

# **UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN LA CARRERA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**TÍTULO**

**IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LOS RECURSOS DEL  
DEPARTAMENTO DE CALIBRACIONES DE LA EMPRESA LANDA LTDA,  
AÑO 2018.**

**Sustentante:**

**Alberto Llubere Chacón**

**FACILITADOR:**

**George Dany Ramírez Vargas**

**Alajuela 2018**

# DECLARACIÓN JURADA

7

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Alberto Llubere Chacón, cedula 11102 0383, estudiante del grado de Licenciatura en la carrera de Ingeniería Industrial, de la universidad Hispanoamericana declaro bajo juramento y consiente de las responsabilidades penales de este acto:

Soy el autor intelectual de la tesis llamada: "IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LOS RECURSOS DEL DEPARTAMENTO DE CALIBRACIONES DE LA EMPRESA LANDA LTDA, AÑO 2018" por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que esta declaración sea falsa.

Alajuela 2018



Alberto Llubere Chacón  
Cedula 11102 0383

# CARTAS DE APROBACIÓN DE TUTOR Y CONTRAPARTE

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, 22 de Mayo de 2018.

**Carrera de Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante Alberto Llubere Chacón, cédula de identidad número 1-1102-0383, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LOS RECURSOS DEL DEPARTAMENTO DE CALIBRACIONES DE LA EMPRESA LANDA LTDA, AÑO 2018., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de licenciatura en Ingeniería Industrial

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	26%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		92%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

**Nombre: George Dany Ramirez Vargas**  
**Cédula identidad N: 1 1458 0986**

**Atención señores:  
Universidad Hispanoamericana.  
Carrera de Ingeniería Industrial.**

En mi calidad de lector del Proyecto de Graduación presentado por el señor ALBERTO LIUBERE CHACÓN cédula de identidad 111020283 denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LOS RECURSOS DEL DEPARTAMENTO DE CALIBRACIONES DE LA EMPRESA LANDA LTDA, AÑO 2018.”** para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial. Verifico y hago constar que los siguientes rubros fueron calificados en el proyecto de graduación con la consiguiente nota como resultado:

N°	Indicador	Nota máxima posible	Nota del lector
01	Estructura	10	9
02	Contenido	20	17
03	Redacción y escritura de los contenidos	10	8
04	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones	20	15
05	Calidad y detalle del marco teórico	30	27
06	Uso de fuentes y documentación	10	8
07	Nota total	100	<b>84</b>

De los resultados obtenidos por el postulante se obtiene la calificación necesaria para pasar al filólogo y posterior evaluación ante un tribunal calificador, sin embargo **se advierte** al estudiante que debe de corregir las viñetas en el documento que son todas diferentes y que debe existir una prosa entre cada figura y/o cuadro, los cuales son seguidas sin explicación en el documento, finalmente en el capítulo VI no se observa la relación directa entre los objetivos planteados y su relación en las conclusiones, se echa de menos también como se abordara las causas identificadas como menos significativas, favor atender con diligencia estas observaciones que serán revisados en su defensa.

Nombre: **Ing. Jorge Rovira Guzmán. CFIA II-29011**

Cedula: **107490253**

14 de junio 2018.

**Ing. Jorge  
Rovira Guzmán**

Firmado digitalmente por JORGE FRANCISCO ROVIRA GUZMAN (FIRMA)  
Nombre de reconocimiento (DN):  
serialNumber=CPF-01-0749-0253,  
sn=ROVIRA GUZMAN, givenName=JORGE FRANCISCO, c=CR, o=PERSONA FISICA, ou=CIUDADANO, cn=JORGE FRANCISCO ROVIRA GUZMAN (FIRMA)  
Motivo: Estoy aprobando este documento  
Fecha: 2018.06.14 11:41:04 -06'00'

# CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

Cartago, 19 de julio de 2018

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

Yo, María Fernanda Sanabria Coto, cédula de identidad 1-1429-0780, bachiller en Filología española, perteneciente a la Asociación Costarricense de Filólogos carné 225 y al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica código 75402, hago constar que he revisado el proyecto titulado:

***Implementación de mejora de los recursos del Departamento de Calibraciones de la empresa Landa Ltda, año 2018.***

Dicho documento fue elaborado por Alberto Llubere Chacón, cédula de identidad 1-1102-0383. El proyecto fue realizado con el fin de optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial. He revisado y corregido aspectos tales como construcción de párrafos, vicios del lenguaje trasladados a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico. Por lo tanto, con los cambios aplicados, considero que está listo para ser presentado.

Atentamente,

*Fernanda S. Coto*



María Fernanda Sanabria Coto  
Asociación Costarricense de Filólogos. Carné nro. 225  
Colypro. Código 75402  
fernanda.sanabria@filologos.cr



## **DEDICATORIAS**

Dedico esta tesis a mi querida madre, Heidy Chacón, quien ha sido la persona que, desde mi temprana edad, ha luchado para darme el estudio a pesar de las necesidades, siempre estuvo a mi lado apoyándome y alentándome a que su hijo menor pudiese obtener un título universitario y graduarse como ingeniero.

A mi padre, quien también me apoyó y que veló por ser el sostén económico de la familia y a mi hija, quien ha sido la motivación para culminar mis estudios.

A Dios, por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y poder concluir un sueño que empezó hace bastante tiempo atrás.

## **AGRADECIMIENTOS**

Estoy muy agradecido con familiares y amigos que, en el transcurso de mi estudio, han sido partícipes de este reto y me han acompañado en los momentos buenos y malos. Quiero mencionar a dos personas en especial, a mi esposa Jeannette Salas, quien ha estado a mi lado en gran parte de mis estudios profesionales y a mi hermana Erika Llubere, por brindarme de su apoyo cuando más lo necesité.

También agradezco a mis compañeros de trabajo, quienes me brindaron de su ayuda para poder llevar a cabo esta tesis.

A mi tutor asignado, Ing. George Ramírez, quien fue un guía para la ejecución de este proyecto y me brindó de su tiempo y experiencia.

A la Universidad Hispanoamericana, que durante mucho tiempo fue la institución que me abrió las puertas para poder desarrollarme profesionalmente.

## Índice de contenidos

DECLARACIÓN JURADA .....	9
CARTAS DE APROBACIÓN DE TUTOR Y CONTRAPARTE .....	10
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA.....	12
DEDICATORIAS .....	13
AGRADECIMIENTOS .....	14
ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	15
RESUMEN EJECUTIVO.....	16
CAPÍTULO I:.....	18
INTRODUCCIÓN .....	18
1.1 INTRODUCCIÓN .....	19
1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN .....	22
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	26
1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	29
1.4.1 La pregunta del problema.....	31
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	32
1.5.1 Objetivo general.....	32
1.5.2 Objetivos específicos .....	32
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	33
1.6.1 Alcances.....	33
1.6.2 Limitaciones.....	33
CAPÍTULO II:.....	35
MARCO TEÓRICO.....	35
2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.....	36
2.1.1 La Ingeniería de métodos.....	36
2.1.1.2 Etapas del diseño de métodos de trabajo .....	37
2.1.2 Estudio de tiempos .....	39
2.1.2.1 Requisitos para el estudio de tiempos .....	40
2.1.2.2 Equipos para el estudio de tiempos .....	41
2.1.2.3 Elementos del estudio de tiempo.....	43
2.1.2.4 Métodos para el registro de tiempos .....	45
2.1.3.4 Tamaño de muestra .....	46
2.1.3.5 Conceptos importantes para el estudio de tiempos.....	47

2.1.3.6 Tiempo estándar.....	48
2.1.4 Balanceo de línea.....	50
2.1.5 Teoría del Muestreo.....	51
2.1.6 Ingeniería económica.....	52
2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	56
2.2.1 DMAIC.....	56
2.2.2 Herramientas de calidad.....	58
2.2.2.1 SIPOC.....	58
2.2.2.2 Diagramas de flujo.....	58
2.2.2.6 Diagramas causa y efecto.....	61
2.2.2.7 Análisis Costo – Beneficio.....	62
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO.....	73
2.3.1 Impacto económico.....	73
2.3.2 Impacto en productividad.....	73
2.3.3 Impacto en recurso humano.....	74
2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADO DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.....	75
CAPÍTULO III.....	76
MARCO METODOLÓGICO.....	76
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	77
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	78
3.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	79
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	82
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.....	83
CAPÍTULO IV:.....	85
DIAGNÓSTICO.....	85
4.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE CALIBRACIONES.....	86
4.1.1 Proceso para la calibración de un instrumento. Diagrama de flujo.....	86
4.1.2 Diagrama de SIPOC.....	89
4.1.3 Análisis de la productividad de los técnicos.....	90
4.2 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES.....	100
4.2.2 Análisis de las posibles causas.....	101

Desmotivación por parte de los técnicos.....	102
Registro de los tiempos de calibraciones incorrectos en la base de datos.....	103
Falta de metas para la medición del desempeño.....	112
Mala distribución de las cargas de trabajo .....	129
Poca disponibilidad de los equipos.....	136
4.2.3 Análisis Causa Raíz .....	146
CAPÍTULO V: .....	146
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO .....	146
5.1 SOLUCIONES E IMPLEMENTACIÓN .....	147
5.2 CONTROL.....	168
5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	176
CAPÍTULO VI: .....	182
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	182
6.1 CONCLUSIONES .....	183
6.2 RECOMENDACIONES .....	185
BIBLIOGRAFÍA .....	186
GLOSARIO .....	189
ANEXOS .....	192
Anexo 1. Encuestas MbM.....	193
Anexo 2. Calibraciones de febrero 2018.....	200
Anexo 3. Tamaños de muestra .....	201
Anexo 4. Estudio de tiempos .....	207
Anexo 5: Ajuste de Intervalo FMS.....	227

## Índice de tablas

Tabla 1. Misión, Visión, Política de Calidad y Valores.....	23
Tabla 2. Porcentaje de horas extra Junio-Setiembre.....	27
Tabla 3. Horas extra requeridas de Junio a Setiembre 2017 .....	30
Tabla 4. Requerimientos Estudio de Tiempos .....	40
Tabla 5. Conceptos toma de tiempos.....	48
Tabla 6. Cuestionario MbM.....	69
Tabla 7. Matriz de Puntuación del cuestionario MbM.....	70
Tabla 8. Calibraciones de Octubre 2017 a Febrero 2018 .....	91
Tabla 9. Calibraciones no programadas y FAIs Octubre 2017 a Febrero 2018 .....	94
Tabla 10. Calibraciones Enero 2018 .....	95
Tabla 11. Calibraciones Febrero 2018 .....	95
Tabla 12. Efectividad técnicos 1,2 y 4.....	98
Tabla 13. Resultados Encuesta MbM.....	102
Tabla 14. Calibraciones Programadas Febrero 2018 .....	104
Tabla 15. Tamaño de Muestra para las FMS.....	106
Tabla 16. Tamaños de muestra otros equipos.....	107
Tabla 17. Plantilla de Tiempos .....	108
Tabla 18. Análisis Tiempo Estándar .....	109
Tabla 19. Tiempos Estándar.....	110
Tabla 20 Datos corregidos .....	110
Tabla 21. Tiempo Estándar equipos de Temperatura .....	121
Tabla 22. Tiempo Estándar Equipos de Presión .....	121
Tabla 23. Tiempo Estándar Equipos Dimensionales .....	122
Tabla 24. Tiempo Estándar Equipos de Masa / Fuerza .....	123
Tabla 25. Tiempo Estándar de equipos Señales Eléctricas .....	123
Tabla 26. Tiempo Utilizado Mes de Febrero .....	124
Tabla 27. Cantidad de Horas X Turno.....	126
Tabla 28. Horas x Turno + Holguras.....	127
Tabla 29. Cantidad de horas Enero y Febrero 2018.....	128
Tabla 30. Cantidad de calibraciones y tiempo aproximado de ejecución.....	132
Tabla 31. Tiempo Extra Requerido Marzo 2018.....	134
Tabla 32. Calibraciones no programadas y FAIs.....	135
Tabla 33. Cantidad de registros de calibraciones semanales .....	140
Tabla 34. Tamaño de Muestra Calibraciones Semanales FMS.....	141
Tabla 35. Resumen FMS.....	145
Tabla 36. Cuadro de para identificación de la causa Raíz.....	146
Tabla 37. Tiempos Suplementarios para los técnicos de calibración .....	151
Tabla 38. Calibraciones programadas y cumplimiento de la meta .....	158
Tabla 39. Selección de equipos para análisis de intervalos .....	164
Tabla 40. Análisis post implementación extensión de los intervalos de calibración .....	165
Tabla 41. Calibraciones realizadas por los técnicos 2016 y 2017 .....	166
Tabla 42. Comparación del costo de tiempo extra.....	175

Tabla 43. Costos del proyecto .....	176
Tabla 44. Egresos 12 meses .....	177
Tabla 45. Ahorro por no contratar técnico para FAIs .....	178
Tabla 46. Análisis Económico Caso 1 .....	179
Tabla 47. Ingresos por mayor productividad .....	180
Tabla 48. Análisis Económico Caso 2 .....	181

## Índice de figuras

Figura 1. Organigrama Departamento de Calibraciones.....	24
Figura 2. Cronómetros .....	41
Figura 3. Tipos de tableros.....	42
Figura 4. Plantilla de tiempos.....	43
Figura 5. Proceso DMAIC.....	57
Figura 6. SIPOC.....	58
Figura 7. Ejemplo Diagrama de Pareto .....	60
Figura 8. Ejemplo Diagrama causa y efecto.....	61
Figura 9. Diagrama de actividades .....	80
Figura 10. Línea de tiempo actividades capítulo IV .....	81
Figura 11. Diagrama de Flujo, Proceso de Calibraciones.....	86
Figura 12. Diagrama SIPOC proceso de Calibraciones .....	90
Figura 13. Gráfico horas técnico versus tiempo extra .....	92
Figura 14. Análisis de Eficiencia.....	96
Figura 15. Diagrama Causa y Efecto.....	101
Figura 16. Gráfico de eficiencia con valores corregidos.....	111
Figura 17. Gráfico de eficiencia con valores corregidos técnico 4.....	112
Figura 18. Diagrama de Pareto Equipos Temperatura.....	115
Figura 19. Diagrama de Pareto para equipos de Presión .....	116
Figura 20. Diagrama de Pareto para equipos de variable Dimensional.....	117
Figura 21. Diagrama de Pareto para equipos de variable Masa y Fuerza .....	118
Figura 22. Diagrama de Pareto para equipos de Variable Eléctricas .....	119
Figura 24. Proyección de Meta Definida .....	125
Figura 25. Calibraciones programadas marzo .....	131
Figura 26. Tiempo aproximado de ejecución por técnico.....	133
Figura 27. Gráfico FMS 12147 Deriva 2017 .....	142
Figura 28. Gráfico FMS 12147 Porcentaje de Error Calibraciones 2017 .....	143
Figura 29. Resumen FMS 12147 .....	144
Figura 30. Ejemplo de los tiempos estándar para las calibraciones de los equipos.....	152
Figura 31. Ejemplo de calibraciones programadas mayo 2018 .....	153
Figura 32. Órdenes de trabajo exportadas en Excel.....	154
Figura 33. Información de los equipos exportada de la base de datos.....	155
Figura 34. Hoja Resumen de los equipos y las órdenes de trabajo .....	156
Figura 35. Hoja de control con la asignación para los técnicos. ....	157
Figura 36. Asignación de calibraciones programadas abril. ....	159
Figura 37. Asignación de calibraciones programadas abril. ....	160
Figura 38. Comparación calibraciones programadas marzo-abril 2018. ....	162
Figura 39. Ejemplo de órdenes de trabajo Costa Rica .....	169
Figura 40. Trabajos realizados por el técnico 1, abril 2018 .....	170
Figura 41. Gráfica de órdenes de trabajo Técnico 1 .....	170
Figura 42. Gráfica de órdenes de trabajo Laboratorio de Calibraciones. ....	171
Figura 43. Gráfica de control para técnicos de calibración .....	172

Figura 44. Control de eficiencia y tiempo extra abril 2018 .....	173
Figura 45. Gráfica de control de meta .....	174

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: por sus siglas en inglés, *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*.

SIPOC: por sus siglas en inglés, *Supplier, Input, Process, Outputs, Customer*.

FMS: por sus siglas en inglés, *Final Measurement Station*.

OIML: Organización Internacional de Metrología Legal.

FAls: por sus siglas en inglés, *First Article Inspection*.

VAN: Valor Actual Neto

TIR: Tasa Interna de Retorno

TMAR: Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

Takt Time: tiempo medio entre el inicio de la producción de una unidad y el inicio de producción de la siguiente.

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis fue realizada en el Departamento de Calibraciones de la empresa de dispositivos médicos LANDA Ltda. En los últimos siete meses, el Departamento de Calibraciones que se encarga de medir las características críticas de los instrumentos y equipos utilizados en la manufactura de los dispositivos médicos y el mantenimiento óptimo del edificio ha tenido que recurrir al pago de horas extra por encima de la meta de un 3 %, establecida por gerencia, para poder cumplir con la demanda de trabajo. Este proyecto de graduación pretende optimizar los recursos del departamento para mantenerse por debajo de la meta y que sea sostenible en el tiempo.

En primera instancia, se realizó un análisis del estado actual del departamento para identificar el problema. Luego, se determinaron las causas potenciales que influenciaron a un uso de los recursos ineficiente como lo fueron:

- Falta de una meta de eficiencia para el departamento.
- Falta de planificación en la distribución de las cargas de trabajo.
- Documentación de tiempos de calibración incorrectos.
- Poca disponibilidad de los equipos.

Posteriormente, mediante la implementación de las propuestas para mitigar las causas potenciales, se redujo el porcentaje de tiempo extra a un máximo de 2 % del

total de horas laboradas, se incurrió en una mejor utilización de los recursos y hubo un ahorro para el departamento de aproximadamente ¢6 000 000 anuales y, por último, un ahorro en producción de alrededor 100 millones de colones anuales.

**CAPÍTULO I:**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto que se realizará en la empresa de manufactura de dispositivos médicos LANDA tendrá como finalidad optimizar los recursos del Departamento de Calibraciones donde se busque:

- Una mayor eficiencia en el trabajo diario de cada técnico.
- Eliminar el desperdicio que se esté produciendo en el área.
- Estudiar estadísticamente el comportamiento de los equipos previamente seleccionados, que se utilizan en las áreas de producción y soporte, con la intención de determinar la frecuencia de calibración adecuada para cada uno de ellos.

En primera instancia se hará una reseña histórica de la empresa, los productos que fabrican en el país, el organigrama de trabajo, antecedentes del departamento, composición y las funciones que realizan diariamente. En un segundo paso, se analizará el interés de realizar el proyecto dentro del Departamento de Calibraciones y los beneficios que se pretenden alcanzar al finalizar el mismo. Además, se revisará la problemática actual y su oportunidad de mejora, definiendo los objetivos, alcances y limitaciones que se presentarán en la realización del proyecto.

Luego, en un marco teórico, se repasarán conceptos importantes de la Metrología y sus diferentes ramas, para dar un mejor entendimiento al lector de la importancia que tiene esta ciencia y su implementación en la industria; también se definirá la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la cual será utilizada en el documento como herramienta principal de estudio.

En el capítulo IV en medición y diagnóstico, se hará una descripción de la situación actual del departamento, se realizará un estudio de tiempos utilizando herramientas de ingeniería para determinar la duración en la ejecución y documentación, donde se pretende abarcar gran parte de los tipos de equipos que se calibran en la planta; además, se seleccionarán los posibles equipos que serán sujetos a cambio en la frecuencia de calibración mediante un análisis estadístico, en el cual se muestren las tendencias de los resultados y el cumplimiento interno del procedimiento de intervalos de calibración, donde se indica el requerimiento necesario.

En el capítulo V, se pondrá en marcha el plan de reducción de intervalos de calibración de los equipos, además, con los datos obtenidos en el capítulo IV, se realizará una distribución de cargas de trabajo. Así mismo, se compararán los datos de las calibraciones realizadas por los técnicos durante el tercer trimestre del 2017 y se analizará el beneficio económico que se obtendrá con los nuevos periodos de calibraciones para los equipos.

Para finalizar en el capítulo VI, se darán a conocer las conclusiones obtenidas por el autor del proyecto y una serie de recomendaciones que, debido a las limitaciones de tiempo, no se podrán abarcar dentro del proyecto.

## 1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN

La compañía LANDA es líder mundial en la manufactura de dispositivos médicos en las especialidades cardíacas y neurológicas. Con una cartera de productos construida a través del desarrollo interno y adquisición estratégicas que le han permitido posicionarse en el mercado. Fundada en 1976 con su centro de mando ubicado en ST. Paul Minnesota y enfocado en cuatro grandes áreas:

- Supervisión del ritmo cardíaco
- Fibrilación auricular
- Cardiovascular
- Neuromodulación

Dentro de los productos que ofrece la compañía, se encuentran: desfibriladores implantables, dispositivos resincronizadores terapéuticos cardíacos, marcapasos, catéter electrofisiológico, sistemas de monitoreo y visualización, productos para enfermedades estructurales del corazón y vasculares, además de dispositivos de estimulación de la espina dorsal y profundidades del cerebro.

La empresa se instaló en Costa Rica en el 2010, con 265 colaboradores en la zona franca Coyoil ubicada en el Coyoil de Alajuela. Comenzó con las exportaciones de productos para el corazón. En la actualidad, trabajan más de 2000 colaboradores y

está posicionada como la empresa de mayor exportación en el país durante el 2016 y 2017. Es importante destacar aspectos importantes de la empresa, como lo son la misión, visión, política de calidad y valores.

Tabla 1. Misión, visión, política de calidad y valores

Misión	“Vivir no solamente más, sino mejor”.
Visión	“Dedicarnos a cumplir la promesa del potencial humano”.
Política de Calidad	“Fabricando como si fuera para la familia”.
Valores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Somos pioneros <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estamos a la vanguardia de la ciencia y de la comercialización con un desempeño innovador.</li> </ul> </li> <li>• Cuidamos a la salud <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marcamos una diferencia en la vida de las personas.</li> </ul> </li> <li>• Conseguimos resultados <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estamos orientados al cliente con ejecución de primer nivel.</li> </ul> </li> <li>• Seguimos avanzando <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Trabajamos con compromiso y propósito.</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Empresa LANDA

Adentrándose en las funciones internas del laboratorio de calibraciones, se encuentra el manejo y revisión periódico de alrededor de 2700 quipos, que son utilizados en la manufactura de los dispositivos médicos; esto con el fin de garantizar que el producto que se fabrica dentro de la compañía cumple con las especificaciones y regulaciones internacionales que exige la industria médica. La información de los

equipos se almacena en una base de datos, en la cual se llevan todos los datos históricos de calibraciones.

Se debe recordar que la calibración es la comparación de las variables críticas de un instrumento de medición versus un equipo patrón con mejores características metrológicas y con una incertidumbre asociada. Actualmente, en el laboratorio de calibraciones trabajan 12 personas que se distribuyen como se muestran en la figura 1.

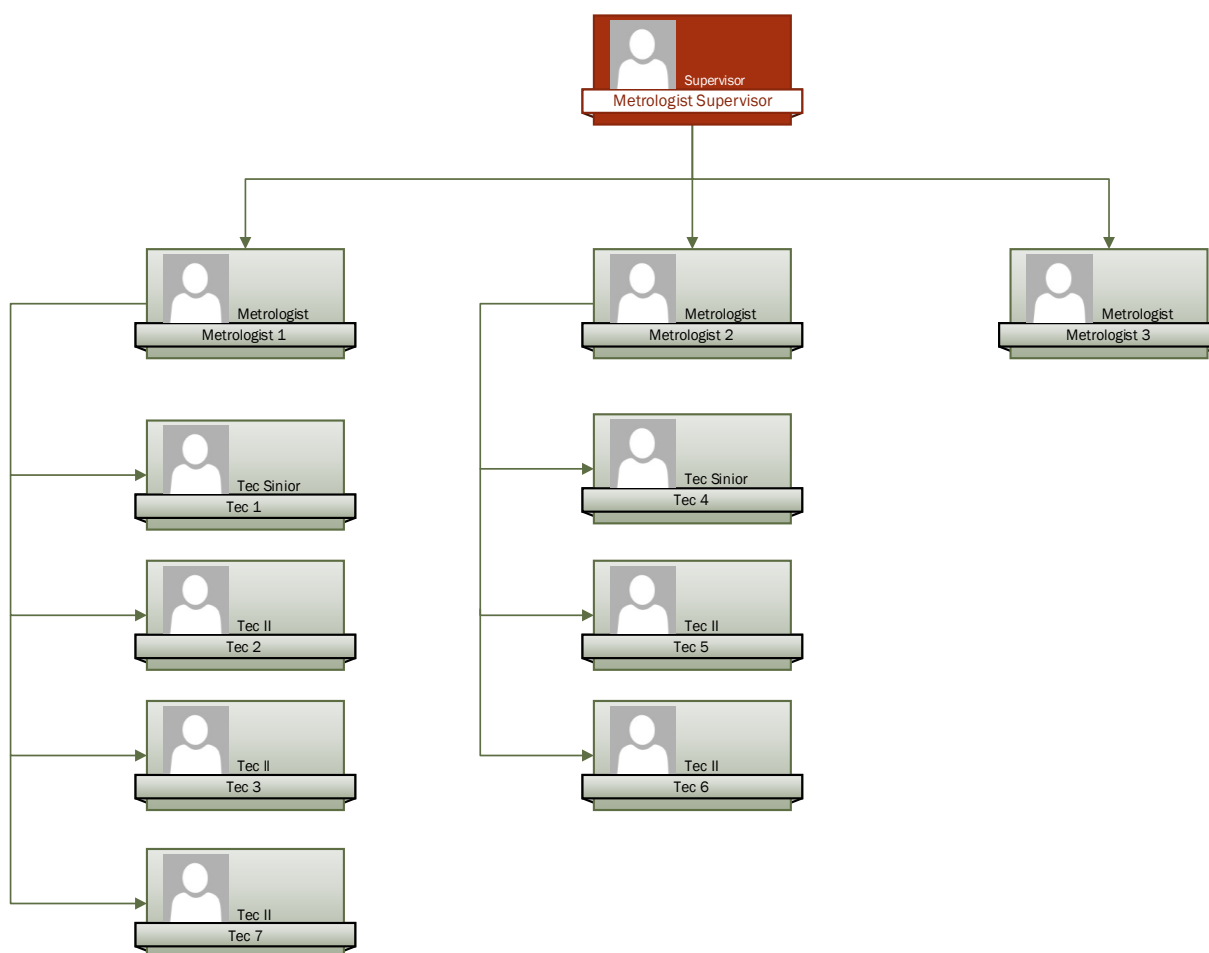


Figura 1. Organigrama Departamento de Calibraciones

Fuente: Empresa LANDA.

El supervisor: dentro de sus funciones es el responsable del laboratorio, presenta los resultados obtenidos ante gerencia, a él le reportan directamente los metrólogos del departamento, da soporte en calibraciones e investigaciones de ingeniería.

Metrólogos: tienen a cargo a los técnicos del laboratorio, asignan los trabajos solicitados por los clientes, revisan la documentación de las calibraciones realizadas, hacen el análisis correspondiente de las calibraciones encontradas fuera de tolerancias y ejecutan algunas calibraciones; participan en investigaciones de ingeniería.

Técnicos: ejecutan la mayoría de las calibraciones de la compañía, dan soporte en procesos como validaciones de equipos o investigaciones, realizan las inspecciones iniciales de herramientas para producción. Los técnicos del departamento están distribuidos en los siguientes turnos:

- Técnicos 2 y 4 trabajan en turno A: L-V 6:00 a.m. a 3:36 p.m.
- Técnicos 6 y 7 trabajan en turno B: L-V 3:30 p.m. a 10:00 p.m. y sábados de 8:00 a.m. a 3:30 p.m.
- Técnicos 1 y 3 trabajan en turno comprimido A1: D-K o D-M de 6:00 a.m. a 6:00 p.m.
- Técnico 5: trabaja en turno comprimido A2: M-S o J-S de 6:00 a.m. a 6:00 p.m.

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el laboratorio de calibraciones, actualmente, los metrólogos son los encargados de repartir las calibraciones programadas y las no programadas a los técnicos. En el proceso de asignación, se saca una lista de los equipos próximos a vencer de la base de datos; la lista se genera días antes de finalizar el mes en curso para poder repartir los equipos entre los técnicos y poder avisar a los dueños de los mismos con al menos un día de anticipación.

Con respecto a las calibraciones no programadas, los trabajos se reparten por área y se asignan a cada metrólogo para que ellos reasignen las tareas a los técnicos. La repartición de las calibraciones se intenta realizar de una manera equitativa donde los puntos por considerar son:

- La cantidad de equipos.
- El tiempo que conlleva cada calibración.

Sin embargo, actualmente, el tiempo de ejecución de las calibraciones se maneja de manera aproximada, ya que no se tiene un estudio de tiempos donde se demuestre con mayor exactitud la duración de las calibraciones por tipo de equipo. Esto puede estar generando un desbalance en la equidad de la repartición de las

calibraciones para los técnicos y, a su vez, la necesidad de acudir a horas extras para poder cumplir con la demanda en el tiempo requerido. Como meta del Departamento de Calibraciones en el tema del tiempo extra, se maneja que no se supere el 3 % mensual. En los meses de junio a setiembre 2017 se ha tenido que recurrir al pago de horas extra a los técnicos para poder cumplir con la demanda de trabajo.

A continuación, en la tabla 2, se detalla el porcentaje de horas extra requeridas en los meses de junio a setiembre; dicha información será analizada en capítulos posteriores.

Tabla 2. Porcentaje de horas extra junio-setiembre

Mes	Porcentaje de horas extra
Junio	4.16%
Julio	7.35%
Agosto	5.16%
Setiembre	6.32%

Fuente: Empresa LANDA

Los datos de la tabla 2 confirman que se requirieron más del 3% de horas extra que se tienen como meta en los meses de junio a setiembre del 2018.

Además, como parte de un proyecto de reducción de costos que se tiene en la empresa, se ha identificado que el comportamiento de las calibraciones para algunos equipos se ha mantenido con muy poca variación durante el tiempo. Esto significa que pueden ser candidatos a una evaluación de intervalos de calibración mediante un análisis estadístico, donde se compruebe la deriva a lo largo del tiempo de actividad de cada equipo.

Con base en lo descrito anteriormente, un estudio de tiempos para las calibraciones, con el fin de mejorar la distribución y las cargas de trabajo para los técnicos y también un análisis estadístico para la evaluación de intervalos de calibración para los equipos, son la base para ejecutar esta investigación y obtener una mejora en la utilización de los recursos del Departamento de Calibraciones.

