectividad, Tasa de Falla y Tasa de Falsa Alarma
Estudio de repetibilidad	1°	Selección de objetos de medición ( $n \geq 5$ ) que se distribuyan en la mayor medida posible a la amplitud de tolerancia y determinación del número de mediciones por objeto de medición ( $r \geq 2$ )
	2°	Se enumeran las piezas. Para excluir la influencia del objeto de medición, se marca o documenta la posición de medición
	3°	El operador del instrumento ajusta el dispositivo de medición y determina los valores de medición de los objetos de medición en la secuencia prescrita por la numeración y según la prescripción válida observando la posición de medición.
	4°	En la misma secuencia y según la misma forma de proceder el operador del instrumento determina los valores de las piezas una segunda vez.

*Tabla 12 Procedimientos generales estudios MSA. Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A*

Línea	Instrumento																		
	Número	Familia	Descripción	Fecha Realizado						Estudios	Resultado	Replanificado	Próxima Realización	Calibración			Observaciones		
				2014	2015	2016	2017	2018	2019					2020	Responsable	Frecuencia		Próxima	
Quality Point	6	Calibre Vernier	CAL. TRAZADOR DIG. 0 - 600 mm		feb-15						MSA-006	Aceptado	-	feb-16	INTERNA	ANUAL	may-15	Esperando calibración en mayo, para realizar estudios	
	26	Palpador	PALPADOR HORIZONTAL		feb-15									feb-16	INTERNA	6 MESES	may-15	Esperando calibración en mayo, para realizar estudios	
	44	Torquímetro	MEDIDOR DE TORQUE (6N.m / div. 0.1 N.m)		feb-15						MSA-44	Aceptado	-	feb-16	INTERNA	ANUAL	jun-15	-	
	89	Torquímetro	TORQUIMETRO 0-25 Nm		feb-15						MSA-89	Aceptado	-	feb-16	EXTERNA	3 AÑOS	may-16	Se debe modificar fecha de calibración	
	633	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-1000 mm		feb-15						MSA-633	Aceptado	-	feb-16	INTERNA	ANUAL	dic-15		
	865	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-300 mm		feb-15						MSA-865	Aceptado	-	feb-16	INTERNA	ANUAL	oct-15		
Laboratorio	5	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-600 mm		abr-15						MSA-005	Aceptado	-	mar-16	INTERNA	ANUAL	may-15		
	8	Micrómetro	MICRÓMETRO ESP. EXT. 0-25mm		abr-15						MSA-008	Aceptado	-	mar-17	INTERNA	3 AÑOS	may-17		
	9	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 6-8mm		abr-15						MSA-009	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	10	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 8-10mm		abr-15						MSA-010	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	11	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 10 -12.5mm		abr-15						MSA-011	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	12	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 12.5 -16mm		abr-15						MSA-012	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	13	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 16-20mm		abr-15						MSA-013	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	14	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 20-25mm		abr-15						MSA-014	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	15	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 25 -35mm		abr-15						MSA-015	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	16	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 35 -50mm		abr-15						MSA-016	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	17	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 50-75mm		abr-15						MSA-017	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	18	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA INTERIORES 75-100mm		abr-15						MSA-018	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	19	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 0- 25mm		abr-15						MSA-019	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	20	Micrómetro	MICRÓMETRO PARA EXTERIORES 25-50mm		abr-15						MSA-020	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	21	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 50-75 mm		abr-15						MSA-021	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	22	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 75-100 mm		abr-15						MSA-022	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	23	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 100-125 mm		abr-15						MSA-023	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	24	Micrómetro	MICRÓMETRO para EXTERIORES 125-150 mm		abr-15						MSA-024	Aceptado	-	abr-17	INTERNA	3 AÑOS	abr-18		
	28	Comparador	COMPARADOR ( 0-10 mm )		mar-15									feb-16	INTERNA	3 AÑOS	abr-18	No hay patrón de referencia	
	125	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15							MSA-125	Acetado		mar-16	INTERNA	ANUAL	may-15	
	665	Micrómetro	MICROMETRO DIGITAL 0-25 mm		mar-15							MSA-665	Aceptado	-	mar-16	INTERNA	ANUAL	sep-15	
	732	Palpador	RELOJ PALPADOR CENTESIMAL		mar-15									feb-16	INTERNA	ANUAL	mar-16	No hay patrón de referencia	
864	Calibre vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15							MSA-864	Aceptado	-	mar-16	INTERNA	ANUAL	oct-15		
Aceptacion	2	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm		mar-15						MSA-002	Aceptado	-	feb-16	INTERNA	ANUAL	oct-15		
	7	Micrómetro	MICRÓMETRO DIG. EXT. 0 - 25mm		mar-15						MSA-007	En observación		mar-16	INTERNA	ANUAL	jun-15	Será calibrado y analizado nuevamente (23-04-15)	
	113	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-150 mm		mar-15						MSA-113	En observación		feb-16	INTERNA	ANUAL	may-15	Será calibrado y analizado nuevamente (23-04-15)	
	123	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15						MSA-123	En observación		mar-16	INTERNA	ANUAL	oct-15	Será calibrado y analizado nuevamente (23-04-15)	
124	Calibre Vernier	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm		mar-15						MSA-124	Aceptado	-	mar-16	INTERNA	ANUAL	may-15			

