



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## **PROYECTO DE TITULACIÓN**

*ACTUALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**PRESENTA:**

*SERGIO OCTAVIO RUELAS ISAAC*

**ASESOR:**

*JUAN MANUEL PASILLAS SOSA*

Mayo



### **Agradecimientos.**

Primeramente, Agradezco al INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA por haberme aceptado y así poder cumplir mi meta de estudiar una carrera, así como a los docentes que me brindaron sus conocimientos, apoyo, comprensión y motivación para seguir adelante.

Agradezco a mi Asesor el Lic. Juan Manuel Pasillas Sosa y al Ing. Juan Carlos Estrada Duran por toda su ayuda, su paciencia y darme la oportunidad de recurrir a su conocimiento y experiencia para poder guiarme durante el desarrollo del proyecto.

A mi familia por ser mi principal motor para seguir mis sueños, metas y logros, gracias por su apoyo, por confiar en mí y desear siempre cosas maravillosas para mi vida, por cada palabra de aliento cuando sentía que no podía más, soy muy afortunada de tenerlos, gracias a mi Madre y Padre por acompañarme siempre y apoyarme desde niño para no dejar de estudiar , a mi esposa por cuidar a mi hijo mientras yo estudiaba y su motivación a seguir siempre fuerte, gracias a mi hijo por entender y apoyarme en mis estudios fueron muchos días de no estar a su lado al 100% pero todo siempre fue pensando en un mejor futuro y bienestar y ser un ejemplo para él para que cumpla sus objetivos como yo.

A Dios por bendecirme día con día y darme la fe para no rendirme y seguir adelante por darme oportunidad de disfrutarla a lado de mis padres, hermana, hijo y esposa, que es lo que más amo con toda mi vida y darnos Salud para seguir adelante juntos.

## **Resumen.**

Para todas las empresas es de gran importancia la mejora continua con el objetivo de aumentar de manera progresiva la calidad, la competitividad y la productividad e incrementando el valor para los clientes cumpliendo con los requerimientos que se han encomendado.

El presente documento se muestra las actividades realizadas en la empresa Sensata Technologies de México S de R.L. de C.V. en el departamento de calibración ya que sus documentos carecen de información necesaria.

Para conocer el estado actual de los documentos de departamento es necesario comprender y analizar las actividades que realizan a diario los técnicos de calibración y compararlo con lo que está documentado, de esta manera ver las carencias y los puntos a mejorar dentro de este departamento.

La falta de la actualización y estandarización de los documentos del laboratorio C1200 Equipo de Inspección Medición y o prueba, C1300 Procedimientos, C3200 Alcance de laboratorio de calibración, C3400 MSA y C4700 Procedimiento para el uso del software METTRACK, pueden perjudicar el proceso de certificación de las normas IATF e ISO, esto es la problemática que llevo a desarrollar el presente proyecto.

Este proyecto tiene como objetivo complementar, actualizar y estandarizar los documentos del laboratorio de calibración con información que ayudará a cubrir las necesidades del departamento, como actualizar todo el alcance del laboratorio C3200 colocando todos los patrones que actualmente son utilizados, estandarizar los procesos y documentos del C1200, C1300, C3400 y C4700 para conservar las certificaciones de las normas IATF 16949:2016 e ISO 9001:2015.

## Índice.

<b>Agradecimientos</b> .....	II
<b>Resumen</b> .....	III
<i>Lista de tablas</i> .....	VI
<i>Lista de ilustraciones</i> .....	VI
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	8
<b>Introducción</b> .....	8
<b>Descripción de la empresa u organización</b> .....	9
Servicios:.....	10
Clientes de Sensata:.....	11
Misión.....	11
Visión.....	11
Política de calidad.....	12
Política de medio ambiente, seguridad e higiene.....	12
Objetivos.....	12
Organigrama.....	13
Productos.....	14
Datos generales del puesto del trabajo.....	16
<b>Problemas a resolver</b> .....	16
<b>Justificación</b> .....	17
<b>Objetivos (generales y específicos)</b> .....	17
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b> .....	19
3.1 La calibración ISO 9001.....	19
3.2 La calibración del equipo de medida.....	19
3.3 El proceso de calibración.....	20
3.4 Conceptos de un Laboratorio de calibración.....	21
3.5 Sistema de Análisis de la medición.....	23
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b> .....	36
<b>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas</b> .....	36
Cronograma de actividades.....	36
C1200- Equipo de Inspección, Medición y /o prueba.....	37

C1200-06 Notificación de Equipo de Medición No Calibrado/Baja de Equipo.....	44
C1200-16 Reporte de calibración.....	45
C1200-03 Notificación de condición de equipo de medición inspección y prueba fuera de tolerancia. ....	46
C3200- Alcance de laboratorio de calibración Sensata Technologies De México. ....	49
C3400- Análisis al sistema de medición.....	51
C3400/02 Formato estudio de atributos.....	52
C3400/05 Formato estudio de GR&R.....	53
C3400/07 Formato estudio linealidad. ....	54
C3400/06 Formato estudio bias. ....	55
C3400/08 Formato estudio no replicable. ....	56
C1300- Procedimiento de calibración de los equipos.....	57
C1300 Calibración de Transductores.....	62
C1300-08 Requerimiento de calibración no programada. ....	66
C1300-01 Reporte de calibración temperatura.....	68
Capacitación de los cambios realizados a los técnicos de calibración.....	71
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS. ....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES. ....</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....</b>	<b>79</b>
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN. ....</b>	<b>80</b>

### ***Lista de tablas.***

Tabla 1 Criterios de efectividad estudio atributos .....	35
Tabla 2 Cronograma de actividades.....	36
Tabla 3 Tabla para la calibración de transductores antes.....	63
Tabla 4 Tabla para la calibración de transductores actualizada. ....	64
Tabla 5 Tabla para la calibración de los transductores bloqueada. ....	65
Tabla 6 Benefician de la estandarización y actualización de los documentos del laboratorio de calibración. ....	72

### ***Lista de ilustraciones.***

Ilustración 1 Clientes de Sensata.....	11
Ilustración 2 Objetivos de Sensata.....	12
Ilustración 3 Organigrama de Sensata Ags .....	13
Ilustración 4 Negocios de producción y productos automotrices que se elaboran en Sensata..	14
Ilustración 5 Negocios de producción y productos de controles que se elaboran en Sensata..	15
Ilustración 6 Formato de estudio GR&R.....	27
Ilustración 7 Formato de estudio de Bias .....	29
Ilustración 8 Formato de estudio Linealidad .....	31
Ilustración 9 Descripción del estudio no replicable .....	32
Ilustración 10 Formato de estudio no replicable .....	33
Ilustración 11 Calibración externa no actualizado.....	37
Ilustración 12 Calibración externa actualizado.....	38
Ilustración 13 Calibración no requeridas, no actualizado. ....	39
Ilustración 14 Calibración no requerida actualizado. ....	40
Ilustración 15 Etiquetas de calibración antes.....	41
Ilustración 16 Etiquetas de calibración actuales .....	42
Ilustración 17 Baja de equipos por fuera de uso.....	43
Ilustración 18 Formato C1200-06 antes. ....	44
Ilustración 19 Formato C1200-06 actualizado. ....	44
Ilustración 20 Formato C1200-16 antes. ....	45
Ilustración 21 Formato C1200-16 actualizado. ....	45
Ilustración 22 Formato C1200-16 archivo bloqueado. ....	46
Ilustración 23 Formato C1200-03 antes. ....	47
Ilustración 24 Formato C1200-03 actualizado. ....	48
Ilustración 25 Documento C3200 antes. ....	49
Ilustración 26 Documento C3200 actualizado.....	50
Ilustración 27 Matriz de MSA.....	51
Ilustración 28 Formato C3400/02 antes. ....	52

Ilustración 29 Formato C3400/02 actualizado.....	52
Ilustración 30 Formato C3400/05 antes. ....	53
Ilustración 31 Formato C3400/05 actualizado.....	53
Ilustración 32 Formato C3400/07 antes. ....	54
Ilustración 33 Formato C3400/07 actualizado.....	54
Ilustración 34 Formato C3400/06 antes. ....	55
Ilustración 35 Formato C3400/06 actualizado.....	55
Ilustración 36 Formato C3400/08 antes. ....	56
Ilustración 37 Formato C3400/08 actualizado.....	56
Ilustración 38 Documento C1300 antes. ....	57
Ilustración 39 Documento C1300 actualizado.....	57
Ilustración 40 Liga donde agregan los nuevos procedimientos.....	57
Ilustración 41 Procedimiento nuevo para la calibración de fuentes de poder. ....	61
Ilustración 42 Transductor. ....	62
Ilustración 43 Archivos que se usaban antes para la calibración de transductores. ....	63
Ilustración 44 Archivo actual para calibrar los transductores. ....	64
Ilustración 45 Formato C1300-08 antes. ....	66
Ilustración 46 Formato C1300-08 actualizado. ....	67
Ilustración 47 Formato C1300-01 antes. ....	68
Ilustración 48 Formato C1300-01 actualizado. ....	69
Ilustración 49 Hoja de operación entandar para el llenado del formato C1300-01. ....	70
Ilustración 50 Lista de asistencia de capacitación. ....	71

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.**

### **Introducción.**

El presente proyecto se redactó por la iniciativa de mejorar, y actualizar los procedimientos y los documentos que son utilizados en el laboratorio de calibración interno de Sensata, la empresa a lo largo de los años ha invertido grandes cantidades de dinero en equipos patrones para calibrar los equipos que se utilizan en las líneas de producción para verificar el correcto funcionamiento y así poder asegurar la calidad del producto.

La implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad para laboratorios de calibración es fundamental para el crecimiento organizacional en cuanto al mejoramiento de la calidad de los productos y/o servicios que se presten, satisfacción de las necesidades de los clientes, quienes son la razón de ser de las empresas.

Para Sensata contar con un Sistema de Gestión de Calidad que proporcione una mejora continua, haciendo hincapié en la prevención de errores y en la reducción de la variación. Es importante que todos los archivos que se manejan en el laboratorio estén actualizados y estandarizados ya que cada año son auditados por parte de IATF 16949:2016 e ISO 9001:2015, perder la certificación sería un costo muy caro para la empresa ya que pueden perder la mayoría si no es que todos sus clientes.

El laboratorio de calibración de Sensata Technologies es el encargado de validar, verificar y llevar un registro de todos los equipos de medición y prueba que hay dentro de la planta y que tienen incidencia dentro de la calidad del producto, los modos de fallas y pruebas funcionales; así como de administrar los estudios al sistema de medición y las piezas de verificación.

El Laboratorio se divide en tres partes: 1. Calibración y Validación de instrumentos de medición y prueba, 2. Área de análisis dimensional y 3. Laboratorio de análisis de fallas. El personal del laboratorio da soporte a los más de 20 negocios dentro de la planta donde se cuentan con aproximadamente 13000 equipos sin incluir las piezas de verificación



que son cerca de 8000. Se administran casi 1500 MSA y el soporte dentro de las tres áreas genera miles de dólares de ahorro mensual ya que de otro modo todo se tendría que analizar de manera externa donde la calibración más barata sin ajuste no es de menos de 25 dólares hasta 5000 la más cara.

Se buscó resaltar en el proyecto:

- Actualización y estandarización de los documentos de calibración C1300 Procedimientos.
- Actualización y estandarización C1200 Equipo de Inspección Medición y o prueba.
- Actualización y estandarización C3200 alcance de laboratorio de calibración.
- Actualización y estandarización C3400 MSA.
- Actualización y estandarización C4700 Procedimiento para el uso del software METTRACK

### **Descripción de la empresa u organización.**

Razón Social: Sensata Technologies de México S. de R.L. de C.V.

Ubicación: Av. Aguascalientes Sur # 401, Ex Ejido Salto de Ojocaliente CP. 20290 Aguascalientes, Ags. México

Sensata, nacida en 1916 como proveedora para la industria de la joyería, es actualmente uno de los principales fabricantes de sensores y protección eléctrica del mundo. Entró a la protección para motores eléctricos en 1931. Más tarde, en 1959 fue comprada por Texas Instruments y amplió sus mercados en cantidad y variedad de los dispositivos que diseñaba y construía.

Atraída por la ubicación geográfica y la oferta de profesionales altamente calificados, la compañía llegó a Aguascalientes en 1984 como Texas Instruments. Convertida en Sensata en 2006, actualmente es una de las fuentes de empleo más relevantes en el estado. Su planta en la ciudad capital, donde manufactura 35 por ciento de la producción mundial, es la más importante de la corporación.

Para fabricar muchos de los componentes que exporta a todo el mundo, implementa algunos procesos de alta automatización; pero también hace honor a su nombre aquellas cosas dotadas de sentido y emplea trabajo manual de alta precisión (similar a la filigrana, aseguran algunos).

En los últimos años, la trasnacional ha crecido a ritmo acelerado y adquirido otras compañías y productos. En esa expansión, la planta Aguascalientes se ha propuesto ser la más eficiente con el fin de atraer más producción y fuentes de empleo para la entidad. Presencia: En México: Aguascalientes, Mexicali y Matamoros. En el mundo: Brasil, Estados Unidos (Arizona, Indiana, Maryland, Massachusetts, Minnesota, Tennessee, Virginia, Washington), China, India, Japón, Corea, Malasia, Bélgica, Bulgaria, Inglaterra, Francia, Alemania, Holanda, Irlanda del Norte, Polonia.

### **Servicios:**

Sensores electrónicos de presión y temperatura, Interruptores, Protectores eléctricos, Controles eléctricos.

La mayoría de sus colaboradores son ingenieros industriales, mecánicos, eléctricos y mecatrónicas. Pero su plantilla de personal también incluye perfiles financieros, de administración y de recursos humanos.

La empresa Sensata es líder en el ramo de sensores y controles, estamos comprometidos a la mejora continua de nuestros procesos, productos y servicios entendiendo a nuestros clientes y cumpliendo con sus requerimientos, haciendo nuestras sus necesidades, disminuyendo eventos de Calidad, mejorando los productos y procesos para alcanzar expectativas de los clientes, dedicada a la creación e innovación de tecnologías enfocadas para el rendimiento desde el ramo automotriz pasando por el mercado electrodoméstico llegado hasta el ramo aeroespacial.

**Clientes de Sensata:**



*Ilustración 1 Clientes de Sensata*

**Misión.**

Ser el principal proveedor mundial de Sensores y controles.

**Visión.**

Ser el líder mundial e innovador en sensores y protección eléctrica de misión crítica; satisfaciendo las crecientes necesidades mundiales de seguridad, eficiencia energética y un ambiente limpio; siendo un excelente socio, empleador y vecino.

### **Política de calidad.**

Lograremos la excelencia en los negocios:

1. Fomentando y requiriendo la participación activa de cada empleado de Sensata.
2. Entendiendo a nuestros clientes y cumpliendo con sus requerimientos.
3. Mejorando continuamente nuestros procesos, productos y servicios.

### **Política de medio ambiente, seguridad e higiene.**

Las plantas de ensamble y prueba de sensores y controles de Sensata Technologies de México S. de R.L. de C.V., están comprometidas a conducir sus negocios de tal manera que aseguren la prevención de la contaminación, la protección al medio ambiente y a sus empleados.

Para lograr dicho compromiso:

Cumplirá con todas las leyes y regulaciones mexicanas y corporativas, la que sea más estricta de las que sean aplicables.

Se compromete a la mejora continua de su sistema de administración ambiental (EMS), a través de auditorías, revisiones de metas y objetivos basados en la norma ISO 14001. Reducirá la cantidad de emisiones al aire, descargas de aguas residuales y la generación de residuos peligrosos, siempre que esto sea posible.