## 1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El proyecto se realizará en la empresa de dispositivos médicos LANDA Ltda. Ubicada en el Coyoil de Alajuela, específicamente en el Departamento de Calibraciones de la compañía. Mediante la utilización de las herramientas de ingeniería estudiadas en la carrera, se pretende mejorar la distribución de los trabajos dentro del laboratorio, identificando desperdicios en el proceso de las calibraciones y mejorando la efectividad de los técnicos.

La planta en Costa Rica se propuso como meta para el 2017-2018 reducir los costos en producción y las áreas de soporte, por lo que la realización del proyecto tendrá un beneficio económico importante para las áreas de Producción y Calibraciones. Para el área de producción, al reducir las frecuencias de las calibraciones de los equipos, significará que habrá una disminución de tiempos muertos por equipo o máquina detenida, lo que generará una mayor productividad.

Para el área de Calibraciones, con una mejor distribución de las cargas de trabajo dentro del laboratorio y una disminución de la cantidad de órdenes de trabajo anual por concepto de ampliación de los intervalos de calibración. Esto ayudará a mejorar la eficiencia en el departamento, eliminando desperdicios en el proceso y reduciendo las horas extra. El costo por concepto de horas extras para el departamento entre los meses de junio a setiembre representó alrededor de \$2614.

Este sería el porcentaje de horas extra de los meses de junio a setiembre 2018  
mostrado en la tabla 3.

Tabla 3. Horas extra requeridas de junio a setiembre 2017

Nombre Técnico	Mes	Total Tiempo	Costo
		Extra	Aproximado \$
Técnico 7	Junio	17.75	177
Técnico 4	Junio	18.50	185
Técnico 6	Junio	16.75	167
<b>Total horas Junio</b>			<b>1274</b>
Técnico 7	Julio	12.50	125
Técnico 1	Julio	15.50	155
Técnico 3	Julio	19.00	190
Técnico 2	Julio	18.50	185
Técnico 4	Julio	13.50	135
<b>Total horas Julio</b>			<b>1075</b>
Técnico 7	Agosto	16.50	165
Técnico 2	Agosto	15.50	155
Técnico 4	Agosto	15.50	155
<b>Total horas Agosto</b>			<b>920</b>
Técnico 1	Setiembre	17.00	170
Técnico 5	Setiembre	15.00	150
Técnico 3	Setiembre	15.00	150
Técnico 2	Setiembre	17.00	170
Técnico 4	Setiembre	18.00	180
<b>Total horas Setiembre</b>			<b>1298</b>
<b>Total</b>		<b>261.5</b>	<b>\$2614</b>

Fuente: Empresa LANDA

Los datos muestran que el costo por concepto de horas extras para el departamento entre los meses de junio a setiembre representó un gasto de alrededor de \$2614, lo que equivale a un total de 261.5 horas extras requeridas.

#### **1.4.1 La pregunta del problema**

¿Cuáles son las causas que están propiciando la utilización del tiempo extra por parte del laboratorio de calibraciones para cumplir con los trabajos asignados?

## **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar la utilización de los recursos del Departamento de Calibraciones de la compañía LANDA mediante un balance de cargas de trabajo, manteniendo por debajo del 2 % del tiempo extra y fijando una meta para medir el tiempo efectivo de los técnicos del departamento.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Realizar un estudio de tiempos de las ejecuciones de las calibraciones para poder tener una mayor precisión en la asignación de los trabajos.
- Analizar con datos estadísticos el comportamiento histórico de las calibraciones para los equipos con frecuencias de calibraciones cortas.
- Calcular el beneficio económico del departamento con base en la asignación de nuevos intervalos de calibración para el 2018.
- Controlar el tiempo extra empleado por el laboratorio una vez implementadas las mejoras propuestas en el proyecto.

## **1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.6.1 Alcances**

- Con el estudio de tiempos que se realizará a los equipos seleccionados, se tendrá una estimación más aproximada de los recursos necesarios para realizar las calibraciones asignadas.
- Con el estudio estadístico del comportamiento de las calibraciones en los equipos seleccionados, servirán para determinar la factibilidad de extender los periodos de calibración en los equipos.
- El aspecto de mejora en el rendimiento del laboratorio y ahorro económico es uno de los temas más importantes del proyecto, por lo que será comparado entre los períodos 2017-2018.

### **1.6.2 Limitaciones**

- Dentro de las limitaciones que presenta el proyecto, está la política de confidencialidad de la empresa, ya que no permite dar a conocer datos reales que puedan afectar el interés del negocio; por ejemplo, los datos de índole económico deberán ser aproximados, no se podrá brindar información relevante a diseño de productos, líneas de fabricación y nombres reales de los

colaboradores, por lo que serán identificados con números del 1 al 8 para análisis posteriores, entre otros.

- La comprobación de la disminución del tiempo extra del departamento no se podrá comprobar extensamente, dentro del período de entrega de este proyecto, debido a que el análisis se realizará en los meses posteriores a la implementación del mismo, sin embargo, se podrá realizar un análisis corto de al menos un mes, implementadas las soluciones.
- Para el estudio de tiempos, se tendrá una limitante a la hora de escoger la muestra y la cantidad de equipos, esto debido a que la disponibilidad de prestar los equipos por parte de los usuarios se basará en las metas de producción de cada área. Por lo tanto, el estudio de tiempos será ejecutado con las calibraciones programadas de un mes por escoger.
- Para efectos de este proyecto, se analizará el trabajo realizado solo por los técnicos del departamento, ya que son los colaboradores que ganan por hora y, por ende, son ellos los que pueden afectar las métricas de tiempo extra.
- La cantidad de equipos para el análisis de intervalos de calibración serán con base en los requerimientos del departamento.

**CAPÍTULO II:**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.**

### **2.1.1 La Ingeniería de métodos**

Maynard (1932) citado por López (2014) afirma:

Es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria, abarca la normalización del equipo, los métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado, realizando todo lo precedente (y no antes); determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por ultimo (aunque no necesariamente), establece, en general, un plan para la compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal.

Realizando una síntesis de la cita anterior, la ingeniería de métodos busca optimizar los recursos de las empresas mediante el estudio detallado de cada proceso requerido en la fabricación de un producto o servicio.

Se trata de diseñar las estaciones de trabajo donde el operario se sienta a gusto y le facilite todas las herramientas necesarias para poder desarrollar un trabajo eficiente, realizar un estudio del tiempo que conlleva cada proceso que interviene en la fabricación de un producto. Además, que, con base en este estudio, pueda balancear las cargas de trabajo y obtener el mayor beneficio para la empresa; eliminar los desperdicios que generan costos innecesarios y que se pueden eliminar de los procesos de producción.

#### **2.1.1.2 Etapas del diseño de métodos de trabajo**

El diseño del método de trabajo para la fabricación de un producto o un servicio se desarrolla con base en las siguientes etapas:

1. Selección del proyecto:

- Se escogen los procesos donde se detecta mayor impacto en la productividad y rendimiento.

2. Obtención de hechos:

- Se recopila la información relevante relacionada con el producto o servicio (dibujos, especificaciones, vida útil del producto).

3. Presentación de los hechos:

- Se ordena toda la información recolectada para el análisis.

4. Análisis:

- Es cuestionar la forma en la que se realiza el trabajo partiendo del supuesto de que no se realiza de buena manera.

5. Desarrollo del método ideal:

- Son las respuestas a las preguntas formuladas en el análisis, donde se deben seleccionar las mejores alternativas al método actual.

6. Definir el nuevo método:

- Es importante realizar un informe donde se describa el tipo de herramientas y los equipos necesarios para la ejecución del nuevo método, así como el detalle del método.

7. Implementación del método:

- Es entrenar al personal requerido en la ejecución del nuevo método.

8. Mantener el nuevo método de trabajo en funcionamiento:

- Ya el colaborador trabaja con el nuevo método, por lo que se necesita vigilar por un periodo de tiempo que se ejecute y no se regrese al método antiguo.

9. Establecimientos de estándares de tiempo:

- La propuesta del nuevo método debe establecer un estándar justo y equitativo de su proceso.

10. Seguimiento del método:

- Es necesario realizar una revisión del método implantado para determinar si la productividad propuesta se está cumpliendo.

### **2.1.2 Estudio de tiempos**

Uno de los pasos para desarrollar un centro de trabajo eficiente es el establecimiento de estándares de tiempo. Los métodos más comunes utilizados son mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo

Para la asignación de trabajos a un grupo de colaboradores, los estándares de tiempos establecidos son una herramienta que puede incrementar la eficiencia

del equipo. Sin embargo, un estándar de tiempo mal establecido puede traer consecuencias negativas como:

- Incrementos en los costos de producción.
- Disconformidad del cliente por retrasos en los tiempos de entrega de un producto o servicio.
- Desconfianza de los clientes, lo que puede generar hasta la pérdida del mismo.
- Cierre de la compañía entre otros.

### 2.1.2.1 Requisitos para el estudio de tiempos

En la siguiente tabla 4, se mencionan los requerimientos necesarios para realizar un estudio de tiempos.

Tabla 4. Requerimientos Estudio de Tiempos

Procedimientos de trabajos	Se debe tener un procedimiento estándar para la ejecución del trabajo.
Personal entrenado	El operario debe estar entrenado y preparado técnicamente en la tarea por ejecutar
Analista	El analista debe ser imparcial, estar seguro de que utiliza el método correcto, ser preciso con el registro de los datos, además de explicar al grupo cuál es la intención del estudio y de los beneficios que traerá a la compañía.

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.2 Equipos para el estudio de tiempos

Los equipos mínimos requeridos para realizar un estudio de tiempos son:

#### 1. Cronómetro o video grabadora

- El cronómetro debe tener la resolución necesaria para obtener una mayor precisión en los datos



Figura 2. Cronómetros

Fuente: Uline.mx (s.f.).

#### 2. Tablero para el estudio de tiempos

- Con el fin de sostener el estudio de tiempos y el cronómetro.



Figura 3. Tipos de tableros

Fuente: Salazar (2016).

### 1. Formas para el estudio de tiempos

- Es la plantilla utilizada para registrar los datos relevantes al estudio.  
A continuación, se muestra un ejemplo de forma para registrar los tiempos.

Equipo:							Fecha:				Diagrama:			
Observación:							Observador:				Hoja n°:		De:	
											Analista:			
Número de elemento y Descripción														
Nota	Ciclo	C (%)	TO (min)	TN (min)	C (%)	TO (min)	TN (min)	C (%)	TO (min)	TN (min)	C (%)	TO (min)	TN (min)	
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>														
Resumen														
TO Total														
Calificación														
TN Total														
TN Promedio														
% Suplementos														
Tiempo Estándar														
<b>Tiempo estándar total</b>														
<b>Gran Total</b>														

Figura 4. Plantilla de tiempos

Fuente: Niebel (2009).

### 2.1.2.3 Elementos del estudio de tiempo

Niebel (2009) afirma: “La conducta real de un estudio de tiempos es tanto un arte como una ciencia. Para asegurar el éxito, los análisis deben de ser capaces de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un acercamiento personal con todos aquellos que tenga contacto” (p. 333).

La frase anterior confirma que el analista tiene una gran responsabilidad en sus manos, ya que, dependiendo de los resultados del estudio, se pueden tomar acciones importantes que beneficiarían a la empresa, como ahorro de insumos, mejorar los tiempos de producción, reducir desperdicios, mejores capacitaciones y áreas de trabajo mejor equipadas para el personal, entre otros.

Dentro de las principales responsabilidades del analista, se pueden mencionar:

- Seleccionar el operario.
- Analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos.
- Registrar los valores elementales de los tiempos transcurridos.
- Calificar el desempeño del operario.
- Asignar los suplementos u holguras adecuadas.
- Llevar a cabo el estudio.

#### 2.1.2.4 Métodos para el registro de tiempos

A continuación, se presentan los dos métodos para registrar los tiempos:

##### 1. Método de regreso a cero

- Ventajas
  - Los valores del elemento transcurrido se leen directamente con el método de regreso a cero.
  - No requiere realizar restas sucesivas
  - La lectura se puede registrar directamente en la columna de TO (tiempo observado).
  - Los retrasos no se registran.
  
- Desventajas
  - Incita a la remoción de los elementos individuales de la operación.
  - En consecuencia, al omitir factores como los retrasos, los elementos extraños y los elementos transpuestos, se podrían permitir valores erróneos en las lecturas aceptadas.
  - Es más difícil medir elementos cortos.

## 2. Método continuo

- Ventajas

El estudio resultante presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

- El registro de tiempos es más fácil de explicar y vender.
- Se adapta mejor a la medición de tiempos cortos

- Desventajas

- Es necesario realizar más trabajo de escritorio para calcular el estudio.
- Se requiere hacer restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

### 2.1.3.4 Tamaño de muestra

Para el tamaño de la muestra por estudiar, el analista puede utilizar métodos estadísticos para determinar el tamaño de la misma, sin embargo, en la práctica se pueden presentar eventos que imposibiliten el obtener los datos con base en el valor obtenido. La fórmula para determinar el tamaño de muestra en la medición de tiempo estándar es:

$$n = \left( \frac{ts}{kX} \right)^2$$

Donde:

t= valor de distribución t (la distribución utilizada fue alfa medios)

s= desviación *standard*

k= error asignado

x = promedio de la medición

#### **2.1.3.5 Conceptos importantes para el estudio de tiempos**

A continuación, se muestra la tabla 5 con conceptos importantes para el estudio de tiempos.

Tabla 5. Conceptos toma de tiempos

TO:	Tiempo Observado
TN:	Tiempo Normal ( $TN = TO \times C / 100$ )
C:	Calificación de desempeño del operario vs operario calificado
Holguras:	Interrupciones personales, fatiga y retrasos inevitables
TE:	Tiempo Estándar ( $TE = TN (1 - \text{Holguras})$ )
He:	Horas estándar trabajadas
Hc:	Horas de reloj en el trabajo
Oe:	Producción esperada
Oc:	Producción actual
E	Porcentaje de eficiencia

Fuente: Niebel (2009).

### 2.1.3.6 Tiempo estándar

Jiménez (2016) indica: “Se define como el tiempo necesario para que un operario con experiencia promedio, trabajando con buena habilidad y esfuerzo, bajo condiciones normales de trabajo, ejecute una operación de acuerdo con el método prescrito y a la calidad especificada” (p. 37).

El tiempo estándar tiene gran cantidad de aplicaciones, entre las cuales se pueden citar:

- Planeación y control de la producción.
- Programación de máquinas, equipos e instalaciones.
- Determinación de costos de producción.
- Cálculo de la capacidad de producción.
- Evaluación de la productividad.
- Evaluación de inventario.
- Cálculo de la mano de obra requerida.
- Balanceo de líneas.
- Planos de pago e incentivos.

Para el cálculo del tiempo estándar, se utilizará la siguiente fórmula:

$$TE = TN \times (1 + \text{holguras})$$

Donde:

$$TN = \frac{TO * C}{100} \text{ y}$$

$$TO = \frac{T * ni}{P * n}$$

T: tiempo total

ni: número de ocurrencias del elemento i

n: número de observaciones

P: producción total del periodo estudiado

#### **2.1.4 Balanceo de línea**

Los autores Suñé, Arcusa y Gil señalan que el aspecto más interesante en el diseño de una línea de producción o montaje consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos estén utilizados de la forma más ajustada posible a lo largo de todo el proceso. El problema del equilibrio de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo donde se realizarán un conjunto de tareas, de modo que la carga de trabajo de cada puesto se encuentre lo más ajustada y equilibrada a un tiempo de ciclo posible. Se dirá que una cadena está bien equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra. (López, Martínez, Quirós y Sosa, 2011, p.4)

La finalidad de los balances de línea se puede mencionar como:

- Igualar las cargas de trabajo.
- Identificar las operaciones cuello de botella.
- Determinar la cantidad de estaciones de trabajo.

- Reducir el costo de producción.
- Establecer el tiempo estándar.

### 2.1.5 Teoría del Muestreo

La teoría del muestreo es una relación que existe entre una población y las muestras que se obtienen de esa población. Para determinar el tamaño de muestra en poblaciones finitas, se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{\epsilon^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2} \right)^2$$

Donde

Z: Nivel de confianza

$\sigma$ : Desviación Estándar

N: tamaño de la población

$\epsilon$  : error permisible

### 2.1.6 Ingeniería económica

Blank y Tarquin (2012) afirman:

En la vida cotidiana los individuos toman decisiones en forma rutinaria para elegir una u otra alternativa; los ingenieros las toman en su trabajo, los directivos' al supervisar las actividades de otros. La mayoría de las decisiones involucran dinero, llamado capital o fondos de capital. La decisión de donde y como invertir dicho capital limitado está motivado por el objetivo principal de agregar valor cuando se consigan los resultados futuros que se espera obtener. (p. 3)

Como lo citan los autores Blank y Tarquin, los proyectos laborales en su mayoría se proponen con el fin de generar un beneficio para las compañías o empresas interesadas y que, por lo general, se busca que sea un beneficio económico. Existen diversas herramientas para evaluar la viabilidad de un proyecto y el impacto que este puede tener en un período de tiempo establecido.

Para proyectos simples o pequeños las herramientas más utilizadas son:

TR: el interés generado durante un periodo de tiempo específico se expresa como porcentaje de la cantidad original y se denomina *tasa de retorno*.

$$\text{Tasa de retorno \%} = \frac{\text{interés acumulado por unidad de tiempo}}{\text{principal}} \times 100$$

TMAR: la tasa mínima atractiva de rendimiento es la cantidad de dinero que el inversionista espera recibir, mayor a la cantidad que originalmente invirtió. La TMAR la establecen los directivos financieros y se utiliza como criterio contra el cual se compara una TR alternativa, cuando se toma la decisión de aceptar o rechazar una inversión.

Flujos de caja (ingresos y egresos): constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, debido a los resultados obtenidos en el flujo de caja, se evaluará la realización de un proyecto.

El Valor Actual Neto (VAN): mide lo que queda para el inversionista del proyecto luego de registrar los ingresos, los costos de operación, las inversiones y la tasa de descuento, así como el costo de oportunidad de capital.

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{\text{FN}_t}{(1+i)^t}$$

Con base en los resultados del VAN, se pueden tomar las siguientes decisiones:

- VAN > 0 El proyecto debe aceptarse
- VAN < 0 El proyecto debe rechazarse
- VAN = 0 La inversión de producirá ni ganancias ni pérdidas

Tasa Interna de Retorno (TIR): representa la tasa promedio de rendimiento por periodo que genera un proyecto sobre su inversión. También la TIR representa aquella tasa que hace que el VAN sea igual cero.

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{FNt}{(1 + TMAR)^t} - I_0$$

La TIR se utiliza para determinar la factibilidad de un proyecto de la siguiente manera:

- Si TIR > TMAR, el proyecto se acepta
- Si TIR < TMAR, el proyecto se rechaza
- Si TIR = TMAR, el proyecto debe considerarse con base en otros factores.

Periodo de recuperación: representa el número de períodos que dura un proyecto para recuperar su inversión inicial y tienen dos condiciones:

- Si los flujos netos de efectivo generados por el proyecto son iguales todos los períodos, entonces:

$$PR = \frac{\textit{Inversión Inicial}}{\textit{Flujo neto de efectivo anual}}$$

- Si los flujos netos de efectivo no son iguales todos los períodos:

$$PR = \sum_{t=1}^n \text{FNT} \text{ hasta que sean iguales al monto de la inversion}$$

## 2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

### 2.2.1 DMAIC

Para este proyecto, se estará utilizando la metodología DMAIC (sus siglas en inglés son: *define, measure, analyze, improve and control*).

- Definir el problema en el proceso que tiene el cliente actualmente.
- Medir el rendimiento del proceso.
- Analizar la información recolectada y determinar la causa raíz del problema, así como las oportunidades de mejora.
- Mejorar el proceso mediante acciones preventivas y correctivas.
- Controlar el proceso con base en las mejoras realizadas.

En la figura 7, se muestra una pequeña síntesis de lo que se realiza en cada etapa del proceso DMAIC.

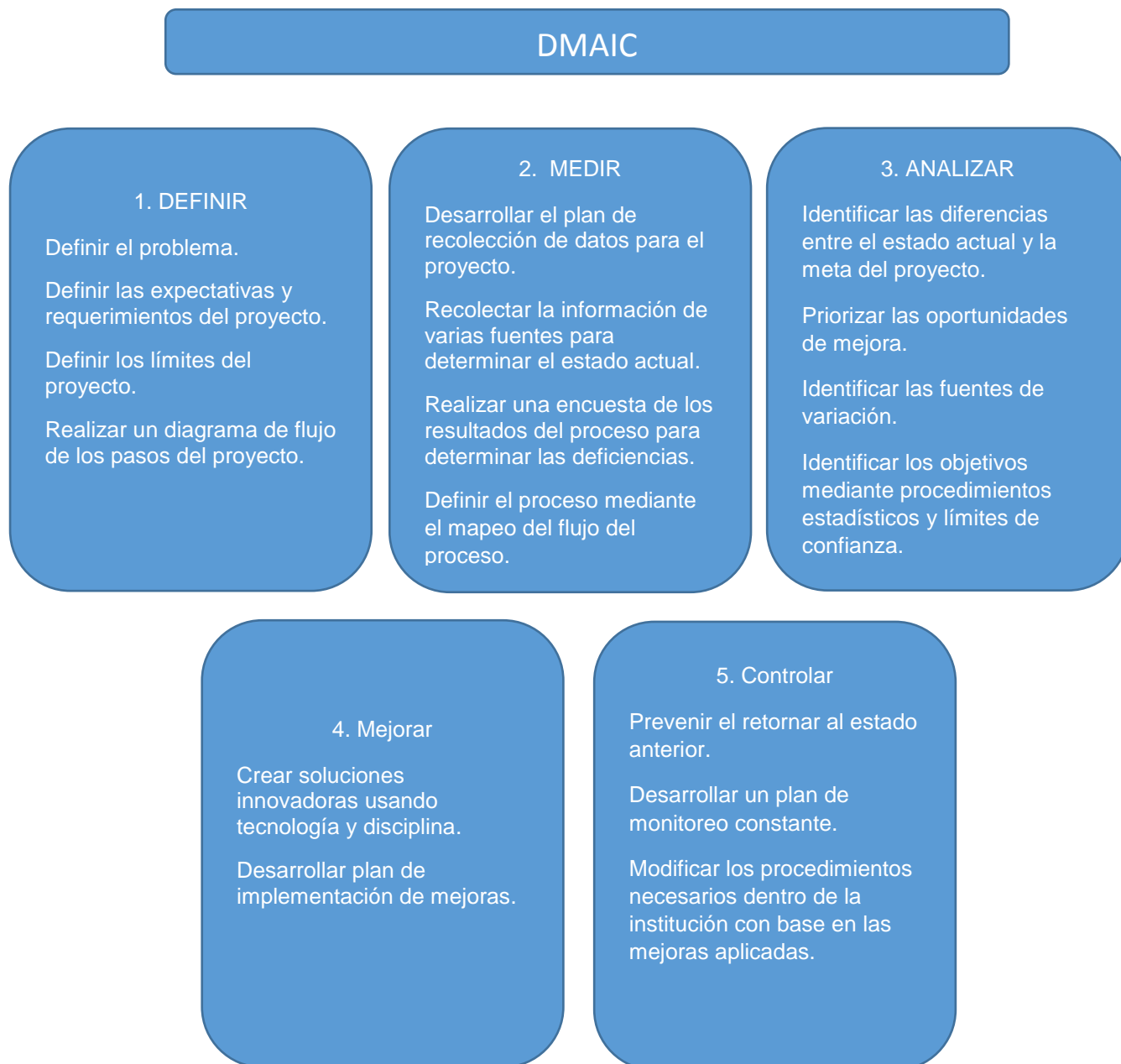


Figura 5. Proceso DMAIC

Fuente: CSSGB Primer

## 2.2.2 Herramientas de calidad

### 2.2.2.1 SIPOC

Es un acrónimo en inglés de cinco elementos. En la figura 8, se describe el flujo de proceso de un producto o servicio.

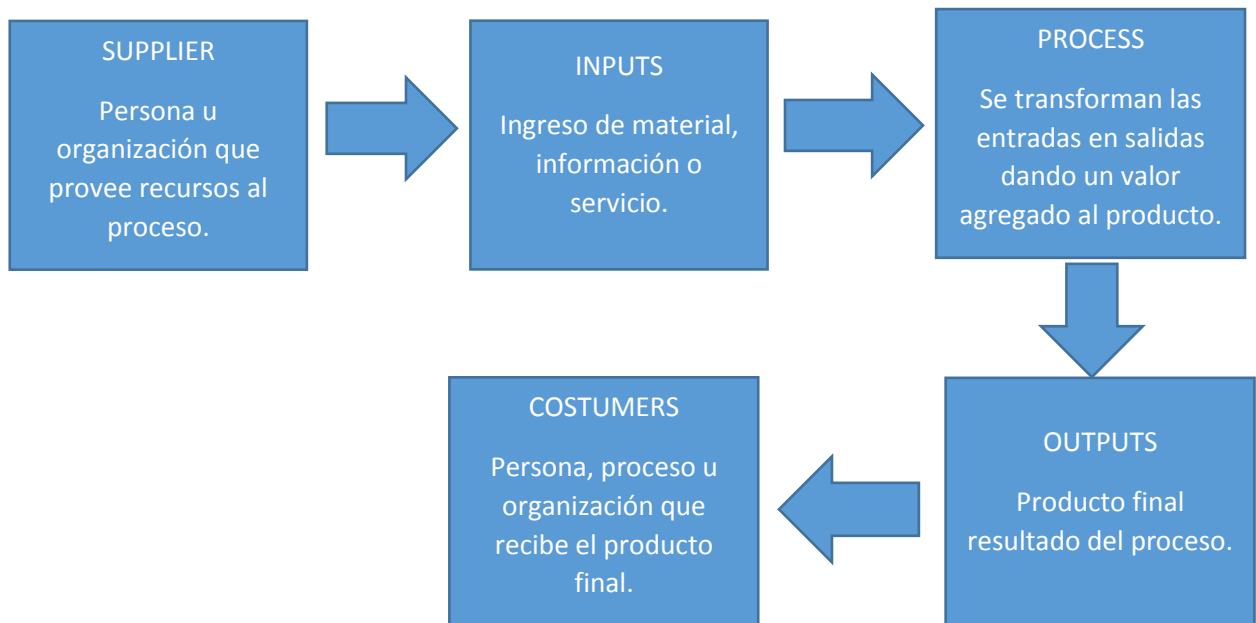


Figura 6. SIPOC

Fuente: CSSGB Primer

### 2.2.2.2 Diagramas de flujo

Un diagrama de flujo o mapa de proceso es una herramienta que se usa para que la persona se familiarice con el proceso y lo pueda entender.

Representa la secuencia del producto, almacenajes, operaciones, procedimientos

administrativos. Un diagrama de flujo es normalmente un punto de partida para entender y orientar al usuario sobre cómo se maneja el proceso en cuestión.

### **2.2.2.3 Lluvia de ideas (*Brainstorming*)**

La lluvia de ideas consiste en generar ideas creativas cuando la solución no es obvia y se requiere de un grupo de personas para buscar las posibles soluciones. La técnica se describe a continuación:

1. Crear un grupo de trabajo (tamaño 4-10 personas).
2. Seleccionar un lugar apropiado para realizar la reunión.
3. Generar una buena cantidad de ideas.
4. Anotar todas las ideas, aunque parezcan ilógicas.
5. No criticar.
6. Ordenar las ideas en una lista.
7. No desechar la posibilidad de realizar una sesión extra para recopilar más ideas.
8. Promover la participación de todos los miembros.
9. Analizar en conjunto todas las ideas y darles un peso.
10. Seleccionar las ideas con mayor votación.

### 2.2.2.4 Diagrama de Pareto

Los diagramas de Pareto son una forma especial de gráficos de columnas. Son utilizados para priorizar problemas u oportunidades, además, identifica el mayor contribuyente de defectos o problemas en un área de producción o servicio y ayuda a visualizar el estado actual de errores o modos de fallo.

Los diagramas de Pareto son utilizados para:

- Analizar un problema desde una nueva perspectiva.
- Enfocar los recursos en orden de prioridades.
- Comparar cambios de información durante diferentes periodos de tiempo.

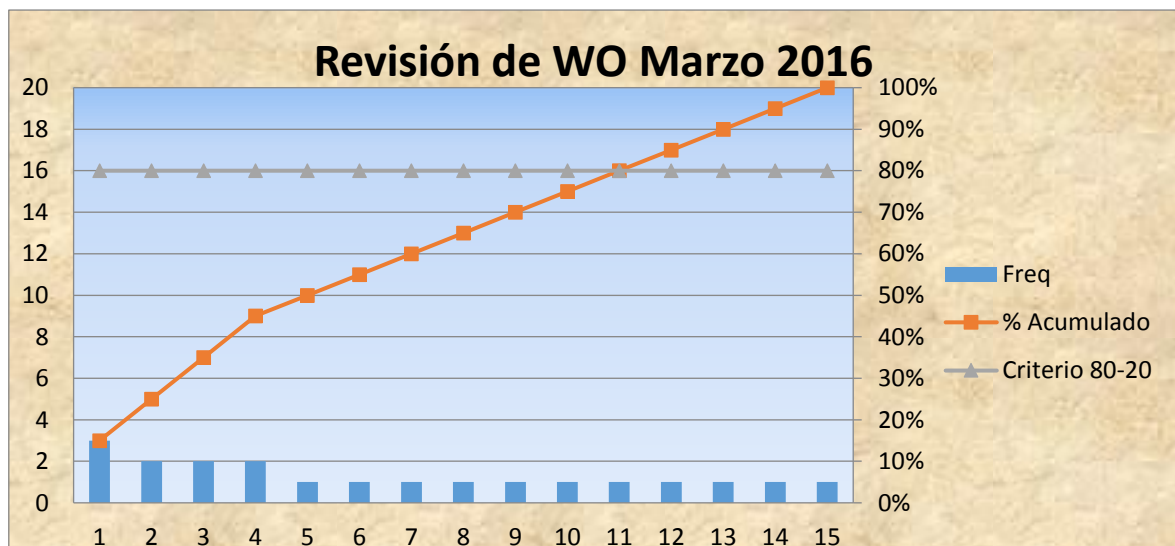


Figura 7. Ejemplo Diagrama de Pareto

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.6 Diagramas causa y efecto

Un diagrama de causa y efecto está dividido en tres partes: lluvia de ideas, priorización y desarrollo de un plan de acción. Se identifica el problema y subdivide las posibles causas en seis distintas categorías (Máquina, Material, Medición, Método, Factor Humano y Ambiente). Luego se pueden escoger las tres causas más probables para generarles un plan de acción.