Tabla 12 Planeamiento MSA Area Calidad. Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacutiring S.A



## Estudio de sesgo instrumento N°125

 DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD		ESTUDIO DE SESGO									
Instrumento:	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm	Nro:	125	Fecha:	13/11/2014						
<table border="1"> <tr> <td>Tamaño de la muestra:</td> <td>15,000</td> </tr> <tr> <td>N° de Evaluadores</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>Apreciación del instrumento</td> <td>0,010</td> </tr> </table>		Tamaño de la muestra:	15,000	N° de Evaluadores	1,000	Apreciación del instrumento	0,010				
Tamaño de la muestra:	15,000										
N° de Evaluadores	1,000										
Apreciación del instrumento	0,010										
Operador:											
Valor de Referencia:	21,45										
Muestra	Medicion	Sesgo (Xi - VR)	<b>Analisis del Sesgo</b>								
1	21,45	0,000	Promedio Simple de las mediciones = $X_s$		21,451						
2	21,44	-0,010	Sesgo Promedio = $X_b$		0,001						
3	21,44	-0,010	Desviacion estandar de repetibilidad = $\sigma_r$		0,0070						
4	21,45	0,000	Valor Estadistico = $t_{bias}$		0,0018						
5	21,45	0,000	Grados de Libertad (gl)		14						
6	21,45	0,000	Valor t significativo ( $\alpha=0,05$ ; 95%)		2,145						
7	21,45	0,000	95% Int. De conf. Del limite de sesgo infr. = $X_b - Valor$ $T sig \times \sigma_b$		-0,003						
8	21,47	0,020									
9	21,45	0,000	95% Int. De conf. Del limite de sesgo Sup. = $X_b -$ $Valor T sig \times \sigma_b$		0,005						
10	21,45	0,000	<b>OK</b>								
11	21,45	0,00									
12	21,46	0,01									
13	21,45	0,00									
14	21,45	0,00									
15	21,45	0,00									
Promedio	21,45066667	0,0007									
Realizó		Aprobó									
_____		_____									
SANCHEZ G.		L. CABRAL									
_____		_____									
Fecha		Fecha									

Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A

# Estudio de Linealidad Rango Bajo instrumento N° 125

<b>DENSO</b> <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>		<b>ESTUDIO DE LINEALIDAD</b>								
Instrumento:	CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm				Nro:	125	Fecha:	13-11-14		
Característica a medir	5,000									
Tamaño de la muestra	10,000									
N° de mediciones	5,000									
Valores de referencia	1		2		3		4		5	
	1,030		6,500		9,000		15,000		19,000	
Muestra	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)
1	1,030	0	6,500	0	9,020	0,02	15,050	0,05	19,010	0,01
2	1,030	0	6,490	-0,01	9,000	0	15,010	0,01	19,000	0
3	1,030	0	6,500	0	9,000	0	15,020	0,02	19,000	0
4	1,050	0,02	6,500	0	9,000	0	15,000	0	19,000	0
5	1,030	0	6,500	0	9,000	0	15,000	0	19,010	0,01
6	1,030	0	6,500	0	9,000	0	15,000	0	19,000	0
7	1,020	-0,01	6,500	0	8,970	-0,03	15,000	0	19,010	0,01
8	1,030	0	6,500	0	9,000	0	15,000	0	19,000	0
9	1,040	0,01	6,500	0	8,980	-0,02	15,000	0	19,000	0
10	1,030	0	6,500	0	8,980	-0,02	15,000	0	19,000	0
11										
12										
13										
14										
15										
<b>Promedio</b>	1,0320	0,0020	6,4990	-0,0010	8,9950	-0,0050	15,0080	0,0080	19,0030	0,0030

a =	0,00028422
b =	-0,0015
s =	0,0110

PARA QUE LA LINEALIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION SEA ACEPTABLE(OK), LA LÍNEA DE SESGO=0 DEBERÁ ENCONTRARSE ENTRE LOS LIMITES DE CONFIANZA

Instrumento: CALIBRE VERNIER DIG 0-200 mm Nro: 125 Fecha: 13-11-14

### Análisis de los resultados numéricos

El análisis gráfico indica que la linealidad del sistema de medición puede ser aceptable entonces la siguiente hipótesis debería ser verdad:

 $H_0 : a=0$  Pendiente = 0

$$|t| = \frac{|a|}{\sqrt{\frac{s}{\sum(X_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{gn-2; 1-\alpha/2}$$

 $H_0 : b=0$  Ordenada (Sesgo) = 0

$$|t| = \frac{|b|}{\sqrt{\frac{1}{gn} + \frac{\bar{x}^2}{\sum(X_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{gn-2; 1-\alpha/2}$$

$ t  = 1,4160 \leq 2,0106$	<b>OK</b>	$ t  = 0,5755 \leq 2,0106$	<b>OK</b>
Si esta hipótesis es cierta, entonces sistema de medición tiene el mismo sesgo para todos los valores de referencia		Si esta hipótesis es cierta, entonces el sistema de medición tiene un sesgo=0	

Conclusión:

**La linealidad del sistema de medición es aceptable**

Realizó

\_\_\_\_\_  
SANCHEZ G.