### **Objetivos.**



*Ilustración 2 Objetivos de Sensata*

**Organigrama.**

**ORGANIGRAMA GENERAL SENSATA AGUASCALIENTES**

**Leadership Team – Sensata Aguascalientes**

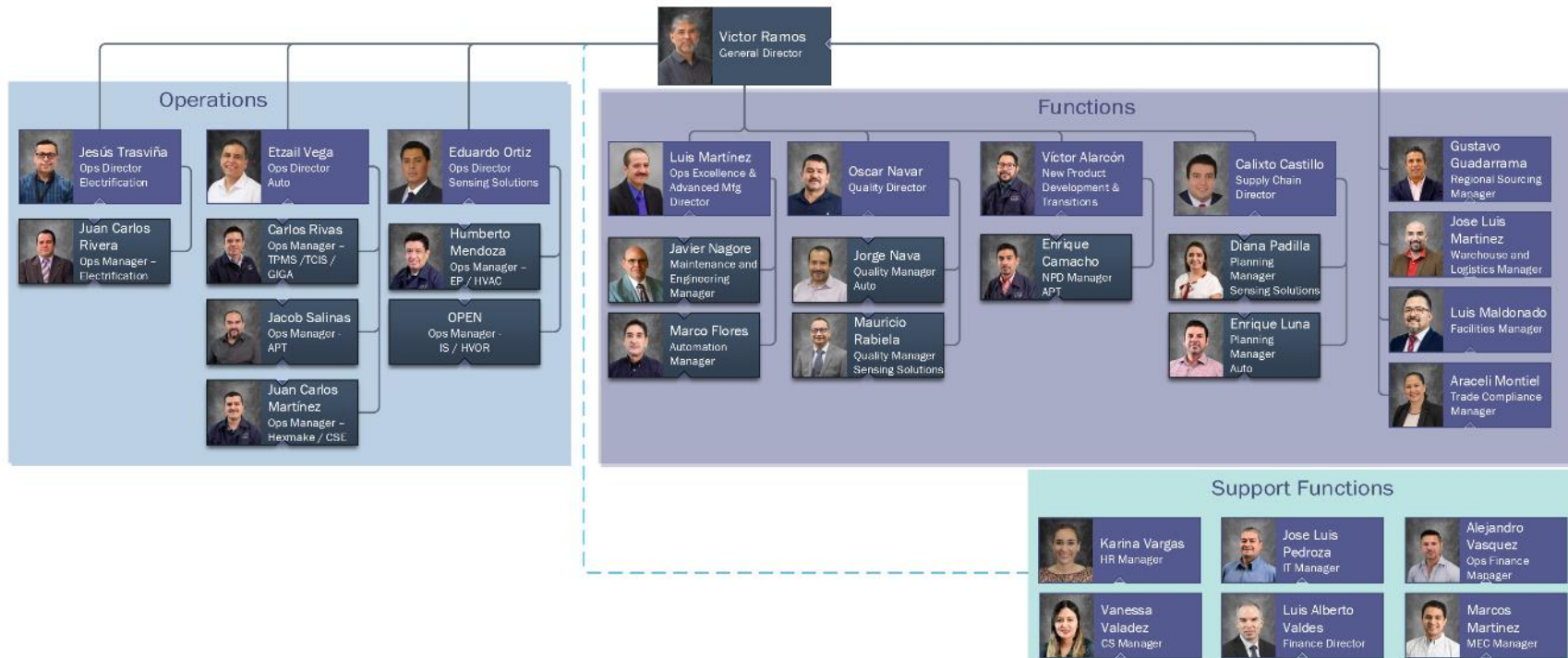


Ilustración 3 Organigrama de Sensata Ags

## **Productos.**

La empresa cuenta con 12 negocios los cuales elaboran diferentes tipos de Sensores y controles.

Sensores Automotrices:

CSE (Capacitive Sensing Element)

APT (Automotive Pressure Transducers)

APS TCIS (Automotive Pressure Switches Transmission Controls & Inertial Systems)

TSP TS (Thermal Sensing Products Thermal Switches)

IPS (Industrial Pressure Switches)



*Ilustración 4 Negocios de producción y productos automotrices que se elaboran en Sensata*

Controles:

HVAC, PPP, SAIL, PP MHA. (Power Protection Products Small Appliances)



*Ilustración 5 Negocios de producción y productos de controles que se elaboran en Sensata*



### **Datos generales del puesto del trabajo.**

Actualmente en Sensata Technologies me desarrollo laboralmente en el Laboratorio de Calibración como Técnico de Metrología, en el área de Calibración donde verifico que los equipos estén calibrados dentro de especificación para poder ser usadas en línea, también tengo la función de administrador y dar seguimiento a la actualización de los MSA, los métricos de Calibración, administración de viñetas de SR, administración y control de los Software y coordinador de ESH. Como residente estoy a cargo de la actualiza de los documentos del laboratorio.

### **Problemas a resolver.**

Actualizar y estandarizar los procesos del laboratorio de calibración de Sensata Technologies de México de 5 a 6 meses para continuar recertificándonos en la norma IATF16949 & ISO9001 y cumplir los lineamientos de la mejora continua, para brindarles a cada uno de los clientes la seguridad de que los equipos de medición y los sistemas de medición que son utilizados para elaborar sus productos estén alineados a estas dos normas.

Problemas:

1. Formatos del laboratorio carecen de actualización.
2. Estandarización de procesos de calibración C1300
3. Formatos con falta de información necesaria C3400-02, C3400-05, C3400-06, C3400-07 y C3400-08.
4. Falta de estandarización en los formatos C1200-06, C1200-16, C4700
5. Falta de estandarización de los formatos de análisis de sistema de medición C3400
6. Falta de actualización del alcance C3200 del laboratorio



### **Justificación.**

El proyecto se implementará en la empresa Sensata Technologies donde internamente está compuesta por 12 negocios y áreas de soporte, en el cual el laboratorio de Calibración se encarga de verificar, ajustar los equipos utilizados en línea para ver su correcto funcionamiento y dar el visto bueno si el equipo está en buenas condiciones para continuar en líneas de producción. Actualmente en Sensata cuenta con 13000 equipos de medición, a los cuales se les realiza análisis a los sistemas de medición (MSA).

Cada año en Sensata se recertifica en la norma IATF16949 & ISO9001 esto para el desarrollo de un proceso orientado a un sistema de gestión de calidad proporcionando una mejora continua, prevenga los defectos, reduzca las variaciones y residuos en la cadena de suministro. La meta es cumplir con los requisitos y las necesidades del cliente de forma efectiva, y cada vez que auditan cualquier negocio de Sensata se dirigen al laboratorio para corroborar datos de equipos, procedimientos del laboratorio y es importante que cada documento este actualizado para continuar certificándonos y evitar desviaciones mayores a la empresa que les pueda quitar la certificación.

### **Objetivos (generales y específicos).**

General:

Actualizar los procedimientos y formatos del laboratorio de calibración de Sensata para continuar certificándonos en la norma IATF16949 & ISO9001 como sistemas de gestión de calidad.

Objetivos específicos.

- I. Analizar y estandarizar cada uno de los procedimientos del laboratorio de calibración.
  - C1200- Equipo de Inspección, Medición y /o prueba.
  - C3400- Análisis al sistema de medición.

C1300- Procedimiento de calibración de los equipos.

II. Actualizar los formatos de análisis de sistemas de medición (MSA).

III. Mejorar cada formato que se tiene añadido en los procedimientos de reporte de calibración:

C1200-06 Notificación de equipo de medición.

C1200-16 Baja de equipo.

C1200-03 Notificación de condición del equipo

C1300 Calibración de transductores

C1300-08 Requerimiento de calibración no programada.

C1300-01 Requerimiento de calibración de temperatura

C3400-02 Formato de estudio atributos

C3400-05 Formato de estudio GR&R

C3400/06 Formato de estudio bias

C3400-08 Formato de estudio no replicable.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.**

### **3.1 La calibración ISO 9001.**

Dentro del punto 7.1 sobre los recursos que sirven de apoyo al Sistema de Gestión de Calidad, se definen los requisitos que deberán cumplir los equipos de seguimiento y medición utilizados para garantizar la calidad de nuestros productos. Y más concretamente los requisitos metrológicos de nuestros clientes, donde nos especifica claramente "lo que tiene que medir" el producto que nos compra.

La norma ISO 9001 2015, además de la obligación de identificar y disponer de los equipos de medida necesarios e idóneos para dar conformidad a sus productos y servicios, fija requisitos para su mantenimiento y que éstos sigan siendo apropiados para su fin.

NOTA: Los requisitos de la ISO 9001 asociados a la calibración, se excluyen en aquellas organizaciones en las que no se utilizan ningún tipo de equipo de medición.

### **3.2 La calibración del equipo de medida.**

La Calibración de un equipo de medida, se puede definir como "El conjunto de operaciones que determinan la relación entre los valores dados por un equipo de medida, y el valor nominal de un patrón para una determinada magnitud". Es decir, que compararemos los resultados obtenidos con el equipo de medición, con la medida real de un objeto de referencia (patrón).

Los objetivos fundamentales de la Calibración, es garantizar: la Veracidad de los resultados obtenidos identificando cualquier error sistemático en las mediciones. Y la Precisión, para controlar la variabilidad de los resultados debidos a problemas en la repetibilidad de la medición.

Para poder asegurar la veracidad y precisión de las mediciones realizadas, identificaremos como características del equipo de medida: la Corrección a aplicar y la Incertidumbre en los resultados. Estos dos conceptos, están íntimamente relacionados con las mediciones de cada equipo de medición concreto, y se podrían definir como:

**Corrección:** Cantidad numérica sumada al resultado de la medición, para corregir el error sistemático del equipo de medida.

**Incertidumbre:** Valor asociado al equipo, que determina la dispersión de los resultados obtenidos para una misma medición.

### **3.3 El proceso de calibración.**

La calibración de un equipo de medición se puede realizar de manera interna, si se dispone de los patrones de acuerdo a la especificación del equipo y del personal debidamente certificado o de forma externa, enviando los equipos de medida a laboratorios especializados o al propio fabricante.

Para realizar la calibración interna de los equipos de medición, deberemos disponer de los patrones de acuerdo a la especificación del equipo al tipo y características de equipo a calibrar. Estos deberán tener la precisión especificada en el diseño, para cubrir todo el rango de medida de nuestro equipo de medición, y estar calibrados por un laboratorio acreditado por ENAC. Es importante tener en cuenta que los patrones también deben ser calibrados periódicamente, y por lo tanto un control similar a los equipos de medida.

Para realizar la calibración interna, deberemos aplicar un procedimiento de calibración predefinido, que reúna las características y especificaciones del equipo y su uso en la organización. Es recomendable utilizar las metodologías definidas por organismos oficiales de metrología, para evitar suspicacias o dudas sobre el método utilizado. Utilizar las guías y procedimientos del Centro Español de Metrología (CEM) suele ser una buena solución, y muchas de ellas son gratuitas.

Las calibraciones se deben planificar dentro del programa de este, el cual debe ser objeto de seguimiento para detectar desviaciones o incumplimientos. La periodicidad de las calibraciones de un equipo dependerá: del tipo de equipo de medida, de la recomendación del fabricante, de la criticidad de sus mediciones, así como de su uso. No es lo mismo un equipo de medida que se utiliza todos los días, a otro que se usa una vez al año. Existen normas de referencia, que establecen periodos mínimos, según el tipo de equipo.

NOTA: La norma ISO 9001 fija como requisito conservar evidencias de que los equipos son conformes y adecuados para su propósito. Y lo habitual es guardar los resultados obtenidos del proceso de calibración en un documento único para cada equipo de medición. Si la calibración se realiza fuera de la organización, a este documento se le denomina "Certificado de calibración", y si la calibración se hace internamente "Informe de calibración".

### **3.4 Conceptos de un Laboratorio de calibración.**

Ajuste: Una operación que es lograda para inicialmente establecer o posteriormente restablecer el nivel de desempeño especificado de un instrumento.

Nuevo: Se define todo equipo que entra en el proceso de control de equipo de inspección, medición y prueba.

EIMP: Equipo de Inspección Medición y Prueba.

EP: Estaciones de verificación (Error Proofing).

OOT: Formato para generar reporte de equipo fuera de Tolerancia.

IPC: Instrucción para Calibración.

Calibración No requerida. Esta viñeta se utilizará para aquellos equipos que sean usados como referencia o bien que sean parte de la operación pero que no requieran su calibración debido a que la característica se inspecciona o mide con un equipo adicional o bien con algún juego de piezas de verificación la cual contemple esa o esas características.

**Estándar Primario o de Referencia:** Son estándares del orden de alta exactitud en un sistema de calibración, el cual establece los valores básicos de exactitud del sistema

**Estándar Secundario o de Transferencia:** Es el equipo de medición usado en un sistema de calibración como medio para transferir el valor básico del estándar primario a estándares o equipos de medición de menor grado.

**Material de Referencia:** Un material o sustancia con propiedades suficientemente conocidas para ser usadas en la calibración de un equipo, evaluación de un método de medición o para asignar valores a material.

**Trazabilidad:** Es la habilidad para relacionar resultados de medidas individuales a estándares nacionales o internacionales a través de una cadena inquebrantable de comparaciones.

**Frecuencia:** Es el tiempo máximo permitido entre calibraciones.

**Respetabilidad:** Es la variación de las medidas realizadas por una persona con el mismo instrumento de la misma dimensión repetidas veces y se atribuye a la variabilidad del equipo de medición.

**Reproducibilidad:** Es la variación de las medidas realizadas por diferentes personas con el mismo instrumento de la misma dimensión y se atribuye a la variabilidad de las personas en el método de medición.

**Precisión:** Es la ejecución a la cual medidas repetidas de un estándar con un instrumento produce el mismo resultado.

**Exactitud:** Es la diferencia entre la media observada y la media real para la cual el valor estándar real es conocido.

**Resolución:** La unidad de medición más pequeño que un instrumento es capaz de indicar.

**Sensibilidad:** El cambio más pequeño en la cantidad medida la cual, el instrumento es capaz de detectar.

**Estabilidad:** Es la variación total de las medidas obtenidas con un equipo sobre la misma referencia cuando se mide en un periodo de tiempo determinado por el ciclo de calibración y las variaciones del proceso.

**Sistema de Medición:** Conjunto de elementos consistente en un dispositivo de medición y aditamento periférico capaz de proporcionar.

### **3.5 Sistema de Análisis de la medición.**

¿Qué es MSA?

El análisis de sistemas de medición, comúnmente conocido como “MSA” por sus siglas en inglés, es una de las herramientas, conocidas como Core Tools de AIAG, más utilizadas en las salas de medición de la industria de manufactura automotriz. El manual de MSA actualmente está en su 4ª edición. Aunque no es un documento normativo, su origen lo hace un documento obligado para la industria ya que muchos de los grandes corporativos solicitan a sus proveedores que presenten evidencia de que están utilizando el manual de MSA como parte de sus procedimientos de análisis de sistemas de medición.

El Análisis de Sistemas de Medición es un manual que se divide básicamente en dos partes: la que abarca la parte metodológica de un laboratorio de mediciones y calibraciones y la que se encarga de las herramientas estadísticas para asegurar la calidad en los resultados de las mediciones.

El manual de MSA no contradice o deroga a ningún manual o norma que tenga que ver con laboratorios o salas de medición, de hecho, se le considera un buen complemento a los sistemas de gestión de la calidad especializados en la industria automotriz, en particular la ISO/TS 16949.

La parte de análisis estadístico de sistemas de medición es la más utilizada en toda la industria ya que ésta sí es un requisito solicitado por los corporativos a sus proveedores. En principio, el manual de MSA unifica criterios sobre la manera en que se acepta o libera un sistema de medición, se concentra principalmente en el estudio y control de la variabilidad de los sistemas de medición y su relación con los procesos de producción.

Preparación para el estudio:

Como en cualquier estudio o análisis, se debe tener una preparación previa adecuada para llevar a cabo la evaluación del dispositivo. La preparación es la siguiente:

- Establecer claramente la necesidad de la evaluación.
- Establecer correctamente el enfoque del estudio.
- Se deben determinar anticipadamente los números de operadores, de muestras y de lecturas a tomar. Algunos factores que se deben tomar en cuenta son:
  - Lo crítico de la dimensión.
  - La naturaleza de las partes.
  - El nivel de confianza y precisión que se desea en la estimación del error del dispositivo.
- Los operadores deben ser seleccionados entre los que normalmente operan el dispositivo (certificados). Si ese personal no está disponible, entonces quienes vayan a practicar las mediciones deberán ser entrenados adecuadamente en el uso correcto del dispositivo.
- Las partes de muestra escogidas deberán ser representativas de la variación del proceso.
- El dispositivo de medición deberá tener graduaciones tales que permitan efectuar lecturas de por lo menos un décimo de la tolerancia especificada para la característica a ser medida, por ejemplo: si la tolerancia de la característica es de 0.001, el equipo deberá ser tal que se pueda leer en él, de manera directa, incrementos no superiores a 0.0001.
- Asegurarse que el método de medición y dispositivo correspondan a la característica deseada.

Con el objeto de minimizar la probabilidad de resultados imprecisos, se deben dar los siguientes pasos:

- Las mediciones deben ser efectuadas en orden aleatorio para asegurar que las desviaciones o cambios que ocurran estén aleatoriamente distribuidas en todo el estudio.
- En el equipo, las lecturas deben ser estimadas con la mayor aproximación posible: como mínimo, deben ser efectuadas a por lo menos la mitad de la graduación más



pequeña, por ejemplo, si la menor graduación es de 0.0001, entonces la estimación debe ser redondeada a por lo menos las 0.00005 más próximas.

- Si se sospecha que la puesta a punto (“seteo”) hecha por el operador constituye un factor de gran influencia en la variación, el dispositivo debe ser recalibrado antes utilizarlo.
- La evaluación debe ser observada y coordinada por una persona que reconozca la importancia de las precauciones necesarias para efectuar una evaluación confiable.

GR&R por variables (método largo).