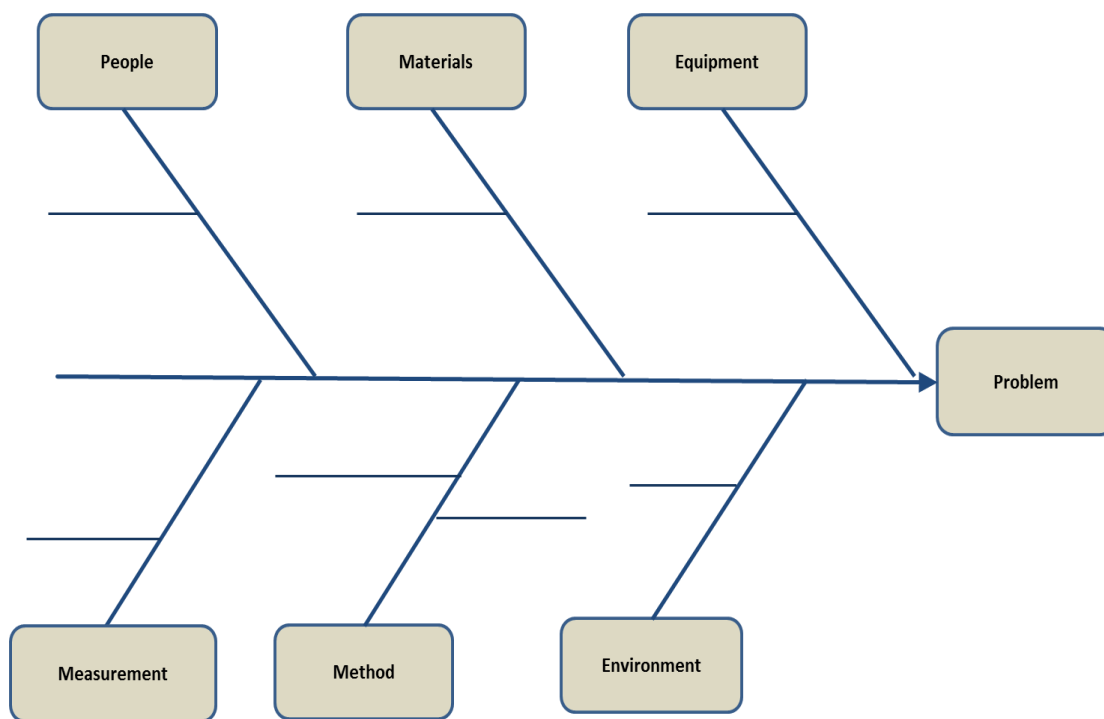


Figura 8. Ejemplo Diagrama causa y efecto

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2.7 Análisis Costo – Beneficio**

Cohen & Franco (2006) citados por Chacón (2017) dicen que:

El análisis costo – beneficio es un principio muy simple: se compara los beneficios y costos de un proyecto en particular y si los primeros exceden a los segundos entregan un elemento de juicio inicial que indica su aceptabilidad. Si, por el contrario, los costos superan los beneficios, el proyecto debe ser en principio rechazado. (Chacón, 2017, p. 24)

### **2.2.2.8 Análisis de intervalos de las calibraciones.**

Uno de los aspectos más importantes de tomar en cuenta en el mundo de las calibraciones es: ¿Cuándo y con qué frecuencia realizarlas? Hay gran cantidad de factores que influyen en la asignación de intervalos de tiempo que deberían ser permitidos entre calibraciones, entre los más importantes están:

- Incertidumbre de la medición requerida o declarada por el laboratorio que realiza la calibración.
- El riesgo de que un instrumento de medición exceda los límites máximos permisibles de error según su especificación.
- Costo de las medidas de corrección cuando se encuentra que un instrumento de medición no era adecuado por un periodo largo de tiempo.

- Tipo de instrumento.
- Tendencia al desgaste y deriva.
- Recomendación del fabricante.
- Extensión y severidad de uso.
- Condiciones ambientales.
- Datos de tendencias obtenidos de los registros de las calibraciones previas.
- Historial de mantenimiento y servicio, entre otros.

Además de los mencionados, existe también el costo de la calibración, sin embargo, el riesgo asociado a la calidad del producto o servicio puede ser un costo mucho mayor a lo que representa una ejecución de calibración. No obstante, existen métodos para analizar las frecuencias de las calibraciones como lo establece la OIML (Organización Internacional de Metrología Legal) en su documento ILAC-G24 / OIML D10 edición 2007, los cuales pueden ayudar a disminuir los costos de calibración. A continuación, se presentan los cinco métodos recomendados:

#### **2.2.2.8.1 Método 1: Ajuste automático o escalera**

Cada vez que un instrumento es calibrado de forma rutinaria, el intervalo se puede extender si se encuentra que se está dentro de, por ejemplo, el 80 % del error máximo permitido admisible para la medición.

También puede ocurrir que se reduzca la frecuencia de calibración si se encuentra que se excede el error máximo permitido. Esta respuesta “escalera” podría producir un ajuste rápido de los intervalos y es realizado fácilmente sin un esfuerzo administrativo.

#### **2.2.2.8.2 Método 2: Gráfico de control (tiempo-calendario)**

Los gráficos de control son una de las herramientas muy utilizadas en el control de calidad estadístico. El método funciona de la siguiente manera: se eligen puntos de calibración significativos y los resultados se grafican en contra del tiempo. De estos gráficos, se calcula tanto la dispersión de los resultados como la deriva, la deriva siendo tanto la deriva media de un intervalo de calibración o en el caso de instrumentos muy estables, la deriva de varios intervalos. A través de estas figuras, se podría calcular el intervalo óptimo de calibración.

Este método tiene la limitante de que es difícil aplicarlo en equipos complejos donde se les calibra más de una variable. Además, que se necesitaría de una herramienta automática para realizar los cálculos matemáticos para ser

constante durante el tiempo y, por otra parte, se debe tener una amplia experiencia en la variabilidad del instrumento o de instrumentos similares.

### **2.2.2.8.3 Método 3: tiempo “en uso”**

La aplicación de este método consiste en que el intervalo de calibración es expresado en horas de uso, en lugar de meses calendario. Al instrumento se le equipa con un indicador de tiempo transcurrido y se manda a calibrar cuando el indicador alcanza un valor especificado. Ejemplos de estos instrumentos son termopares, utilizados a temperaturas extremas; comprobador de peso muerto para presión de gas y medidores de longitud que pueden afectarse por desgaste mecánico. La ventaja teórica importante de este método es que el número de calibraciones realizadas y, por consecuencia, el costo de las calibraciones es una función directa del tiempo que se ha utilizado el instrumento.

Este método presenta algunas desventajas con respecto a los métodos anteriores como, por ejemplo:

- No se puede utilizar en instrumentos que tienden a la deriva, que se deterioran por almacenamiento, sufren de desgaste por uso o tienen ciclos cortos de encendido o apagado.

- El costo de la instalación del temporizador es alto y podría requerir de supervisión.

#### **2.2.2.8.4 Método 4: Controles en servicio o ensayo de “caja negra”**

Este es una variación de los métodos 1 y 2, y es adecuado para instrumentos complejos. Parámetros críticos son controlados frecuentemente mediante equipo de calibración portable o, preferiblemente, por una “caja negra”, específicamente hecha para controlar los parámetros seleccionados. Si se encuentra que el instrumento está fuera del error máximo permisible por la “caja negra”, se enviará a una calibración completa.

La principal ventaja de este método es que proporciona una disponibilidad máxima para el usuario del instrumento. La dificultad radica en decidir los parámetros críticos y diseñar la “caja negra”.

Aunque teóricamente este método es muy confiable, es levemente ambiguo, ya que el instrumento podría estar fallando en algún parámetro no calculado por la “caja negra”. Además, las características de la “caja negra” misma podrían no permanecer constantes.

#### **2.2.2.8.5 Método 5: Otros enfoques estadísticos**

Los métodos basados en análisis estadísticos de un instrumento individual o un tipo de instrumento han sido aplicados cada vez más por los metrólogos, ya que son relativamente sencillos de aplicar y de bajo costo, se requiere de tiempo por parte del analista y de un histórico de datos adecuado para hacer del análisis confiable.

#### **2.2.2.9 El cuestionario MbM Maslow**

El cuestionario MbM (Motivación Laboral) consta de una serie de afirmaciones que pueden reflejar lo que un colaborador piensa sobre su trabajo y vida laboral, donde ninguna respuesta es correcta o incorrecta. Es una herramienta que puede ayudar a orientar y entender los factores más relevantes de la vida laboral de un colaborador.

El formulario consta de 20 preguntas donde el criterio de evaluación de la pregunta es la siguiente:

C = Estoy completamente de acuerdo

B = Estoy básicamente de acuerdo

P = Estoy parcialmente de acuerdo

S = Solo estoy un poco de acuerdo

N = No estoy de acuerdo.

Las 20 preguntas que maneja el cuestionario MbM son las siguientes:

Tabla 6. Cuestionario MbM

1. Lo más importante para mí es tener un empleo estable.	C	B	P	S	N
2. Prefiero trabajar de manera independiente, más o menos por mi cuenta.	C	B	P	S	N
3. Un sueldo alto es un claro indicativo del valor que tiene el trabajador para la empresa.	C	B	P	S	N
4. Buscar aquello que te haga feliz es lo más importante en la vida.	C	B	P	S	N
5. La seguridad del puesto de trabajo no es especialmente importante para mí.	C	B	P	S	N
6. Mis amigos significan más que casi ninguna otra cosa para mí.	C	B	P	S	N
7. La mayor parte de las personas creen que son más capaces de lo que realmente son.	C	B	P	S	N
8. Quiero un trabajo que me permita aprender cosas nuevas y desarrollar nuevas destrezas.	C	B	P	S	N
9. Para mí, es fundamental poder disponer de ingresos regulares.	C	B	P	S	N
10. Es preferible evitar una relación demasiado estrecha con los compañeros de trabajo.	C	B	P	S	N
11. La valoración que tengo de mí mismo es más importante que la opinión de ninguna otra persona.	C	B	P	S	N
12. Perseguir los sueños es una pérdida de tiempo	C	B	P	S	N
13. Un buen empleo debe incluir un plan de jubilación sólido.	C	B	P	S	N
14. Prefiero claramente un trabajo que implique establecer contacto con otros clientes o compañeros de trabajo	C	B	P	S	N
15. Me molesta que alguien intente atribuirse el mérito de algo que yo he conseguido.	C	B	P	S	N
16. Lo que me motiva es llegar tan lejos como pueda, encontrar mis propios límites.	C	B	P	S	N
17. Uno de los aspectos más importantes de un puesto de trabajo es el plan de seguros de enfermedad de la empresa.	C	B	P	S	N
18. Formar parte de un grupo de trabajo es muy importante para mí.	C	B	P	S	N
19. Mis logros me proporcionan una importante sensación de autorrespeto.	C	B	P	S	N
20. Prefiero hacer cosas que hacer bien que intentar hacer cosas nuevas.	C	B	P	S	N

Fuente: Sashkin (1996).

Seguidamente se realiza la calificación del cuestionario mediante la sumatoria de los puntos obtenidos por cada pregunta, que se detalla en la siguiente matriz mostrada en la tabla 7.

Tabla 7. Matriz de puntuación del cuestionario MbM

1	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	2	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 N = 5	3	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	4	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
5	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 N = 5	6	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	7	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	8	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
9	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 N = 5	11	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 N = 5
13	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	14	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	15	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	16	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	18	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	19	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 N = 5
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

Fuente: Sashkin (1996).

Las interpretaciones de los resultados se dan de la siguiente manera: los valores mayores a 20 puntos reflejan que las motivaciones por esa escala son muy importantes para el colaborador; los valores entre 15 y 19 tienen un valor intermedio de importancia, entre 10 y 14 que no son muy importantes y por debajo de 10, no son importantes en absoluto.

Necesidades de protección y seguridad: la satisfacción de estas necesidades se consiguen cuando el empleado recibe el dinero por parte de las empresas como parte de pago por los servicios realizados. El empleo y el sentimiento de pertenencia en una empresa son claves para esta motivación.

Necesidades sociales y de pertenencia: en algunos casos los colaboradores se sienten motivados con la necesidad de mayor interacción con otros compañeros o con el jefe en una relación duradera.

Necesidades de autoestima: la mayor parte de las personas comparten gran interés en satisfacer esta necesidad, ya que buscan ser valorados y sentirse importantes dentro de una organización. El reconocimiento del trabajo y esfuerzo es muy importante por parte de los jefes hacia sus empleados.

Necesidades de autorrealización: esta necesidad es considerada por Maslow como “el nivel superior de motivación humana” (El cuestionario MbM Gestión por Motivación), las personas buscan explorar y retar sus propias capacidades para sentirse autorrealizados.

El trabajo por realizar debe representar un reto para las personas que le dan gran importancia a esta necesidad. Además, el desarrollo profesional es importante.

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO**

Con la realización de este proyecto, el propósito es que el Departamento de Calibraciones sea beneficiado de la siguiente manera:

### **2.3.1 Impacto económico**

El beneficio económico es tal vez el que la mayoría de los proyectos en las empresas buscan obtener. En el caso de este proyecto, lo primero es reducir el pago de horas extra para el departamento mediante un correcto balance de cargas de trabajo, lo cual se verá reflejado a corto plazo.

### **2.3.2 Impacto en productividad**

La empresa se beneficiará con una mayor productividad, ya que se reducirá el tiempo de máquina detenida por concepto de calibraciones en algunos procesos específicos, donde las calibraciones se realizan semanalmente, pero con el plan de optimización de las frecuencias de calibración esto se eliminará, los resultados se estarán reflejando en un corto plazo.

### **2.3.3 Impacto en recurso humano**

Con el estudio adecuado de tiempos de las calibraciones de los equipos y la ampliación en las frecuencias de calibración, se pretende mejorar el rendimiento y distribución del personal.

## **2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADO DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.**

Dentro de la búsqueda realizada de diferentes tesis de Ingeniería Industrial, se escogió la siguiente: *Desarrollo de un plan de mejora de productividad en el laboratorio de Incoming Quality en Hospira Costa Rica* (Jiménez, 2016).

El tema que se abordó en este proyecto fue la mejora de productividad en los procesos de inspección de ciertos dispositivos; la autora identificó que no se tenía un procedimiento estandarizado adecuado, por lo que realizó un estudio de tiempos de proceso para estandarizar los procedimientos y obtener un documento más detallado, así como ahorro de tiempo para realizar las inspecciones.

## **CAPÍTULO III.**

### **MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En primera instancia, para explicar el proceso de calibraciones de la empresa LANDA, se realizará un diagrama de flujo, el cual servirá de guía para definir cada etapa que es requerida para realizar una calibración de un equipo. Luego, como se definió en el capítulo I, el problema encontrado en el Departamento de Calibraciones es no cumplir la meta de no exceder en un 3 % el tiempo extra requerido mensualmente.

Para demostrar este dato, se pretende recolectar información de utilidad que proporcionará la compañía para, posteriormente, analizar en el capítulo IV cómo son la cantidad de horas laboradas y la cantidad de horas extra mensuales. Además, un tema que ayudará a la investigación y al desarrollo de este trabajo es revisar cuáles son las metas actuales del departamento.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO**

Para el proceso de Medición, siguiendo con la metodología DMAIC, se procederá a revisar la información de la cantidad de calibraciones realizadas por el departamento, para ello se deberá obtener información de la base de datos que utiliza el departamento para registrar la cantidad de calibraciones, mediante un conteo de órdenes de trabajo y el tiempo que invirtieron los técnicos para ejecutar dichas calibraciones. Así como el tiempo laborado por los técnicos durante el mes, incluyendo tiempo extra. Para ello, se necesita acudir al sistema de marcas de ingresos y salidas que tiene la empresa para el control y pago del personal horario.

Unas representaciones gráficas de los datos ayudarán a mostrar las cantidades de horas laboradas, calibraciones realizadas y tiempo extra requerido. Así como un análisis de eficiencia individual que ayude a comprender el estado actual del departamento.

También se plantea la necesidad de realizar un estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar que dura la realización de las calibraciones dependiendo del tipo de equipo. Métodos estadísticos serán necesarios de implementar, para obtener el tamaño de muestra de una población finita de datos relevantes para poder realizar la extensión de intervalos

### 3.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO

Herramientas de ingeniería como lluvia de ideas (*Brainstorming*), diagramas de causa y efecto (Ishikawa) y Análisis 80-20 (diagramas de Pareto) serán de gran utilidad para determinar las posibles causas que generan tiempo extra para cumplir con la demanda de las calibraciones programadas y no programadas. También se utilizarán análisis estadísticos tanto para complementar la información del proyecto como para realizar el análisis de intervalos de las calibraciones

Para definir las actividades y darle seguimiento a las mismas, se realizó un diagrama de Gantt con las actividades claves del capítulo IV:

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
<b>Auto Scheduled</b>	<b>Capítulo IV Línea base y Diagnóstico</b>	<b>105 days</b>	<b>Mon 12/4/17</b>	<b>Fri 3/30/18</b>		
<b>Manually Scheduled</b>	<b>Fase 1. Análisis de intervalos</b>	<b>40 days</b>	<b>Mon 12/4/17</b>	<b>Wed 1/24/18</b>		
Manually Scheduled	Actividad 1.1. Recolección de información de la base de datos	14 days	Mon 12/4/17	Sun 12/17/17		
Manually Scheduled	Actividad 1.2. Pre selección de los equipos sujetos a cambio de intervalos	4 days	Mon 12/18/17	Thu 12/21/17	3	
Manually Scheduled	Actividad 1.3. Análisis estadístico de las calibraciones	22 days	Wed 1/3/18	Wed 1/24/18	4	
<b>Auto Scheduled</b>	<b>Fase 2. Estudio de tiempos para equipos calibrados</b>	<b>47 days</b>	<b>Mon 1/22/18</b>	<b>Fri 3/9/18</b>		
Manually Scheduled	Actividad 2.1 Selección de los equipos	5 days	Mon 1/22/18	Fri 1/26/18		
Manually Scheduled	Actividad 2.2 Determinar tamaño de muestra	9 days	Mon 1/29/18	Tue 2/6/18	7	
Manually Scheduled	Actividad 2.3 Ejecución del estudio de tiempos	22 days	Wed 2/7/18	Wed 2/28/18	8	
Manually Scheduled	Actividad 2.4 Análisis de los datos	9 days	Thu 3/1/18	Fri 3/9/18	9	
<b>Auto Scheduled</b>	<b>Fase 3. Diagnóstico Capítulo IV</b>	<b>19 days</b>	<b>Mon 3/12/18</b>	<b>Fri 3/30/18</b>		
Manually Scheduled	Actividad 3.1 Resumen final y posible solución	19 days	Mon 3/12/18	Fri 3/30/18	10	
<b>Manually Scheduled</b>						

Figura 9. Diagrama de actividades

Fuente: elaboración propia.

## Capítulo IV Línea base y Diagnóstico

Fri 3/30/18

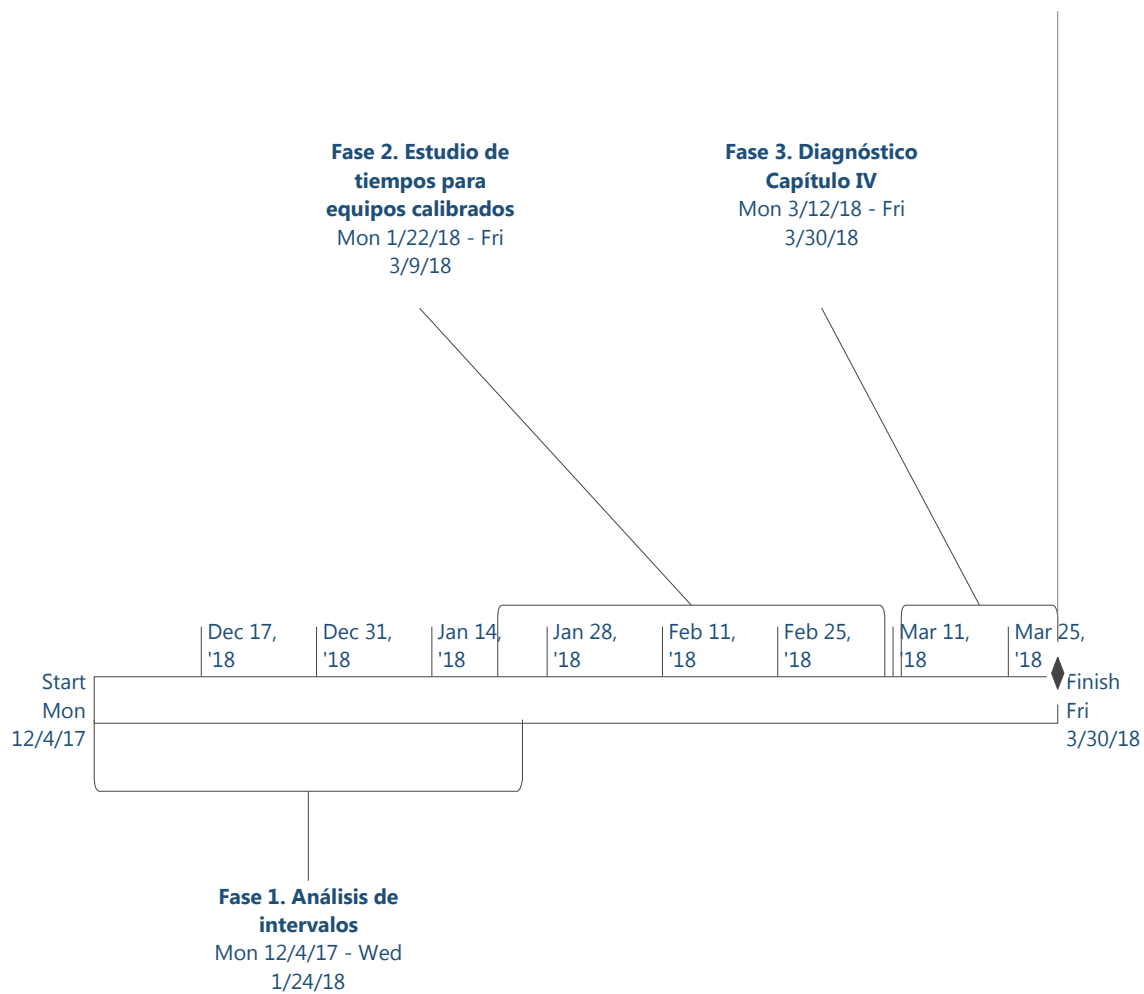


Figura 10. Línea de tiempo actividades capítulo IV

Fuente: elaboración propia.

La figura 10 ejemplifica la línea de tiempo para el desarrollo del capítulo IV.

### **3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

En esta etapa se desarrollará un plan de mejoras mediante las siguientes actividades:

- Asignación de las metas de eficiencia para los técnicos.
- Balance en la repartición del trabajo para los técnicos utilizando el tiempo de la ejecución de las calibraciones como base para la asignación.
- Ajuste de intervalos de calibración para los equipos seleccionados.

### **3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.**

Mediante una hoja de control realizada en Microsoft Excel, se le dará seguimiento a la productividad de los técnicos, el control de horas extra y cumplimiento de la meta establecida para eficiencia.

También, realizando un análisis económico, se analizará la rentabilidad del proyecto utilizando como criterio la tasa interna de retorno y el valor actual neto tanto para la reducción de horas extra como también para la extensión de los intervalos de calibración de los equipos. Estos cálculos serán desarrollados mediante una hoja de cálculo en Microsoft Excel utilizando las fórmulas del VAN y TIR.

**CAPÍTULO IV:**  
**DIAGNÓSTICO**

## 4.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE CALIBRACIONES

### 4.1.1 Proceso para la calibración de un instrumento. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de calibración de los equipos.

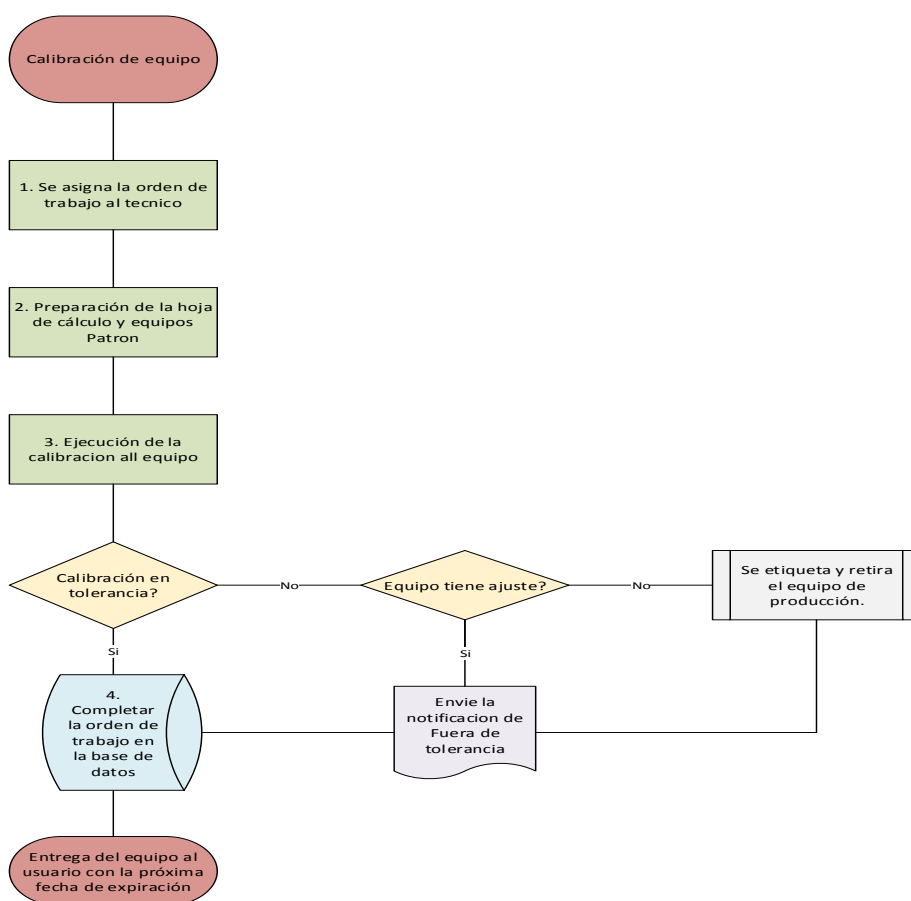


Figura 11. Diagrama de Flujo, Proceso de Calibraciones

Fuente: elaboración propia.

- **Asignación de las órdenes de trabajo.** En el Departamento de Calibraciones se manejan dos tipos de órdenes de trabajo, las programadas y las no programadas.
- **Las órdenes de trabajos programados.** Se obtienen de la base de datos, donde un par de días antes de terminar el mes en curso, se generan las órdenes de los equipos a los que se les vence la calibración el próximo mes; se realiza de esta manera, ya que se debe notificar a los encargados de las áreas, los equipos que requieren calibración. Luego se asignan las órdenes de trabajo por área y disponibilidad de los equipos a los técnicos del departamento, donde tienen un periodo de 30 días para ejecutar las calibraciones.
- **Las órdenes de trabajos no programados.** Son solicitadas en su mayoría por el departamento de ingeniería cuando se ingresa un equipo nuevo a la planta, está en proceso una investigación por algún fallo detectado en el ensamble de los dispositivos médicos o sospecha de mal funcionamiento de los equipos calibrados. Estas órdenes de trabajo se asignan a los técnicos del área o al técnico que esté disponible en el momento.
- **Preparación de la hoja de cálculo y equipos patrón.** Una vez asignadas las órdenes de trabajo, el técnico procede a revisar la documentación

necesaria para poder llevar a cabo la calibración, entre ellos está la especificación del equipo y el procedimiento de calibración. Luego se completa la hoja de cálculo validada con los datos requeridos y se alistan los equipos estándares que se utilizarán en la calibración, cabe destacar que, para elegir los equipos estándar, la condición que deben cumplir es que las exactitudes de los equipos sean al menos cuatro veces mayores al equipo calibrando.

- **Ejecución de la calibración al equipo.** Con la documentación lista, el técnico procede a ejecutar la calibración con base en el procedimiento aplicable. Los resultados obtenidos se colocan en la hoja de cálculo y se revisa si los mismos están en tolerancia o fuera de tolerancia.
- **Equipo fuera de tolerancia.** Se procede a realizar el ajuste en caso de que el equipo tenga la opción de corregir los valores encontrados fuera de tolerancia, una vez ajustado, se vuelve a ejecutar la calibración y se documenta en la hoja de cálculo con los datos como se dejó el equipo. En caso de que el equipo no tenga la opción de ajuste o este mismo no mejore las condiciones encontradas inicialmente, se notifica al encargado del equipo mediante una notificación de fuera de tolerancia y se procede a etiquetarlo como fuera de servicio.

- **Equipo en tolerancia.** Los datos iniciales encontrados cumplen la especificación del equipo. Se completa la hoja de cálculo y se etiqueta el equipo con la próxima fecha por vencer.
- **Completar la orden de trabajo en la base de datos.** El técnico procede a completar la orden de trabajo en la base de datos, donde se adjunta la hoja de cálculo con los resultados obtenidos de la calibración y se actualiza el estatus del equipo en el sistema, además, se entrega el equipo al encargado.

#### 4.1.2 Diagrama de SIPOC

El diagrama de SIPOC es otra herramienta que sirve para explicar el proceso de la calibración de un instrumento, desde la necesidad de los usuarios o por sistema (*Suppliers*), hasta que los resultados se les entregan a los usuarios junto con los instrumentos.