Aprobó

\_\_\_\_\_  
CABRAL L.*Elaboración propia, propiedad de Denso Manufacturing S.A*

# Estudio de Linealidad Rango Medio Instrumento N° 125



DENSO MANUFACTURING ARGENTINA  
DEPARTAMENTO DE CALIDAD

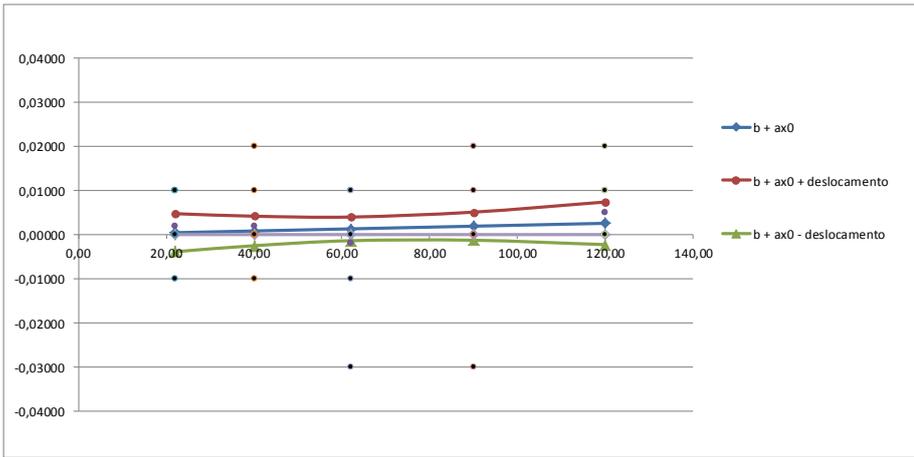
## ESTUDIO DE LINEALIDAD

Instrumento:	Calibre vernier digital (0-200mm)	Nro:	125	Fecha:	12-03-15
--------------	-----------------------------------	------	-----	--------	----------

Característica a medir	5,000
Tamaño de la muestra	10,000
N° de mediciones	5,000

Valores de referencia	1		2		3		4		5	
	22,000		40,000		62,000		90,000		120,000	
Muestra	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)								
1	22,000	0	40,000	0	62,000	0	90,020	0,02	120,020	0,02
2	22,010	0,01	39,990	-0,01	62,000	0	90,000	0	120,000	0
3	22,010	0,01	40,000	0	62,000	0	90,000	0	120,000	0
4	22,010	0,01	40,000	0	62,010	0,01	90,000	0	120,000	0
5	22,000	0	40,000	0	62,000	0	90,000	0	120,010	0,01
6	22,000	0	40,020	0,02	62,000	0	90,000	0	120,000	0
7	22,000	0	40,000	0	61,970	-0,03	89,970	-0,03	120,010	0,01
8	22,000	0	40,010	0,01	61,990	-0,01	90,000	0	120,000	0
9	21,990	-0,01	40,000	0	62,010	0,01	90,010	0,01	120,010	0,01
10	22,000	0	40,000	0	62,000	0	90,000	0	120,000	0
11										
12										
13										
14										
15										
<b>Promedio</b>	22,0020	0,0020	40,0020	0,0020	61,9980	-0,0020	90,0000	0,0000	120,0050	0,0050

a =	0,00002164
b =	0,0000
s =	0,0093



PARA QUE LA LINEALIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION SEA ACEPTABLE(OK), LA LÍNEA DE SESGO=0 DEBERÁ ENCONTRARSE ENTRE LOS LIMITES DE CONFIANZA

Instrumento: Calibre vernier digital (0-200mm) Nro: 125 Fecha: 12-03-15

### Análisis de los resultados numéricos

El análisis gráfico indica que la linealidad del sistema de medición puede ser aceptable entonces la siguiente hipótesis debiera ser verdad:

$H_0 : a=0$  Pendiente = 0

$$|t| = \frac{|a|}{\sqrt{\frac{s}{\sum (X_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{gn-2; 1-\alpha/2}$$

$H_0 : b=0$  Ordenada (Sesgo) = 0

$$|t| = \frac{|b|}{\sqrt{\frac{1}{g.n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum (X_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{gn-2; 1-\alpha/2}$$

$ t  = 0,7549 \leq 2,0106$	<b>OK</b>	$ t  = 0,0196 \leq 2,0106$	<b>OK</b>
Si esta hipótesis es cierta, entonces sistema de medición tiene el mismo sesgo para todos los valores de referencia		Si esta hipótesis es cierta, entonces el sistema de medición tiene un sesgo=0	

Conclusión: **La linealidad del sistema de medición es aceptable**

Realizó

\_\_\_\_\_  
SANCHEZ G.