Descripción:

Es un sistema que se combina con variación de responsabilidad, repetibilidad y reproducibilidad. De otra manera, GRR es igual a la variación de la suma dentro del sistema y entre sistemas de variación. Esto incluye habilidad del operador, idoneidad del equipo y capacidad del sistema de medición

El método de los promedios y rangos (X & R) es un enfoque el cual ofrece un estimativo de la repetibilidad y reproducibilidad para un sistema de medición. A diferencia del método de rangos, este enfoque permite que la variación del sistema de medición sea seccionada en dos componentes por separado, repetibilidad y reproducibilidad.<sup>43</sup> Si embargo, la variación debida a la interacción entre el evaluador y las partes/gage no es tomada en cuenta para el análisis.

Equipos candidatos:

Equipos dimensionales (vernier, micrómetro, máquina de coordenadas, indicador de altura, LVDT, equipos de precisión), equipos de presión, equipos de temperatura.

Conducción del estudio:

De acuerdo al manual de MSA los requerimientos para la realización de este estudio se encuentran homologados para toda la planta. Se requiere:

- 3 operadores (A, B, C)
- 10 piezas del mismo número de parte sin importar si son buenas o malas.

NOTA: Un estudio en “X” característica abala la misma en cualquier número de parte.

El proceso se realiza de la siguiente manera:

1. Obtener el valor de las piezas máster con un equipo de mejor resolución al que se evaluara.
2. Calibrar (Setear) el dispositivo con el patrón correspondiente antes de efectuar la primera serie de lecturas.
3. Hacer que el operador A mida las 10 partes y otra persona, no operador, registre los resultados.
4. Hacer que el operador B mida las mismas 10 partes sin ver los resultados del operador A y registrar los resultados.
5. Hacer lo mismo con el operador C, sin permitir que vea los resultados de los operadores A y B, y registrar los resultados
6. Repetir el ciclo, usando un orden diferente de medición de las 10 partes (aleatoriamente) y registrar los resultados.
7. Repetir una vez más el ciclo y registrar nuevamente los resultados.

#### Análisis de resultados

De acuerdo al manual de MSA de la AIAG, los resultados obtenidos se pueden clasificar en: ACEPTADO, ACEPTADO CON RESERVAS Y RECHAZADO.

Quedando sus porcentajes de este modo:

- 0 – 10% ACEPTADO
- < 10 – 30% ACEPTADO CON RESERVAS
- < 30% RECHAZADO

El mismo formato nos muestra nuestras áreas de oportunidad dentro de nuestro sistema de medición.

REPETIBILITY:	E.V. = <u>0.00000</u>	% E.V. = <u>#DIV/0!</u>
REPRODUCIBILITY	O.V. = <u>0.00000</u>	% O.V. = <u>#DIV/0!</u>
REPETIBILITY & REPRODUCIBILITY	GRR = <u>0.00000</u>	% GRR = <u>#DIV/0!</u>
VARIATION BETWEEN PARTS	P.V. = <u>0.00000</u>	% P.V. = <u>#DIV/0!</u>
TOTAL VARIATION	T.V. = <u>0.00000</u>	ndc = <u>#DIV/0!</u>
<b>RESULT % GRR:</b>	<b>RESULTS ndc:</b>	
<b>#DIV/0!</b>	<b>#DIV/0!</b>	

*Ilustración 6 Formato de estudio GR&R*

En caso de que el porcentaje en la reproducibilidad es superior a la repetibilidad, este método indica lo siguiente:

- Se requiere entrenar a los operadores en la forma de usar y leer los dispositivos.
- Las mediciones deben ser más urgentes y su método debe ser mejorado.

Si el porcentaje en repetibilidad es superior al de reproducibilidad, este método indica lo siguiente:

- Se requiere mantenimiento del dispositivo.
- El dispositivo podría ser rediseñado para tener mayor rigidez.
- La localización de la parte al dispositivo podría ser mejorada.

Importante en decir que si el resultado de NDC resulta rechazado el estudio saldrá rechazado, este resultado debe ser mayor a 5 para probar que el IEMP tiene la resolución que nuestro proceso necesita, de lo contrario es insuficiente y se debe cambiar por un equipo mejor.

Bias (Sesgo).

Descripción.

Sesgo es la medida del error sistemático del sistema de medición. Es la contribución del error total integrado por los efectos combinados de todas las fuentes de variación, conocidas o no conocidas, cuya contribución al error total tiende a compensar en forma consistente y predecible todos los resultados de aplicaciones repetidas del mismo proceso de medición para el tiempo de las mediciones mismas. (AIAG, 2010)

Es decir, el sesgo examina la diferencia entre la medición promedio observada y un valor de referencia. Indica cuál es la exactitud del sistema de medición cuando se compara con un valor de referencia.

Equipos candidatos

Equipos dimensionales (vernier, micrómetro, máquina de coordenadas, indicador de altura, LVDT, equipos de precisión), equipos de presión, equipos de temperatura.

Conducción del estudio:

- Un operador que usualmente este en la operación.
- Obtener una muestra y establecer su valor de referencia en relación a un estándar o patrón rastreable. Si no existe alguno disponible, selecciona una parte de producción que caiga en el rango medio de las mediciones de producción y designala como la muestra máster para el análisis de sesgo.
- Medir la parte 10 veces y calcular el promedio de las lecturas  $n$ . Usa este promedio como el "valor de referencia".
- Hacer que el evaluador mida la muestra 15 veces de una forma normal y registre en el formato.

Análisis de resultados:

La desviación es aceptable si el valor  $p$  asociado con  $t$  desviación es menor que  $\alpha$  o cae dentro de los límites de confianza  $1-\alpha$  basados en el valor de la desviación.

Este estudio solo tiene 2 resultados: ACEPTADO o RECHZADO.

Repetibility of Std Desv.:	$\sigma_r =$	<u>0.0000</u>	0
Average Deviation	$D =$	<u>#DIV/0!</u>	#DIV/0!
Standar error of the mean	$\sigma_D =$	<u>0.00000</u>	0
t calculated:	$t =$	<u>#DIV/0!</u>	
t tables:	$t_t =$	<u>2.206416</u>	

FINAL ANALYSIS  
AT 95 % OF CONFIDENCE INTERVAL:

Hypothesis test:  $H_0$

$$\text{bias} - i \leq 0 \leq \text{bias} + i$$

LOWER LIMIT bias - i : <b>#DIV/0!</b>	UPPER LIMIT bias + i : <b>#DIV/0!</b>
---	---

RESULTS:

**#DIV/0!**

*Ilustración 7 Formato de estudio de Bias*

Posibles causas para un sesgo excesivo son:

- El instrumento necesita calibración.
- Instrumento, equipo o dispositivo desgastado.
- Máster dañado o desgastado, error en el máster.
- Calibración o uso de un máster de ajuste inapropiado.
- Instrumento de baja calidad – diseño o conformancia.
- Error de linealidad.
- Gage equivocado para la aplicación.
- Diferente método de medición – ajuste, carga, sujeción, técnica.
- Medición de característica equivocada.
- Distorsión (del gage o la parte).
- Medio ambiente – temperatura, humedad, vibración, limpieza.

- Violación a algún supuesto, error en la aplicación de una constante
- Aplicación – tamaño de la parte, posición, habilidad del operador, fatiga, error de observación (facilidad de lectura, paralelismo).

Linealidad.

Descripción:

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.

La linealidad examina qué tan exactas son sus mediciones a través del rango de mediciones esperado. La linealidad indica si el sistema de medición tiene la misma exactitud a través de todos los valores de referencia.

Equipos candidatos:

Equipos dimensionales (vernier, micrómetro, máquina de coordenadas, indicador de altura, LVDT, equipos de precisión), equipos de presión, equipos de temperatura.

Conducción del estudio:

- Seleccionar 5 partes cuyas mediciones, debido a la variación del proceso, cubren el rango de operación del gage o su escala total.
- Medir cada parte con una inspección de layout para determinar su valor de referencia y confirmar que el rango de operación del gage en cuestión está cubierto.
- Medir cada parte 12 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.
- Registrar en el formato.

Análisis de resultados:

Cuando el valor de la pendiente y la intercepción son mayores que la t de tablas entonces el resultado es aceptado. Este estudio solo tiene 2 resultados: ACEPTADO o RECHZADO.

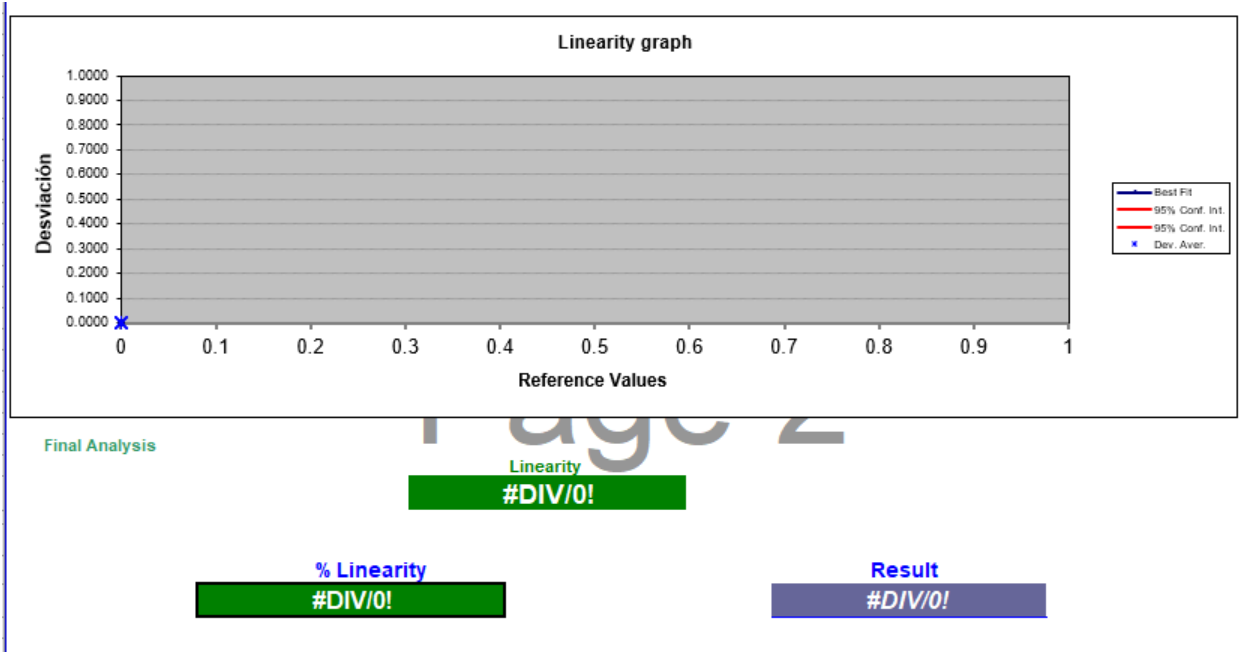


Ilustración 8 Formato de estudio Linealidad

Posibles causas para errores de linealidad incluyen:

- El instrumento necesita calibración, reducir el intervalo de calibración
- Instrumento, equipo o dispositivo desgastado.
- Mantenimiento deficiente – aire, energía eléctrica, hidráulica, filtros,
- corrosión, oxidación, limpieza.
- Máster desgastados o dañados, error en los máster – mínimo / máximo.
- Calibración (no cubriendo el rango de operación) o uso del máster de ajuste inapropiados.

- Calidad deficiente del instrumento – diseño o conformancia.
- Falta de robustez del diseño del instrumento o método.
- Gage equivocado para la aplicación.
- Diferente método de medición – ajuste, carga, sujeción, técnica.
- Cambios de distorsión (del gage o la parte) con el tamaño de las partes.
- Medio ambiente – temperatura, humedad, vibración, limpieza.
- Violación a algún supuesto, error en la aplicación de una constante.
- Aplicación – tamaño de la parte, posición, habilidad del operador, fatiga, error de observación (facilidad de lectura, paralelismo).

Destructivo/no replicable.

Descripción:

Cuando la parte (característica) a ser medida es destruida por el acto mismo de medición el proceso es conocido como medición destructiva. Esto incluye la clase completa de sistemas de medición conocidos como “sistemas de medición destructivos. Sin embargo, existen otros sistemas de medición los cuales son no replicables, y donde la parte misma no es dañada por el proceso de medición, aunque la característica a ser medida cambia.

<b>SISTEMAS DE MEDICION NO REPLICABLES</b>	
<b>Escenario – Sistemas de Medición No Destructivos</b>	<b>Ejemplos</b>
La parte no cambia por el proceso de medición; ej., sistemas de medición que son no destructivos y serán usados con partes (especímenes) con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• propiedades estáticas, o</li> <li>• propiedades dinámicas (cambiantes) las cuales se hayan estabilizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetros de vehículos usados en vehículos sin verde / powertrains</li> <li>• Pruebas de Fuga con datos de variables</li> </ul>
La vida de anaquel de la característica (propiedad) es conocida y se extiende más allá de la duración esperada del estudio – ej., la característica medida no cambia durante el período de uso esperado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espectrómetro de Masas con muestras de un solo lote de material</li> </ul>
<b>Escenario – Sistemas de Medición Destructivos</b>	<b>Ejemplos</b>
Stands de Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Final de Línea <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Stands de prueba de motores</li> <li>✓ Stands de prueba de transmisiones</li> <li>✓ Dinamómetros de Vehículos</li> </ul> </li> <li>• Pruebas de Fuga con datos cualitativos</li> <li>• Camara salina/humedad</li> <li>• Medidor de gravilla</li> </ul>
Otros sistemas de medición no replicables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de medición en línea donde la automatización no permite la replicación</li> <li>• Pruebas destructivas de soldadura</li> <li>• Pruebas destructivas de acabado</li> </ul>

*Ilustración 9 Descripción del estudio no replicable*



Equipos candidatos:

Dinamómetros, taquímetros, cajas de resistencia, pruebas de soldadura, fugas, pruebas de impacto, durómetros, hot blocks, cámaras de temperatura, cámaras frías, pruebas de luminosidad y sonoras.

Conducción del estudio:

- Se debe coleccionar una muestra de 30 piezas de las mismas características y número de parte.
- En este tipo de estudio o prueba generalmente la pieza tiende a perder características o sufre alguna deformación durante su proceso de prueba; es por ello por lo que solo se pueden probar una vez, así que un solo operador o evaluador debe probar las 30 piezas y anotar su valor.

Análisis de resultados:

Este estudio calcula una desviación estándar de los datos actuales, pero se necesitan comparar contra una sigma histórica para observar su comportamiento o desviación con respecto al tiempo. El dato histórico se toma del estudio anterior, es decir del año pasado; en caso de que no exista o se haya cambiado de número de parte se deben realizar 2 estudios y así poder tener un resultado de comparación.

La diferencia entre el resultado histórico y el resultado actual debe estar entre  $\pm 1$  sigma para que este pueda ser aceptado, de lo contrario quedara rechazado como lo muestra la forma V3 del manual de MSA.

TYPE OF METHOD TO BE APPLIED: **V3** Study by variables for measurement systems destructive test  
References: Dynamic Characteristics Study, When the number of servings (m) = 2

Estimation of Repeatability: if  $\sigma_E = \sigma_e$

Evaluation data box:

HISTORICAL	EVALUATOR
HISTORICAL DATE: _____	EVALUATION DATE: _____
$\sigma_E =$ <input type="text"/>	$\sigma_e =$ <input type="text" value="#DIV/0!"/>
RESULTS: <input type="text" value="#DIV/0!"/>	

Ilustración 10 Formato de estudio no replicable

Algunas razones por las que el estudio pudiera estar rechazado:

- Equipo fuera de tolerancia.
- Material defectuoso y con características diferentes a las históricas.
- Cambio de fixtures o herramientas para sujeción.
- Uso incorrecto del IEMP.

R&R por atributos.

Descripción:

Los sistemas de medición de atributos son los tipos de sistemas de medición donde los valores de mediciones mismas son una de un número finito de categorías. Esto es en contraste con los sistemas de medición de variables los cuales pueden resultar en un infinito de valores. Los más comunes de éstos son el gage pasa/no pasa el cual cuenta solo con dos posibles resultados. Otros sistemas de atributos, por ejemplo, los estándares visuales, pueden resultar en 5 a 7 categorías distintas tales como, muy bueno, bueno, aceptables, pobres y muy pobres.

Dado que estos métodos no cuantifican la variabilidad de los sistemas de medición, solo debieran usarse bajo consentimiento del cliente. (AIAG, 2010)

Equipos candidatos:

Gages Go/NoGo, sistemas visuales, cuerdas, Hypots, equipos de continuidad, inspecciones visuales-organolépticas y comparativas.

Conducción del estudio.

Para la realización de este estudio se necesita:

- 3 operadores certificados en la operación, en caso de no contar con ellos pueden participar los tutores de línea, líderes, auditores de calidad y/o técnicos e ingenieros de procesos.
- 50 piezas del mismo número de parte y modelo, de las cuales 10 piezas deben ser malas y el resto buenas. Para equipos de FORD se utilizará la especificación que se encuentra en el C3400 en el anexo I.
- De preferencia se recomienda que sea un operador por turno.