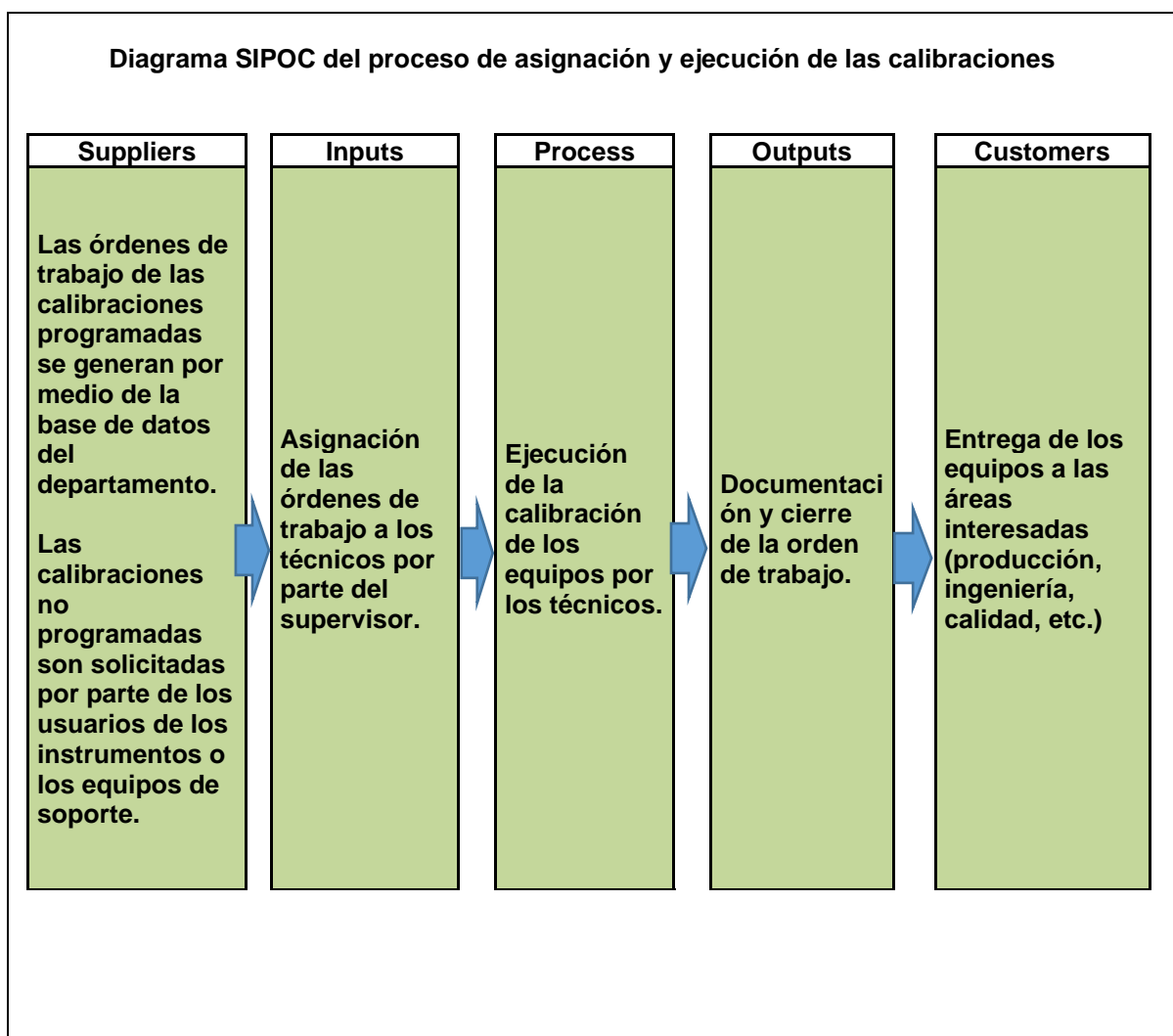


Figura 12. Diagrama SIPOC proceso de Calibraciones

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3 Análisis de la productividad de los técnicos

Una vez explicado el proceso de calibraciones de la empresa LANDA, como se indicó en el capítulo 3, sección 3.2, se procedió a obtener información relevante del departamento para conocer el estado actual.

Para los meses entre octubre 2017 y febrero 2018, se obtuvieron los datos de la cantidad de equipos calibrados y las horas totales requeridas para concluir los trabajos, así como la cantidad de horas extra y el promedio ponderado de las horas extra entre los meses en estudio. A continuación, se presenta una tabla para mostrar el detalle de los datos y la representación gráfica de los mismos.

Tabla 8. Calibraciones de octubre 2017 a febrero 2018

<b>Mes</b>	<b>Equipos Calibrados</b>	<b>Total de horas requeridas</b>	<b>Tiempo extra en horas</b>	<b>% Tiempo Extra</b>
Octubre 2017	572	1234	65.90	5.34%
Noviembre 2017	592	1309	45.33	3.46%
Diciembre 2017	486	1241	36.20	2.92%
Enero 2018	622	1411	156.77	11.11%
Febrero 2018	691	1321	170.90	12.94%
<b>Total</b>	<b>2963</b>	<b>6516</b>	<b>475.10</b>	<b>45.68</b>

Fuente: Empresa LANDA

La representación gráfica de los datos de la tabla 8 se muestra en la figura 13.

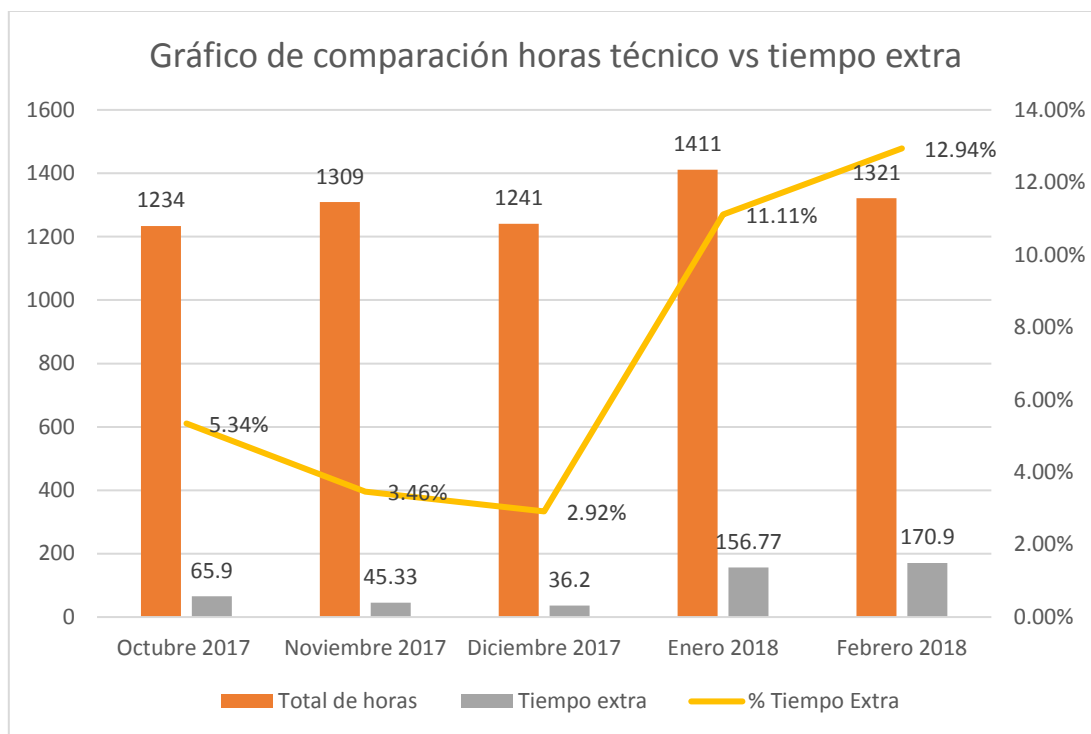


Figura 13. Gráfico horas técnico versus tiempo extra

Fuente: Empresa LANDA

Como se muestra en el gráfico anterior, en los cinco meses de análisis, solo en el mes de diciembre se estuvo por debajo de la meta del tiempo extra establecida por el departamento que está fijado en un 3 %. Además, se observa que hubo un incremento importante en los meses de enero y febrero en la cantidad de horas requeridas y trabajos realizados, lo cual obedeció a dos temas en específico:

- Solicitud de calibraciones no programadas: en los primeros meses del año, se solicitaron mayor cantidad de calibraciones no programadas (con excepción de noviembre 2017).
- Solicitud de Primera Inspección de Artículo (por sus siglas en ingles FAI): anteriormente estas mediciones las ejecutaban en el departamento de Inspección de Recibo, sin embargo, hace unos meses atrás esta tarea fue asignada al Departamento de Calibraciones. Estas inspecciones se archivaban en papel y no se ingresaban a un sistema digital de almacenaje de datos, como sí se realiza con las calibraciones. A partir de este proyecto y en conjunto con los miembros del departamento, se acordó que, a partir del mes de febrero y por un espacio de tres meses de prueba, se van a crear órdenes de trabajo en el mismo sistema utilizado para las calibraciones, con el fin de cuantificar el tiempo invertido en la inspección de los fixtures. Sin embargo, para los meses de octubre a enero, los FAIs se tomaron en cuenta en la carga de trabajo, contando una a una las inspecciones realizadas en este intervalo de tiempo, otorgando un tiempo de ejecución aproximado con base en la cantidad de cotas medidas.

Los datos de calibraciones no programadas y FAIs se detallan a continuación en la tabla 9.

Tabla 9. Calibraciones no programadas y FAIs octubre 2017 a febrero 2018

Tipo de trabajo realizado	Octubre 2017	Noviembre 2017	Diciembre 2017	Enero 2018	Febrero 2018
Calibraciones No Programadas	63	150	119	150	170
FAIs	80	76	20	80	102
Total	143	226	139	230	272

Fuente: Empresa LANDA.

Con base en los datos mostrados de las cantidades de equipos, el tiempo requerido para la ejecución y como se mencionó en la metodología para la medición y respaldo del proyecto, se realizó un estudio de la cantidad de calibraciones realizadas por técnico de los meses de enero y febrero del 2018, para determinar el porcentaje de eficiencia individual tomando en cuenta la cantidad de horas laboradas más holguras (en el capítulo V, se detallará el tiempo de holgura) versus total de tiempo laborado durante los meses. Para dicho análisis, se utilizaron los tiempos registrados en la base de datos, ya que el estudio de tiempos para calibraciones se realizó posteriormente en este capítulo.

A continuación, en la tabla 10, se muestran los datos obtenidos de las cantidades de calibraciones por técnico en los meses de enero y febrero del 2018.

Tabla 10. Calibraciones enero 2018

Técnicos	Equipos Calibrados Enero	Tiempo requerido por sistema	Total de horas	Holguras	% Efectividad Enero
1	102	130.5	260	58	75
2	22	45.5	211	44	44
3	72	148	201	42.5	95
4	44	54	134	30	63
5	72	136.5	204	38	85
6	92	124.5	173	39	94
7	107	105	191	39	75

Fuente: Empresa LANDA.

En los datos anteriores, se ve que los técnicos 2 y 4 tuvieron el peor porcentaje de efectividad en el mes de enero.

Tabla 11. Calibraciones febrero 2018

Técnicos	Equipos Calibrados Febrero	Tiempo requerido	Total de horas	Holguras	% Efectividad Febrero
1	121	138	235	48	79
2	76	79	188	38	62
3	88	158	206	42.5	97
4	44	72.75	180.5	40	43
5	72	116	179.5	37.5	86
6	113	123	168.5	37.5	94
7	87	99.5	161.5	36	84

Fuente: Empresa LANDA

Al igual que en el mes de enero, los técnicos 2 y 4 tuvieron el peor porcentaje de efectividad en el mes de febrero. En la figura 14, se muestra la representación gráfica del porcentaje de eficiencia obtenido por cada técnico de los meses de enero y febrero del 2018.

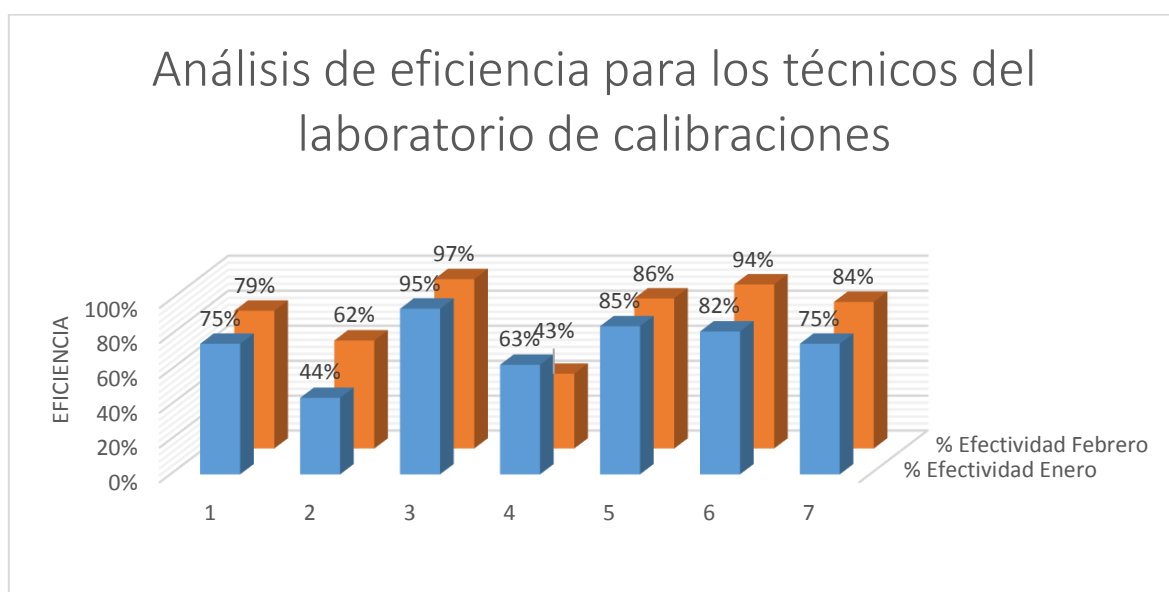


Figura 14. Análisis de Eficiencia

Fuente: Empresa LANDA

Los datos de la figura 14 muestran variabilidad en la eficiencia de los técnicos en los primeros dos meses del año 2018. Sin embargo, actualmente el Departamento de Calibraciones no tiene una meta definida en términos de productividad y utilización de los recursos (eficiencia), por lo que es difícil realizar una comparación directa entre los resultados obtenidos y una meta específica. El análisis de cada uno de los casos se detalla a continuación:

- Para el caso de los técnicos que obtuvieron menor porcentaje de eficiencia en los meses de estudio (técnico 2 y técnico 4), trabajan en el mismo horario y dentro de sus roles asignados se encargan de las calibraciones externas y las no programadas.
- El técnico 1, el cual trabaja en horario comprimido, durante los meses de enero y febrero se le asignó la tarea de dar soporte a un producto nuevo, el cual trajo nuevos equipos a la planta, lo que generó un tiempo de adaptación y aprendizaje, además, se le asignaron calibraciones programadas, lo que representó un reto importante para él, de ahí que fue el técnico que necesitó de mayor cantidad de horas (incluido tiempo extra) para poder cumplir con las calibraciones asignadas.
- El caso de los técnicos 3 y 5, ambos trabajan en horarios comprimidos, lo que permite que los días sábados y domingos sean días de mucho provecho para el departamento, ya que algunas áreas de producción se detienen desde el viernes o el sábado a las 3:00 p.m., lo que conlleva a mayor disponibilidad de equipos y, por ende, se les asigna las calibraciones más complejas para impactar lo menos posible a las áreas productivas.

- Y, por último, se encuentran los técnicos 6 y 7 que son los técnicos más nuevos en el departamento con 5 y 3 meses respectivamente, trabajan en turno B.

Para efectos de este proyecto, se profundizó en el análisis de los tres técnicos con menor promedio de eficiencia en los meses de enero y febrero, por lo se abarcaron los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, para ver si el comportamiento se mantuvo similar a los primeros meses del 2018. Los datos se muestran en la siguiente tabla de comparación.

Tabla 12. Efectividad técnicos 1,2 y 4

Mes	Efectividad Técnico 1	Efectividad Técnico 2	Efectividad Técnico 4
Octubre 2017	95%	70%	68%
Noviembre 2017	89%	58%	64%
Diciembre 2017	78%	59%	63%
Enero 2018	75%	44%	42%
Febrero 2018	79%	62%	62%
<b>Promedio</b>	<b>83%</b>	<b>59%</b>	<b>60%</b>

Fuente: elaboración propia.

Para el caso del técnico 1, se observa que, en el último trimestre del 2017, el porcentaje de efectividad fue más alto que en los dos primeros meses del 2018, acercándose al promedio de los demás técnicos, por lo que la disminución en su

rendimiento se pudo ver afectada debido a las circunstancias descritas anteriormente.

En el caso de los técnicos 2 y 4, se observa que el rendimiento de ellos sí está por debajo de los demás, esta es una de las posibles causas que se estarán evaluando en este capítulo.

## 4.2 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES

A continuación, mediante la herramienta de lluvia de ideas, se expondrán algunas posibles causas que pueden estar incidiendo en el bajo desempeño de algunos técnicos y, por ende, se necesite acudir al tiempo extra para poder cumplir con los trabajos del departamento. Para esta técnica, que consiste en reunir a un grupo de personas que conocen el tema por tratar, aporten ideas y posibles causas que estén generando alguna situación en el particular, se reunieron los metrólogos del departamento donde expusieron las siguientes ideas:

- Mala distribución de las cargas de trabajo en el departamento.
- Poca disponibilidad de los equipos para realizar las calibraciones.
- Falta de metas para la medición de desempeño.
- Determinación de los tiempos de calibración incorrectos.
- Desmotivación de los técnicos

Luego, mediante un diagrama de causa y efecto, se agruparon las posibles causas para su debido análisis:

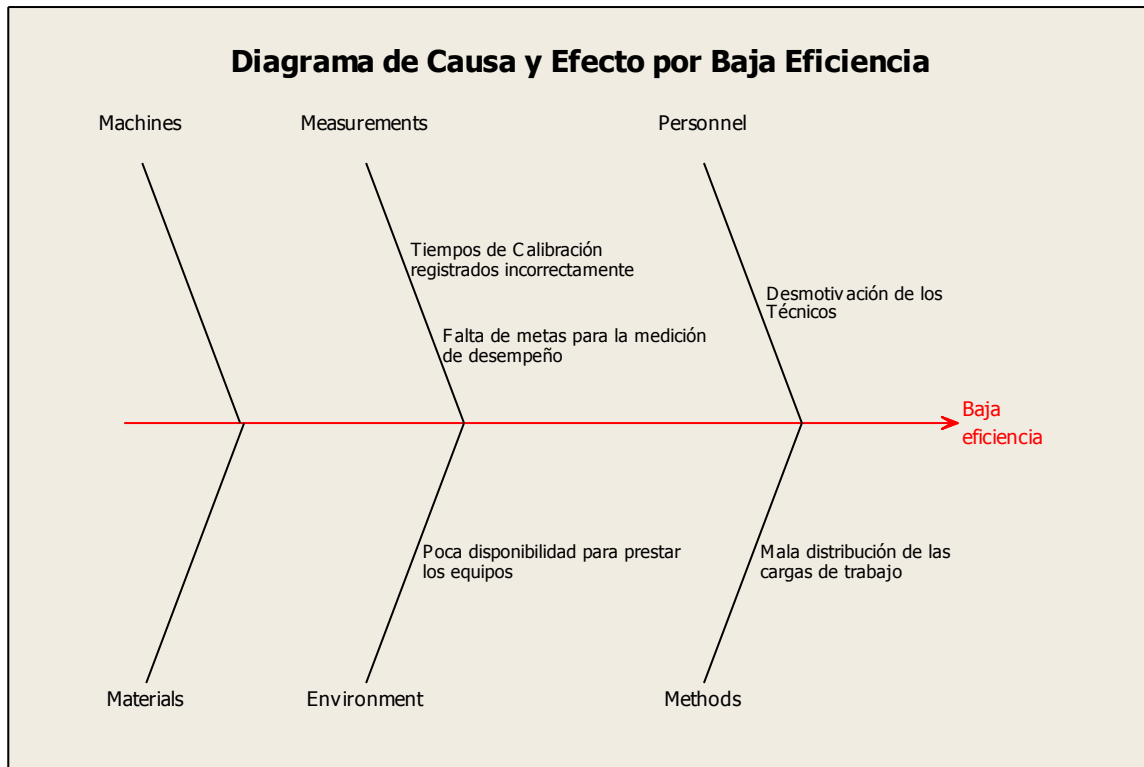


Figura 15. Diagrama Causa y Efecto

Fuente: Empresa LANDA

#### 4.2.2 Análisis de las posibles causas.

En esta etapa de análisis, se profundizó en cada una de las causas descritas en el diagrama de causa y efecto.

### Desmotivación por parte de los técnicos.

El 75% del personal técnico del departamento al menos tiene 3 años de trabajar para la empresa. Sin embargo, no se ha realizado una encuesta de clima organizacional interna para determinar el nivel de satisfacción que tienen los colaboradores del departamento. Es debido a este tema que se realizó una encuesta de gestión motivacional para dar a conocer el estado actual del departamento.

Se utilizó el cuestionario MbM Gestión por Motivación para determinar cuál de las motivaciones descritas en el capítulo 2 es la que mayor se presenta dentro del laboratorio (consultar anexos para ver las respuestas del cuestionario). A continuación, en la tabla 13, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 13. Resultados Encuesta MbM

Técnicos	Necesidades de Protección y seguridad	Necesidades sociales y de pertenencia	Necesidades de autoestima	Necesidades de autorrealización
1	19	16	23	21
2	22	16	21	24
3	19	15	18	22
4	15	17	19	24
5	20	16	19	23
6	20	18	20	20
7	20	14	22	18
<b>Promedio</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>22</b>

Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos de la tabla 13 muestran que la necesidad de autorrealización y autoestima son las más importantes entre los técnicos del laboratorio (ver interpretación de los datos en el capítulo 2).

En la empresa LANDA, existen programas de ayuda para el desarrollo profesional de todos los colaboradores, además de la oportunidad de concursar en puestos vacantes que requiera la organización. En el Departamento de Calibraciones se ha rotado al personal técnico en diferentes áreas de enfoque para incentivar nuevos retos y que el trabajo no sea rutinario. Posteriormente, se evaluará en un cuadro de confrontación de posibles causas.

### **Registro de los tiempos de calibraciones incorrectos en la base de datos**

Para determinar el tiempo que requiere una calibración, es necesario, en primera instancia, saber el tiempo estándar de las mismas, para ello se procedió a realizar un estudio de tiempo, como se menciona en el capítulo 2, utilizando el método de regreso a cero.

En este estudio, como se mencionó en las limitaciones del proyecto, se consideró solamente las calibraciones programadas del mes de febrero del 2018, además, lo que se pretende es comparar los tiempos escritos en la base de datos versus los tiempos del estudio de los técnicos que presentaron menor eficiencia en el análisis previo.

La metodología para el análisis de tiempos fue la siguiente:

- Se revisó la programación entre los meses de octubre a febrero para los técnicos 2 y 4.
- Luego, se realizó una comparación con los equipos que se debían calibrar en febrero y se agruparon las calibraciones semejantes. Ver datos en anexo 2.
- Se agruparon las calibraciones de febrero por tipo de equipo para determinar el tamaño de la población. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 14. Calibraciones programadas febrero 2018

Descripción	Cantidad
Ring Gauge	26
Dispenser	14
Digital Caliper	17
Calibración Semanal FMS	24
Soldering Station	10
Multimeter	10

Fuente: Empresa LANDA

Los datos de la tabla 14 detallan las cantidades de calibraciones por familia donde los ring gauges y las FMS son los mayores contribuyentes.

Como menciona Niebel en su libro *Métodos, estándares y diseño de trabajo*, cuando la población es extensa y hay limitante de recursos, se debe obtener una muestra representativa de los datos, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{ts}{kX} \right)^2$$

Donde:

t= valor de distribución t (la distribución utilizada fue alfa medios)

s= desviación *standard*

k= error asignado

x = promedio de la medición.

Utilizando la distribución t de Student (valores  $\alpha/2$  medios) y con un 95 % de confianza, se obtuvo un tamaño de muestra que fuese representativo para el análisis de cada uno de los grupos de equipos escogidos anteriormente. Para dicho análisis, se debe previamente tener unos tiempos observados para

determinar el promedio y la desviación estándar, con el fin de poder completar los datos de la fórmula.

El cálculo para el tamaño de muestra para las calibraciones semanales se muestra a continuación en la tabla 15 (ver Anexo 3 para los restantes tamaños de muestra):

Tabla 15. Tamaño de muestra para las FMS

<b>Weekly Calibration</b>		
<b>Tiempo Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3079	Promedio	2856.8
2938	Desviación	194.3388364
2630	Población	24
2780	T de alfa	2.0687
	Error	0.05
	Tamaño N	<b>7.9</b>

Fuente: elaboración propia.

El tamaño de muestra requerido para el análisis del tiempo estándar de las FMS es de 8 calibraciones.

A continuación, en la tabla 16 se presentan los tamaños de muestra obtenidos para los restantes equipos por evaluar.

Tabla 16. Tamaños de muestra otros equipos

<b>Descripción</b>	<b>Tamaño de población</b>	<b>Tamaño de muestra</b>
Ring Gauge	26	3.9
Dispenser	12	5.7
Digital Caliper	17	7.5
Calibración Semanal FMS	24	7.9
Soldering Station	10	4.5
Multimeter	10	3.3

Fuente: elaboración propia.

Una vez determinado el tamaño de muestra para cada uno de los equipos seleccionados, se procedió a determinar el tiempo estándar de las calibraciones, utilizando la plantilla de tiempos y la fórmula del cálculo del tiempo estándar descrita en el capítulo 2. A continuación, se muestra la toma de tiempos para el caso de las calibraciones semanales de las FMS, donde se tomó a dos de los técnicos.

Tabla 17. Plantilla de tiempos

Equipo: FMS				Fecha: 01-02-18 to 28-02-18				Diagrama : N/A							
Observación: Weekly Calibration				Observador:				Hoja n°: 1 De: 2							
								Analista: AlbertoLubere							
FMS ID: 39172		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		90	423	381	90	599	539	90	1402	1262	90	655	590		
FMS ID: 15116		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 2	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		90	525	473	90	488	439	90	1325	1193	90	600	540		
FMS ID: 16598		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 4	Ciclo 3	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		100	422	422	100	498	498	100	1200	1200	100	510	510		
FMS ID: 36751		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 4	Ciclo 4	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		100	465	465	100	510	510	100	1280	1280	100	525	525		
FMS ID: 39172		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 5	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		90	520	468	90	550	495	90	1295	1166	90	556	500		
FMS ID: 15116		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 6	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		90	600	540	90	506	455	90	1397	1257	90	550	495		
FMS ID: 16598		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		90	480	432	90	522	470	90	1360	1224	90	575	518		
FMS ID: 39172		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
		90	610	549	90	600	540	90	1379	1241	90	580	522		

Fuente: Elaboración Propia

Como se explicó en el capítulo II, se recolectó la información necesaria para poder determinar el tiempo estándar de la operación; seguidamente, se analizan los datos mediante la siguiente tabla 18.

Tabla 18. Análisis Tiempo Estándar

<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>				
Resumen	Preparación de la hoja de cálculo y equipos patrón	Traslado y set up inicial	Ejecución de la calibración	Cierre de orden de trabajo
TO Total	4045	4273	10638	4551
Calificación	93	93	93	93
TN Total	3729	3947	9822	4199
TN Promedio	466	493	1228	525
% Suplementos	N/A	N/A	N/A	N/A
Tiempo Estándar	466	493	1228	525
<b>Tiempo Estándar Total</b>				<b>45</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo estándar para las calibraciones semanales de las FMS es de 45 min por cada equipo. Los suplementos de fatiga y necesidades personales son tomadas en cuenta dentro de un 10 % del tiempo que será detallado más adelante en este capítulo.

Seguidamente, se realizaron los demás estudios de tiempos para el resto de los equipos escogidos, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla 19 (ver anexo 4 para referencia de cada estudio de tiempo individual):

Tabla 19. Tiempos Estándar

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Ring Gauge	29 min
Dispenser	50 min
Digital Caliper	54 min
Calibración Semanal FMS	45 min
Soldering Station	43 min
Multimeter	45 min

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los datos de los tiempos estándares de las calibraciones asignadas, lo siguiente fue comparar los tiempos registrados por los técnicos en la base de datos, para verificar si hay un error entre los datos, lo que perjudicaría a los técnicos con menor porcentaje de eficiencia. Los resultados corregidos son mostrados en la siguiente tabla 20.

Tabla 20 Datos corregidos

<b>Mes</b>	<b>Eficiencia Tec 2 (base de datos)</b>	<b>Eficiencia Tec 2 (corregido TE)</b>	<b>Eficiencia Tec 4 (base de datos)</b>	<b>Eficiencia Tec 4 (corregido TE)</b>
Octubre 2017	70%	59%	68%	74%
Noviembre 2017	58%	56%	64%	68%
Diciembre 2017	59%	59%	63%	62%
Enero 2017	44%	44%	42%	47%
Febrero 2018	62%	62%	62%	62%
<b>Promedio</b>	<b>59%</b>	<b>56%</b>	<b>60%</b>	<b>63%</b>

Fuente: elaboración propia.

La representación gráfica de los datos del técnico 2 de la tabla 20, se muestran a continuación:

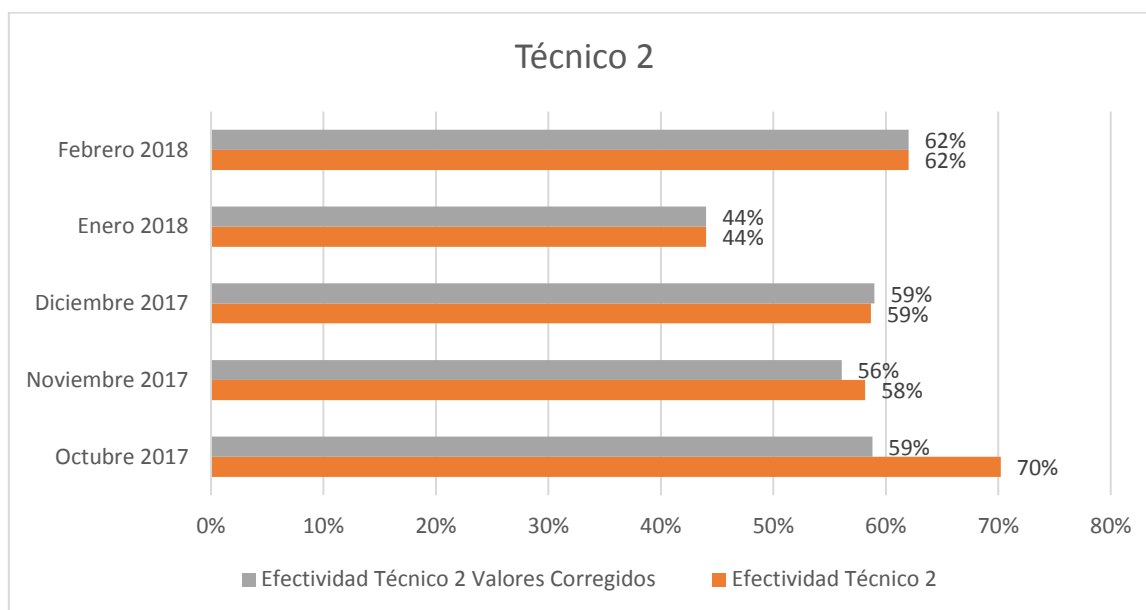


Figura 16. Gráfico de eficiencia con valores corregidos

Fuente: Empresa LANDA

Como se muestra en la figura 16, para el análisis del técnico 2, se observa que, aplicando la corrección de los tiempos registrados en la base de datos, la eficiencia disminuyó en los meses de octubre y noviembre y en los demás meses se mantuvieron iguales. El promedio de eficiencia analizado de octubre a febrero bajó en 3 puntos porcentuales con respecto a los datos obtenidos previamente.