Aprobó

\_\_\_\_\_  
CABRAL L.

# Planilla Linealidad Rango Alto instrumento Nº125

<b>DENSO</b> DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD			<b>ESTUDIO DE LINEALIDAD</b>							
Instrumento:	Calibre vernier digital (0-200mm)				Nro:	125	Fecha:	12-03-15		
Característica a medir	5,000									
Tamaño de la muestra	10,000									
N° de mediciones	5,000									
Valores de referencia	1		2		3		4		5	
	130,000		149,000		162,000		190,000		198,000	
Muestra	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)	Medicion (Xi)	Sesgo (Yi)
1	130,000	0	148,990	-0,01	162,000	0	190,000	0	198,000	0
2	130,000	0	149,000	0	162,000	0	190,000	0	198,020	0,020
3	130,000	0	149,000	0	162,000	0	190,010	0,01	198,000	0
4	130,000	0	149,000	0	162,010	0,01	190,000	0	198,000	0
5	130,000	0	149,000	0	162,000	0	190,000	0	198,000	0
6	130,000	0	149,000	0	162,000	0	190,000	0	198,100	0,1
7	130,000	0	149,000	0	162,000	0	190,000	0	198,000	0
8	130,000	0	149,010	0,01	161,990	-0,01	190,000	0	198,010	0,01
9	129,990	-0,01	149,000	0	162,000	0	190,010	0,01	198,000	0
10	130,000	0	149,010	0,01	162,000	0	190,000	0	198,000	0
11										
12										
13										
14										
15										
<b>Promedio</b>	129,990	-0,0010	149,0010	0,0010	162,0000	0,0000	190,0020	0,0020	198,0130	0,0130
a =	0,00015156									
b =	-0,0221									
s =	0,0145									
<p><b>PARA QUE LA LINEALIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION SEA ACEPTABLE(OK), LA LÍNEA DE SESGO=0 DEBERÁ ENCONTRARSE ENTRE LOS LIMITES DE CONFIANZA</b></p>										

Instrumento: Calibre vernier digital (0-200mm) Nro: 125 Fecha: 12-03-15

### Análisis de los resultados numéricos

El análisis gráfico indica que la linealidad del sistema de medición puede ser aceptable entonces la siguiente hipótesis debería ser verdad:

$H_0 : a=0$  Pendiente = 0

$$|t| = \frac{|a|}{\sqrt{\frac{s}{\sum(x_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{gn-2; 1-\alpha/2}$$

$H_0 : b=0$  Ordenada (Sesgo) = 0

$$|t| = \frac{|b|}{\sqrt{\frac{1}{gn} + \frac{\bar{x}^2}{\sum(x_i - \bar{x})^2}}} \leq t_{gn-2; 1-\alpha/2}$$

$ t  = 1,3310 \leq 2,0106$	<b>OK</b>	$ t  = 1,9160 \leq 2,0106$	<b>OK</b>
Si esta hipótesis es cierta, entonces sistema de medición tiene el mismo sesgo para todos los valores de referencia		Si esta hipótesis es cierta, entonces el sistema de medición tiene un sesgo=0	

Conclusión: **La linealidad del sistema de medición es aceptable**

Realizó

\_\_\_\_\_  
SANCHEZ G.

Aprobó

\_\_\_\_\_  
CABRAL L.

## Conclusiones

EL objetivo general planteado para este proyecto fue:

***“Aplicar la metodología MSA dentro de la empresa DENSO MANUFACTURING y desarrollar la documentación necesaria para cumplir con el requisito de la norma ISO/TS 16949 a través de la implementación en un área piloto”.***

Para poder generar la documentación requerida, se comenzó por la elaboración de un plan de acción para desarrollar en tiempo y forma los estudios correspondientes a cada instrumento. Dado que era la primera vez que se comenzaría a aplicar la herramienta MSA dentro de la empresa en cuestión, fue preciso, en primer lugar, realizar un inventariado para conocer la situación metrológica, categorizar en grupos o familias los instrumentos mencionados en el Plan de control y de esta forma, determinar qué estudios estadísticos se aplicarían. Los estudios estadísticos fueron llevados a cabo en el área piloto de calidad, con la intención de que la implementación se produzca mediante un proceso gradual, permitiendo el estudio de tiempos, formas y metodologías. Finalmente, se realizó una evaluación de los resultados, aprovechando esta instancia para ajustar los aspectos que necesitaban ser refinados para que todos los instrumentos pudiesen cumplir con el punto de la norma 7.6.1. Esto permitió desarrollar y exhibir la documentación pertinente para demostrar el compromiso de la empresa Denso Manufacturing en realizar control sobre sus mediciones y de esta forma revertir el incumplimiento del punto 7.6.1 de la norma ISO/TS 16949. Logrando, de este modo, un avance hacia la búsqueda de la mejora continua de la calidad, al generar beneficios económicos, fiabilidad de los productos para el cliente, reducción de scrap, control sobre los procesos, entre otros.