- Utilizará solamente valores de 0 y 1 para este tipo de estudio.
- Existe la columna llamada “referencia” en donde el evaluador deberá insertar los valores 0 o 1 según corresponda a “buena” o “mala” muestra, en base a esto se hará el comparativo contra las decisiones entre operarios y el máster.
- Terminadas de inspeccionar las 50 piezas, 3 veces y por los 3 operadores de manera aleatoria este estudio hace un comparativo entre las decisiones y el máster.
- En base al número de aciertos y errores de cada operador el formato calculara la efectividad de cada operador y los índices “kappa” entre operadores y ver su concordancia.

Análisis de resultados:

Kappa es una medida más que una prueba. La medida es juzgada usando un error estándar asintótico para construir el estadístico t. Una regla empírica general es que los valores de kappa mayores que 0.75 indican un acuerdo bueno a excelente (con un máximo de kappa = 1). Valores menores que 0.4 indican un acuerdo pobre. (AIAG, 2010) De igual modo se analiza la efectividad de cada operador de manera individual y dando un veredicto en base a ese resultado, así lo muestra la tabla III-C6 del manual de MSA. La proporción de perdida y la proporción de falsa alarma no se toman en cuenta.

*Tabla 1 Criterios de efectividad estudio atributos*

<b>Decisión Sistema de Medición</b>	<b>Efectividad</b>	<b>Proporción Perdida</b>	<b>Proporción de Falsa Alarma</b>
Aceptable para el evaluador	≥ 90%	≤ 2%	≤ 5%
Marginalmente aceptable para el evaluador – puede requerirse mejoramiento	≥ 80%	≤ 5%	≤ 10%
No aceptable para el evaluador – requiere mejoramiento	< 80%	> 5%	> 10%

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO.

### Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Conocer los procesos desempeñados por los técnicos del departamento de calibración es esencial para lograr un buen desarrollo del proyecto, pues permite el conocimiento de cada paso concebido en ellos y así poder detectar puntos de mejora, mejorando la calidad y eficiencia, disminuyendo el exceso de trabajo, movimientos, desperdicio de tiempo, etc.

Las actividades desarrolladas para el área de calibración fueron llevadas a cabo de acuerdo con un cronograma, véase la tabla 2.

### Cronograma de actividades.

*Tabla 2 Cronograma de actividades*

#### **Cronograma de actividades**

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Revisión de todos los formatos del laboratorio	■				
Actualizar toda la información de los procedimientos y formatos del laboratorio		■	■		
Mandar el cambio a control de documentos para que lo actualicen en sistema interno de Sensata			■		
Mancar correo a los encargados para la aprobación de la documentación				■	
Dar a conocer al personal de laboratorio todos los cambios realizados					■
Dar a conocer a todo Sensata las actualizaciones de los documentos para que se apeguen a las nuevas revisiones					■

## C1200- Equipo de Inspección, Medición y/o prueba.

Este documento contiene los flujos de cada uno de los procesos que realiza el laboratorio de calibración, se analizó cada uno de los puntos.

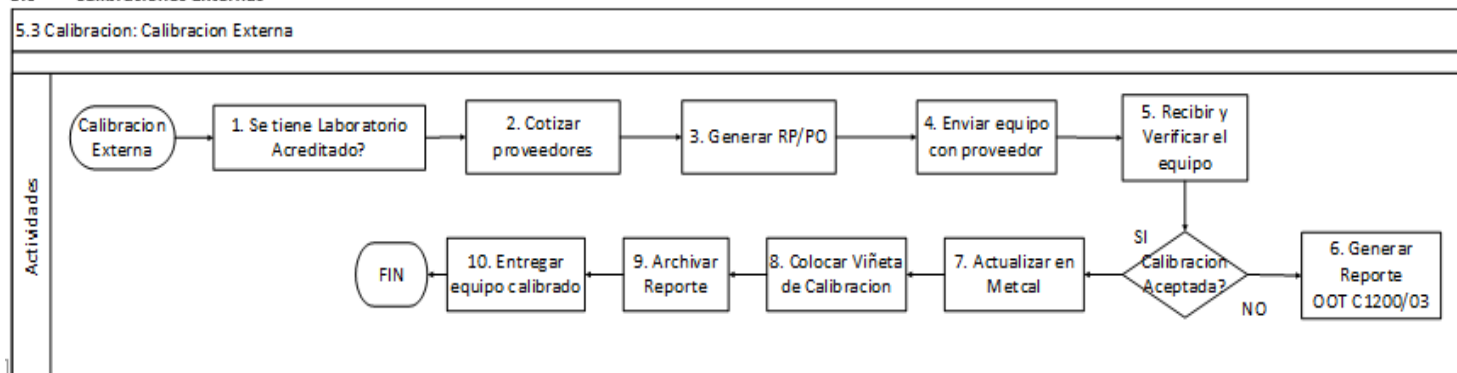
5.1 Control de Equipo de Inspección, medición y Prueba (Equipo Nuevo) (No se modificó).

5.2 Calibración Internas (No se modificó).

5.3 Calibración Externas.

En el diagrama de flujo se cambió el quien realiza la RP (Orden de compra) ahora las tiene que realizar los dueños del equipo.

### 5.3 Calibraciones Externas



No	Que	Quien	Como	Cuando	Registro
1	¿Se tiene laboratorio Acreditado?	Supervisor/Técnico de calibración/Usuario	Revisión con los laboratorios con los que ya se trabaja y/o buscando en la base de datos de las certificadoras, debe de tener un alcance del laboratorio definido en base al equipo que se enviara a calibración externa y debe de estar acreditado según las Norma ISO/IEC 17025 adicional confirmar que los laboratorios impriman el sello de acreditación de su casa certificadora, en la hoja de calibración del equipo que se envía a calibrar. (Aplicable a partir de la <b>Rev. AK</b> )	Cuando exista un equipo fuera del alcance del laboratorio de calibración de Sensata o se trate de patrones que requieran calibración periódica o alta de calibración.	N/A
2	Cotizar proveedores	Supervisor/Técnico de calibración	Se solicitan cotizaciones de servicio a proveedores ACREDITADOS mediante correo electrónico y/o contacto telefónico. Se realiza RP importante no olvidar realizar las actividades del flujo 5.10 Evaluación de Proveedores de Servicio del área de calibración.	Cuando se requiera del servicio de calibración	N/A
3	Se genera RP/ PO	Supervisor/Técnico de calibración	Mediante plataforma interna y se autoriza por gerencia del área.	Cuando se requiera del servicio de calibración y este haya sido aprobado	N/A

Ilustración 11 Calibración externa no actualizado

### 5.3 Calibraciones Externas

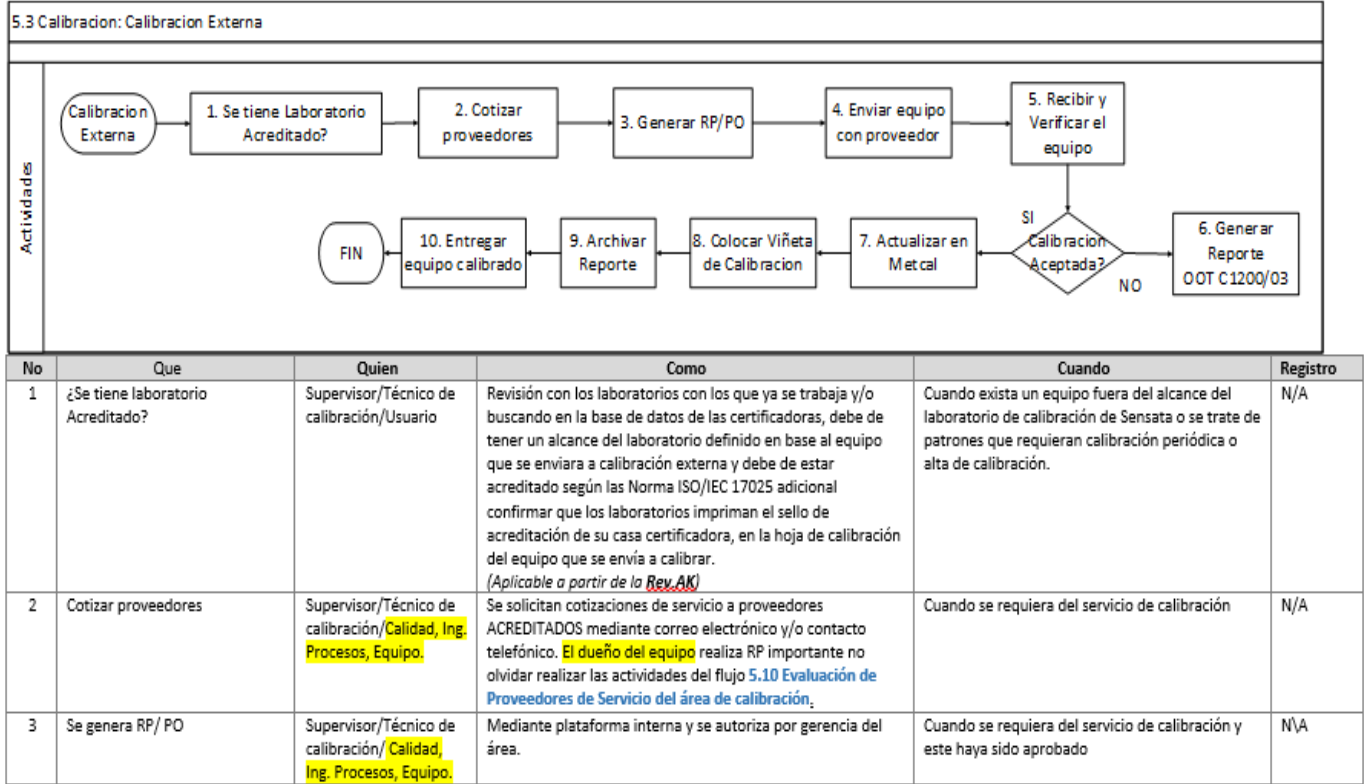


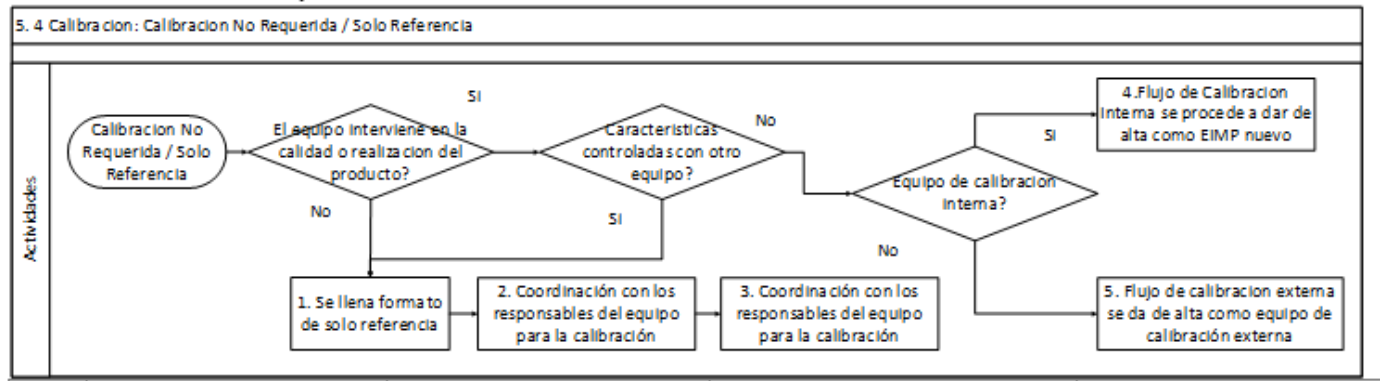
Ilustración 12 Calibración externa actualizado.

### 5.4 Calibraciones no requeridas.

Esta viñeta se utilizará para aquellos equipos que sean usados como referencia o bien que sean parte de la operación pero que no requieran su calibración debido a que la característica se inspecciona o mide con un equipo adicional o bien con algún juego de piezas de verificación la cual contemple esa o esas características.

En el apartado 1 indica que llenes el formato, y en el punto 2 y 3 indica exactamente lo mismo no indica el proceso que se tiene que llevar para la calibración no requerida.

## 5.4 Calibraciones No Requeridas

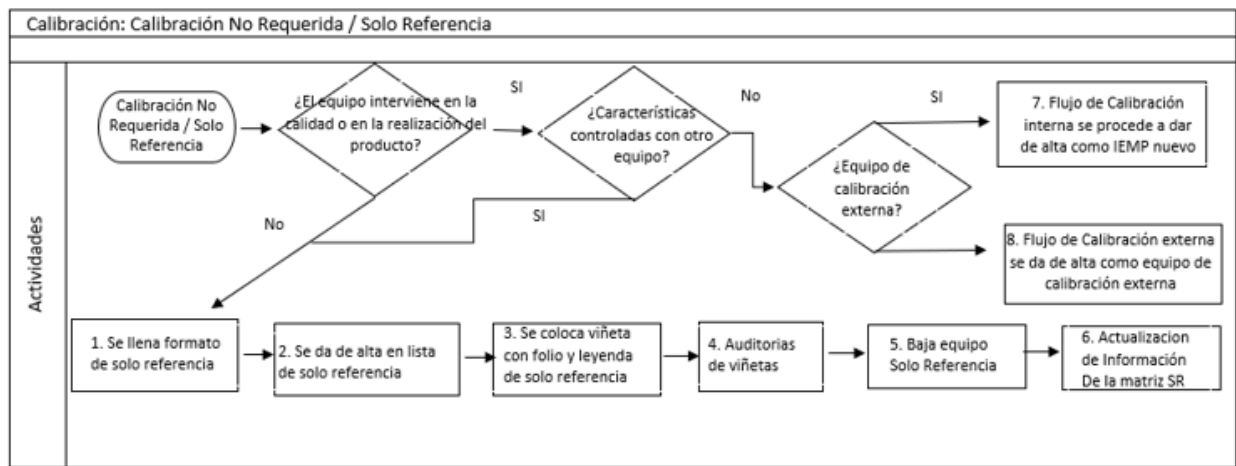


*Ilustración 13 Calibración no requeridas, no actualizado.*

Se actualiza el diagrama de flujo de la siguiente manera:

- 1- Se llena formato de solo referencia.
- 2- Se da de alta en lista de solo referencia.
- 3- Se coloca viñeta con folio y leyenda de solo referencia.
- 4- Auditorias de viñetas.
- 5- Baja equipo Solo Referencia.
- 6- Actualización de Información De la matriz.
- 7- Flujo de Calibración Interna se procede a dar de alta como EIMP nuevo.
- 8- Flujo de calibración externa se da de alta como equipo de calibración externa.

El tener esta información actualizada beneficia al laboratorio ya que no se tenía el proceso claro, en línea cuando querían dar de baja los equipos se solo referencia no sabía qué hacer, les preguntaban a los técnicos y no tenían claro esta parte y solo los daban de baja no se tenía un control claro y definido, de la misma manera al momento de cambiar alguna información del equipo.



No	Que	Quien	Como	Cuando	Registro
1	Se llena formato de solo referencia	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo	Aportando los datos que el registro pide utilizando el formato <a href="#">C1200/13</a>	Cuando el equipo sea catalogado como solo referencia	Formato C1200/13
2	Se da de alta en lista de solo referencia	Técnico de calibración	Llenando el formulario para asignar folio	Cuando el equipo sea catalogado como solo referencia	Lista de Solo Referencia
3	Se coloca viñeta con folio y leyenda de solo referencia	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo	Colocando en un lugar visible la viñeta	Cuando el equipo sea catalogado como solo referencia	N/A
4	Auditorias de viñetas	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo	Verificar en sus auditorias que el equipo patrón o la monitoria de la WI, cuente con todas sus viñetas de solo referencia que dieron de alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando auditen la operación</li> <li>Cuando le toque calibración a un equipo patrón</li> </ul>	N/A
5	Baja equipo Solo Referencia	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo	Notificar por correo el porqué de la baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando ya no se ocupen en la operación</li> <li>Cuando el patrón sea dado de baja o cambie.</li> <li>Cuando se extravié el equipo</li> <li>Cuando el equipo se mueva de operación y el patrón no sea el mismo</li> <li>Cuando la monitoria sea dada de baja</li> </ul>	E-mail
6	Actualización de Información De la matriz	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo y Técnico de Calibración	Notificar por correo el cambio de cómo está actualmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando la WI cambie</li> <li>Cuando los responsables sean otros</li> <li>Cuando se actualice el patrón al que hace referencia</li> </ul>	E-mail
7	Flujo de Calibración Interna se procede a dar de alta como EIMP nuevo	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo	Aportando los datos que el registro pide	Cuando el equipo se catalogue como EIMP	C1300/08
8	Flujo de calibración externa se da de alta como equipo de calibración externa	Personal de QA y/o personal de procesos o equipo	Aportando los datos que el registro pide	Cuando el equipo se catalogue como EIMP y no pueda ser calibrado en la planta por personal de calibración	C1300/08

Ilustración 14 Calibración no requerida actualizado.