Para el técnico 4, la representación gráfica es la siguiente:

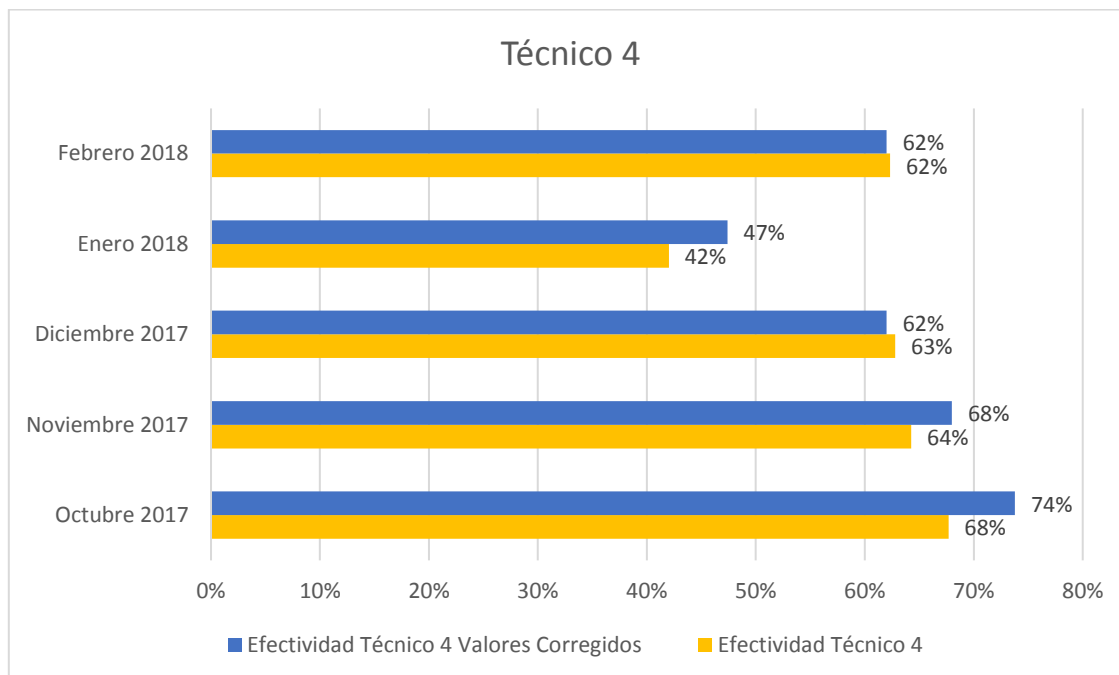


Figura 17. Gráfico de eficiencia con valores corregidos técnico 4

Fuente: Empresa LANDA

En caso contrario al técnico 2, el técnico 4 mostró una mejoría en el porcentaje de eficiencia en octubre, noviembre y enero, lo que aumentó su promedio de efectividad de los cinco meses en un 3 %. Esto indica que sí existe una diferencia entre lo que anotan los técnicos como tiempo de ejecución en la orden de trabajo con lo que realmente duran realizando el trabajo.

### Falta de metas para la medición del desempeño

Como se mencionó en los capítulos I y III de este proyecto, el problema actual es que se está sobrepasando el 3 % de tiempo extra mensual y una de las posibles causas que está afectando al incumplimiento de esta meta, es que el Departamento de Calibraciones no tiene dentro de sus objetivos o metas para la medición del desempeño, un nivel de eficiencia mínimo que deba cumplir cada técnico.

Anteriormente, se realizó un estudio de tiempos de algunos equipos seleccionados, donde lo que se buscaba analizar era si los técnicos con menor rendimiento de eficiencia estaban documentando correctamente las horas que invirtieron en las calibraciones durante los meses de octubre del 2017 a febrero 2018. Pero, ciertamente, no se tiene el dato de la capacidad que tienen los técnicos para ejecutar las calibraciones. En otras palabras, cuántos equipos pueden calibrar los técnicos mensualmente sin requerir de tiempo extra.

Por esta razón, se decidió expandir el estudio de tiempos a más equipos del mes de febrero, para determinar con mayor exactitud cuánto es el tiempo estándar que requieren los equipos para ejecutar las calibraciones. Sin embargo, como se mencionó en las limitaciones en el capítulo I, la cantidad de calibraciones programadas (alrededor de 300) sobrepasan la capacidad del analizador, por lo que es necesario agrupar los equipos por variables a calibrar y obtener una muestra representativa de cada grupo.

Las calibraciones programadas del mes de febrero del 2018 se dividieron en las siguientes variables para una mayor facilidad de estudio:

- Temperatura
- Presión
- Dimensional
- Masa / Fuerza
- Señales eléctricas

Luego, mediante diagramas de Pareto, se pretende analizar los grupos de equipos que tuvieron mayor representación durante el mes de febrero para realizarles el estudio de tiempos.

Los equipos en los que no se les realizará el estudio de tiempos, según los resultados del análisis de Pareto, los tiempos anotados en la orden de trabajo se usarán como los tiempos de referencia, manejando al final un  $\pm 3\%$  de error, como se mostró en el análisis anterior para los técnicos 2 y 4.

### Temperatura

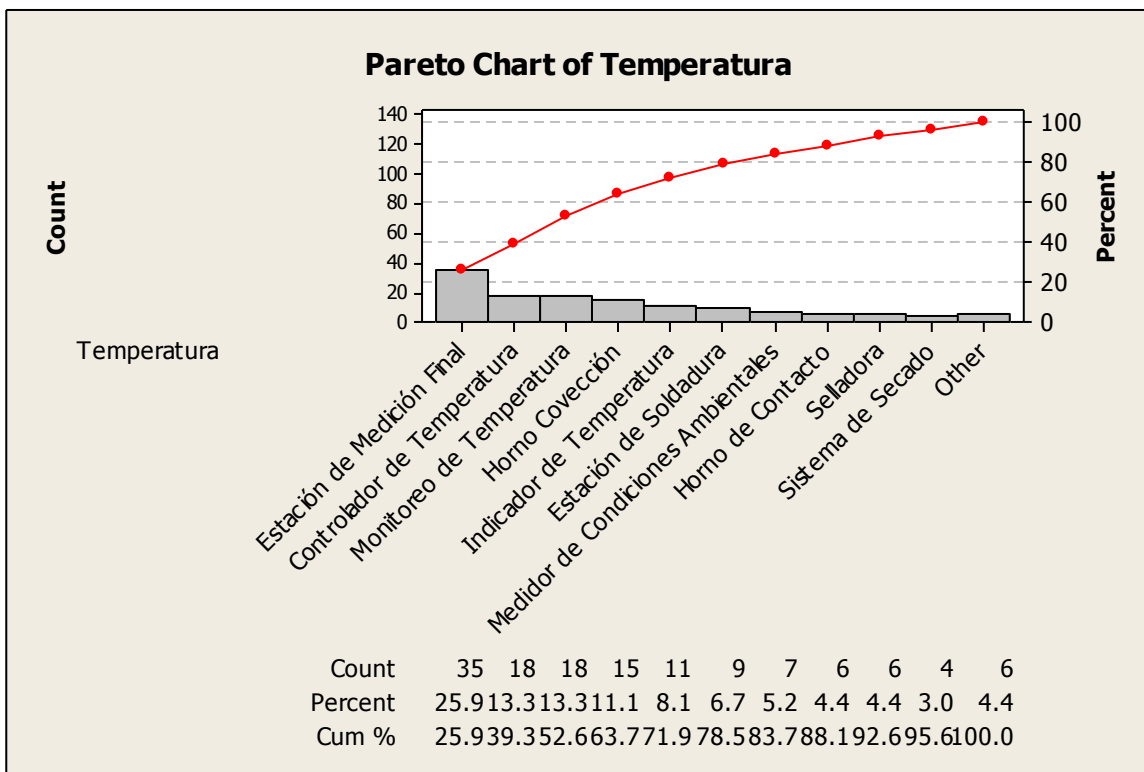


Figura 18. Diagrama de Pareto Equipos Temperatura.

Fuente: Empresa LANDA.

En el diagrama de Pareto de la variable de temperatura, el equipo con mayor cantidad de calibraciones es la Estación de Medición Final (FMS), seguida de los controladores de temperatura y los equipos de monitoreo, luego los hornos de convección, indicadores de temperatura y, por último, las estaciones de soldadura.

## Presión

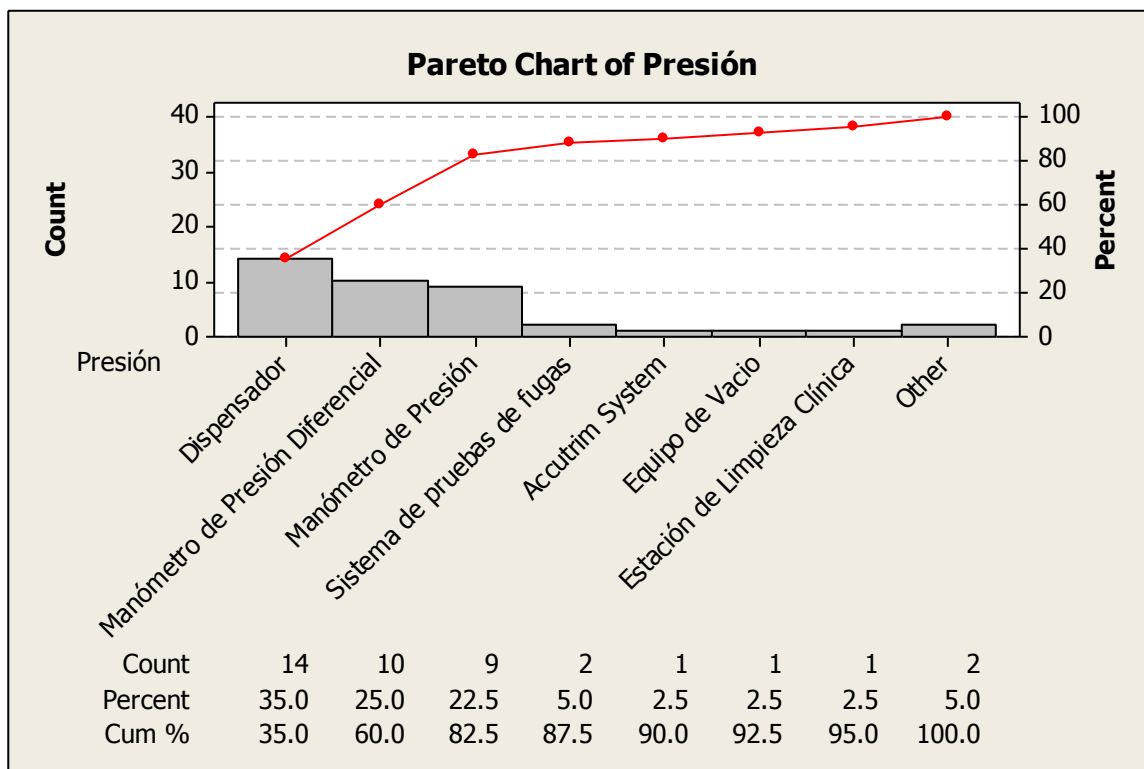


Figura 19. Diagrama de Pareto para equipos de Presión

Fuente: Empresa LANDA.

En el diagrama de Pareto de la variable de Presión, los equipos que representan mayor cantidad de calibraciones son el dispensador, manómetros de presión diferencial y los manómetros de presión.

## Dimensional

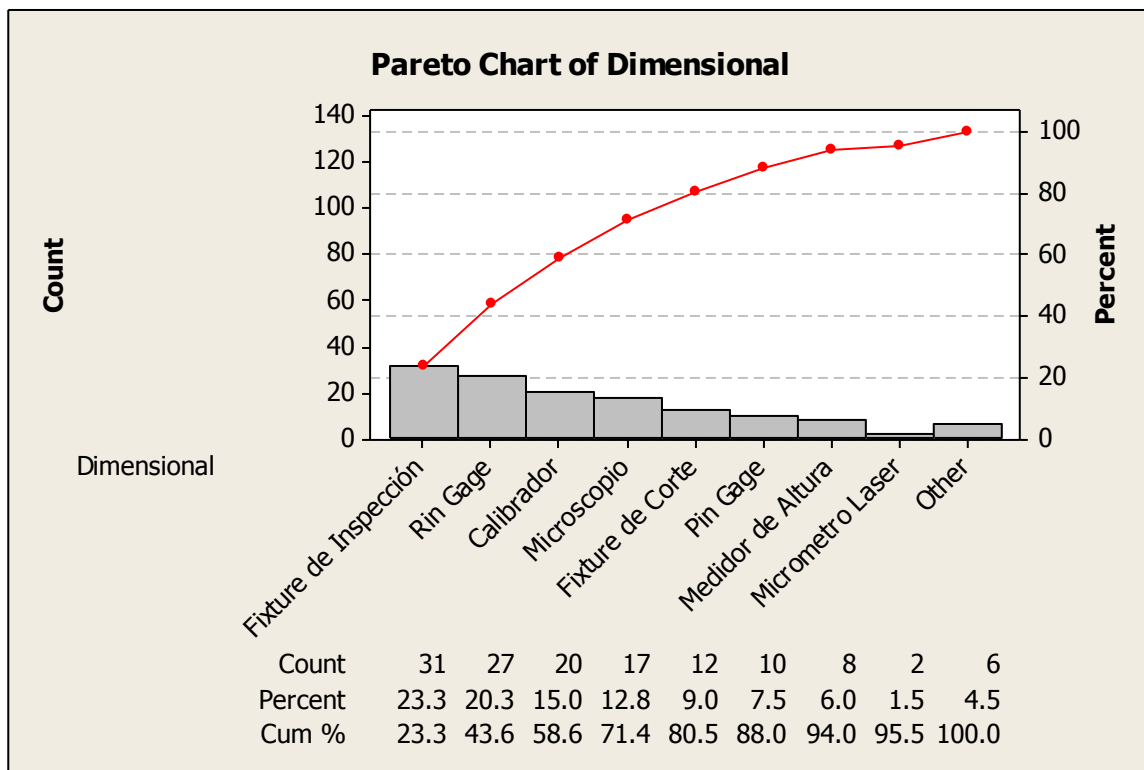


Figura 20. Diagrama de Pareto para equipos de variable Dimensional

Fuente: Empresa LANDA.

En el diagrama de Pareto de la variable Dimensional, los equipos con mayor participación son los fixtures de inspección, ring gage, calibradores, microscopios y fixtures de corte.

## Masa/Fuerza

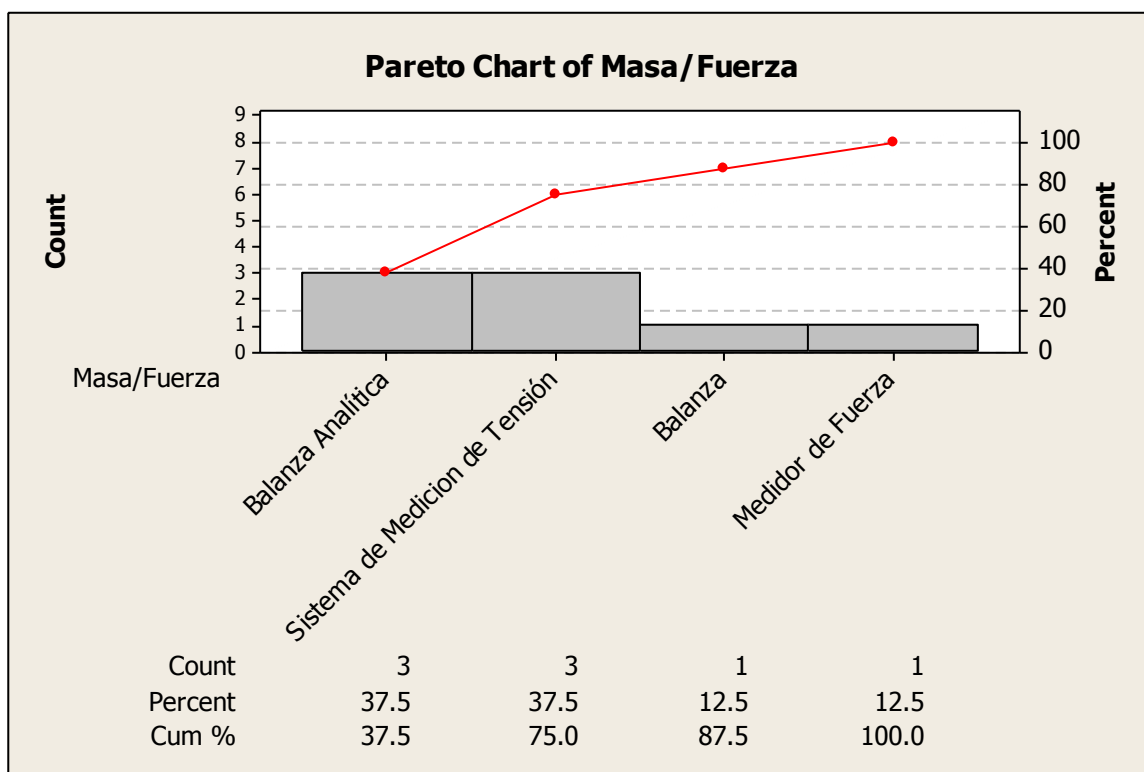


Figura 21. Diagrama de Pareto para equipos de variable Masa y Fuerza

Fuente: Empresa LANDA

Como resultado del análisis de Pareto en la variable Masa / Fuerza, los equipos por evaluar serán las balanzas analíticas y los sistemas de medición de tensión.

## Señales eléctricas

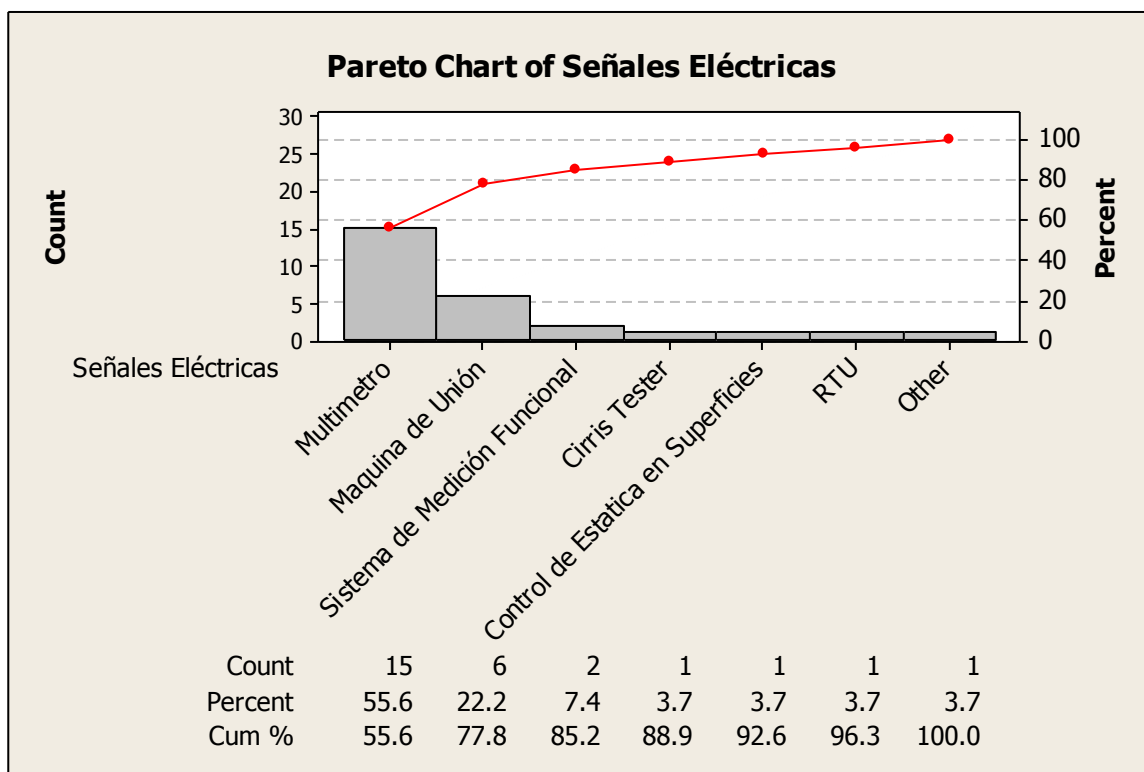


Figura 22. Diagrama de Pareto para equipos de Variable Eléctricas

Fuente: Empresa LANDA.

Como resultado del análisis de Pareto para las señales eléctricas, los equipos por evaluar son los multímetros y las máquinas de unión.

En la siguiente tabla, se resumen los equipos seleccionados para realizar el estudio de tiempos con base a los análisis de Pareto de cada una de las variables de calibración:

Tabla 21. Selección de equipos estudio de tiempos

<b>Temperatura</b>	<b>Presión</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Dimensional</b>	<b>Masa/Fuerza</b>	<b>Señales Eléctricas</b>
Calibración Semanal FMS	Dispensador	Baño Ultrasonido	Fixture de Inspección	Balanza Analítica	Multímetros
Controladores de Temperatura	Manómetro de Presión Diferencial	Sistema de Ceración de Luz	Ring Gage	Sistema Medición de Tensión	Máquinas de Unión
Monitoreo de Temperatura	Manómetro de Presión		Calibrador		
Horno de Convección			Microscopio		
Indicador de Temperatura			Fixture de Corte		
Estación de Soldadura					

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo la metodología anterior para determinar el tiempo estándar, estos son los valores obtenidos (ver anexo 4 para ver los cálculos del tiempo estándar) para cada variable:

Temperatura:

Tabla 22. Tiempo Estándar equipos de Temperatura

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Calibración Semanal FMS	45 min
Controladores de Temperatura	50 min
Monitoreo de Temperatura	145 min
Horno de Convección	128 min
Indicador de Temperatura	108 min
Soldering Station	43 min

Fuente: elaboración propia.

Para la magnitud de temperatura, el equipo que tiene un mayor tiempo estándar son los equipos que monitorean las temperaturas en los cuartos limpios.

Presión:

Tabla 23. Tiempo Estándar Equipos de Presión

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Dispensadores	50 min
Manómetros de Presión Diferencial	104 min

Manómetros de Presión	55 min
-----------------------	--------

Fuente: elaboración propia.

Para la magnitud de presión, el equipo que tiene un mayor tiempo estándar son los manómetros de presión diferencial, que también en su mayoría son utilizados para determinar las diferencias de presión entre los cuartos limpios y los pasillos de entrada.

Dimensional:

Tabla 24. Tiempo Estándar Equipos Dimensionales

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Fixture de Inspección	35 min
Ring Gage	29 min
Calibrador	54 min
Microscopio	42 min
Fixture de Corte	35 min

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la magnitud dimensional, se demuestra que los tiempos estándar obtenidos de los instrumentos se encuentran cercanos entre ellos.

Masa/Fuerza

Tabla 25. Tiempo Estándar Equipos de Masa / Fuerza

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Balanza Analítica	115 min
Sistema de Medición de Tensión	118 min

Fuente: elaboración propia.

Para Masa y Fuerza, solo dos tipos de equipos fueron tomados en cuenta y el tiempo estándar es de aproximadamente dos horas para ambos.

Tabla 26. Tiempo Estándar de equipos Señales Eléctricas

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Multímetros	45 min
Máquinas de Unión	55 min

Fuente: elaboración propia.

Por último, se encuentran los equipos de señales eléctricas, donde las máquinas de unión son las que consumen más tiempo para ejecutar las calibraciones.

Con los tiempos estándares obtenidos y los tiempos registrados en las órdenes de trabajo, se procedió a cuantificar el tiempo total que llevó cumplir las calibraciones programadas del mes de febrero y ver la comparación con el tiempo laborado. A continuación, se agruparon los datos en la siguiente tabla 27.

Tabla 27. Tiempo Utilizado mes de febrero

Total de minutos laborados sin tiempo extra febrero 2018	69056 min
Minutos extra	10254 min
Total de minutos febrero 2018	79310 min
Minutos requeridos para ejecución de las calibraciones febrero 2018	52057 min

Fuente: Empresa LANDA

Analizando los datos de la tabla anterior, se observa que el tiempo total invertido en el mes de febrero superó al tiempo de ejecución de las calibraciones en un 34.4% y que, por lo tanto, se trabajó a un 65.6% de eficiencia aproximadamente con respecto al tiempo total laborado.

Además, en la tabla se muestra el tiempo de ejecución con una compensación del 3 %, esto debido al error de documentación del tiempo que pudieron incurrir los técnicos en las órdenes de trabajo. Si el departamento de

calibraciones hubiese tenido una meta definida para febrero, así se verían los datos:

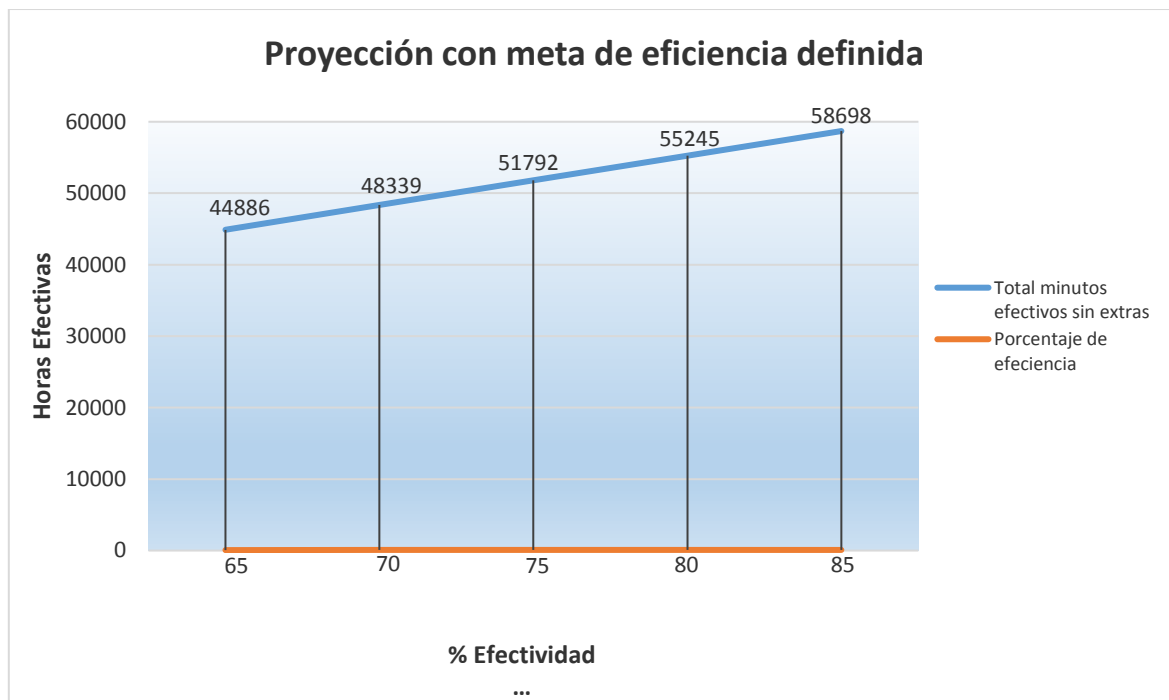


Figura 23. Proyección de Meta Definida

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico anterior, se ejemplifica si el departamento trabajara con una meta de eficiencia definida, cuántos minutos representarían con base en el total de minutos laborados en el mes de febrero sin tiempo extra. Se observa que, con una meta del 80 % de eficiencia, las calibraciones del mes de febrero hubiesen sido abarcadas sin necesidad de tiempo extra; sin embargo, estos datos se deben corroborar si efectivamente son alcanzables, por lo que, a continuación, se analizará el tiempo disponible para los técnicos por turno que se tiene en el laboratorio.

Tabla 28. Cantidad de horas por turno

Turnos Técnicos	Horas laboradas por turno	Tiempo libre por turno	Horas efectivas diarias a un 65%	Horas efectivas diarias a un 70%	Horas efectivas diarias a un 75%	Horas efectivas diarias a un 80%	Horas efectivas diarias a un 85%
Turno A	9.6	1.5	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2
Turno B	6.5	1	4.2	4.6	4.9	5.2	5.5
Turno Comprimido	12	2	7.8	8.4	9	9.6	10.2

Fuente: Empresa LANDA.

Con los datos que se muestran en la tabla 28 de la cantidad de horas por turno que se maneja en el Departamento de Calibraciones y restándoles los tiempos de comidas que actualmente se les otorgan a los técnicos, se podría manejar un porcentaje de eficiencia entre un 80 % y un 85 %. Sin embargo, los técnicos también realizan otras tareas que son requeridas por el departamento como lo son:

- Atención de auditorías Lean de los laboratorios.
- Entrenamientos de los documentos de la empresa.
- Proyectos a nivel planta.
- Soporte al piso de producción.

- Reuniones.
- Auditorías externas.
- Suplementos por fatiga y necesidades personales.

Estas tareas, al no contemplarse en los registros de las órdenes de trabajo, es importante tenerlas en cuenta a la hora de proponer una meta, en caso de que se llegue a implementar en el proyecto. A manera de prueba y para hacer un análisis del caso, se le concederá un 10 % de holgura adicional para compensar lo descrito con anterioridad.

Tabla 29. Horas por turno más holguras

Turnos Técnicos	Horas laboradas por turno	Tiempo libre por turno	Horas efectivas diarias a un 65%	Horas efectivas diarias a un 70%	Horas efectivas diarias a un 75%	Horas efectivas diarias a un 80%	Horas efectivas diarias a un 85%
Turno A	9.6	1.5+0.96	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2
Turno B	6.5	1+0.65	4.2	4.6	4.9	5.2	5.5
Turno Comprimido	12	2+1.2	7.8	8.4	9	9.6	10.2

Fuente: Empresa LANDA.