Concretamente, a través de la implementación del Manual MSA, se pudo detectar que tres de los equipos analizados, utilizados diariamente en el control de la producción, generaban, sin ser percibido hasta el momento, variabilidad en el proceso. En consecuencia, los instrumentos fueron separados y puestos a disposición del encargado del área para que se tomaran las medidas pertinentes.

En conclusión, observo que los análisis estadísticos de los sistemas de medida, aportan procedimientos adecuados tanto para evaluar los sistemas en general, como para identificar las causas de variabilidad sobre las que deberían hacerse ajustes. Es por esto que considero importante, que los resultados sean presentados a toda la empresa, para generar conciencia y enfatizar la importancia de esta herramienta y en base a los resultados expuestos se realice una capacitación al personal correspondiente, para llevar a aplicar dicha herramienta a todas las áreas. También para que en el momento de su

implementación exista la voluntad de trabajo conjunto, de los encargados de realizar los estudios y el personal (administrativo y operativo) del área a ser analizado.

### **Conclusiones de los objetivos específicos.**

- Realizar un estudio profundo sobre los conceptos y técnicas de metrología aplicables: La metodología MSA, trae aparejada conceptos y técnicas estadísticas, que exceden los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería, mas no así, la capacidad para entenderlos. Es por ello que para poder lograr implementar esta metodología, fue preciso el desarrollo de conocimiento, que consistió en la lectura, estudio y comprensión, de los temas tratados en el manual MSA y una capacitación impartida por Ingeniero experto en el tema. Dicho conocimiento desarrollado fue expuesto en el capítulo 4 bajo el título “Consideraciones para la implementación del Manual MSA” En donde fueron expuestos los temas que el autor consideró más importantes para entender el tema a tratar.
- Relevar el parque de equipamiento de medición y Desarrollar un programa para la realización de estudios estadísticos a los instrumentos de medición: Gracias a la información reunida en las diferentes etapas de inventariado, de categorización, asignación estudios y de fijación fechas de ejecución, fue posible la elaboración de un plan de acción. Una conclusión que se obtuvo en este punto fue que se debe cuidar que instrumentos se declararan en un plan de control y hacer un análisis si realmente debe ser incluido, teniendo en cuenta no solo la criticidad de su medición si no también la posibilidad o no de poder efectuar control de sus mediciones. Esto con la finalidad de evitar hacer estudios sin valor agregado.
- Realizar una adaptación del manual MSA para la empresa DENSO Manufacturing, para que otras personas puedan apoyarse en este material y llevar a cabo los estudios: Este objetivo ha sido cumplido ya que fueron desarrolladas las planillas necesarias para efectuar los estudios, en donde se debe ingresar las mediciones efectuadas a los instrumentos y estas procesan la información. También fueron fijados los lineamientos del manual MSA que mejor se adaptaban a los instrumentos de la empresa, estableciendo cantidad de muestras, cantidad de operarios, cantidad de mediciones, de modo tal que las próximas personas que tuvieran la responsabilidad de realiza los estudios estuviesen en condiciones de comenzar a realizar las mediciones.

## **Bibliografía**

- Automotive Industry Action Group (2010). "Measurement System Analysis", 4º edición. Daimler Chrysler Corporation, Ford Motors Company, General Motors Corporation.
- Dr. Primitivo Reyes Aguilar (2009). Análisis de los Sistemas de Medición (MSA)
- International Organization for Standardization (2005), ISO:IEC 17025:2005 "Requerimientos generales para la competencia de laboratorios de ensayos y calibración". Ginebra, Suiza
- International Organization for Standardization (2015) ISO 9001: 2015- Sistema de gestión de la calidad- Requisitos (traducción certificada) Ginebra, Suiza
- JCGM (2008), Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). Traducción al español de la 3ªedición.
- Montgomery, D. (2005). "Introduction to Statistical Quality Control". Editorial Wiley.
- Quaglino, M; Pagura, J.; Dianda;D. Lupachini, E. (2006), Métodos Estadísticos Aplicados para la Mejora de Procesos. Experiencia en una PYME del Gran Rosario. Actas 11º Jornadas de Investigación en la FCEyE.