5.5 Equipo No Calibrado (No se modificó).

5.6 Equipo Extraviado (No se modificó).

5.7 Estaciones de Verificación (No se modificó).

5.8 Reactivación de Equipo Vencido, Extraviado, Dañado o Reportado Fuera de Tolerancia (No se modificó).

5.9 Control de Software- Alta y Cambio de Revisión. (No se modificó).

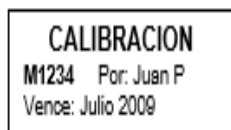
5.10 Evaluación de Proveedores de Servicio del área de Calibración. (No se modificó).



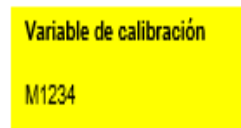
Se estandarizaron las etiquetas de identificación de los equipos en la empresa:

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C1200	REVISION: AM
TITULO: Equipo de Inspección, Medición y /o prueba	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 17 de 20 FECHA:14/03/2020

**Anexo A.** Etiqueta de calibración



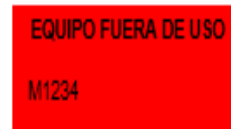
**Anexo B** Etiqueta de variables de calibración



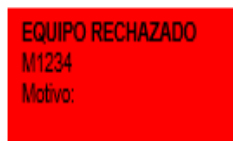
**Anexo C** Etiqueta de calibración anulada



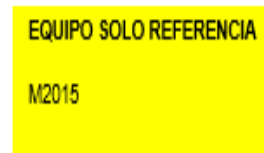
**Anexo D** Etiqueta de equipo fuera de uso



**Anexo E** Etiqueta de equipo rechazado



**Anexo G** Calibración no requerida Solo Referencia



*Ilustración 15 Etiquetas de calibración antes*

A la etiqueta blanca se le agrego el mes en que se calibra el equipo. Etiqueta amarilla se elimino el control en esa solo se tiene que agregar la condicion del equipo, se estandariza y modifica la viñeta de calibracion no requerida, se agrega 3 viñetas rojas que son las condiciones que puede tener un equipo, dañado, fuera de uso y en espera de calibracion.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C1200	REVISION: AP
TITULO: Equipo de Inspección, Medición y /o prueba	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 18 de 22 FECHA: 10/13/2021

**Anexo A. Etiqueta de calibración**



**Anexo B Etiqueta de variables de calibración**



**Anexo C Etiqueta de calibración anulada**



**Anexo D Etiqueta de equipo fuera de uso**



**Anexo E Etiqueta de equipo rechazado**



**Anexo G Calibración no requerida Solo Referencia**



**Anexo H Etiqueta de equipo rechazado**



*Ilustración 16 Etiquetas de calibración actuales*

Se agregó el punto número 13 que es la baja de los equipos por fuera de uso.

Anteriormente mandaban el formato C1200-06 baja de equipo seleccionando fuera de uso, y los técnicos inactivan el equipo en el sistema MetCal, se les comenta a los dueños del equipo que pasaran por su viñeta roja para identificar el equipo con su nueva condición, pero muchas de las veces no acudían por ellas o incluso los mandaban a dar de baja, calibración los daba de baja pero nunca pasaban por la etiqueta los dueños, donaban el equipo a otra línea de producción que si lo ocupara y calibración nunca se daba cuenta hasta que lo detectaban en una auditoria.

Por lo que se modificó con una nueva condición, para equipos portátiles primero se tiene que proporcionar el equipo a calibración mandar el formato C1200-06, los técnicos de calibración dan de baja el equipo y ellos mismos identifican con la etiqueta roja fuera de uso al equipo, para los equipos fijos se manda el formato C1200-06 se inactiva el equipo calibración notifica que se dio de baja y pasen por la etiqueta roja, los dueños del equipo nos tienen que pasar por medio de correo la evidencia de la colocación de la etiqueta visible en el equipo.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C1200	REVISION: AP
TITULO: Equipo de Inspección, Medición y /o prueba	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 20 de 22 FECHA:10/13/2021

12. **Préstamo de Equipo:** Cualquier préstamo de equipos entre maquina/celdas/IBT/áreas, el dueño debe de solicitar por correo el cambio de ubicación en el sistema de calibración (METTRACK), copiando a los responsables, este debe de ser confirmado por el personal de Calibración, del cambio realizado.

13. **Baja de equipo por fuera de uso:** Se tiene que mandar el formato C1200-06 indicado que se está dando de baja el equipo por fuera de uso, los equipos portátiles tienen que ser proporcionados por los responsables, al técnico de calibración para poderlo dar de baja y colocarle al momento la viñeta roja, para los equipos que no se puedan proporcionar al laboratorio se entregara al responsable del equipo la viñeta roja para que la coloque y mandar evidencia de colocación de esta.

*Ilustración 17 Baja de equipos por fuera de uso*

**C1200-06 Notificación de Equipo de Medición No Calibrado/Baja de Equipo.**

Se eliminó el apartado de baja de equipo y donde indica: Equipo de Medición No Calibrado.

Notificación de Equipo de Medición No Calibrado / Baja de Equipo			
**EL EQUIPO ENLISTADO A CONTINUACION SE ENCUENTRA EN LA CONDICION MARCADA*			RETENCION: 1 AÑO FECHA: 7/06/2019 REVISION: C C1200-06
Equipo de Medición No Calibrado	<input type="checkbox"/>		
Baja de Equipo	<input type="checkbox"/>	Extraviado <input type="checkbox"/>	Fuera de Uso <input type="checkbox"/>
			Dañado <input type="checkbox"/>
No de control	Descripcion	Area de asignacion	Responsable

*Ilustración 18 Formato C1200-06 antes.*

Se agregó el apartado de: Cambiar a solo referencia ya que se dan de baja equipos para realizar esa condición.

Notificación de Equipo de Medición No Calibrado / Baja de Equipo			
**EL EQUIPO ENLISTADO A CONTINUACION SE ENCUENTRA EN LA CONDICION MARCADA*			RETENCION: 1 AÑO FECHA: 10/22/2021 REVISION: D C1200-06
Cambio a Solo referencia	<input type="checkbox"/>	Extraviado <input type="checkbox"/>	Fuera de Uso <input type="checkbox"/>
			Dañado <input type="checkbox"/>
No de control	Descripcion	Area de asignacion	Responsable

*Ilustración 19 Formato C1200-06 actualizado.*

## C1200-16 Reporte de calibración.

Este documento es 100% auditable, todas las auditorias que son realizadas en el laboratorio piden los datos de los equipos que usan en las líneas de producción.

LABORATORIO DE CALIBRACION  
BITACORA DE CALIBRACION FOLIO \_\_\_\_\_

Numero de control: \_\_\_\_\_ Descripción: \_\_\_\_\_  
 Temperatura: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Humedad: \_\_\_\_\_ Tiempo de calibracion: \_\_\_\_\_


Patrones:  
 Numero de control: \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_  
 Vence: \_\_\_\_\_

Item	Referencia	Unidad de Med.	1 Lectura	2 Lectura	3 Lectura	Tolerancia ±	Promedio	Limite Sup	Limite Inf.	Pasa/No Pasa
1										

Sheet1

*Ilustración 20 Formato C1200-16 antes.*

Se estandarizo el formato, se agregó el logo de la empresa, el formato tenía el nombre del reporte de calibración pero decía bitácora se cambió, se agregó los grados centígrados y humedad en el reporte para que el técnico solo escriba el valor, se realizaron y agregaron formula en el apartado de promedio, límite superior, límite inferior y pasa no pasa así el técnico solo tendrá que escribir la referencia del valor a checar los 3 resultados y la tolerancia automáticamente las otras celdas se llenaran y te indicara si el equipo está dentro de lo especificado o no, se agregó el cuadro de referencia.

 **LABORATORIO DE CALIBRACION**  
**REPORTE DE CALIBRACION** FOLIO \_\_\_\_\_

Numero de control \_\_\_\_\_ Descripción \_\_\_\_\_  
 Temperatura \_\_\_\_\_ °C Fecha \_\_\_\_\_  
 Humedad \_\_\_\_\_ %RH Tiempo de calibracion \_\_\_\_\_

Patrones:  
 Numero de control \_\_\_\_\_  
 Descripción \_\_\_\_\_  
 Vence \_\_\_\_\_

Item	Referencia	Unidad de Medicion	1 Lectura	2 Lectura	3 Lectura	Tolerancia ±	Promedio	Limite Sup	Limite Infe	Pasa/No Pasa
1							#iDIV/0!	0,000	0,000	#iDIV/0!
2										
3										
4										
5										
6										

C1200/16  
 REV.B  
 Retencion 1año  
 Fecha 22/Octubre/2021

*Ilustración 21 Formato C1200-16 actualizado.*

Se bloquearon las celdas de número de control, temperatura, humedad, descripción, fecha, tiempo de calibración y tabla de referencia que es información que no se debe de eliminar del reporte, la contraseña es: Calibración esta se dejó solo al supervisor del laboratorio por si en algún futuro le realizan cambios al documento.

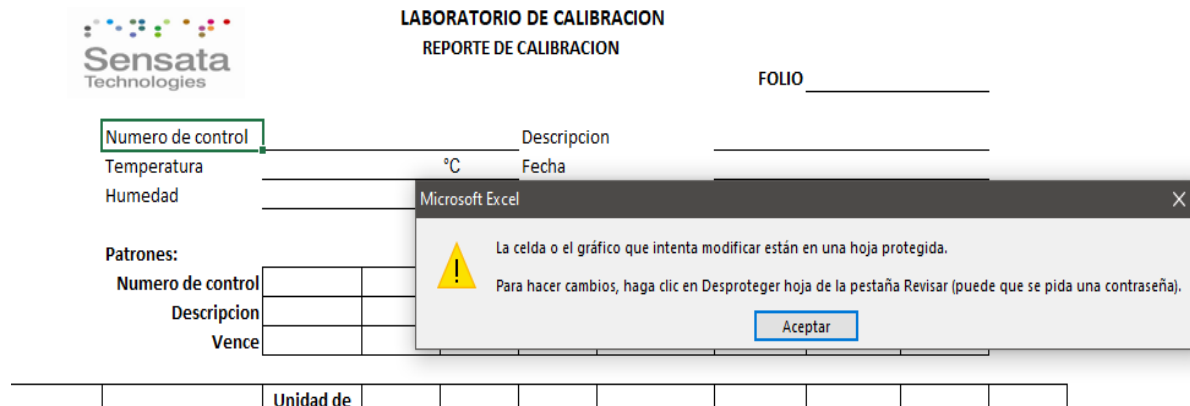


Ilustración 22 Formato C1200-16 archivo bloqueado.

### **C1200-03 Notificación de condición de equipo de medición inspección y prueba fuera de tolerancia.**

El documento C1200-03 es para que el técnico notifique alguna inconformidad del equipo ya sea que este dañado o fuera de tolerancia, cuando pasa esto los ingeniero tiene que realizar una evaluación y ver si afecto al producto en línea, el proceso de calibración es solo notificar la condición del equipo mediante este formato, los ingenieros en línea son responsables de realizar las acciones correctivas para evitar usar equipo fuera de especificaciones en línea.







### **C3200- Alcance de laboratorio de calibración Sensata Technologies De México.**

Tener actualizar el alcance del laboratorio es esencial ya que es la primera etapa del proceso de calibración, al proporcionar un nuevo equipo para su alta se verifica las especificaciones y de acuerdo con eso el técnico verifica el documento alcance C3200 y ve si el equipo es posible calibrarlo en planta o si se requiere calibración externa.

La última actualización del documento C3200 Alcance de laboratorio de calibración Sensata Technologies De México fue 19 de Mayo del 2014.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C3200	REVISION: F
TITULO: Alcance de laboratorio de <u>calibración Sensata Technologies</u> De México.	Impresiones De Este Documento No <u>Son Copias</u> Controladas. Asegúrese de usar la última revisión, consultando la red.	HOJA: 1 de 25 FECHA: 19/Mayo/2014

*Ilustración 25 Documento C3200 antes.*

Se revisó el documento y algunos de los equipos dados de alta ya no se encontraban físicamente en el laboratorio y muchos de ellos se encontraban dañados.

Se realizaron los siguientes cambios:

En el apartado de Dimensional se eliminó las viñetas M5025, M5058, M5108, M5056, M5050, M5105, M5052, M5053, M5054, M5055, M5182, M5037 esos equipos patrones ya no se encuentran actualmente en calibración y se agregaron los equipos M5135, M5273, M5274, M5275, M5272, M5360, M9043, SM12318, M5326, SM13763 y M5405 junto con la información que pide la tabla y se agrega en cada una sus tolerancias y la leyenda: ( UNCERTAINTY OR AN ACCURACY ( $\pm$ ) SEE EXTERNAL CALIBRATION CERTIFICATE) En el apartado de ELECTRICAL, se elimina M5012, M5070, M1807, M5017, M5114, M5116 y M5013, se modifica la unidad de medida  $\Omega$  en M5015, se agrega toda la información del M5337, MP5768, M5335, M5165 M5168, M5373, M5336, M5337, M5361, MP5768, MP5768 ,M5207, M5063, M5337, SM5836, M5354, M5353, M5351, M5352, SM5839, M5349, M5356, M5345 y M5357. En el apartado de Force &

torque: Se eliminó M5018, M5141, M5043, M5044, M5045, M5047, Se agregó M5359, se modifica la leyenda en tolerancia a UNCERTAINTY OR AN ACCURACY ( $\pm$ ) SEE EXTERNAL CALIBRATION CERTIFICATE, en M5039, M5119, M5120, M5117, M5048, M5169 Y se agregan los siguientes equipos con toda la información: M5322, M5323, M5318, M5399, M5400, M5401, M5402, M5403, M5375 y M5325. En el apartado de Pressure; se eliminó M5023, M5022, M5081, M5082, M5083, M5084, M5180 con su información y se agregó con toda su información M5412, M5411, M5410, M5409, M5408, M5414 y M5113. En el apartado de Temperature, se modificó la unidad de medida a  $^{\circ}\text{C}$  se eliminó con toda la información los equipos: M5000, M5034, M5140 y se agregó con toda la información SM12635, SM12635, M5404, M5337. En el apartado de Other se eliminó toda la información y se agregó otra información de las soluciones actuales con las que cuenta el laboratorio y también se agregaron los equipos: M5407, M5386, SM4063 y M5389.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C3200	REVISION: G
TITULO: Alcance de laboratorio de calibración Sensata Technologies De México.	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión, consultando la red.	HOJA: 24 de 34 FECHA: 10/Octubre/2021



Pressure

PARAMETER	FUNCTION OR MODE OF OPERATION	TECHNOLOGY	EQUIPMENT EMPLOYED	RANGES	BEST MEASUREMENT CAPABILITY EXPRESSED AS EITHER AN UNCERTAINTY OR AN ACCURACY
PRESSURE	GENERATOR	TRANSDUCER	PRESSURE TRANSDUCER CPD 8500 MENSOR <u>PRIMARY</u> M5412	8.00000 psi/ 17.00000 psi 0.00%H/ 100.00%H 10.00 deg C/ 40.00 deg C -40.00 deg C/ 125 deg C 0.552000 bar/ 1.172000 bar	UNCERTAINTY OR AN ACCURACY ( $\pm$ ) SEE EXTERNAL CALIBRATION CERTIFICATE
PRESSURE	GENERATOR	TRANSDUCER	PRESSURE TRANSDUCER CPC 8000 MENSOR <u>PRIMARY</u> M5411	-15.000 psi/ 600.000 psi 8.00000 psi/ 17.000 psi -15.00 psi/ 2500.00 psi -15.00 psi/ 6000.00 psi	UNCERTAINTY OR AN ACCURACY ( $\pm$ ) SEE EXTERNAL CALIBRATION CERTIFICATE

*Ilustración 26 Documento C3200 actualizado.*

### **C3400- Análisis al sistema de medición.**

Los análisis de sistema de medición (MSA) los realizan en las líneas de producción el ingeniero de proceso para verificar la condición de su proceso, equipo y los operadores que están en las operaciones. En el laboratorio los técnicos los administran, ellos los revisan verifican que está bien que los resultados estén dentro de lo que pide el manual de MSA y que la información conocida con la que se tiene en la matriz dada de alta, se programa el estudio mandado en el mes en curso para el siguiente.

Semana con semana se manda por correo a los responsables el estatus de los estudios cuantos realizaron y cuantos le falta para cumplir la meta del 100% mensual.

Ilustración 27 Matriz de MSA.