Habiendo otorgado el 10 % de holgura en el tiempo libre, las horas efectivas para cada turno serían:

- Turno A: 7.14 horas
- Turno B: 4.85 horas
- Turnos comprimidos: 8.8 horas

Estos datos revelan que una meta cercana al 75 % de eficiencia mensual para los técnicos, se podría contemplar. Con esta distribución de los tiempos, se asignaron a los meses de enero y febrero para analizar los resultados:

Tabla 21. Cantidad de horas enero y febrero 2018

Mes	Tiempo total del mes sin extras	Tiempo Suplementario	Tiempo total con suplementos	Minutos Requeridos para calibraciones	Porcentaje de tiempo extra	Tiempo extra requerido con meta del 75%
Enero	75269	20276	54993	45686	11.1%	0%
Febrero	69056	19897	49159	52057	12.93%	5.5%

Fuente: Empresa LANDA

La tabla anterior demuestra que, si los técnicos hubiesen trabajado con una meta cercana al 75 % del tiempo total del mes, no se hubiese requerido de tiempo extra para completar las calibraciones de enero del 2018 y en febrero se hubiese reducido a 5.5 % de horas extra. El ahorro económico para ambos meses representaría aproximadamente \$1700 para la empresa.

### **Mala distribución de las cargas de trabajo**

Como se mencionó en el capítulo I, los metrologos se encargan de repartir las calibraciones programadas y no programadas entre los técnicos del laboratorio. Las calibraciones programadas se reparten el último día del mes anterior al vencimiento de las calibraciones, para que los técnicos puedan empezar con las calibraciones el primer día del mes. Se obtiene la lista de equipos a los que se les vence la calibración de la base de datos del departamento, luego se exportan a una hoja de Excel y se reparten los equipos.

Los criterios para realizar la repartición de las calibraciones son los siguientes:

- Disponibilidad de los equipos
- Dificultad de la calibración
- Experiencia del personal técnico

### **La disponibilidad de los equipos**

La disponibilidad de los equipos depende mucho del área de producción al cual pertenecen, ya que factores como la demanda de producción de dispositivos, las metas internas de cada área y la cantidad de equipos *back ups* (equipos

sustitutos) que tenga en las líneas son tomados en cuenta en la repartición de las calibraciones.

### **Dificultad de las calibraciones**

Hay calibraciones complejas que requieren de bastante tiempo para ejecutarlas, por lo general, se les asignan a los técnicos que se encuentran en horarios comprimidos y de experiencia en el equipo.

### **Experiencia del personal técnico.**

Hay técnicos que presentan una destreza especial o fueron entrenados especialmente para calibrar ciertas variables de equipos, por lo que en la asignación se toma este aspecto en cuenta. Además de los aspectos mencionados anteriormente, las calibraciones programadas se intentan repartir en cantidades similares a seis de los técnicos y dejar a uno con un enfoque mayor en calibraciones no programadas y FAIs.

A continuación, en la siguiente figura 25, se muestra la repartición de las órdenes de trabajo programadas para el mes de marzo del 2018

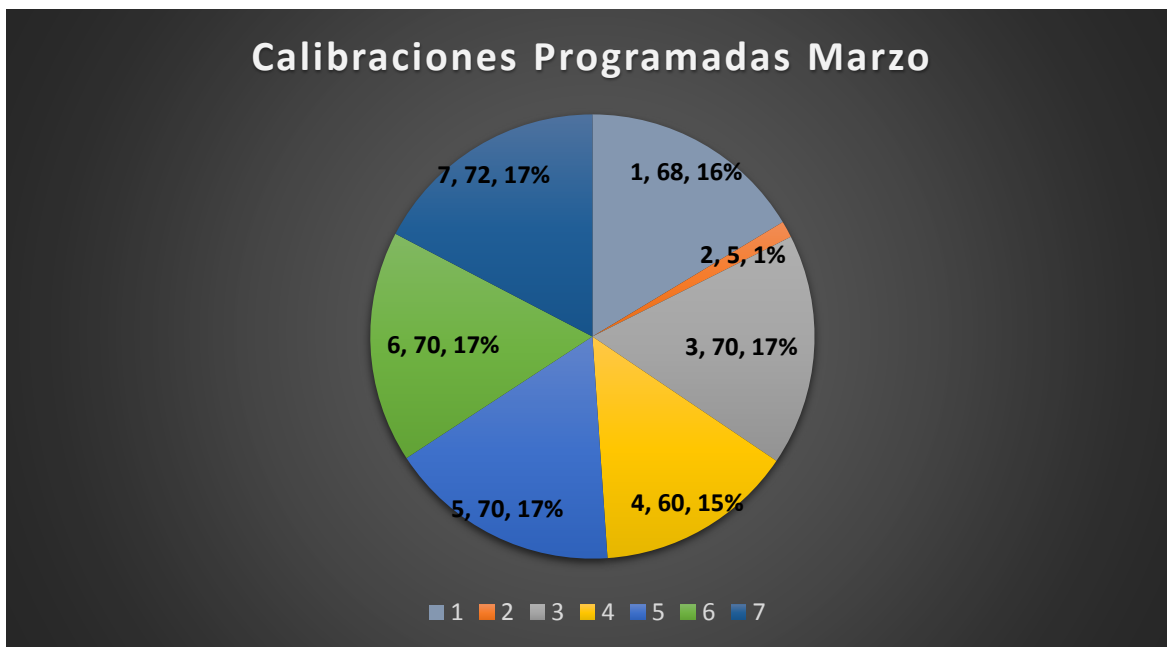


Figura 24. Calibraciones programadas marzo

Fuente: Empresa LANDA.

Para el mes de marzo, el técnico # 2 fue el seleccionado para realizar las calibraciones no programadas y se le asignaron cinco calibraciones programadas. Para el técnico # 4, se le asignaron las calibraciones externas más algunas calibraciones de las líneas de producción sencillas de ejecutar. Las restantes calibraciones programadas se les repartieron a los demás técnicos de forma equitativa.

Sin embargo, hay un factor que no es tomado en cuenta a la hora de repartir las calibraciones y es el tiempo aproximado que le tomaría a cada técnico la ejecución de las calibraciones. Los métrólogos manejan un tiempo aproximado

de ejecución de las calibraciones para cada tipo de equipo, pero es con base en la experiencia y no es un dato comprobado estadísticamente.

Los estudios de tiempos realizados anteriormente servirán en este análisis, para tener un dato más confiable, con el fin de poder presupuestar el tiempo que requiere cada técnico. En la siguiente tabla, se muestran los tiempos aproximados que requeriría cada técnico para completar las calibraciones programadas asignadas del mes de marzo.

Tabla 31. Cantidad de calibraciones y tiempo aproximado de ejecución

Nombre	Órdenes de trabajo marzo	Tiempo Aproximado min
1	68	5298
2	5	1080
3	70	9125
4	60	5137
5	70	7131
6	70	3814
7	72	3876

Fuente: Empresa LANDA

Esta sería la representación gráfica de la tabla 31 correspondiente al tiempo aproximado en minutos:



Figura 25. Tiempo aproximado de ejecución por técnico

Fuente: Empresa LANDA.

Los datos revelan que hay diferencias considerables en el tiempo de ejecución de las calibraciones programadas asignadas para cada técnico, donde el técnico # 3 fue al que se le asignaron los equipos que consumen más tiempo de ejecución, luego, en un segundo lugar estaría el técnico # 5 y en un tercer puesto el técnico 1. Es importante mencionar que los tres técnicos trabajan en horarios comprimidos y es por ese motivo que se les recarga con los equipos de mayor dificultad, para disminuir el tiempo de máquina detenida en producción.

Para los técnicos 6 y 7 que trabajan en turno B, la asignación sí fue bastante equitativa. Mientras que, para los colaboradores de turno A, al técnico 2

se les dio un enfoque a las calibraciones no programadas y al # 4 se le asignaron calibraciones externas con los suplidores.

Ahora bien, con el fin de demostrar si existe alguna relación de la asignación de las calibraciones programadas con el tiempo extra requerido, se extrajo la siguiente información del tiempo extra de marzo:

Tabla 32. Tiempo extra requerido marzo 2018

Técnico	Tiempo Extra horas
1	82
2	0
3	0
4	8.5
5	18
6	8
7	5.5

Fuente: Empresa LANDA.

Con los datos suministrados por la empresa, se identifica que el técnico 3, quien obtuvo previamente el mayor tiempo de ejecución para completar las calibraciones, no requirió de horas extra para completarlas en el mes. Mientras que otros técnicos sí necesitaron de horas extra para completar los trabajos.

Sin embargo, el tiempo extra pudo requerirse por las calibraciones no programadas o FAIs. En la siguiente tabla 32, se muestran las cantidades de calibraciones no programadas y FAIs que realizaron los técnicos en el mes de marzo del 2018.

Tabla 33. Calibraciones no programadas y FAIs

Técnico	Calibraciones no programadas	FAIs
1	43	193
2	21	77
3	0	0
4	20	0
5	24	0
6	25	0
7	19	3

Fuente: Empresa LANDA.

Los datos de la tabla 33 reflejan que, a excepción del técnico 3, quien no hizo calibraciones programadas ni FAIs y el técnico 2 que fue asignado para trabajar con estas calibraciones, los demás técnicos sí trabajaron con calibraciones no programadas y FAIs y a la vez fueron los que requirieron de tiempo extra para poder realizar las tareas asignadas.

## **Poca disponibilidad de los equipos**

En la compañía LANDA hay alrededor de 2850 equipos que se calibran periódicamente, en los cuales, como se ha observado en el transcurso del proyecto, los tiempos de ejecución de calibración van desde 0.5 horas hasta 16 horas. Esto conlleva a que las líneas de producción sufran tiempos muertos, lo que puede generar un retraso en la producción y el no cumplimiento de las metas del área.

Por esta razón, en muchos de los equipos críticos donde la calibración dura más de un periodo de almuerzo de los operarios o no tienen reemplazos en las líneas de producción para los equipos; los usuarios no facilitan los mismos para realizar la calibración entre semana. Esto obliga al Departamento de Calibraciones programar muchos de estos trabajos los fines de semana con los técnicos que trabajan en horario comprimido. Esto afecta en su mayoría en las calibraciones programadas; las calibraciones no programadas normalmente se realizan en el momento en el que el solicitante acuerda con el departamento realizar la calibración.

Esto explica de mejor manera por qué los técnicos en horario comprimido son a los que se les asignan las calibraciones que requieren mayor tiempo de

ejecución y también por qué a los técnicos de turno A y B se les otorgan calibraciones sencillas y de menor impacto para los usuarios.

Sin embargo, los recursos del departamento son limitados y una carga de trabajo de alrededor de 400 calibraciones programadas no se puede realizar solo los fines de semana, además que no sería rentable tener a los técnicos sin trabajo programado entre semana. Por este motivo, en la rama de la metrología existe un parámetro muy importante que se denomina: Análisis de Intervalos de Calibración (el cual se detalló en el capítulo II). Este análisis puede ser de gran utilidad, para eliminar trabajos innecesarios para los técnicos y a la vez mejorar el tiempo de máquina detenida por efectos de calibración

En el capítulo II se mencionaron varios métodos para analizar los intervalos de calibración que son avalados por la OIML, para efectos de este proyecto, se combinaron los métodos 1 y 2, con el fin de analizar algunos equipos que puedan ser sujetos de cambio de frecuencia de intervalos de calibración que favorezcan al departamento para acomodar de mejor manera las cargas de trabajo.

Para realizar el análisis de intervalos de calibración, se escogió dentro de varios equipos de producción a la Estación de Medición Final (FMS), esto con base en los siguientes criterios:

- Para interés en el área de producción, es el equipo que mide al dispositivo terminado y después pasa al área de empaque. Además, tiene capacidad para medir hasta 48 o 60 dispositivos a la vez (depende del modelo del dispositivo), por lo que el tiempo muerto de máquina es importante disminuirlo.
- Hay cinco equipos instalados en la planta con una frecuencia de calibración semanal, por lo que representa alrededor de 20 calibraciones al mes y un costo aproximado por concepto de horas técnico de alrededor de \$100.
- El tiempo estándar para la ejecución de la calibración semanal (medición de temperatura) calculado previamente en este capítulo es de 45 minutos, por lo que representa alrededor de 15 horas de máquina detenida por efectos de calibración al mes.
- La FMS, por ser un equipo crítico, producción solo las facilita los fines de semana al personal de calibraciones.

- Los equipos han presentado un comportamiento bastante estable y no se les ha encontrado fuera de tolerancia por conceptos de temperatura a lo largo de las calibraciones realizadas desde su instalación en la línea de producción.

Con el fin de poder llevar a cabo el análisis de intervalos para las calibraciones semanales de las FMS, se definieron una serie de etapas para realizar el estudio:

Etapa 1: Delimitación de la muestra representativa.

Primero se definió cuántos datos se debían analizar para tener un resultado de estudio confiable por equipo, máxime que al ser calibraciones semanales los equipos tenían una cantidad de datos históricos importantes.

En la siguiente tabla 34, se muestra la cantidad de calibraciones semanales para cada FMS:

Tabla 34. Cantidad de registros de calibraciones semanales

Número de Identificación del Equipo	Cantidad de Registros de Calibración
12147	287
15116	253
16598	240
36751	214
39172	159

Fuente: Empresa LANDA

Seguidamente, se procedió a obtener el tamaño de muestra para cada equipo mediante la fórmula estadística:

$$n = \left( \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{\epsilon^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2} \right)^2$$

Los cálculos se realizaron con un nivel de confianza del 93 %, una desviación estándar del 0.5 (se escoge una desviación estándar de 0.5 para efectos prácticos cuando la información no está disponible para realizar el cálculo oficialmente) y se asigna un porcentaje de error del 10 % para el estudio.

Los resultados obtenidos para el tamaño de muestra fueron los mostrados en la tabla 35.

Tabla 35. Tamaño de Muestra Calibraciones Semanales FMS

Número de Identificación del Equipo	Tamaño de Muestra
12147	64
15116	62
16598	61
36751	59
39172	54

Fuente: Empresa LANDA.

Una vez definidos los tamaños de muestra para cada una de las FMS, se procedió a extraer la información de las calibraciones programadas semanales de la base de datos, seleccionando la información hasta diciembre del 2017 (Ver anexo 5 para referencia).

Nota: los análisis de los datos de las calibraciones semanales de los meses del 2018 no se tomaron en cuenta, debido a que fue una de las primeras tareas que se decidió realizar para efectos de este proyecto, esto debido al tiempo que tomaba extraer el análisis de los datos, conversar con las áreas involucradas y realizar cambios en los procedimientos internos.

Posteriormente, utilizando la combinación de los métodos de Ajuste Automático y Gráficos de Control analizados en el capítulo II para el análisis de intervalos de calibración, se procedió a realizar el análisis correspondiente para

cada uno de los equipos (para efectos explicativos, solo se graficarán los datos del año 2017, los resultados completos se pueden ver la sección de anexos):

### FMS 12147

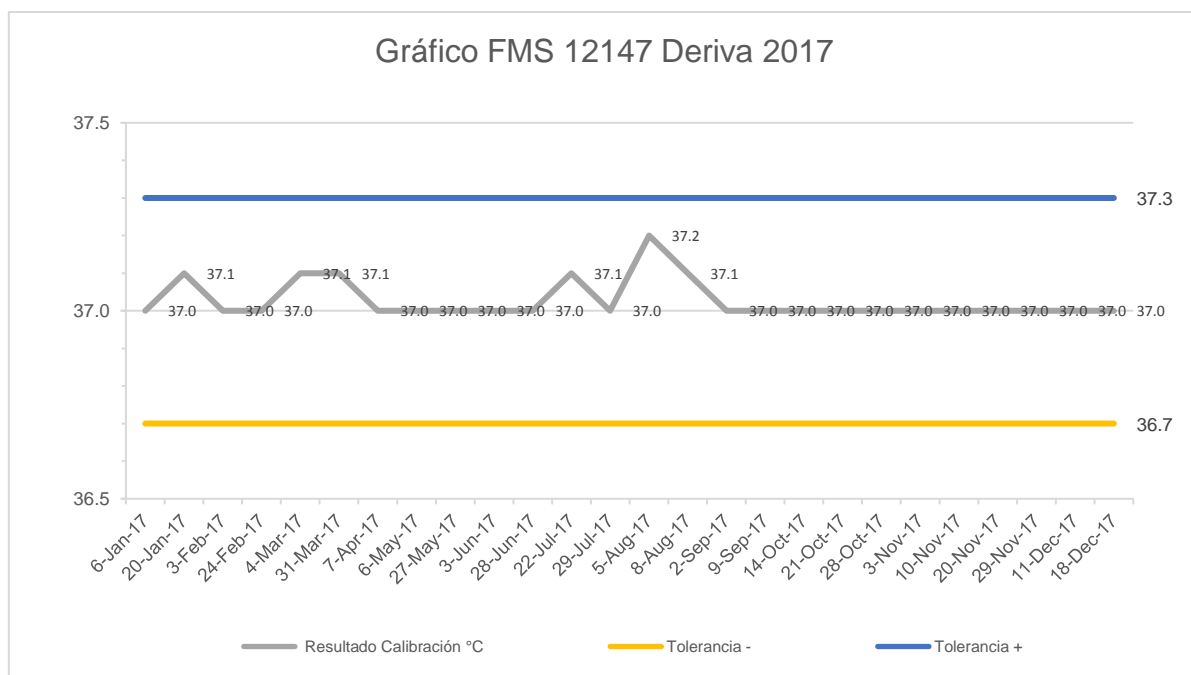


Figura 26. Gráfico FMS 12147 Deriva 2017

Fuente: Empresa LANDA.

En la gráfica correspondiente a la deriva de la FMS 2017, se muestra un comportamiento bastante estable de los resultados de calibración, algunos valores de temperatura como el de 37.2°C que se dio en agosto, se verá si tuvo algún impacto en el error de la calibración. Para esto se muestran los datos en la siguiente figura 28.

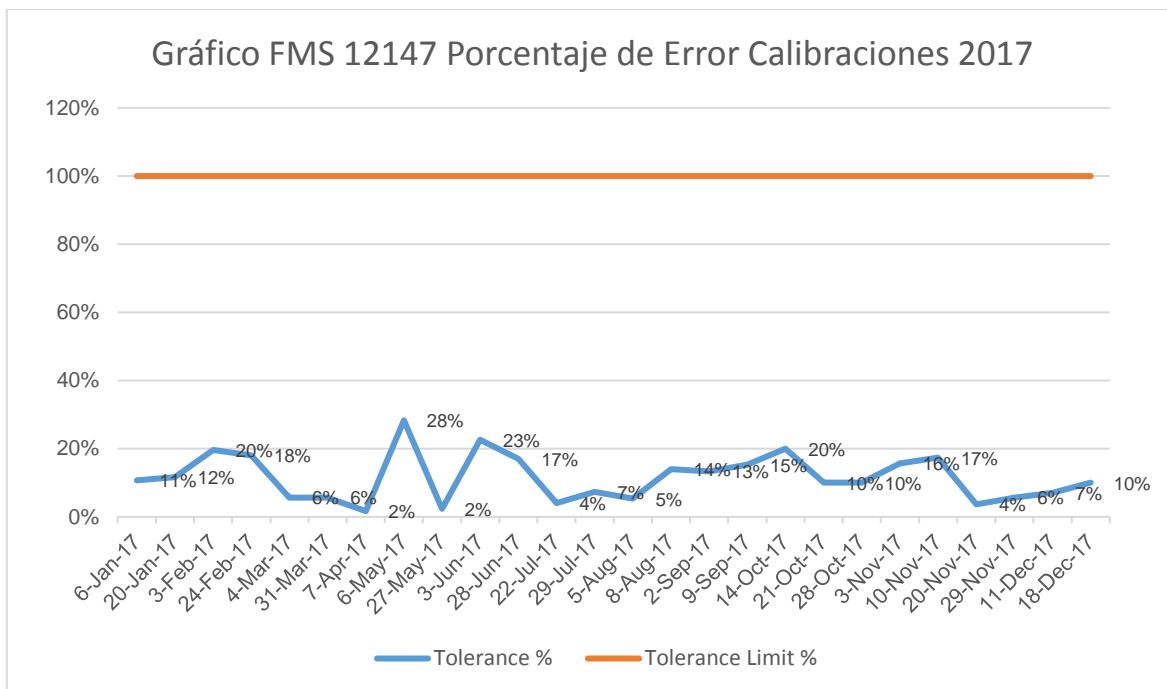


Figura 27. Gráfico FMS 12147 Porcentaje de Error Calibraciones 2017

Fuente: Empresa LANDA.

Como se muestra en los datos de la figura 28, el error máximo de las calibraciones encontrado fue de 28 %; por lo que cumple plenamente con el método 1 del análisis de intervalos de calibración propuesto por la OIML.

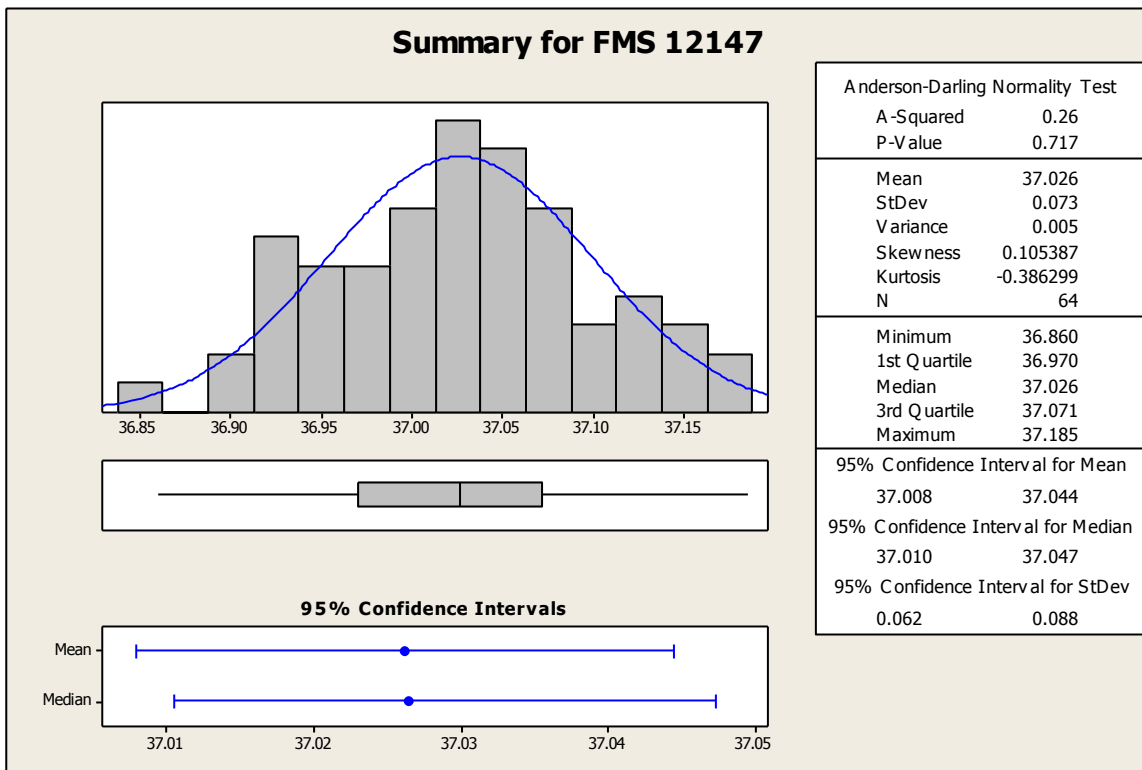


Figura 28. Resumen FMS 12147

Fuente: Empresa LANDA.

En este grafico se muestra un resumen de los datos estadísticos importantes como el promedio, desviación estándar, variancia y dispersión de los datos, donde se verifica que la mayor cantidad de los datos están distribuidos entre 36.97°C y 37.071°C y los valores máximos no sobrepasan el error permisible.

Este mismo análisis realizado para la FMS 12147 se realizó para los demás equipos, donde los resultados fueron similares. A continuación, se muestra una tabla resumen con los datos más importantes:

Tabla 36. Resumen FMS

Equipo	Promedio de los resultados de Calibración	Porcentaje máximo error encontrado
12147	37.026°C	53%
15116	37.029°C	39%
16598	37.042°C	44%
36751	37.039°C	44%
39172	37.008°C	36%

Fuente: Empresa LANDA.

Los resultados indican que a las cinco FMS se les podrían realizar una extensión de intervalo que, en este caso, según la matriz de intervalos de calibración con base en los procedimientos internos de la empresa, las calibraciones pasarían de una vez por semana a ejecutarse una vez al mes.

Sin embargo, a estos equipos se les calibra junto con la variable de temperatura, presión y, además, se les hace una prueba funcional por parte del departamento con una frecuencia de una vez al mes. Por lo tanto, las calibraciones semanales se dejarían de realizar, ya que la misma evaluación que se le hace a la máquina semanalmente, se hace en la calibración mensualmente.

### 4.2.3 Análisis Causa Raíz

Tabla 37. Cuadro de para identificación de la causa raíz

Item #	Causa Potencial identificada en el Ishikawa	Factor Contribuyente (Si / No)	Causa Raíz (Si / No)	Justificación de la evaluación
1	Desmotivación del personal	No	No	No hay evidencia de desmotivación por parte de los técnicos por falta de oportunidad de crecimiento en el Departamento de Calibraciones y a nivel planta.
2	Registro de los tiempos de calibración incorrectos	Sí	No	Se evidenció que existen diferencias entre el tiempo estándar de las calibraciones y el tiempo documentado por los técnicos en la base de datos de alrededor de un 3%.  Sin embargo, se considera como un factor contribuyente, ya que la diferencia no es significativa.
3	Falta de metas para la medición del desempeño	Sí	Sí	Se considera como la causa raíz de la baja eficiencia en el departamento y por consecuente, el requerimiento de tiempo extra para poder cumplir con la demanda.
4	Mala distribución de las cargas de trabajo	Sí	No	Se considera como un factor contribuyente debido a que una mejor distribución de las tareas puede ayudar a disminuir el tiempo extra y mejorar la eficiencia.
5	Poca disponibilidad de los equipos para realizar las calibraciones	Sí	No	La poca disponibilidad de los equipos para realizar las calibraciones se considera como un factor contribuyente, ya que reduce la capacidad de realizar un buen balance de las cargas de trabajo y afecta la eficiencia de los técnicos del departamento.

Fuente: elaboración propia.

**CAPÍTULO V:**  
**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

## 5.1 SOLUCIONES E IMPLEMENTACIÓN

En el capítulo anterior, se definió la causa raíz del problema de eficiencia que se presenta en el laboratorio de calibraciones, así como factores contribuyentes, que en conjunto aportan al no cumplimiento de la meta del máximo de horas extras que el departamento puede emplear. En esta sección, continuando con las etapas de Implementación y Control de la metodología DMAIC, se van a proponer las siguientes soluciones:

Para la causa raíz “Falta de metas para la medición del desempeño”, se proponen las siguientes soluciones:

1. Fijar una meta de eficiencia en las calibraciones programadas para los técnicos del departamento.

Con la implementación de esta meta se pretende que las calibraciones programadas de cada mes se finalicen a un menor tiempo y que las calibraciones no programadas y FAIs (no urgentes) puedan ejecutarse en su mayoría en las horas laborales normales de los técnicos sin tener que recurrir a tiempo extra.

Además, la meta de eficiencia se agregaría como parte de los objetivos de evaluación del desempeño anual para los técnicos y darle un porcentaje de la nota de la evaluación. De esta manera, los técnicos se verán comprometidos en cumplir la meta para aspirar a una buena calificación en la evaluación y, por ende, aspirar a un mejor aumento para el próximo periodo de compensación que otorga la compañía.

Para definir la meta, se procedió a especificar con mayor detalle los trabajos que realizan los técnicos que no son calibraciones o inspecciones iniciales de fixtures, los cuales se mencionaron en el capítulo anterior.

- Atención de auditorías Lean de los laboratorios: estas auditorías se realizan semanalmente entre los laboratorios de Microbiología, Analítica, Calibraciones, Inspección y Recibo y el departamento de control de documentos. Cada técnico de calibraciones tiene, al menos, una estación de trabajo asignada que debe mantener en orden y limpia, además, se tiene un rol de asignación para que todos los miembros del departamento atiendan la auditoría. Esta tarea puede llevarles un tiempo aproximado de 30 minutos a la semana.
- Entrenamientos de los documentos de la empresa: la actualización de los procedimientos es muy frecuente y todo el personal que labora en la

empresa LANDA debe priorizar esta tarea para cumplir con las normas de calidad establecidas. En el primer cuatrimestre del 2018, se les asignaron a los técnicos 60 entrenamientos, lo que da un promedio por mes de 15 entrenamientos. Aunque la extensión de los documentos es variable y la complejidad también es un factor que puede retrasar la lectura, un técnico puede durar en el entrenamiento un promedio de 20 min por documento, lo que representa un aproximado de 300 minutos al mes.

- Proyectos y soporte del departamento a nuevos productos: esta tarea conlleva bastante tiempo para los técnicos y se ha mencionado y demostrado a lo largo del proyecto, que un buen porcentaje de las horas extras requeridas por el departamento son por motivo de brindar soporte a nuevos productos o proyectos de la empresa. Este soporte no necesariamente significa calibrar equipos, también puede incluir temas como investigación, desarrollo de nuevos métodos de calibración y su documentación, soporte para la realización de validaciones, entre otros. Estos trabajos son distribuidos entre los metrologos y los técnicos de turno A y Comprimido, además, este tipo de tareas son difíciles de cuantificar en tiempo y son muy frecuentes, por lo que se les puede asignar un aproximado de 15 minutos diarios para los técnicos.

- Soporte al piso de producción: los técnicos atienden consultas de diversos tipos de los clientes que trabajan con los productos que ya tienen más tiempo en la empresa. También solicitan lo que es el reemplazo de etiquetas de calibración borrosas o dañadas. Este soporte consume unos 15 minutos de los técnicos diariamente.
- Reuniones de departamento: por lo general, en el tema de las reuniones, los técnicos y los metrólogos se reúnen diariamente para planificar los trabajos del día, estas reuniones tienen una duración aproximada de 10 minutos. Además, el supervisor se reúne con todos una vez a la semana por espacio de una hora, donde se abarcan más temas concernientes a la empresa.

A continuación, en la siguiente tabla 38, se muestra un desglose de los tiempos suplementarios de los técnicos.