# Anexo

## Planilla estudio de Repetibilidad

 <small>DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</small>	<b>Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición por Variable</b>																
<b>Método de Promedios (X) y Rangos (R)</b>																	
Sector Pieza Especificación Evaluador A Evaluador B Evaluador C		Fecha Instrumento Tipo Nº Instrumento Apreciación Limite sup. Tol Limite Inf. Tol															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Cantidad de muestras</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">Número de Evaluadores</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">Número de Pruebas</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>			Cantidad de muestras		Número de Evaluadores		Número de Pruebas										
Cantidad de muestras		Número de Evaluadores		Número de Pruebas													
Evaluador	Prueba	Muestras								Promedios							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
A	1																
	2																
	3																
	Promedio											X <sub>̄</sub> =					
	Rango										R <sub>s</sub> =						
Análisis de evaluaciones unitarias						% de Variaciones totales											
Repetibilidad - Equipment Variation (EV) $EV = R \times K_1$ EV = <input style="width: 100px;" type="text"/>						$\%EV = 100(EV/TV)$ %EV = <input style="width: 100px;" type="text"/>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Pruebas</td> <td style="width: 50%;">K1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0,8862</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0,9908</td> </tr> </table>						Pruebas	K1	2	0,8862	3	0,9908						
Pruebas	K1																
2	0,8862																
3	0,9908																
Variación Total (TV) $TV = (LTS - LTI)/6$ TV = <input style="width: 100px;" type="text"/>																	
Resultado del estudio																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Criterios de aceptación</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">GRR &lt;30%</td> <td style="background-color: #90EE90;">Adecuado</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000;">GRR &gt;30%</td> <td style="background-color: #FF0000;">No adecuado</td> </tr> </table>				Criterios de aceptación		GRR <30%	Adecuado	GRR >30%	No adecuado	Resultado %GRR = <input style="width: 100px;" type="text"/>				Conclusión = <input style="width: 100px;" type="text"/>			
Criterios de aceptación																	
GRR <30%	Adecuado																
GRR >30%	No adecuado																
Realizó <input style="width: 100%; border: none; border-bottom: 1px solid black;" type="text"/> L. CABRAL						Aprobó <input style="width: 100%; border: none; border-bottom: 1px solid black;" type="text"/> G. ICART											
Fecha						Fecha											

# Planilla para estudio de Estabilidad

<p style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;">DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</p>	<h2 style="margin: 0;">ESTUDIO DE ESTABILIDAD</h2>																			
Instrumento: _____	Nro: _____	Fecha: _____																		
Supervisor: <span style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span> Valor de referencia del patron: <span style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 100px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>																				
Tamaño de medición: <span style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span> Apreciación del instrumento: <span style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 100px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>																				
Frecuencia de Medición: <span style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>																				
Medición N°	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
Prom. Individual																				
Rango Individual																				

Prom. Individual	
Rango Individual	

$LCS = \bar{X} + (A_2 \times \bar{R})$	
$\bar{X} =$	
$LIS = \bar{X} - (A_2 \times \bar{R})$	