TCIS-OA	(Avance)	TCIS-OA	Gral STATUS
Status	TCIS-OA	%	
Realized	172	94%	
In Plan	11	6%	
Expired	0	0%	
Total	183	100.00%	

REF.	BU	LINE	OPERATION	No Control	CHARACTERISTIC OF THE PROCESS	EIMP	Status	DATE
4	TCIS	IMSX22	Heat stake wire strain relief.	SM4922	conduit length	Gauge	Realized	01/10/2021
15	TCIS	IMSX22	MFG X22 IMS 1100	IMSX22-01	TORQUE (Forward )	FFT In line Function Tester	Realized	01/10/2021
17	TCIS	IMSX22	MFG X22IMS 0375	SM10891	Dimensión de Housing fork	Gauge Go/ No Go	Realized	01/10/2021
22	TCIS	IMSX22	MFG X22 IMS 1300	SM6246	CORRECT QTY ON COSTUMER PACKAGING	scale	Realized	01/10/2021
6	TCIS	171 172PSM (BOSCH)	MFG 171/172PS 0200 st 15	SM2373	Hypot	Hypot Meter	Realized	01/10/2021
5	TCIS	66 71		FFT	Released	FFT	Realized	01/10/2021
6	TCIS	66 71		FFT	Actuacion	FFT	Realized	01/10/2021
3	TCIS	68 176	FFT	FFT	PRUEBA FUNCIONAL	FFT	Realized	01/10/2021
3	OA	CAS	Bearing pin inspection MFG CAS 1000	SM2034	FORCE PIN INSPECTION	DYNAMOMETER	Realized	01/10/2021
4	OA	CAS	CRIMP	M18555	CRIMP HEIGHT	HEIGHT INDICATOR	Realized	01/10/2021
6	APS	93PS	DESIGNATION OF THE PARTS: WPS 93PS	O-ring verification sensor.	Presence of o'ring	O'Ring ATC 93PS verification sensor	Realized	01/10/2021
13	APS	162PS	MFG 162PS 1300	162PS 01	VISUAL INSPECTION	VISUAL	Realized	01/10/2021
2	APS	ACPS	FUNCTIONAL TEST	APS0020	PRESSURE TEST ACT / REL	TESTER	Realized	01/10/2021
3	APS	ACPS	FUNCTIONAL TEST	APS0020 2	VERIFICATION OF HIGH TEMPERATURE CREEP	TESTER	Realized	01/10/2021
4	APS	HPS	MFG HPS2 3100	M8009	Push Out movil	DYNAMOMETER	Realized	01/10/2021
7	APS	HPS	MFG HPS2 3100	SM984B	HEIGHT RIM	VERIFIER	Realized	01/10/2021

## C3400/02 Formato estudio de atributos.

**STUDY OF ATTRIBUTES  
(METHOD: RISK ANALYSIS)  
(50 X 3 X 3)**

OPERATION: \_\_\_\_\_

CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_

ESOP, CP, PFMA & REV: \_\_\_\_\_

SAMPLE SIZE: \_\_\_\_\_

RESPONSIBLE: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_

ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_


DELIVERY DATE: \_\_\_\_\_

TIME \_\_\_\_\_ DATE OF EXECUTION \_\_\_\_\_


TABLE (DATA COLLECTION)														
PART	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	Reference	A	B	C	FA Reference
1											1	1	1	
2											1	1	1	
3											1	1	1	
4											1	1	1	
5											1	1	1	
6											1	1	1	
7											1	1	1	
8											1	1	1	
9											1	1	1	
10											1	1	1	
11											1	1	1	

Ilustración 28 Formato C3400/02 antes.

Se estandariza formato agregando el logo de la empresa y se agrega apartado de los 3 operadores para agregar el número de empleado de las personas a las que se le realizo este estudio.



**STUDY OF ATTRIBUTES  
(METHOD: RISK ANALYSIS)  
(50 X 3 X 3)**



OPERATION: \_\_\_\_\_

CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_

ESOP, CP, PFMA & REV: \_\_\_\_\_

SAMPLE SIZE: \_\_\_\_\_

RESPONSIBLE: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_

MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_

ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_

DELIVERY DATE: \_\_\_\_\_

TIME \_\_\_\_\_ DATE OF EXECUTION \_\_\_\_\_

OPERATOR A: \_\_\_\_\_

OPERATOR B: \_\_\_\_\_

OPERATOR C: \_\_\_\_\_

TABLE (DATA COLLECTION)														
PART	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	Reference	A	B	C	FA Reference
1											1	1	1	
2											1	1	1	
3											1	1	1	
4											1	1	1	
5											1	1	1	
6											1	1	1	
7											1	1	1	
8											1	1	1	

Ilustración 29 Formato C3400/02 actualizado.

**C3400/05 Formato estudio de GR&R.**

**REPETIBILITY & REPRODUCIBILITY STUDY**  
GR&R  
(LARGE METHOD)


MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_ ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_ OPERATION: \_\_\_\_\_  
 UNITS: \_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_ EVALUATOR: \_\_\_\_\_  
 OPERATOR A: \_\_\_\_\_ OPERATOR B: \_\_\_\_\_ OPERATOR C: \_\_\_\_\_

MASTER PIECES VALUE		PIEZA:										AVERAGES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0
TRIAL	1											0	0
OPERATOR	A											0	0
	2											0	0
	3											0	0

*Ilustración 30 Formato C3400/05 antes.*

Se estandarizo el formato de GR&R se agregó el logo de la empresa, la operación y el apartado de los 3 operadores.

**REPETIBILITY & REPRODUCIBILITY STUDY**  
GR&R  
(LARGE METHOD)

 MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_ ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_ OPERATION: \_\_\_\_\_  
 UNITS: \_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_ EVALUATOR: \_\_\_\_\_  
 OPERATOR A: \_\_\_\_\_ OPERATOR B: \_\_\_\_\_ OPERATOR C: \_\_\_\_\_

MASTER PIECES VALUE		PIEZA:										AVERAGES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0
TRIAL	1											0	0
OPERATOR	A											0	0
	2											0	0
	3											0	0
Average:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Range:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$\bar{X}_0 =$  0  
 $R_0 =$  0

*Ilustración 31 Formato C3400/05 actualizado*

**C3400/07 Formato estudio linealidad.**

LINEARITY STUDY


MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_

Data Collection Table					Data Calculation Table					
TRIALS	LEVELS				TRIAL	DEVIATION				
/ Ref. Va					/ Ref. Va	0	0	0	0	0
1					1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2					2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Ilustración 32 Formato C3400/07 antes.*

Se agregó el apartado de la característica, operación, fecha, responsable y unidades información necesaria que tiene la matriz pero el formato no contaba con la información, se agregó el logo de la empresa.

LINEARITY STUDY



MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_  
 OPERACION: \_\_\_\_\_  
 DATE: \_\_\_\_\_  
 RESPONSIBLE: \_\_\_\_\_  
 UNITS: \_\_\_\_\_

Data Collection Table					Data Calculation Table					
TRIALS	LEVELS				TRIAL	DEVIATION				
/ Ref. Va					/ Ref. Va	0	0	0	0	0
1					1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

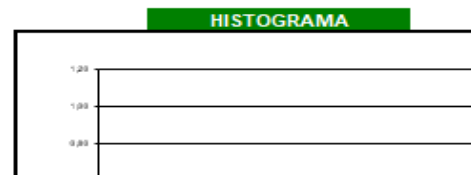
*Ilustración 33 Formato C3400/07 actualizado.*

**C3400/06 Formato estudio bias.**

**DEVIATION STUDY  
(BIAS)**

MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_

TRIAL	VALUE	DEVIATION
1		NA
2		NA
3		NA
4		NA
5		NA
6		NA
7		NA



*Ilustración 34 Formato C3400/06 antes.*

Se agregó el apartado de operación, fecha, responsable, referencia del valor y unidades se agrega el logo de la empresa.

**DEVIATION STUDY  
(BIAS)**



MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_  
 OPERACION: \_\_\_\_\_  
 DATE: \_\_\_\_\_  
 RESPONSIBLE: \_\_\_\_\_  
 REFERENCE VALUE: \_\_\_\_\_  
 UNITS: \_\_\_\_\_

TRIAL	VALUE	DEVIATION
1		NA
2		NA
3		NA
4		NA
5		NA
6		NA
7		NA
8		NA
9		NA
10		NA
11		NA
12		NA



*Ilustración 35 Formato C3400/06 actualizado.*

**C3400/08 Formato estudio no replicable.**

(VARIABLE METHOD)

OPERATION: \_\_\_\_\_ MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_ ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_

TYPE OF METHOD TO BE APPLIED: **V3** Study by variables for measurement systems destructive test  
 Referencer: Dynamic Characteristic Study, When the number of zeroing (m) = 2

Estimation of Repeatability: if  $\sigma_E = \sigma_e$

Evaluation data box:


<b>HISTORICAL</b>	<b>EVALUATOR</b>
HISTORICAL DATE: _____	EVALUATION DATE: _____
$\sigma_E =$ _____	$\sigma_e =$ #jDIV/0!

**RESULTS:** #jDIV/0!

Ilustración 36 Formato C3400/08 antes.

Se agregó el apartado de responsable, Numero de parte con el que realizan el estudio y la fecha de cuando realizan el estudio.

(VARIABLE METHOD)



OPERATION: \_\_\_\_\_ MEASURING EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 CHARACTERISTIC: \_\_\_\_\_ ID OF EQUIPMENT: \_\_\_\_\_  
 RESPONSIBLE: \_\_\_\_\_ DATE OF EXECUTION: \_\_\_\_\_  
 No. DE PARTE: \_\_\_\_\_

TYPE OF METHOD TO BE APPLIED: **V3** Study by variables for measurement systems destructive test  
 Referencer: Dynamic Characteristic Study, When the number of zeroing (m) = 2

Estimation of Repeatability: if  $\sigma_E = \sigma_e$

Evaluation data box:

<b>HISTORICAL</b>	<b>EVALUATOR</b>
HISTORICAL DATE: _____	EVALUATION DATE: _____
$\sigma_E =$ _____	$\sigma_e =$ #jDIV/0!

**RESULTS:** #jDIV/0!

HISTORICAL AND SAMPLED DATA FOUND

**COMMENTS AND SUGGESTIONS**

Ilustración 37 Formato C3400/08 actualizado.



## C1300- Procedimiento de calibración de los equipos.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C1300	REVISION: AC
TITULO: Calibración de equipos de medición y prueba	Impresiones de este documento no son copias controladas. Asegúrese de usar la última revisión.	HOJA: 1 de 70 FECHA: 07/Dic/2020

Ilustración 38 Documento C1300 antes.

Se agregó el punto número 7 en el procedimiento de calibración C1300 se agregó liga donde los técnicos colocan los procedimientos de cómo realizar la calibración de diferentes equipos de medición:

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento: C1300	REVISION: AD
TITULO: Calibración de equipos de medición y prueba	Impresiones de este documento no son copias controladas. Asegúrese de usar la última revisión.	HOJA: 69 de 70 FECHA: 22/Oct/2021

**7** Liga Procedimientos de calibración interno de Sensata:

<\\SAGPDATA01\calibration\Calibration on daos16\PROCEDIMIENTOS PARA CALIBRACIONES C1300>

Ilustración 39 Documento C1300 actualizado.

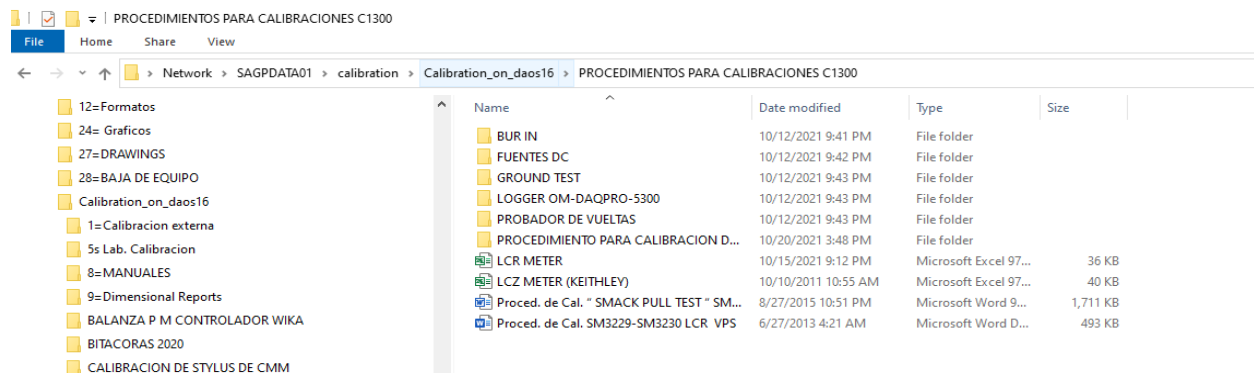


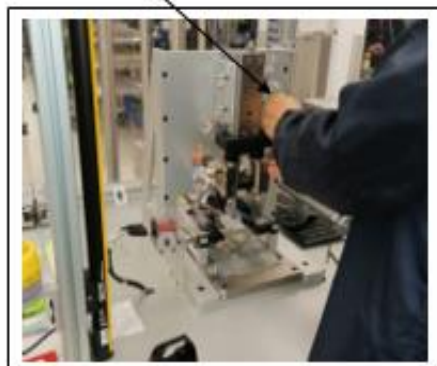
Ilustración 40 Liga donde agregan los nuevos procedimientos.

Se realizó un procedimiento de la calibración de una fuente de poder nueva el documento se agregó en la liga de calibración, para que en sus futuras calibraciones los técnicos sin problemas calibren este equipo.

## Fuente de poder DC MAGNA POWER ELECTRONICS



- 1- Equipos patrón a utilizar (Multímetro, sumt M5207, Cable banana-caimán)
- 2- Se apaga la fuente DC magna power
- 3- Quitamos la guarda de seguridad
- 4- Quitamos los cables naranjas del nido de prueba.



- 5- Colocamos un contenedor plástico esto como método de aislamiento contra el piso ya los rangos de amperaje son muy altos, colocamos los cables naranjas a nuestro shunt M5207, y los cables banana caimán a nuestro multímetro como muestra la imagen.



- 6- Prendemos la fuente magna power DC

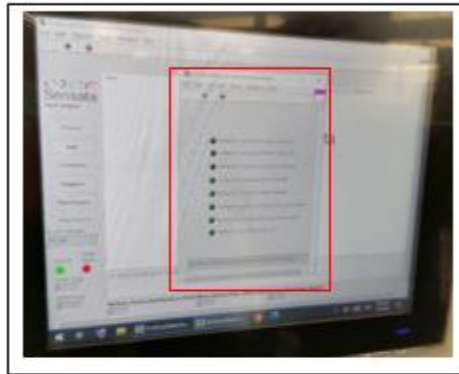


- 7- Seleccionamos en el programa para comenzar la calibración del equipo.

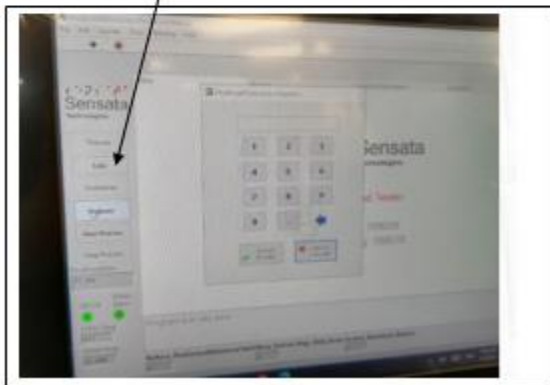


- 8- El programa te pedirá el idioma (seleccionamos ingles)

- 9- Esperamos que el programa se inicialice, una vez que termine, se quitara la pantalla se cerrara automáticamente con esto proceso ya se puede ingresar a las ventanas del seteo de la fuente.



- 10- Seleccionamos **Engineer**, colocamos la contraseña (2222) y seleccionamos aceptar.



C1300

11- Aparecerá la siguiente imagen:



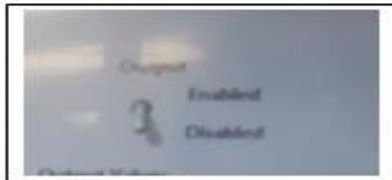
Voltaje limit :5

OVP:10

Current Limit: Sesteamos el valor del rango de corriente a validar.

OCP(A): 2100 Máxima corriente permitida.

12-Una vez seteados los valores Seleccionamos Enabled (Para correr la prueba), Disabled (Parar la prueba)



13- Checamos todos los puntos del reporte de la fuente.

**Nota:** Al momento de realizar la prueba considerar el tiempo de esta| ya que si lo dejamos prolongado los cables tenderán a sobrecalentarse.

14- Una vez terminado de checar todos los puntos del reporte dejamos deshabilitada la prueba y revisamos que nuestro multímetro no está registrando

C1300

un valor de voltaje esto para garantizar que la fuente se encuentra en estado inhabilitado y no esté generando ninguna corriente por cuestiones de seguridad apagamos la fuente, y regresamos todos los cables como los encontramos.

15-Verificamos si cumple con las tolerancias la fuente de ser así seguimos el procedimiento de C1200 5.3 del punto 6,7,9,10 y 11, de salir de especificación nos vamos al punto numero 8 (generar OOT).