Tabla 38. Tiempos suplementarios para los técnicos de calibración

Turnos Técnicos	Horas por turno	Tiempo libre	Atención Auditorías Lean	Entrenamientos de documentación	Proyectos y NPIs	Soporte a Producción	Reuniones del departamento
Turno A	9.6	1.5	0.010	0.024	0.250	0.250	0.186
Turno B	6.66	1	0.013	0.028	0.000	0.250	0.191
Turno Comprimido	12	2	0.014	0.027	0.250	0.250	0.189

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos de la tabla anterior, los tiempos suplementarios totales para los turnos y el porcentaje máximo de utilización del tiempo restante son los siguientes:

- Turno A, 2.22 horas, la máxima eficiencia por alcanzar es de 76.8 %
- Turno B, 1.48 horas, la máxima eficiencia por alcanzar es de 77.6 %
- Turno B, 2.73 horas, la máxima eficiencia por alcanzar es de 77.3 %

Como parte de este proyecto y con los resultados obtenidos, la meta de eficiencia propuesta para los técnicos es de un 75 % de eficiencia, esto tomando en cuenta que, al ser la primera meta de este tipo que se estaría implantando, se deje la opción de que en un futuro la meta se pueda evaluar nuevamente y aumentar para los próximos años.

La implementación de la meta se realizaría en el momento en el que se distribuyen las calibraciones programadas para el mes siguiente. Es necesario realizar los siguientes pasos:

**Paso 1: Crear una base de datos con los tiempos *standard* de los equipos.**

Asset	Description	Estimated Time	State	Status	Model	Equipment Specification Number
177359	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177360	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177684	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177685	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177686	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177687	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177688	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177689	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
177690	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
178019	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
178119	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
178120	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
178121	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
178125	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
183239	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-4000-40C	90306219
183615	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
183616	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
183617	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
183618	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
186586	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
186587	VAISALA TEMPERATURE & HUMIDITY DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
189505	VAISALA VL-2000 HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER	960	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-2000-20R	90142298
184937	VAISALA VL-4000 data logger	145	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VL-4000-40C	90306219
170772	VAISALA TEMPERATURE DATA LOGGER	145	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	DL1016VB2NNNNN	90155705
170773	VAISALA TEMPERATURE DATA LOGGER	145	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	DL1016VB2NNNNN	90155705
106163	VINATORU TWIN BLADE CUTTER	35	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	90-15-A	90136577
106164	VINATORU TWIN BLADE CUTTER	35	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	90-15-A	90136577
106166	VINATORU TWIN BLADE CUTTER	35	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	90-15-A	90136577
75265	VISION SYSTEM MICRO-VU	210	CALIBRATED	RELEASED FOR USE		
160481	WEIGHING X1 SCALE	115	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	LCB-02A / X1	90239540
54939	WEIGHT 0.5KG	60	CALIBRATED	RELEASED FOR USE		
107737	WEIGHT SCALE	115	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	EX2202	910269
166037	WEIGHT, 10G	210	EXTERNAL	RELEASED FOR USE		
166035	WEIGHT, 10MG	210	EXTERNAL	RELEASED FOR USE		
166039	WEIGHT, 5G	210	EXTERNAL	RELEASED FOR USE		
89064	WIRE SPOOLER, PRESSURE GAGE	55	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	90056809	90057150
89065	WIRE SPOOLER, PRESSURE GAGE	55	CALIBRATED	RELEASED FOR USE	90056809	90057150
202890	ZERO CALIBRATION BRACKET	45	CALIBRATED	RELEASED FOR USE		

Figura 29. Ejemplo de los tiempos estándar para las calibraciones de los equipos  
Fuente: elaboración propia.

## Paso 2. Generar las órdenes de trabajo en la base de datos

Work Order 1905411 OVEN, CALIBRATION

All Work Orders  Work Order

Work Order [i] ▼	Description [i] ▼	Equipm... [R] ▼	Equipment Description [i] ▼	Organiz... [i] ▼	Action Code [i] ▼	Status [i] ▼	New ... [i] ▼	Calibration State [i] ▼	Department [i] ▼
561062	DIMENSIONAL EQUIPMENT, FIXTURES, AND TOOLING, CALIBRATION	60565	ASYMMETRIC JOINT FIXTURE	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1729889	SJM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI	156254	RADIOMETER	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1729850	SJM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI	156257	RADIOMETER	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1905394	EFD/NORDSON ULTRA 2400 SERIES/ULTIMUS SERIES LIQUID DISPENSER, CALIBRATION	15460	DISPENSER	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1905396	EFD/NORDSON ULTRA 2400 SERIES/ULTIMUS SERIES LIQUID DISPENSER, CALIBRATION	15458	DISPENSER	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1905411	OVEN, CALIBRATION	37104	NO-WINDOW REFLOW OVEN	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1909444	MULTIPLE PROCEDURES USED TO COMPLETE THIS CALIBRATION	156262	TIP CURE STATION	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1909449	MULTIPLE PROCEDURES USED TO COMPLETE THIS CALIBRATION	156260	TIP CURE STATION	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1918532	CALIBRATION, RING GAGE	53982	RING GAGE, GO GAGE 0.076"	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1904854	SOLDERING STATION, CALIBRATION	173646	SOLDERING IRON STATION	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1904868	SOLDERING STATION, CALIBRATION	173692	SOLDERING IRON STATION	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1909445	MULTIPLE PROCEDURES USED TO COMPLETE THIS CALIBRATION	156261	TIP CURE STATION	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1909446	MULTIPLE PROCEDURES USED TO COMPLETE THIS CALIBRATION	156263	TIP CURE STATION	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1905392	EFD/NORDSON ULTRA 2400 SERIES/ULTIMUS SERIES LIQUID DISPENSER, CALIBRATION	15459	DISPENSER	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1907884	MULTIPLE PROCEDURES USED TO COMPLETE THIS CALIBRATION	156108	POUCH SEAL	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.
1909098	CALIBRATION, RING GAGE	53987	RING GAGE, GO GAGE 0.098"	AFD-ALA	SCHD CAL	RELEASED		CALIBRATED	ALA-CALIBR.

Figura 30. Ejemplo de calibraciones programadas mayo 2018

Fuente: Empresa LANDA.

### Paso 3. Exportar las órdenes de trabajo a Excel

Select	Work Order	Description	Status	Equipment	Equipment Description	E
NO	1989548	FINN-AQUA STEAM STERILIZER, 3 MONTH CALIBRATION	A	10099	STERILIZER, LAB	C
NO	1987354	INSULATION FIXTURE, CALIBRATION	A	10281	INSULATION FIXTURE	C
NO	2032694	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	10284	SOLDERING STATION	C
NO	1982198	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	10286	SOLDERING STATION	C
NO	1982201	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	10287	SOLDERING STATION	C
NO	2032702	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	10288	SOLDERING STATION	C
NO	1982205	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	10293	SOLDERING STATION	C
NO	1982241	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	10297	SOLDERING STATION	C
NO	1957421	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION	A	10303	CONTACT FIXTURE	C
NO	1957420	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION	A	10309	CONTACT FIXTURE	C
NO	1900239	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	10620	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1926409	SJM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI	A	106660	MICROMETER, OUTSIDE, DIGITAL, FLAT ANVIL	C
NO	1894460	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109302	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1894459	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109312	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1894463	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109314	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1899943	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109315	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1894461	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109316	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1894461	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109317	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1900243	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109319	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1894462	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109323	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1894458	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION	A	109329	MANTIS MICROSCOPE	C
NO	1948755	RING GAUGE, CALIBRATION	A	11069	RING GAUGE	C
NO	1894464	MULTIZONE ELECTRONIC DATA LOGGER TEMPERATURE, CALIBRATION	A	11074	RTD/PROFICY SW	C
NO	1862762	SJM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI	A	11075	DEPTH MICROMETER	C
NO	1936412	SJM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI	A	11173	MICROMETER, OUTSIDE, DIGITAL, FLAT ANVIL, RANGE (0 MM/0" - 25.4 MM/1")	C
NO	1982457	THORNTON M300 RESISTIVITY METER, CALIBRATION	A	11433	DI WATER SYSTEM	C
NO	1982262	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	11488	SOLDERING STATION	C
NO	2024565	SOLDERING STATION, CALIBRATION	A	11489	SOLDERING STATION	C
NO	1950060	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION	A	11543	CONTACT FIXTURE	C
NO	1949023	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION	A	11545	CONTACT FIXTURE	C
NO	1949027	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION	A	11546	CONTACT FIXTURE	C
NO	1950056	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION	A	11547	CONTACT FIXTURE	C
NO	2058503	MITUTOYO LITEMATIC HEAD THICKNESS TESTER, CALIBRATION	A	11795	LITEMATIC, DIGITAL	C
NO	2054018	MITUTOYO LITEMATIC HEAD THICKNESS TESTER, CALIBRATION	A	11796	LITEMATIC, DIGITAL	C
NO	2044855	MITUTOYO LITEMATIC HEAD THICKNESS TESTER, CALIBRATION	A	12034	LITEMATIC, DIGITAL	C
NO	1686001	TEMPERATURE INDICATORS, CALIBRATION	A	12091	LOLLIPOP THERMOMETER	C
NO	1686005	TEMPERATURE INDICATORS, CALIBRATION	A	12093	LOLLIPOP THERMOMETER	C

Figura 31. Órdenes de trabajo exportadas en Excel

Fuente: Empresa LANDA.

### Paso 4. Exportar la información de los equipos a Excel

Asset	Description	Calibration State	Status	Model
10000	AIR HANDLING UNIT 001 (I)	INSPECTED	WITHDRAWN	MCCB100UA0C0UB
10001	AIR HANDLING UNIT 002 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB035UA0C0UB
10002	AIR HANDLING UNIT 002 TOP	NOT CALIBRATED	WITHDRAWN	MCCB035UA0C0UB
10003	AIR HANDLING UNIT 003 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB080UA0C0UA
10004	AIR HANDLING UNIT 004 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB080UA0C0UA
10005	AIR HANDLING UNIT 005 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB012UA0C0UB
10006	AIR HANDLING UNIT 006	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB021UA0C0UA
10007	AIR HANDLING UNIT 007 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB012UA0C0UA
10008	AIR HANDLING UNIT 007 TOP	NOT CALIBRATED	WITHDRAWN	MCCB012UA0C0UA
10009	AIR HANDLING UNIT 008	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB017UA0C0UA
10010	AIR HANDLING UNIT 008 TOP	NOT CALIBRATED	WITHDRAWN	MCCB017UA0A0UA
10011	AIR HANDLING UNIT 009 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB025UA0C0UB
10012	AIR HANDLING UNIT 010 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB057UA0C0UA
10013	AIR HANDLING UNIT 011 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB025UA0C0UA
10014	AIR HANDLING UNIT 011 TOP	NOT CALIBRATED	WITHDRAWN	MCCB025UA0A0UA
10015	AIR HANDLING UNIT 012	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB014UA0C0UA
10016	AIR HANDLING UNIT 013	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB021UA0C0UB
10017	AIR HANDLING UNIT 014	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB035UA0C0UA
10018	AIR HANDLING UNIT 015	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB035UA0C0UB
10019	AIR HANDLING UNIT 016	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB021UA0C0UB
10020	AIR HANDLING UNIT 017 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB014UA0C0UA
10021	AIR HANDLING UNIT 019 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB025UA0C0UB
10022	AIR HANDLING UNIT 020 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB030UA0C0UA
10023	AIR HANDLING UNIT 022	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	TSCB012U0F00000000AC00A171.5
10024	MAKEUP UNIT AIR 001 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB057UA0C0UA
10025	MAKEUP UNIT AIR 002 (I)	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	MCCB120UA0C0UA
10026	CHILLED WATER PUMP 001	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VSX-VSH
10027	CHILLED WATER PUMP 002	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VSX-VSH
10028	CHILLED WATER PUMP 003	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	VSX-VSH
10029	HOT WATER PUMP 001	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	1510 BF 6G
10030	HOT WATER PUMP 002	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	1510 BF 6G
10031	CONDENSER WATER PUMP 001	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	1510 BF 8G-S
10032	CONDENSER WATER PUMP 002	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	1510 BF 8G-S
10033	CONDENSER WATER PUMP 003	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	1510 BF 8G-S
10034	CONDENSER WATER SOLIDS FILTRATION PUMP 001	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	TBX-1100-SRV
10035	DOMESTIC WATER PUMP 001	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	CR15-4
10036	DOMESTIC WATER PUMP 002	NOT CALIBRATED	RELEASED FOR USE	CR15-4

Figura 32. Información de los equipos exportada de la base de datos

Fuente: Empresa LANDA.

Paso 5. Compilar la información de los equipos y de las órdenes de trabajo del mes en una sola hoja de resumen.

CAL ID	Description	Manufacturer	Model	Owner/Holder of Asset	Location	Work Order	WO Description
10209	STERILIZER LAB	STERIS FINN-AQUA	669-N-B-BPS-AB	GABRIELA LIZANO	CVD-ALA-B1-MICROBIOLOGY	1899448	FINN-AQUA STEAM STERILIZER, 3 MONTH CALIBRATION
10281	INSULATION FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1987354	INSULATION FIXTURE, CALIBRATION
10284	SOLDERING STATION	WELLER	WD 1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	2032694	SOLDERING STATION, CALIBRATION
10286	SOLDERING STATION	WELLER	WD 1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1982198	SOLDERING STATION, CALIBRATION
10287	SOLDERING STATION	WELLER	WD 1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1982203	SOLDERING STATION, CALIBRATION
10288	SOLDERING STATION	WELLER	WD 1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	2032702	SOLDERING STATION, CALIBRATION
10293	SOLDERING STATION	WELLER	WD 1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1982205	SOLDERING STATION, CALIBRATION
10297	SOLDERING STATION	WELLER	WD 1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1982241	SOLDERING STATION, CALIBRATION
10303	CONTACT FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1997421	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION
10309	CONTACT FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1997420	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION
10620	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	ELITE	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1900239	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
106660	MICROMETER, OUTSIDE, DIGITAL, FLAT ANVIL	MITUTOYO	227-201	VANESSA PEREZ	CVD-ALA-B1-RECEIVING INSP	1926409	SIM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI
109302	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894460	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109312	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894459	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109314	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894463	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109315	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1889943	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109316	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1889945	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109317	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894461	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109319	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1902043	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109323	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894462	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
109329	MANTIS MICROSCOPE	VISION ENGINEERING	MEH32714 (ELITE)	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894458	MICROSCOPE LIGHT SOURCE INTENSITY, CALIBRATION
11069	RING GAUGE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1948755	RING GAUGE, CALIBRATION
11074	RTD-PROBE/FY SW	OMEGA	HSRTO-1-100-A-240-E	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	1894466	MULTIZONE ELECTRONIC DATA LOGGER TEMPERATURE, CALIBRATION
11075	DEPTH MICROMETER	MITUTOYO	329-350-10	VANESSA PEREZ	CVD-ALA-B1-RECEIVING INSP	1862762	SIM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI
11173	MICROMETER, OUTSIDE, DIGITAL, FLAT ANVIL, RANGE (0 MM/0" - 25.4 MM/1")	MITUTOYO	299-330	VANESSA PEREZ	CVD-ALA-B1-RECEIVING INSP	1936412	SIM CALIBRATION CONTRACTED SERVICES WI
11433	DI WATER SYSTEM	THORNTON	M300	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1982457	THORNTON M300 RESISTIVITY METER, CALIBRATION
11488	SOLDERING STATION	WELLER	WD1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1982262	SOLDERING STATION, CALIBRATION
11489	SOLDERING STATION	WELLER	WD1M	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	2024565	SOLDERING STATION, CALIBRATION
11543	CONTACT FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1995060	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION
11545	CONTACT FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1949023	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION
11546	CONTACT FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1949027	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION
11547	CONTACT FIXTURE	SIM CVD UPPSALA	N/A	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	1995056	CONTACT FIXTURE, CALIBRATION
11795	LITEMATIC, DIGITAL	MITUTOYO	VL-505-B	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	2058503	MITUTOYO LITEMATIC HEAD THICKNESS TESTER, CALIBRATION
11796	LITEMATIC, DIGITAL	MITUTOYO	VL-505-B	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	2054018	MITUTOYO LITEMATIC HEAD THICKNESS TESTER, CALIBRATION
12034	LITEMATIC, DIGITAL	MITUTOYO	VL-50A5	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-TRIFECTA	2044855	MITUTOYO LITEMATIC HEAD THICKNESS TESTER, CALIBRATION
12091	LOLLIPOP THERMOMETER	FISHER SCIENTIFIC	14-648-44	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	1686001	TEMPERATURE INDICATORS, CALIBRATION
12093	LOLLIPOP THERMOMETER	FISHER SCIENTIFIC	14-648-44	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	1686005	TEMPERATURE INDICATORS, CALIBRATION
12097	PRESSURE TRANSMITTER, DIGITAL	DWYER	DH3-013	OSCAR CAMPOS	CVD-ALA-B1-GENERAL FACIL	1893501	DWYER DH3 DIGIHELIC DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROLLER, CALIBRATION
12098	PRESSURE TRANSMITTER, DIGITAL	DWYER	DH3-013	OSCAR CAMPOS	CVD-ALA-B1-GENERAL FACIL	1893502	DWYER DH3 DIGIHELIC DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROLLER, CALIBRATION
12099	PRESSURE TRANSMITTER, DIGITAL	DWYER	DH3-013	OSCAR CAMPOS	CVD-ALA-B1-GENERAL FACIL	1893500	DWYER DH3 DIGIHELIC DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROLLER, CALIBRATION
12100	PRESSURE TRANSMITTER, DIGITAL	DWYER	DH3-013	MELVIN CASTRO	CVD-ALA-B1-CALIBRATION	1892551	DWYER DH3 DIGIHELIC DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROLLER, CALIBRATION
12366	PRESSURE GAUGE	FESTO	359 874 88	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	1685489	PNEUMATIC PRESSURE GAGE, CALIBRATION
12367	PRESSURE GAUGE	FESTO	359 874 88	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	1686924	PNEUMATIC PRESSURE GAGE, CALIBRATION
12368	PRESSURE GAUGE	FESTO	359 874 88	FABIAN HERNANDEZ	CVD-ALA-B1-PORTICO	1686921	PNEUMATIC PRESSURE GAGE, CALIBRATION
12504	RADI ANALYZER	SIM CVD UPPSALA	N/A	MELVIN CASTRO	CVD-ALA-B1-CALIBRATION	1704189	RTU, CALIBRATION
12543	FRM MEASURING EQUIPMENT (POUCH SEALER)	HAWO	HM0111	SARA PRENDAS	CVD-ALA-B1-PRESSURE WIRE	2046552	TEMPERATURE POUCH SEALER CALIBRATION

Figura 33. Hoja Resumen de los equipos y las órdenes de trabajo

Fuente: Empresa LANDA.

Paso 6. Asignar las órdenes de trabajo a los técnicos con el tiempo estándar en una hoja de control.

Work Order	Tiempo estimado de calibración en minutos	Calibration Location	Responsible
1989548	300	IN HOUSE	Tec 3
1987354	120	IN HOUSE	Tec 6
2032694	45	IN HOUSE	Tec 6
1982198	45	IN HOUSE	Tec 6
1982201	45	IN HOUSE	Tec 6
2032702	45	IN HOUSE	Tec 6
1982205	45	IN HOUSE	Tec 6
1982241	45	IN HOUSE	Tec 6
1957421	50	IN HOUSE	Tec 6
1957420	50	IN HOUSE	Tec 6
1900239	42	IN HOUSE	Tec 3
1926409	210	EXTERNAL	Tec 4
1894460	42	IN HOUSE	Tec 3
1894459	42	IN HOUSE	Tec 3
1894463	42	IN HOUSE	Tec 3
1889943	42	IN HOUSE	Tec 3
1889945	42	IN HOUSE	Tec 3
1894461	42	IN HOUSE	Tec 3
1900243	42	IN HOUSE	Tec 3
1894462	42	IN HOUSE	Tec 3
1894458	42	IN HOUSE	Tec 3
1948755	29	IN HOUSE	Tec 6
1894464	145	IN HOUSE	Tec 3
1862762	210	EXTERNAL	Tec 4
1936412	210	EXTERNAL	Tec 5
1982457	90	IN HOUSE	Tec 5
1982262	45	IN HOUSE	Tec 6
2024565	45	IN HOUSE	Tec 6
1950060	50	IN HOUSE	Tec 6
1949023	50	IN HOUSE	Tec 6
1949027	50	IN HOUSE	Tec 6
1950056	50	IN HOUSE	Tec 6

Figura 34. Hoja de control con la asignación para los técnicos.

Fuente: Empresa LANDA.

Una vez asignadas las órdenes de trabajo, se balancean las cargas mediante una tabla y gráficos de control, donde se indicarán el tiempo disponible por turno de los técnicos, cantidad de calibraciones asignadas, tiempos de

ejecución y tiempo disponible para trabajos no programados y FAIs con base en la meta del 75 %.

En el mes de abril se realizó el ejercicio de implementar la meta del 75 % de eficiencia con las calibraciones programadas. En la siguiente tabla 39, se adjuntan los datos del mes de abril.

Tabla 39. Calibraciones programadas y cumplimiento de la meta

Lista	Cantidad de Calibraciones Programadas	Tiempo Calibraciones Programadas	Días Laborales Abril	Tiempo del Mes	Tiempo Meta	Tiempo disponible
Tec 1	60	5785	16	11520	8640	2855
Tec 2	0	0	22	12672	9504	9504
Tec 3	54	6845	16	11520	8640	1795
Tec 4	43	5570	22	12672	9504	3934
Tec 5	59	6327	13	9360	7020	693
Tec 6	58	4468	24	11160	8370	3902
Tec 7	58	4190	24	10695	8021.25	3831.25
<b>TOTAL</b>	<b>332</b>	<b>33185</b>	<b>137</b>	<b>79599</b>	<b>59699.25</b>	<b>26514.25</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla 39 muestra un resumen de cómo se distribuye y controla el cumplimiento de la meta. En caso de que el tiempo de las calibraciones programadas sea mayor al tiempo meta, es un claro indicativo de que se requiere analizar la distribución de trabajo o la necesidad de tiempo extra.

Además, los gráficos de control sirven de ayuda visual para balancear las cargas de trabajo con base en el tiempo.

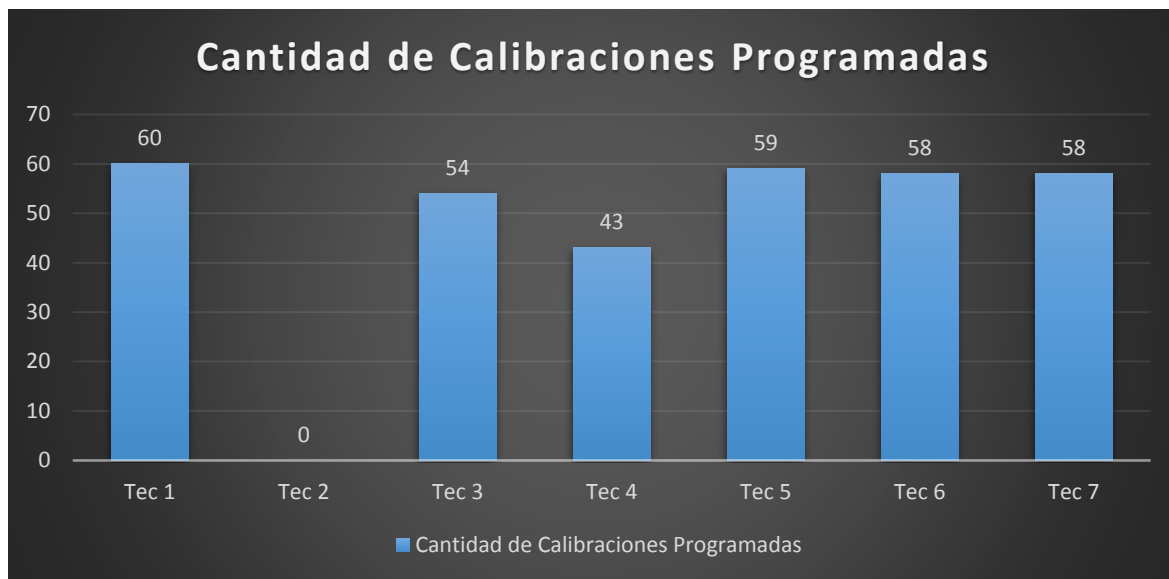


Figura 35. Asignación de calibraciones programadas abril.

Fuente: Empresa LANDA.

La figura 36 muestra la distribución de calibraciones programadas por técnico.

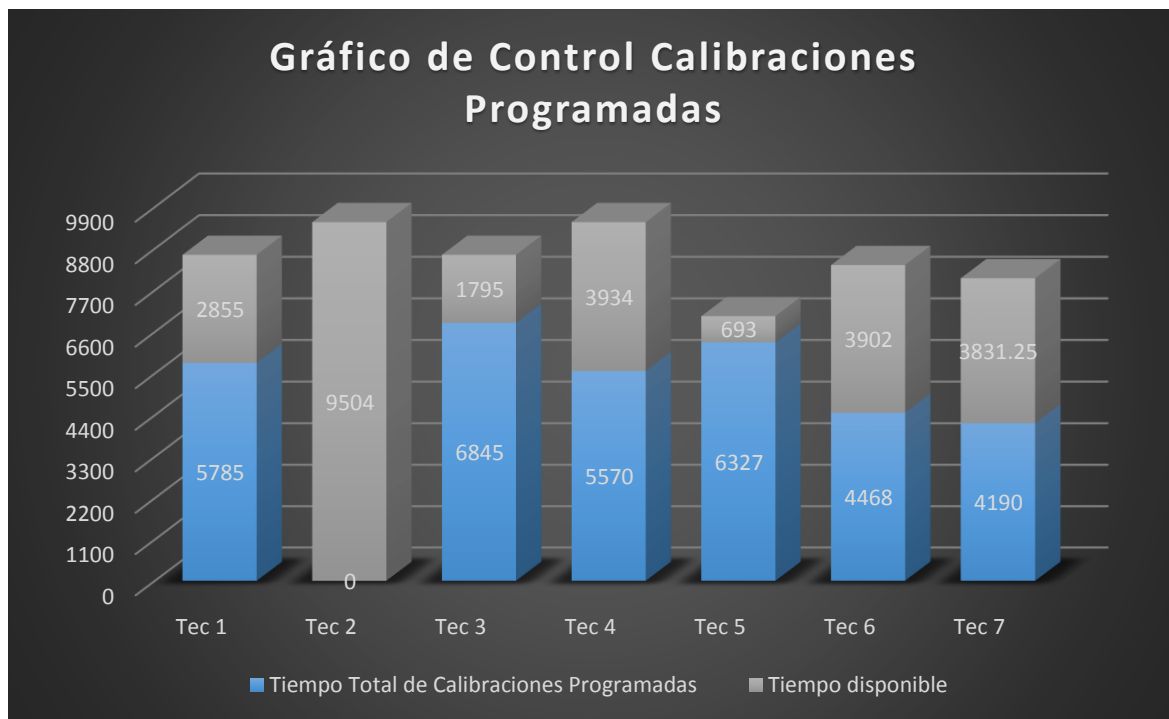


Figura 36. Asignación de calibraciones programadas abril.

Fuente: Empresa LANDA.

El gráfico de control indica el tiempo que le llevará a los técnicos ejecutar las calibraciones programadas y también el tiempo disponible para poderles asignar otros trabajos como calibraciones no programadas y FAIs. Continuando con la parte de implementación y cómo se abordó en el análisis del capítulo IV, hay factores contribuyentes como:

- El registro de los tiempos de calibración incorrectos en la base de datos.
- Mala distribución de las cargas de trabajo.

La solución que se propone para eliminar el error de los técnicos a la hora de registrar el tiempo de calibración en la orden de trabajo es por medio de un entrenamiento por parte del investigador, explicando los aspectos utilizados para determinar los tiempos estándares de las calibraciones. Desplazamientos, preparación de la hoja de cálculo y equipos patrón que antes no contemplaban de manera adecuada se esperará eliminarlos.

Mientras que el otro factor contribuyente que es la mala distribución de las cargas de trabajo, con la implementación de la meta del 75 % de eficiencia y la distribución de las órdenes de trabajo tomando en cuenta los tiempos de ejecución y no tanto la cantidad, se mejora la equidad entre los técnicos; con el propósito de que no se vean afectados de manera significativa, en caso de tener que asignarles calibraciones no programadas y por no realizar una mejor distribución de cargas de trabajo, se requiera de tiempo extra innecesario.

Para visualizar el alcance de las distribuciones de las cargas de trabajo, se van a comparar las calibraciones de marzo sin la implementación de la mejora y abril con la implementación de la mejora.

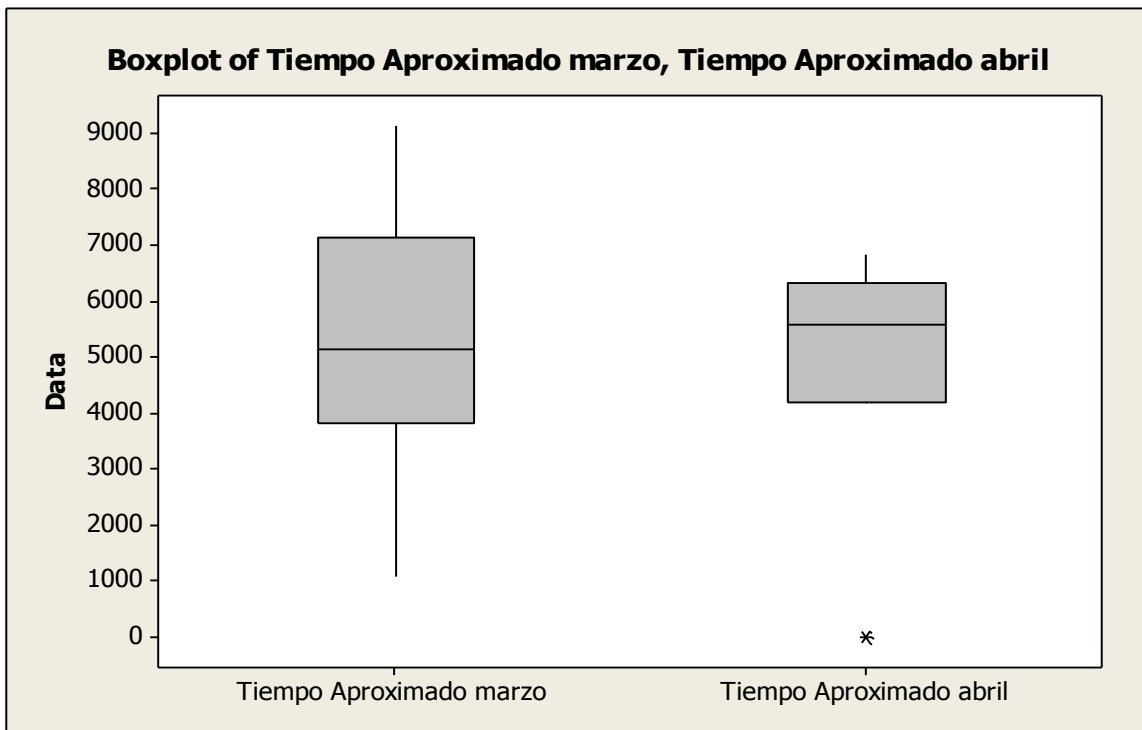


Figura 37. Comparación calibraciones programadas marzo-abril 2018.