$LCS = \bar{R} \times D_4$	
$\bar{X} =$	
$LIS = \bar{X} - (A_2 \times \bar{R})$	

GRAFICO DE RANGOS

Realizó

\_\_\_\_\_

L. CABRAL

Aprobó

\_\_\_\_\_

G. ICART

Fecha

\_\_\_\_\_

Fecha

\_\_\_\_\_

# Planilla R&R Atributo

 <p style="font-size: small;">DENSO MANUFACTURING ARGENTINA DEPARTAMENTO DE CALIDAD</p>	<b>Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición por Atributo</b>																																																																																																																																																																																																																														
<b>Planilla de Resultados</b>																																																																																																																																																																																																																															
<b>Tabulacion Cruzada</b>																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Concordancia A-B</th> <th colspan="2">Operador B</th> <th>Total</th> <th>A-B</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Operador A</td> <td rowspan="2">R</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_o</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_e</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Concordancia B-C</th> <th colspan="2">Operador C</th> <th>Total</th> <th>B-C</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Operador B</td> <td rowspan="2">R</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_o</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_e</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Concordancia A-C</th> <th colspan="2">Operador C</th> <th>Total</th> <th>A-C</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Operador A</td> <td rowspan="2">R</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_o</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_e</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>	Concordancia A-B			Operador B		Total	A-B	Operador A	R	Observado	0	0	0	$p_o$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	A	Observado	0	0	0	$p_e$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	Total			0	0	0		Concordancia B-C			Operador C		Total	B-C	Operador B	R	Observado	0	0	0	$p_o$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	A	Observado	0	0	0	$p_e$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	Total			0	0	0		Concordancia A-C			Operador C		Total	A-C	Operador A	R	Observado	0	0	0	$p_o$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	A	Observado	0	0	0	$p_e$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	Total			0	0	0		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Concordancia A-REF</th> <th colspan="2">REF</th> <th>Total</th> <th>A</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Operador A</td> <td rowspan="2">R</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_o</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_e</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Concordancia B-REF</th> <th colspan="2">REF</th> <th>Total</th> <th>B</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Operador B</td> <td rowspan="2">R</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_o</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_e</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Concordancia C-REF</th> <th colspan="2">REF</th> <th>Total</th> <th>C</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Operador C</td> <td rowspan="2">R</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_o</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>Observado</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>p_e</math></td> </tr> <tr> <td>Esperado</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>	Concordancia A-REF			REF		Total	A	Operador A	R	Observado	0	0	0	$p_o$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	A	Observado	0	0	0	$p_e$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	Total			0	0	0		Concordancia B-REF			REF		Total	B	Operador B	R	Observado	0	0	0	$p_o$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	A	Observado	0	0	0	$p_e$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	Total			0	0	0		Concordancia C-REF			REF		Total	C	Operador C	R	Observado	0	0	0	$p_o$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	A	Observado	0	0	0	$p_e$	Esperado	0,0	0,0	0	0,00	Total			0	0	0	
Concordancia A-B			Operador B		Total	A-B																																																																																																																																																																																																																									
Operador A	R	Observado	0	0	0	$p_o$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
	A	Observado	0	0	0	$p_e$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
Total			0	0	0																																																																																																																																																																																																																										
Concordancia B-C			Operador C		Total	B-C																																																																																																																																																																																																																									
Operador B	R	Observado	0	0	0	$p_o$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
	A	Observado	0	0	0	$p_e$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
Total			0	0	0																																																																																																																																																																																																																										
Concordancia A-C			Operador C		Total	A-C																																																																																																																																																																																																																									
Operador A	R	Observado	0	0	0	$p_o$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
	A	Observado	0	0	0	$p_e$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
Total			0	0	0																																																																																																																																																																																																																										
Concordancia A-REF			REF		Total	A																																																																																																																																																																																																																									
Operador A	R	Observado	0	0	0	$p_o$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
	A	Observado	0	0	0	$p_e$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
Total			0	0	0																																																																																																																																																																																																																										
Concordancia B-REF			REF		Total	B																																																																																																																																																																																																																									
Operador B	R	Observado	0	0	0	$p_o$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
	A	Observado	0	0	0	$p_e$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
Total			0	0	0																																																																																																																																																																																																																										
Concordancia C-REF			REF		Total	C																																																																																																																																																																																																																									
Operador C	R	Observado	0	0	0	$p_o$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
	A	Observado	0	0	0	$p_e$																																																																																																																																																																																																																									
		Esperado	0,0	0,0	0	0,00																																																																																																																																																																																																																									
Total			0	0	0																																																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Criterio de aceptación Kappa</th> </tr> <tr> <th>Kappa</th> <th>Calificación</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">&gt;0,75</td> <td>Muy Buena Concordancia</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700;">0,4 &lt; X &lt; 0,75</td> <td>Buena Concordancia, debe mejorar el dispositivo</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF6347;">&lt;0,40</td> <td>Concordancia precaria</td> </tr> </table>	Criterio de aceptación Kappa		Kappa	Calificación	>0,75	Muy Buena Concordancia	0,4 < X < 0,75	Buena Concordancia, debe mejorar el dispositivo	<0,40	Concordancia precaria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Kappa 1</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Concordancia entre Observadores</th> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <th colspan="3">Conclusión</th> </tr> <tr> <td>MUY BUENA</td> <td>MUY BUENA</td> <td>MUY BUENA</td> </tr> <tr> <td>B-C</td> <td>B-A</td> <td>A-C</td> </tr> </table>	Kappa 1			Concordancia entre Observadores				B	A	C			A			Conclusión			MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA	B-C	B-A	A-C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Kappa 2</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Concordancia con Referencia</th> </tr> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <th colspan="3">Conclusión</th> </tr> <tr> <td>MUY BUENA</td> <td>MUY BUENA</td> <td>MUY BUENA</td> </tr> </table>	Kappa 2			Concordancia con Referencia				A	B	C					Conclusión			MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA																																																																																																																																																																							
Criterio de aceptación Kappa																																																																																																																																																																																																																															
Kappa	Calificación																																																																																																																																																																																																																														
>0,75	Muy Buena Concordancia																																																																																																																																																																																																																														