*Ilustración 41 Procedimiento nuevo para la calibración de fuentes de poder.*

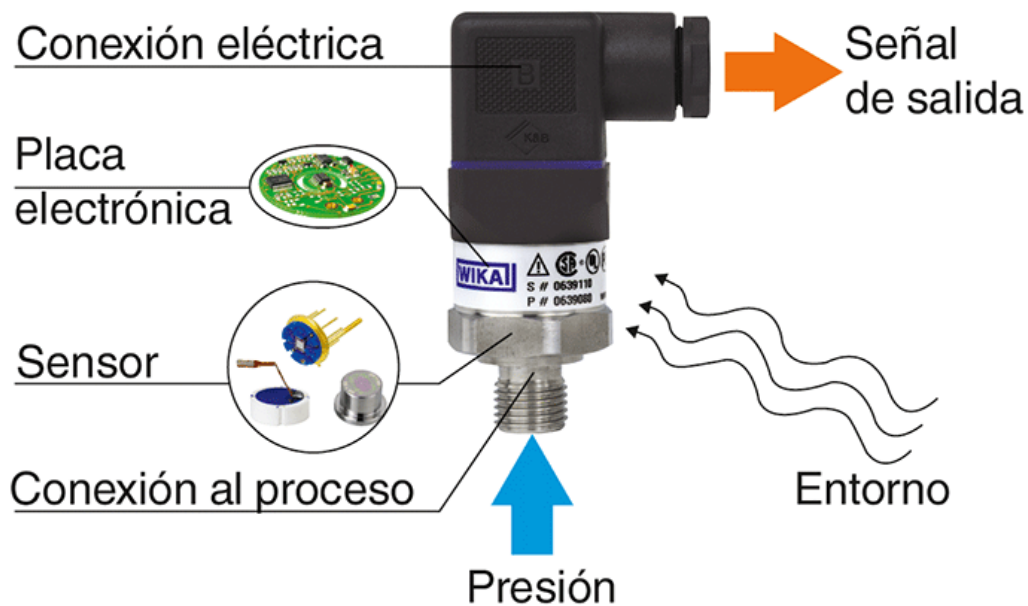
### **C1300 Calibración de Transductores.**

En el procedimiento C1300 calibración de transductores se utiliza un archivo para la obtención de los datos de estos equipos ya que los valores suministrados a estos equipos son en PSIA y PSIG estos equipos tienen una salida de voltaje directo VDC o con salida de corriente esto ya depende de la especificación de cada transductor.

**Transductor:** Un sensor de presión es un dispositivo capaz de medir la presión de gases o líquidos. En este contexto, la presión es una expresión de la fuerza necesaria para impedir la expansión de un fluido. Normalmente se expresa en términos de fuerza por unidad de área.

**PSIA:** Es la presión resultante de una fuerza de una libra-fuerza aplicada a un área de una pulgada cuadrada, A atmosférica.

**PSIG:** Libras por pulgada cuadrada absoluta se utiliza para dejar claro que la presión es relativa a un vacío en lugar de la presión atmosférica ambiente.



*Ilustración 42 Transductor.*

El archivo usado para la calibración de estos equipos tenía muchas de sus fórmulas movidas además de que cualquier persona tenía acceso a ellas y podría modificarlas.

Tabla 3 Tabla para la calibración de transductores antes.

2000				
4	5.000	2000		
	0.013	5	0.013244	5.298
500	5.000	2000		
	1.250	500	1.25029	500.116
1000	5.000	2000		
	2.500	1000	2.50331	1001.324
375	5.000	2000		
	3.750	1500	3.750844	1500.338
1000	5.000	2000		
	5.000	2000	5.003647	2001.459

100				
11.755	5.000	100		
	0.588	11.755	0.125584	2.512
50	5.000	100		
	2.500	50	1.25214	25.043
100	5.000	100		
	5.000	100	2.50252	50.050
150	5.000	100		
	7.500	150	3.75221	75.044
200	5.000	100		
	10.000	200	5.00083	100.017

En el cual en el apartado rojo se colocaba el rango del transductor a calibrar y se dividía a 5 puntos de la escala total del mismo, pero se dividían en valores que no correspondían y que no abarcaban el rango total o se salían del rango del equipo. En las celdas amarillas colocas el valor que te da el equipo y del lado derecho con una fórmula se convierte la salida de voltaje a PSI.

Transductores ACTUALIZADOS	10/21/2021 8:21 AM	File folder	
ARREGLOS ELECTRICOS DE LOS TRANSD...	3/11/2014 8:18 AM	Microsoft Excel W...	36 KB
CalDucer(Voltaje de 1-5)	9/23/2021 10:39 AM	Microsoft Excel 97...	246 KB
CalDucerR (Chentito)	10/18/2021 2:16 PM	Microsoft Excel 97...	314 KB
CalDucerR (Formato de Presiones 2000)	6/22/2021 11:14 AM	Microsoft Excel 97...	131 KB
Copy of DRUCK	8/21/2021 3:37 PM	Microsoft Excel 97...	68 KB
Druck APT13	3/5/2021 4:24 PM	Microsoft Excel 97...	202 KB
DRUCK	8/20/2021 11:24 AM	Microsoft Excel 97...	90 KB
Formato para transductores	9/6/2021 3:42 PM	Microsoft Excel 97...	58 KB

Ilustración 43 Archivos que se usaban antes para la calibración de transductores.







Tabla 5 Tabla para la calibración de los transductores bloqueada.

TRANSDUCTOR 1				TRANSDUCTOR 2				TRANSDUCTOR 3					
	100				100				100				
5	5,000	100		5	5,000	100		5	5,000	100			
	0,250	5	0,2500	5,000		0,250	5	0,2500	5,000				
25	5,000	100		25	5,000	100		25	5,000	100			
	1,250	25	1,2487	24,974		1,250	25	1,2500	25,000				
50	5,000	100		50	5,000	100		50	5,000	100			
	2,500	50	2,5000	50,000		2,500	50	2,5000	50,000				
75	5,000	100		75	5,000	100		75	5,000	100			
	3,750	75	3,7500	75,000		3,750	75	3,7500	75,000				
100	5,000	100		100	5,000	100		100	5,000	100			
	5,000	100	5,0000	100,000		5,000	100	5,0000	100,000				
Presion de referencia	Voltaje ideal		Voltaje leido	Presion leida	Presion de referencia	Voltaje ideal		Voltaje leido	Presion leida	Presion de referencia	Voltaje ideal		Voltaje leido

Microsoft Excel

La celda o el gráfico que intenta modificar están en una hoja protegida.  
 Para hacer cambios, haga clic en Desproteger hoja de la pestaña Revisar (puede que se pida una contraseña).


Aceptar

La contraseña del archivo: Calibración y esta solo la tiene el supervisor del departamento por si llegan equipos nuevos con otras especificaciones se agreguen las tablas con estas mismas condiciones solo modificando la salida de acuerdo a los nuevos equipos.

Solo se puede manipular celda roja para colocar el valor del equipo, y las celdas amarillas para colocar la salida de voltaje y esta sea convertida a psi si se manipula cualquier otra inmediatamente te aparecerá el mensaje de advertencia de que el archivo está protegido.

**C1300-08 Requerimiento de calibración no programada.**

El formato C1300-08 se llena cuando requieren la verificación de un equipo de medición, cuando el equipo es nuevo y se requiere dar de alta por primera vez y si el equipo fue reemplazado por uno igual que mide la misma característica en el proceso.



**REQUERIMIENTO DE CALIBRACION NO PROGRAMADA**

FECHA \_\_\_\_\_ No CONTROL: \_\_\_\_\_  
ASIGNADO POR CALIBRACION

**Campos obligatorios**

NOMBRE DE EL EQUIPO: \_\_\_\_\_ MARCA: \_\_\_\_\_

No. SERIE: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_ LINEA: \_\_\_\_\_ NEGOCIO: \_\_\_\_\_

MAQUINA U OPERACION: \_\_\_\_\_ CC: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
Nombre Inq, PFG, Procesar, SA o Equipo

RANGO DE USO: \_\_\_\_\_ TOLERANCIA: \_\_\_\_\_ REFERENCIA DE TOLERANCIA: \_\_\_\_\_

RECALIBRACION  EQUIPO NUEVO  REEMPLAZO  EQUIPO QUE REEMPLAZA: \_\_\_\_\_

EL EQUIPO ES UN GAIG  SI SE REQUIERE DIBUJO DIGITAL E IMPRESO CON COTAS SELECCIONADAS

**MSA: TODO EQUIPO MENCIONADO EN CP, PPAP, PFMA, SPC, IQP DEBEN LLEVAR ESTUDIO**  
EQUIPO REQUIERE MSA? SI  NO  EN CASO DE SER NO LA RESPUESTA JUSTIFICAR

**MFG:** \_\_\_\_\_

**OPERACION**

**CARACTERISTICA** \_\_\_\_\_ **FECHA COMPROMISO** \_\_\_\_\_  
(No mayor a 2 semanas)

**TIPO DE ESTUDIO** \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES

Page 1

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION: SI  NO  redactar al reverso

CONDICIONES AMBIENTALES: TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °C HUMEDAD \_\_\_\_\_ % HR

TIEMPO DE CALIBRACION APROX \_\_\_\_\_ MINUTOS


No CONTROL STD	DESCRIPCION STD	REFERENCIA	LECTURA	TOLERANCIA

CALIBRACION REALIZADA POR: \_\_\_\_\_ FECHA DE CALIBRACION: \_\_\_\_\_

REVISO \_\_\_\_\_ METRAC  CALRECOR  CICLO DE CALIBRACION \_\_\_\_\_  
Nombre del tecnico Meses

*Ilustración 45 Formato C1300-08 antes.*

Se agregó apartado de quien proporciona el equipo y la nota del llenado completo del formato, muchas de las veces los responsables del equipo no llenan alguna información de este archivo y la información de gran importancia cuando un equipo es nuevo, o cuando requieren recalibración, ¿porque requiere?, ¿qué le paso el equipo? para saber que hacerle al equipo.



### REQUERIMIENTO DE CALIBRACION NO PROGRAMADA

FECHA \_\_\_\_\_
No CONTROL: \_\_\_\_\_

**Campos obligatorios**

NOMBRE DE EL EQUIPO: \_\_\_\_\_ MARCA: \_\_\_\_\_

No. SER: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_ LINEA: \_\_\_\_\_ NEGOCIO: \_\_\_\_\_

MAQUINA U OPERA: \_\_\_\_\_ CC: \_\_\_\_\_ RESPONSA: \_\_\_\_\_

nombre y numero de empleado Inq.MFG, Pracorar, QA o Equipo

QUIEN PROPORCIONA EL EQUIPO: \_\_\_\_\_

RANGO DE USO: \_\_\_\_\_ TOLERANCIA: \_\_\_\_\_ REFERENCIA DE TOLERANCIA: \_\_\_\_\_

nombre y numero de empleado

RECALIBRACION  EQUIPO NUEVO  REEMPLAZO  EQUIPO QUE REEMPLAZA: \_\_\_\_\_

EL EQUIPO ES UN GA  SI SE REQUIERE DIBUJO DIGITAL E IMPRESO CON COTAS SELECCIONADAS

MSA: TODO EQUIPO MENCIONADO EN CP, PPAP, PFMA, SPC, IQP DEBEN LLEVAR ESTUDIO

EQUIPO REQUIERE ME SI  NO  EN CASO DE SER NO LA RESPUESTA JUSTIFICAR

MFG: \_\_\_\_\_

OPERACION: \_\_\_\_\_

CARACTERISTICA: \_\_\_\_\_ FECHA COMPI \_\_\_\_\_

TIPO DE ESTUDIO: \_\_\_\_\_ (No mayor a 2 semanas)

OBSERVACIONES

# Page 1

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION: SI  NO  redactar al reverso, mandar por correo

CONDICIONES AMBIENTALES: TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °C HUMEDAD \_\_\_\_\_ % HR

TIEMPO DE CALIBRACION APROX \_\_\_\_\_ MINUTOS

No CONTROL STD	DESCRIPCION STD	REFERENCIA	LECTURA	TOLERANCIA

CALIBRACION REALIZADA POR: \_\_\_\_\_ FECHA DE CALIBRACION: \_\_\_\_\_

REVISO \_\_\_\_\_ METRAQ  CALRECOR  CICLO DE CALIBRACION \_\_\_\_\_

Nombre del tecnico  Meses

NOTA: SI EL LLENADO ESTA INCOMPLETO, EL EQUIPO QUEDARA EN ESPERA DE CALIBRACION HASTA QUE LA INFORMACION ESTE COMPLETA

Ilustración 46 Formato C1300-08 actualizado.

**C1300-01 Reporte de calibración temperatura.**

Este archivo es para realiza calibraciones de equipos de temperatura, con este archivo se reportan la condición del equipo, pero en la parte de descripción todos los equipos patrones que tiene se fueron dañando y actualmente ninguno de ellos es usado para la calibración de los equipos de temperatura, al registrar los valores obtenidos del equipo calibrado solo se colocaban dos valores el antes y el después.

**REPORTE DE CALIBRACION  
TEMPERATURA**

Linea: \_\_\_\_\_

No. CONTROL:	DESCRIPCION:	FABRICANTE:	
No. SERIE:	MODELO/No PARTE:	CLASE/TIPO:	

**EQUIPO PATRON UTILIZADO:**

No Ctrl	Descripción	Modelo	No. Serie	Prox. Calibración
	M5015	MULTI-PRODUCT CALIBRATOR	5500A	7328003
	M5148	PRECISION RTD THERMOMETER	F200	31058
	MV1402	THERMOMETER	51	4130036
	M5223	DATALOGGER	2566	A9C976
	M5290	DATALOGGER	OM-DAQPRO-5300	7012633
	M5111	DATALOGGER	OM-3001	OM3-337
	SM4336	DATALOGGER	OM-DQPRO	7012777
	M5115	DATALOGGER	OM-3001	OM-31696
	M5187	THERMOMETER DIGITAL	4202-13-14.27	3621
	M11453	THERMOMETER DIGITAL	4201C-15-27	15010
	M11533	THERMOMETER DIGITAL	4201C	15303
	M5186	THERMOMETER DIGITAL	4202C-15-27	15204
	M11587	THERMOMETER DIGITAL	4201C-15-27/832	15,009/12630

**DATOS DE CALIBRACION**

ANTES		DESPUE		ERROR PERMITIDO	OBSERVACIONES
REFERENCIA	LECTURA	REFERENCIA	LECTURA		

**CONDICION DE RECIBIDO:**

<input type="checkbox"/>	DENTRO DE TOLERANCIA
<input type="checkbox"/>	FUERA DE TOLERANCIA
<input type="checkbox"/>	NO FUNCIONA

**CONDICION DE REGRESADO:**

<input type="checkbox"/>	DENTRO DE TOLERANCIA
<input type="checkbox"/>	LIMITADO
<input type="checkbox"/>	RECHAZADO

**TIPO DE CALIBRACION**

<input type="checkbox"/>	PROGRAMADA
<input type="checkbox"/>	NUEVO EN TMX
<input type="checkbox"/>	EXTRA

FECHA DE CALIBRACION: \_\_\_\_\_

VENCE: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR: \_\_\_\_\_

TEMP AMBIENTE: \_\_\_\_\_

HUMEDAD RELATIVA: \_\_\_\_\_

C1300/01

Rev.C

Fecha: 08Jul18

Retencion:IATF16949 3 años, AS9100 15 años, 97/23/EC 10 años

*Ilustración 47 Formato C1300-01 antes.*

Se estandarizo y actualizo el archivo de temperatura, se agregó el logo de la empresa Sensata, se eliminaron todos los equipos patrón del archivo anterior y se dejaron unas celdas en blanco donde se tiene que colocar el número de control, descripción y cuando vence el equipo patrón, no se tendrá información de más en el documento, Se modificó el archivo donde se coloca la referencia unidad de medida y 3 lectura, se agregó una formula en tolerancia promedio, límite superior, límite inferior y pasa no pasa para que automáticamente escribiendo los valores el formato te de toda la información, en otra hoja del mismo archivo se agregó una hoja de operación estándar donde indica paso a paso de cómo se tiene que llenar el nuevo reporte de temperatura.

Item	Referencia	Unidad de Medicion	1 Lectura	2 Lectura	3 Lectura	Tolerancia $\pm$	Promedio	Limite Sup	Limite Infe	Pasa/No Pasa
1						0,00	#DIV/0!	0,000	0,000	#DIV/0!
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Ilustración 48 Formato C1300-01 actualizado.