0,4 < X < 0,75	Buena Concordancia, debe mejorar el dispositivo																																																																																																																																																																																																																														
<0,40	Concordancia precaria																																																																																																																																																																																																																														
Kappa 1																																																																																																																																																																																																																															
Concordancia entre Observadores																																																																																																																																																																																																																															
	B	A																																																																																																																																																																																																																													
C																																																																																																																																																																																																																															
A																																																																																																																																																																																																																															
Conclusión																																																																																																																																																																																																																															
MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA																																																																																																																																																																																																																													
B-C	B-A	A-C																																																																																																																																																																																																																													
Kappa 2																																																																																																																																																																																																																															
Concordancia con Referencia																																																																																																																																																																																																																															
	A	B	C																																																																																																																																																																																																																												
Conclusión																																																																																																																																																																																																																															
MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA																																																																																																																																																																																																																													
<b>Efectividad del sistema de Medición según observador</b>																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Efectividad</th> <th>% Fallas</th> <th>% Falsas Alarmas</th> <th>Criterio de Decisión</th> </tr> <tr> <td>≥ 90%</td> <td>≤ 2%</td> <td>≤ 5%</td> <td style="background-color: #90EE90;">Aceptable</td> </tr> <tr> <td>≥ 80%</td> <td>≤ 5%</td> <td>≤ 10%</td> <td style="background-color: #FFD700;">Ligeramente aceptable - Puede necesitar mejoras</td> </tr> <tr> <td>&lt; 80%</td> <td>&gt; 5%</td> <td>&gt; 10%</td> <td style="background-color: #FF6347;">Incapable - Necesita mejoras</td> </tr> </table>	Efectividad	% Fallas	% Falsas Alarmas	Criterio de Decisión	≥ 90%	≤ 2%	≤ 5%	Aceptable	≥ 80%	≤ 5%	≤ 10%	Ligeramente aceptable - Puede necesitar mejoras	< 80%	> 5%	> 10%	Incapable - Necesita mejoras	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>Operador A</th> <th>Operador B</th> <th>Operador C</th> </tr> <tr> <td>Efectividad</td> <td style="background-color: #FF6347;">0,0%</td> <td style="background-color: #FF6347;">0,0%</td> <td style="background-color: #FF6347;">0,0%</td> </tr> <tr> <td>Falla</td> <td># DIV 0!</td> <td># DIV 0!</td> <td># DIV 0!</td> </tr> <tr> <td>Falsa Alarma</td> <td># DIV 0!</td> <td># DIV 0!</td> <td># DIV 0!</td> </tr> </table>			Operador A	Operador B	Operador C	Efectividad	0,0%	0,0%	0,0%	Falla	# DIV 0!	# DIV 0!	# DIV 0!	Falsa Alarma	# DIV 0!	# DIV 0!	# DIV 0!																																																																																																																																																																																													
Efectividad	% Fallas	% Falsas Alarmas	Criterio de Decisión																																																																																																																																																																																																																												
≥ 90%	≤ 2%	≤ 5%	Aceptable																																																																																																																																																																																																																												
≥ 80%	≤ 5%	≤ 10%	Ligeramente aceptable - Puede necesitar mejoras																																																																																																																																																																																																																												
< 80%	> 5%	> 10%	Incapable - Necesita mejoras																																																																																																																																																																																																																												
	Operador A	Operador B	Operador C																																																																																																																																																																																																																												
Efectividad	0,0%	0,0%	0,0%																																																																																																																																																																																																																												
Falla	# DIV 0!	# DIV 0!	# DIV 0!																																																																																																																																																																																																																												
Falsa Alarma	# DIV 0!	# DIV 0!	# DIV 0!																																																																																																																																																																																																																												
<b>Tests de Hipotesis</b>																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>% Resultado efectivo del sistema<sup>1</sup></th> <th>% Resultado efectivo del sistema de referencia<sup>2</sup></th> </tr> <tr> <td>Total Inspeccionado</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>Nº de concordancias</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>Resultado Calculado</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">100,0%</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">100,0%</td> </tr> </table>				% Resultado efectivo del sistema <sup>1</sup>	% Resultado efectivo del sistema de referencia <sup>2</sup>	Total Inspeccionado	50	50	Nº de concordancias	50	50	Resultado Calculado	100,0%	100,0%																																																																																																																																																																																																																	
	% Resultado efectivo del sistema <sup>1</sup>	% Resultado efectivo del sistema de referencia <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																													
Total Inspeccionado	50	50																																																																																																																																																																																																																													
Nº de concordancias	50	50																																																																																																																																																																																																																													
Resultado Calculado	100,0%	100,0%																																																																																																																																																																																																																													
<p>(1) Todos los evaluadores concuerdan <b>entre ellos</b> y tambien <b>entre si</b> en múltiples verificaciones.</p> <p>(2) Todos los evaluadores concuerdan <b>entre ellos</b>, concuerdan <b>entre si</b> mismos en sus múltiples verificaciones y concuerdan <b>con la referencia</b>.</p>																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Conclusión</th> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">ACEPTADO</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">ACEPTADO</td> </tr> </table>			Conclusión	ACEPTADO	ACEPTADO																																																																																																																																																																																																																										
Conclusión	ACEPTADO	ACEPTADO																																																																																																																																																																																																																													
Observaciones: <hr/> <hr/> <hr/>																																																																																																																																																																																																																															
Realizó:  <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 100%;"/> L. CABRAL </div>	Aprobó:  <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 100%;"/> G. ICART </div>																																																																																																																																																																																																																														
Fecha																																																																																																																																																																																																																															