LINEA: NA		HERRAMIENTA Y EQUIPO: NA			EQUIPO DE SEGURIDAD: NA	
NOMBRE DE LA OPERACION: Reporte de calibracion de temperatura		NO. DE MAQUINA: NA			Tiempo ciclo operación: NA	
NUMERO DE LA OPERACION: C1300		Tiempo ciclo del Cliente (Tack Time): NA			TAREA: Llenado de datos generales	
TAREA: Llenado de datos generales		Kanban en el proceso			Verificación de Calidad	
TAREA: Llenado de datos generales		Característica Crítica <b>CC/FF</b>			ESH	
Símbolo	# Paso	Elemento de Trabajo	Tiempo de Elemento (Seg)			
			Trabajo Manual	Maquina	Recorrido	
	1	Poner la línea en la cual pertenece el equipo	NA	PC	NA	
	2	Numero de control del equipo (SM000, MP0000,M000)	NA	PC	NA	
	3	Numero de serie del equipo cuando aplique	NA	PC	NA	
	4	Descripcion (Tina, calibradora etc)	NA	PC	NA	
	5	Modelo del equipo	NA	PC	NA	
	6	Fabricante del equipo	NA	PC	NA	
	7	Clase y tipo del equipo se llena por personal de calibración	NA	PC	NA	
	8	Patron con el que verificaste el equipo, viñeta, descripción y fecha de vencimiento	NA	PC	NA	
	9	Referencia de la lectura de acuerdo a la especificación del equipo, valor o valores a calibrar	NA	PC	NA	
	10	Unidad de medida a la que se calibra al equipo ( C°, F°)	NA	PC	NA	
	11	Anotar 3 lecturas del patron una vez que el equipo a calibrar establezca por cada valor de referencia	NA	PC	NA	
	12	Colocar la tolerancia de acuerdo a la especificación	NA	PC	NA	
	13	Si es mas de una referencia copiar y pegar la formula en las otras celdas ( Ctrl+c = Copiar, Ctrl+v = Pegar)	NA	PC	NA	
	14	Nombre del auditor, ingeniero y/o tecnico quien realiza la calibración.	NA	PC	NA	
	15	Notas ( Comentarios adicionales sobre la calibración del equipo, cuando aplique)	NA	PC	NA	
	16	Nombre del Técnico que verifica y actualiza el reporte	NA	PC	NA	
	17	Proporcionar la especificación actual de la temperatura con sus tolerancias (CP, ESOP, WI, ITE)	NA	PC	NA	
Total			NA	Segundos		

**REPORTE DE CALIBRACION**  
TEMPERATURA

Linea: 16HM

No. CONTROL:	SM3493	DESCRIPCION:	CALIBRADOR:	FABRICANTE:	NA
No. SERIE:	NA	MODELO:	NA	CLASE/TIPO:	7

Patron:

Numero de control:	SM9533
Descripcion:	THERMOMETRO
Vence:	10/12/2021

Item	Referencia	Unidad de	1 Lectura	2 Lectura	3 Lectura	Tolerancia a	Promedio	Limite Sup	Limite Inf	Pass/Fail
1	100	°C	100.225	100.211	100.254	0.50	100.23	100.500	99.500	PASA
2	130	°C	130.065	130.075	129.999	0.50	130.05	130.500	129.500	PASA
3	160	°C	159.869	159.967	159.970	0.50	159.94	160.500	159.500	PASA
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Marque lo actualizado

Mettrack  Cal-Record  Viñeta

14 Juan Perez Realizo

16 JCO Técnico de calibración

Notas

**SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO**

Proceso: Procedimiento Estándar de Normas de Operación  
 Operación: ESPECIALIDAD  
 TÍTULO: Calibración de Maquina de IMPRESIONES DE COTE DOCUMENTO NO SON COPIAS CONTROLADAS  
 Hoja: 1 de 10  
 Fecha de Alta y Vigencia de Calibración: Registre de que se aplica en cada  
 FECHA: 30/OCT/2021

**Calibración de calibradora de 16HM**

La máquina de calibración será calibrada de acuerdo con el siguiente procedimiento.  
 Ajustar los controladores de acuerdo con los valores indicados en la siguiente tabla.  
 Se recomienda que se comience con las temperaturas bajas.

Temperatura °C	
Referencia	Tolerancia
100°	±0.5°
130°	±0.5°
160°	±0.5°

Después de ser ingresadas las temperaturas se debe de introducir un termómetro para validar las temperaturas.  
 Si no cumple con la temperatura alguna de las temperaturas, notifique al área de ingeniería para que se defina la manera apropiada para hacer los ajustes a la máquina calibradora.

Ilustración 49 Hoja de operación estandar para el llenado del formato C1300-01.

**Capacitación de los cambios realizados a los técnicos de calibración.**

Se realizó una capacitación a los técnicos de calibración para dar a conocer los cambios realizados en su documentación.

Departamento de Capacitación y Desarrollo de Talento  
Formato de registro de asistencia a curso



Curso: Notificación de cambios en los documentos del Laboratorio Rev: N/A  
 Fecha: 1 de Diciembre 2021 Horario: 8:00 am a 13:00 pm Duración (hr): 5 ClaveCurso: N/A  
 Instructor: Sergio Octavio Ruelas Isaac # Empleado: A1042577 Firma: Sergio Octavio Ruelas Isaac  
 Tipo de curso (X) Interno:  Externo:  En caso de ser Externo/Registro STPS: \_\_\_\_\_

# Empleado	Nombre	Firma	IBT/Depto.	Asistencia			
1	A1020007 Hilary Judith Napa	<i>[Signature]</i>	Lab.cal	✓			
2	A1042577 Sergio Octavio Ruelas Isaac	<i>[Signature]</i>	Lab Cal	✓			
3	A1016695 Sandra González	<i>[Signature]</i>	Lab.Cal	✓			
4	A0850663 Jasca Aurelio Olvera	<i>[Signature]</i>	lab.cal	✓			
5	A1014511 Larissa Reyes Ramirez	<i>[Signature]</i>	LAB-CAL	✓			
6	A1006105 Emmanuel Zuriga Gutierrez	<i>[Signature]</i>	LAB-CAL	✓			
7	A1022642 Yadira D Taz Jara	<i>[Signature]</i>	lab.cal	✓			
8	A1033298 Rubi Guillen Beltrán	<i>[Signature]</i>	lab.cal	✓			
9	A1047201 Maria Guadalupe Delgado D.	<i>[Signature]</i>	Lab cal	✓			
10	A1010742 Carmen Julia Calzada Soto	<i>[Signature]</i>	Lab Cal.	✓			
11	A0760668 Lourdes Valdez Maldonado	<i>[Signature]</i>	Lab cal	✓			
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Nota:  N/A  No aplica Revisión

7.2\_04/01

Fecha: 12/Jun/2020  
Rev: E

Retencion: 1 año

Ilustración 50 Lista de asistencia de capacitación.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS.

Los expuestos a continuación se basan en el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del desarrollo de este proyecto, como lo es actualizar y estandarizar los formatos y procedimiento del laboratorio de calibración.

En la Tabla 6 se desglosan los beneficios de los campos agregados, mismos que permiten alcanzar el objetivo general del proyecto, el cual es actualizar los procedimientos y formatos del laboratorio de calibración de Sensata para continuar certificándonos en la norma IATF16949 & ISO9001 como sistemas de gestión de calidad.

*Tabla 6 Benefician de la estandarización y actualización de los documentos del laboratorio de calibración.*

PROBLEMÁTICA	ACTIVIDADES REALIZADAS	BENEFICIOS
Documento C1200-Equipo de Inspección, Medición y /o prueba no actualizado y falta de estandarización en las etiquetas.	Actualización del punto 5.3 calibraciones externas, actualización punto 5.4 calibraciones no requeridas, estandarización de etiquetas de calibración para etiquetar la condición del equipo, se agrega el proceso para dar de baja equipos por fuera de uso.	Se documentó el proceso de cómo se realiza actualmente en los puntos 5.3 y 5.4. Se estandarizan las etiquetas de calibración y se documentan para que todos los técnicos usen el mismo formato. Mejor control en los procesos de baja de equipo.
Documento C1200-06 Notificación de Equipo de Medición No Calibrado/Baja de Equipo falta de actualización.	Se agregó las condiciones por las cual se pueden dar de baja un equipo.	Se evita malos entendidos al momento de dar de baja equipos, y el proceso es más rápido.



<p>Documento C1200-16 Reporte de calibración falta de actualización</p>	<p>Se cambió el nombre de bitácora a reporte, se agregó el logo de la empresa, se agregó una formula en el apartado promedio límite superior, límite inferior, pasa o no pasa, para que automáticamente se de los resultados y la condición, se agregó la referencia del documento, y se bloquearon las celdas que no se tienen que modificar.</p>	<p>Evitas perdida de información con celdas bloqueadas.          Agiliza la captura de datos con las formulas agregadas.          Satisface al auditor al tener información clara y entendible.          Documento presentable ante una auditoria.</p>
<p>Documento C1200-03 Notificación de condición de equipo de medición inspección y prueba fuera de tolerancia falta de actualización.</p>	<p>Se estandarizo el formato agregando las 3 lecturas, se agregó una formula en el apartado promedio límite superior, límite inferior, pasa o no pasa, para que automáticamente se de los resultados y la condición.</p>	<p>Información completa al tener las 3 lecturas.          Agiliza la captura de datos con las formulas agregadas.          Documento presentable ante una auditoria.</p>
<p>Documento C3200- Alcance de laboratorio de calibración Sensata Technologies De México falta de actualización.</p>	<p>Se actualizo el documento completamente colocando todos los equipos patrón con los que cuanta actualmente el laboratorio.</p>	<p>Identificación rápida del alcance del laboratorio.          Se evita desperdicio en tiempo de trabajo, buscando físicamente cual es el alcance.</p>
	<p>Se estandariza formatos:          C3400/02 Formato estudio de atributos: Se agrega el logo de la empresa, el apartado de los 3</p>	

<p>Documentos C3400- Análisis al sistema de medición no estandarizados.</p>	<p>operadores y quien realiza el estudio. C3400/05 Formato estudio de GR&amp;R: se agregó el logo de la empresa, la operación y el apartado de los 3 operadores.</p> <p>C3400/07 Formato estudio linealidad: Se agregó el apartado de la característica, operación, fecha, responsable y unidades.</p> <p>C3400/06 Formato estudio bias: Se agregó el apartado de operación, fecha, responsable, referencia del valor y unidades se agrega el logo de la empresa.</p> <p>C3400/08 Formato estudio no replicable: Se agregó el apartado de responsable, Numero de parte con el que realizan el estudio y la fecha de cuando realizan el estudio.</p>	<p>Información completa y clara en los documentos de MSA.</p> <p>Documento presentable ante una auditoria.</p>
<p>Falta de actualización del documento C1300- Procedimiento de calibración de los equipos.</p>	<p>Se agregó el punto numero 7 donde tiene la liga y agregan los nuevos procedimientos de cómo calibrar equipos en Sensata.</p>	<p>Acceso rápido a los procedimientos del laboratorio.</p>

Falta de procedimientos C1300	Se agrega el procedimiento una fuente DC magna power electronics	Se evita desperdicio en tiempo de trabajo buscando la manera de calibrar el equipo.
Archivo C1300 Calibración de Transductores no estandarizado.	Se unió todas las tablas en un solo archivo se modificaron cada una de las fórmulas para que se realizara la distribución de los 5 puntos la escala total de los transductores y se bloquearon todas las celdas para que no se puedan eliminar valores o modificar datos que no se tiene que editar.	Con un solo archivo se evita confusión en los documentos. Se evita daños de transductores por sobre presión, por mala información de la tabla. Rapidez en la calibración de los equipos por formulas actualizadas. Agiliza la captura de datos con las fórmulas agregadas.
Documento C1300-08 Requerimiento de calibración no programada no actualizado.	Se agregó apartado de quien proporciona el equipo y la nota del llenado completo del formato	Información completa del equipo para darlo de alta.
	Se estandarizo y actualizo el archivo de temperatura, se agregó el logo de la empresa Sensata, se eliminaron todos los equipos patrón del archivo anterior y se dejaron unas celdas en blanco donde se tiene que colocar el número de control, descripción y cuando vence el equipo patrón, no se tendrá información de más en el	Se evita los errores de dedo al teclear los datos. Solo se requiere información necesaria para el equipo a calibrar.

<p>Documento C1300-01 Reporte de calibración temperatura no estandarizado.</p>	<p>documento, Se modificó el archivo donde se coloca la referencia unidad de medida y 3 lectura, se agregó una formula en tolerancia promedio, límite superior, límite inferior y pasa no pasa para que automáticamente escribiendo los valores el formato te de toda la información, en otra hoja del mismo archivo se agregó una hoja de operación estándar donde indica paso a paso de cómo se tiene que llenar el nuevo reporte de temperatura.</p>	<p>Agiliza la captura de datos con las fórmulas agregadas.</p>
--	---	--

Una vez que se hizo la actualización de los documentos y se lograron identificar los beneficios mostrados en la Tabla 2, se pueden identificar resultados positivos pues se logra cumplir con los objetivos propuestos al inicio de este, como lo son:

Objetivo general:

Se logró actualizar los procedimientos y formatos del laboratorio de calibración de Sensata para continuar certificándonos en la norma IATF16949 & ISO9001 como sistemas de gestión de calidad.

Objetivos específicos:

Se analizó y estandarizo cada uno de los procedimientos de calibración.

C1200- Equipo de Inspección, Medición y /o prueba documento actualizado.

C3400- Análisis al sistema de medición Documento actualizado.

C1300- Procedimiento de calibración de los equipos documento actualizado.

II. Se actualizo los formatos de análisis de sistemas de medición (MSA).

III. Se mejoró cada formato que se tiene añadido en los procedimientos de reporte de calibración:

Documento C1200-06 Notificación de equipo de medición actualizado.

Documento C1200-16 Baja de equipo actualizado.

Documento C1200-03 Notificación de condición del equipo actualizado.

Documento C1300 Calibración de transductores actualizado.

Documento C1300-08 Requerimiento de calibración no programada actualizado.

Documento C1300-01 Requerimiento de calibración de temperatura actualizado.

Documento C3400-02 Formato de estudio atributos actualizados.

Documento C3400-05 Formato de estudio GR&R actualizado.

Documento C3400/06 Formato de estudio bias actualizado.

Documento C3400-08 Formato de estudio no replicable actualizado.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.**

El haber realizado este proyecto en Sensata me permitió enfrentarme al campo laboral y empresarial, ya que pude desarrollar mis conocimientos adquiridos durante la carrera, así como adquirir una gran variedad de conocimientos que estoy seguro me ayudara en mi desarrollo profesional.

Se desarrolló un proyecto donde los resultados fueron beneficiosos ya que se cumple el objetivo que fueron establecidos en un inicio del proyecto, se concluye de manera efectiva y satisfactoria debido a que se actualizar y estandarizan los procedimientos y formatos del laboratorio de calibración de Sensata para continuar certificándonos en la norma IATF16949 & ISO9001 como sistemas de gestión de calidad.

Es un proyecto que quedara abierto a actualizaciones en un futuro ya que continuamente el laboratorio tiene cambios, como lo es agregar nuevos patrones de calibración, cambios de procedimientos por requerimientos del cliente, o bien por la constante mejora de las normas IATF16949 & ISO9001 ya que el laboratorio se tiene que apegar a estas.

Fue una etapa muy importante de mi carrera ya que adquirir experiencia laboral realizando este proyecto y obtuve grandes conocimientos de parte de mi asesor externo e interno y de todo el personal que con el que tuve oportunidad de colaborar en Sensata, sus puntos de vista, consejos y todos sus aportes fueron de gran utilidad para poder desenvolverme correctamente en el desarrollo del proyecto y poder cumplir los objetivos.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.**

A lo largo de la creación de este proyecto aprendí nuevos conocimientos que son muy útiles en la vida laboral, considero que cada día se aprende algo nuevo a lo largo de seis meses analicé los procesos que se llevan en el departamento de calibración, así mismo desarrollé actividades y tareas con la finalidad de aprender nuevos conocimientos y adquirir experiencia laboral.

1. Actualice todos los documentos del laboratorio que tenían años sin actualizarse.
2. Estandarice los formatos del laboratorio de calibración.
3. Elabore en los formatos formulas estadísticas que permiten dar valores automáticamente.
4. Realice procedimientos de calibración.
5. Trabajo en equipo.
6. Desarrollo del análisis estadístico.
7. Trabajo en equipo.
8. Actitud de servicio.
9. Compromiso.
10. Respeto por las personas.
11. Comunicación.

## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.**

*AIAG, (2010) Manual de Referencia de MSA. Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.*

[https://www.academia.edu/24744915/Manual\\_MSA\\_4\\_2010\\_Espanol\\_Cliente/](https://www.academia.edu/24744915/Manual_MSA_4_2010_Espanol_Cliente/)

Sensata Technologies:

[\\sagpdata01\calibration\Calibration\\_on\\_daos16\CALIBRATION-RECORDS](#)

[\\SAGPDATA01\calibration\Calibration\\_on\\_daos16\MSA RECORD\MSA\02\\_MSA  
STMX/](#)

[\\SAGPDATA01\calibration\Calibration\\_on\\_daos16\PROCEDIMIENTOS PARA  
CALIBRACIONES C1300/](#)