Fuente: Empresa LANDA.

Con base en los resultados del gráfico anterior, se muestra que las distribuciones de las calibraciones programadas de abril tienen una menor dispersión de los datos y se concentran en un rango de tiempo más reducido que las calibraciones programadas de marzo.

Por último, sin dejarlos de lado, se encuentran otros de los factores contribuyentes que es “la poca disponibilidad de los equipos”, donde se señaló en el capítulo anterior, que hay equipos a los que se les puede evaluar la frecuencia de calibración, con el fin de reducir el impacto en producción por concepto de

tiempos muertos por equipo detenido y también para mejorar la utilización de los recursos del Departamento de Calibraciones.

De manera que se procedió a enlistar los equipos que pueden ser sujetos para realizarles la extensión del periodo de calibración, con base en los siguientes criterios:

- No haber tenido un fuera de tolerancia en, al menos, los últimos tres periodos de calibración programados.
- No haber tenido ajustes durante las últimas tres calibraciones programadas o no programadas.
- La frecuencia de calibración no exceda los 12 meses y se utilicen en la fabricación del producto “Dos diamantes” (por solicitud de la jefatura del departamento, debido a que este producto tiene poca disponibilidad para prestar los equipos para su calibración).

Para determinar los intervalos de calibración en los equipos, existe una matriz que se maneja a lo interno en la empresa LANDA, donde se indican los periodos de intervalos a los cuales se pueden extender las frecuencias de calibraciones:

### Matriz de ajuste de intervalos

- 1 mes
- 2 meses
- 3 meses
- 6 meses
- 12 meses

Del análisis de la base de datos, los equipos que cumplían los criterios fueron los siguientes:

Tabla 40. Selección de equipos para análisis de intervalos

Descripción	Cantidad equipos	Intervalo Actual (meses)	Próximo intervalo según matriz en Procedimiento	Eventos OOTs o Ajuste
FINAL MEASUREMENT STATION	5	1 semana	1 mes	No
TENSILE TESTER MACHINE	2	3	6	No
CONTACT FIXTURE	30	3	6	No
RING GAUGE	75	3	6	No
<b>Total de 112 equipos</b>				

Fuente: Empresa LANDA.

Como se muestra en la tabla 36, a los 112 equipos seleccionados se les realizó la extensión del intervalo de calibración al próximo periodo correspondiente. Sin embargo, como se explicó en el capítulo IV, las FMS por procedimiento se calibran mensualmente, por lo que es innecesario realizar dos

mediciones al mes probando lo mismos parámetros de temperatura. Por lo tanto, se eliminó del todo la calibración semanal.

Para detallar el beneficio económico que tendría la empresa, se realizó un análisis de los costos por ejecución de las calibraciones por hora técnico:

Tabla 41. Análisis post implementación extensión de los intervalos de calibración

Descripción	Calibraciones anuales antes	Calibraciones anuales después	Tiempo de Ejecución en horas	Costo de Ejecución Antes	Costo de Ejecución Después	Ahorro
FMS	260	0	0.75	741,000.00	0.00	741,000.00
TENSILE TESTER	8	4	1.96	59,584.00	29,792.00	29,792.00
TEMPER CONTACT	120	60	0.75	342,000.00	171,000.00	171,000.00
RING GAGE	300	150	0.48	273,600.00	136,800.00	138,800.00
<b>TOTAL</b>	<b>688</b>	<b>214</b>	<b>3.94</b>	<b>€1,416,713.00</b>	<b>€337,592.00</b>	<b>€1,079,121.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se muestran los resultados de la tabla anterior, el total de las calibraciones anuales de los equipos a las que se les ajustó el intervalo de calibración, pasaron de 688 a 214, lo que representa 440 calibraciones menos al año. Consecuentemente, se produce un ahorro por concepto de horas técnico que, según un promedio de mercado, para un técnico de calibraciones con

experiencia, el salario aproximado es de 3800 colones la hora; lo que representaría para la empresa un ahorro aproximado de ₡1,079,121.00 colones anualmente.

Para realizar una comparación de las cargas de trabajo realizadas por los técnicos anteriormente, se procedió a obtener los datos de las calibraciones y los FAIs del 2016 y el 2017.

Tabla 42. Calibraciones realizadas por los técnicos 2016 y 2017

Técnico	Calibraciones 2016	FAIs 2016	Calibraciones 2017	FAIs 2017
1	803	46	768	139
2	491	32	755	130
3	647	0	722	1
4	1194	44	850	64
5	683	2	847	5
6	815	52	656	93
7	803	52	332	33
<b>Total</b>	<b>5436</b>	<b>228</b>	<b>4930</b>	<b>465</b>

Fuente: Empresa LANDA.

Como se observa en la tabla anterior, las cantidades de calibraciones realizadas por mes y la cantidad de calibraciones que se estarían ahorrando por concepto de reducción de intervalos y, además, realizando una mejor distribución

de cargas de trabajo, darían para pensar en la posibilidad de reducir a un miembro de los técnicos. Sin embargo, las tareas de FAIs son un complemento que no se puede dejar de lado.

Actualmente, el departamento tiene un concurso abierto para contratar a un técnico más en TB que dé soporte en especial a la ejecución de FAIs. Haciendo una relación entre FAIs y calibraciones, se puede asumir que, con el mismo personal se puede absorber una cantidad de FAIs similar a la del 2017; tomando en cuenta que una calibración consume más tiempo para los técnicos por temas de preparación de la hoja de cálculo y traslados que los FAIs que se realizan en el laboratorio y el formulario, la documentación la trae lista el solicitante.

Para personal técnico que no necesita experiencia en calibraciones, solo conocimiento en el uso de instrumentos de medición dimensional, el salario promedio es de alrededor de ¢500,000.00 mensuales, esto indica que, por año, la empresa dejaría de gastar ¢6,000,000.00 (sin cargas sociales).

También en el área de producción para el dispositivo “Dos Diamantes”, se produjo un ahorro en términos de productividad, ya que se tendrían alrededor de 248 horas más disponibles para producción, por concepto de máquina disponible, ya que las FMS, Tensile Tester y Temperatura de Contacto deben detener producción para poder realizarles la calibración.

## 5.2 CONTROL

Siguiendo con la metodología DMAIC, se llega a la parte de control, donde se generó una herramienta que permite al supervisor y metrólogos controlar el avance de las calibraciones programadas, calibraciones no programadas y FAIs en un período que sea conveniente para el departamento (diario, semanal o mensual), además, permitirá brindar una mejor ayuda a los técnicos, en caso de tener algún problema con el préstamo de los equipos o alguna situación en especial que restrinja a los técnicos en alcanzar la meta.

Para poder realizar la implementación, la base de datos que maneja el Departamento de Calibraciones permite exportar a Microsoft Excel, la información requerida por el usuario, en este caso se realizó un filtro para exportar todas las órdenes de trabajo realizadas en Costa Rica, ejemplo:

Work Order #	Description	Equipment #	Equipment Description	Status	Assigned To	Action	Sched. #	Date Closed	Sched. #	Original #	Type	Equipment St.	Equipment Position	Organization	Equipment #	Calibration St.	Date C.	Date Req.	eSign
192687	CALIBRATION ADMINISTRATIVE ACTIVITY	204685	RULER, INCH	CLOSED AND LOCKED	DMARFZ	CAL ADMIN	1930200	1930200 12 02	1930200		Unscheduled Calibration	RECEIVING	CYO-ALA-81-RECEIVING	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1930206	1930206 11 05	
192688	CALIBRATION ADMINISTRATIVE ACTIVITY	204687	RULER, INCH	CLOSED AND LOCKED	DMARFZ	CAL ADMIN	1930200	1930200 12 10	1930200		Unscheduled Calibration	RECEIVING	CYO-ALA-81-RECEIVING	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1930206	1930206 11 03	
192682	CALIBRATION ADMINISTRATIVE ACTIVITY	204685	RULER, INCH	CLOSED AND LOCKED	DMARFZ	CAL ADMIN	1930200	1930200 12 09	1930200		Unscheduled Calibration	INSPECTION	CYO-ALA-81-RECEIVING	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1930206	1930206 11 03	
192621	RTPL CALIBRATION	20404	PARTICLE GAUGE	CLOSED AND LOCKED	CHAYELO3	RTPL CAL	1920001	1920001 02 06	1920001		Unscheduled Calibration	CAE 442	CYO-ALA-81-TRAFINAL PACKAGING	CYO-ALA	700000	CALIBRATED	1920005	1920005 10 30	
192077	RTPL CALIBRATION	20405	PARTICLE GAUGE	CLOSED AND LOCKED	CHAYELO3	RTPL CAL	1920001	1920001 02 08	1920001		Unscheduled Calibration	CAE 442	CYO-ALA-81-TRAFINAL PACKAGING	CYO-ALA	700000	CALIBRATED	1920005	1920005 10 00	
177026	RTPL CALIBRATION	19232	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1925002	1925002 14 09	1925002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1925001 11 00	
178307	RTPL CALIBRATION	19233	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1925002	1925002 05 04	1925002		Unscheduled Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1925001 10 30	
178379	RTPL CALIBRATION	19210	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1925002	1925002 03 31	1925002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1925001 10 22	
178380	RTPL CALIBRATION	19210	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1925002	1925002 02 05	1925002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1925001 10 00	
178388	RTPL CALIBRATION	19210	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1925002	1925002 03 17	1925002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1925001 10 13	
177020	RTPL CALIBRATION	19230	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1927002	1927002 14 11	1927002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1927001 11 06	
178382	RTPL CALIBRATION	19216	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1927002	1927002 03 28	1927002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1927001 10 33	
177024	RTPL CALIBRATION	19231	STAINLESS STEEL RULER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	RTPL CAL	1927002	1927002 14 13	1927002		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	310001	INSPECTED	1925001	1927001 10 00	
184327	RTPL CALIBRATION	19205	PRESSURE GAUGE	CLOSED AND LOCKED	ESJUD001	RTPL CAL	1780202	1920201 05 05	1780202		Unscheduled Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	310203	CALIBRATED	1920201	1780201 10 00	
184350	RTPL CALIBRATION	19207	PRESSURE GAUGE	CLOSED AND LOCKED	ESJUD001	RTPL CAL	1780202	1920201 03 20	1780202		Unscheduled Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	310203	CALIBRATED	1920201	1780201 10 22	
178195	RTPL CALIBRATION	19214	TIMER	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	RTPL CAL	1919002	1942001 03 09	1919002		Unscheduled Calibration	2640	AFD-ALA-81	AFD-ALA	30075591	CALIBRATED	1942001	1919001 10 26	
184263	SCHEDULE CALIBRATION	19443	LOW FORCE MICROMETER	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	SCHED CAL	1919001	1919001 05 15	1919001		Calibration	INSPECTION LAB	CYO-ALA-81-RECEIVING	CYO-ALA	310062	CALIBRATED	1942001	1942001 10 26	
192746	UNSCHEDULED CALIBRATION	202259	VEIGHT SET, 1/4ORDBURDS	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	UNSD CAL	1919001	1920201 01 03	1919001		Calibration	CALIBRATION	CYO-ALA-81-CALIBRATION	CYO-ALA	310276	CALIBRATED	1920201	1920201 07 19	
184262	SCHEDULE CALIBRATION	203810	ZERO CALIBRATION BRACKET	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	SCHED CAL	1919001	1940201 03 05	1919001		Calibration	FEMOSEAL	CYO-ALA-81-FEMOSEAL	CYO-ALA	2330E3	CALIBRATED	1940201	1940201 10 03	
184808	SCHEDULE CALIBRATION	203810	ZERO CALIBRATION BRACKET	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	SCHED CAL	1921002	1942001 10 32	1921002		Calibration	FEMOSEAL	CYO-ALA-81-FEMOSEAL	CYO-ALA	2330E3	CALIBRATED	1942001	1942001 10 01	
184261	SCHEDULE CALIBRATION	203810	ZERO CALIBRATION BRACKET	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	SCHED CAL	1921002	1942001 03 04	1921002		Calibration	FEMOSEAL CALIBRATION LAB	CYO-ALA-81-FEMOSEAL	CYO-ALA	2330E3	CALIBRATED	1942001	1942001 10 07	
181957	SCHEDULE CALIBRATION	204766	MEASUREMENT PEG	CLOSED AND LOCKED	CAHACK02	SCHED CAL	1919001	1940201 07 13	1919001		Calibration	SPARE	CYO-ALA-81-TRECTA	CYO-ALA	8A	CALIBRATED	1940201	1940201 07 02	
180504	UNSCHEDULED CALIBRATION	14208	DIGITAL MELTING POINT	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1923002	1920201 03 28	1923002		Calibration		CYO-ALA-81-ANALYTICAL LAB	CYO-ALA	30080608	CALIBRATED	1920201	1920201 11 14	
181010	UNSCHEDULED CALIBRATION	17103	STEREO MICROSCOPE	CANCELLED	MAHRA60	OTHER	1919001	1919001 02 27	1919001	1919001	1919001	HOLDER	CYO-ALA-81-TRAFINAL-CAE	CYO-ALA	191903	CALIBRATED	1919001	1919001 10 30	
184874	UNSCHEDULED CALIBRATION	19238	DISPENSER, ULTRAM	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1920001	1919001 04 14	1920001		Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	30078103	CALIBRATED	1919001	1919001 10 12	
184877	UNSCHEDULED CALIBRATION	19233	DISPENSER, ULTRAM	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1920001	1919001 05 11	1920001		Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	30078103	CALIBRATED	1919001	1919001 10 11	
184868	UNSCHEDULED CALIBRATION	19236	DISPENSER, ULTRAM	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1920001	1919001 03 14	1920001		Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	30078103	CALIBRATED	1919001	1919001 10 13	
184871	UNSCHEDULED CALIBRATION	19235	DISPENSER, ULTRAM	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1920001	1919001 03 14	1920001		Calibration	CAE 451	CYO-ALA-81-PORTICO-CAE	CYO-ALA	30080608	CALIBRATED	1920001	1920001 10 12	
184871	UNSCHEDULED CALIBRATION	19237	DISPENSER, ULTRAM	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1920001	1919001 03 09	1920001		Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	30078103	CALIBRATED	1919001	1919001 10 13	
184864	UNSCHEDULED CALIBRATION	19235	DISPENSER, ULTRAM	CLOSED AND LOCKED	MARRR01	UNSD CAL	1920001	1919001 02 28	1920001		Calibration	CAE 2630	CYO-ALA-81-EMALIGHTN-CAE	CYO-ALA	30078103	CALIBRATED	1919001	1919001 10 13	

Figura 38. Ejemplo de órdenes de trabajo Costa Rica

Fuente: Empresa LANDA.

Luego de tener los datos correspondientes a todas las calibraciones y FAIs, se creó una tabla para detallar cuántas calibraciones programadas, no programadas y FAIs realizan los técnicos al mes, para ello se utilizó la función “COUNTIF”, para contar todos los estatus permitidos por la base de datos, para las órdenes de trabajo; posteriormente, se suman el total de trabajos completados y se dividen entre el total de asignaciones para determinar el porcentaje de cumplimiento de cada técnico. A continuación, a manera de ejemplo, se muestran, en la figura 40, los valores obtenidos durante el mes de abril para el técnico 1:

Figura 39. Trabajos realizados por el técnico 1, abril 2018

4 TECNICO 1		Scheduled	Unscheduled	Administrative Calibration
	ASSIGNED	0	0	0
	AWAITING DOC			
	RELEASED	0	18	0
	RETURNED	0	0	0
	CLOSED	59	38	47
	WORK REQ	0	0	0
	PENDING	0	0	0
	PENDING	0	18	0
TOTAL		162		
YIELD		0.8888889		

Fuente: elaboración propia.

La siguiente gráfica muestra los datos de los trabajos completados, así como el total de trabajos asignados (162) y la productividad (88.9%) del técnico 1:

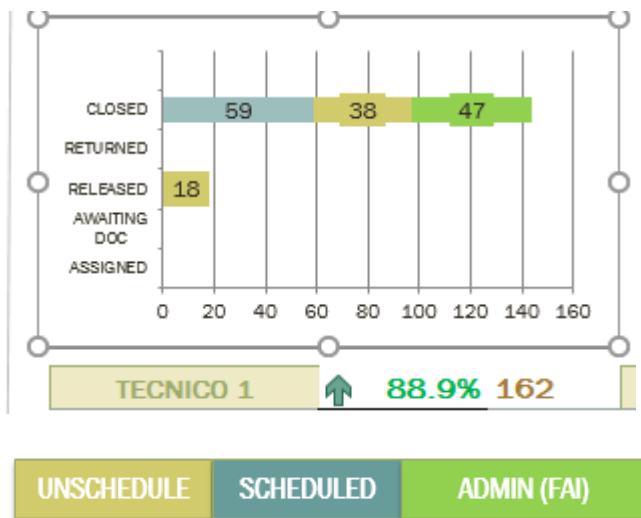


Figura 40. Gráfica de órdenes de trabajo Técnico 1

Fuente: elaboración propia.

También en la herramienta se agregaron indicadores para darle seguimiento a la cantidad total de órdenes de trabajo realizadas por todos los miembros del laboratorio de calibraciones. Esta sería la representación gráfica de los datos:

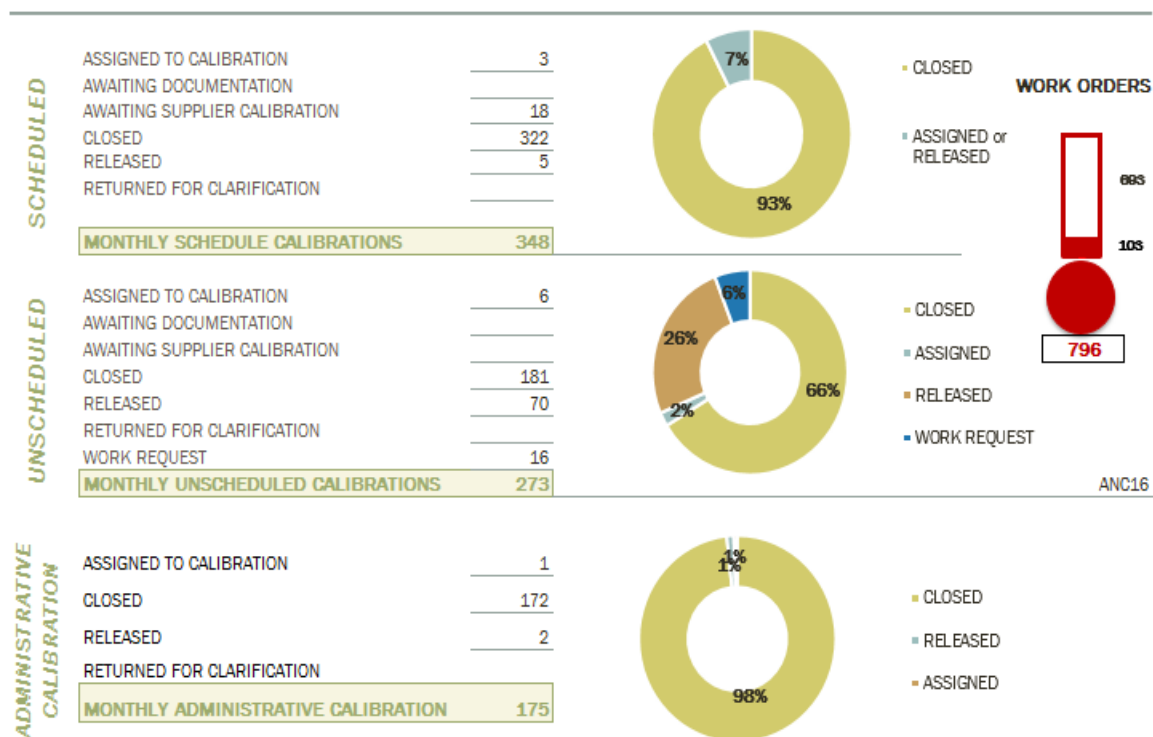


Figura 41. Gráfica de órdenes de trabajo Laboratorio de Calibraciones.

Fuente: elaboración propia.

La representación completa de los datos y que estarían usando los metrólogos para el control de los trabajos del laboratorio, se mostraría de la siguiente manera:



el cumplimiento de la meta y el total de tiempo extra requerido. La responsabilidad de mantener la información actualizada en la tabla de control será de los metrólogos, quienes deberán obtener los datos tanto del registro de control de entradas y salidas de la empresa como de la base de datos del Departamento de Calibraciones. A continuación, se muestra la tabla de control en la figura 44.

Lista	Cantidad de Calibraciones Programadas	Tiempo Calibraciones Programada	Tiempo del Mes	Tiempo Meta	Tiempo Disponible	Tiempo Cal No Programadas	Tiempo Calibraciones No Programadas	Tiempo Total por Técnico	META	TE minutos
VARGAIO2	59	5271	11104	8328.0	-595.0	86	3652.0	8923.0	80.4%	540
ROJASD01	4	249	9504	7128.0	-86.0	138	6965.0	7214.0	75.9%	
ROJASG02	63	7812	11704	8778.0	-234.0	5	1200.0	9012.0	77.0%	420
VILLADO4	43	6422	11029	8271.8	-10.3	22	1860.0	8282.0	75.1%	
JIMENLO3	61	5187	9519	7139.3	-451.3	44	2403.5	7590.5	79.7%	120
VEGAL05	61	4708	9180	6885.0	-780.3	26	2957.3	7665.3	83.5%	120
CHAVEEO5	47	3360	7045	5283.8	-355.3	36	2279.0	5639.0	80.0%	120
<b>TOTAL</b>	<b>338</b>	<b>33009</b>	<b>69085</b>	<b>51813.8</b>	<b>-2512.0</b>	<b>357</b>	<b>21316.8</b>	<b>54325.8</b>	<b>79%</b>	<b>1320</b>

**Apr-18**  
**Overtime Required**  
1.91%

Figura 43. Control de eficiencia y tiempo extra abril 2018

Fuente: elaboración propia.

Los datos en amarillo de la tabla reflejan que la meta del 75 % de eficiencia se pudo cumplir en el mes de abril mediante la implementación de una mejor distribución de cargas de trabajo por parte de los metrólogos y mayor control, además de la consolidar una mejor práctica de documentación de los tiempos de calibración en las órdenes de trabajo. También se muestra el porcentaje de tiempo extra requerido durante el mes, el cual se mantuvo por debajo del 3 %.

Además, se maneja una gráfica de control que sirve de ayuda visual a la hora de asignar las calibraciones no programadas, controlar los tiempos de ejecución y justificar y controlar el tiempo extra requerido durante el mes.

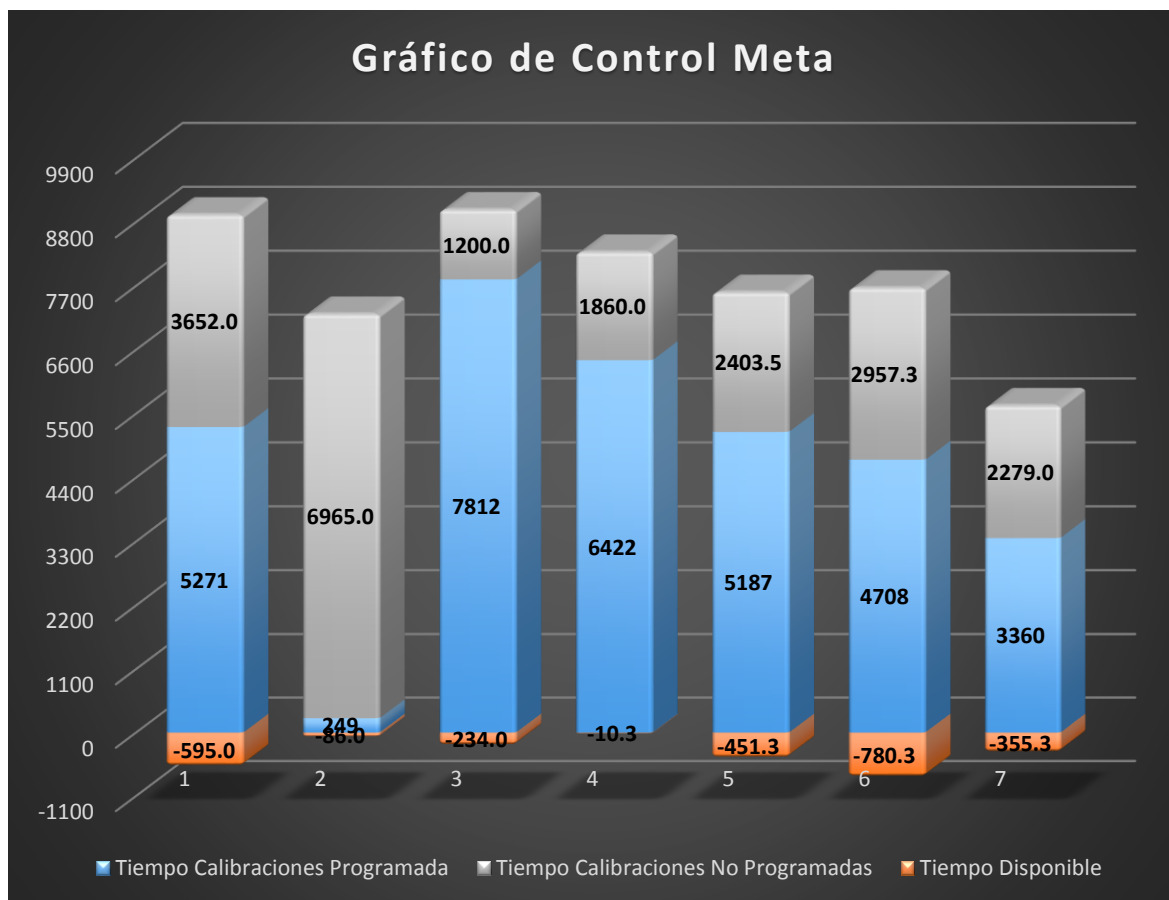


Figura 44. Gráfica de control de meta

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico de control de la meta, el tiempo disponible negativo significa que los técnicos alcanzaron la meta del 75 % y que más bien la excedieron.

Para tener un aproximado de cuánto sería el costo de tiempo extra para la empresa proyectando a los próximos meses, se sacó un promedio de horas de los seis meses previos a la implementación, para dar un valor aproximado de las horas que se invertirán en los próximos meses; además, manteniendo la meta máxima del 3 % como el peor de los casos, se procedió a tabular la información, para luego determinar el ahorro aproximado por concepto de pago de horas extra.

Tabla 43. Comparación del costo de tiempo extra

Mes	Horas Mes	Tiempo Extra	Costo	Mes	Horas Mes	Tiempo Extra Max 2%	Costo
Octubre	1234	65.9	250,420.00	Abril	1201	22.0	83,600.00
Noviembre	1309	45.3	172,254.00	Mayo	1297	25.9	98,597.33
Diciembre	1241	36.2	137,560.00	Junio	1297	25.9	98,597.33
Enero	1411	156.8	595,726.00	Julio	1297	25.9	98,597.33
Febrero	1321	170.9	649,420.00	Agosto	1297	25.9	98,597.33
Marzo	1268	122.0	463,600.00	Setiembre	1297	25.9	98,597.33
<b>Total</b>	<b>7784</b>	<b>597.1</b>	<b>€2,268,980.00</b>	<b>Total</b>	<b>7688</b>	<b>151.7</b>	<b>€576,586.67</b>

Fuente: elaboración propia.

La reducción que tendría el departamento por el pago de horas extra, manteniendo el valor de 3800 colones por hora técnico, sería de aproximadamente €1,692,303.4 para los próximos seis meses.

### 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Las implementaciones realizadas en este proyecto repercutieron en un beneficio económico para el departamento y para la empresa LANDA, pero también requirió de un costo para la elaboración, planeación y ejecución de las tareas descritas en el documento.

El analista invirtió aproximadamente un 30 % de su tiempo laboral en el proyecto durante siete meses, lo que se considera un costo para la empresa; el costo total del proyecto fue de ¢2,100,000 y se desglosó de la siguiente manera mostrada en la tabla 44.

Tabla 44. Costos del proyecto

<b>Costos Analista</b>	<b>Nov 17</b>	<b>Dic 17</b>	<b>Ene 18</b>	<b>Feb 18</b>	<b>Mar 18</b>	<b>Abr 18</b>	<b>May 18</b>
Traslado	¢15,000.0	¢15,000.0	¢15,000.00	¢15,000.0	¢15,000.00	¢15,000.0	¢15,000.0
Alimentación	¢30,000.0	¢30,000.0	¢30,000.0	30,000.0	¢30,000.0	¢30,000.0	¢30,000.0
Salario (horas Analista)	¢255,000.0	¢255,000.0	¢255,000.0	¢255,000.0	¢255,000.0	¢255,000.0	¢255,000.0
<b>Totales</b>	¢300,000.0	¢300,000.0	¢300,000.0	¢300,000.0	¢300,000.0	¢300,000.0	¢300,000.0

Fuente: elaboración propia.

Mientras que este proyecto propone no sobrepasar el 2 % de tiempo extra a partir de la implementación, aunque ya se demostró que mantener esta meta representa un ahorro comparándolo con los meses anteriores, el pago de horas extra no es una situación deseable para cualquier compañía, porque representa un gasto. Por lo tanto, se van a colocar estos montos promediados, como los egresos durante un periodo de 12 meses, según se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Egresos 12 meses

Mes	Monto
Abr 18	₡ 83,600.00
May 18	₡96,097.78
Jun 18	₡96,097.78
Ago 18	₡96,097.78
Set 18	₡96,097.78
Oct 18	₡96,097.78
Nov 18	₡96,097.78
Dic 18	₡96,097.78
Ene 18	₡96,097.78
Feb 18	₡96,097.78
Mar 18	₡96,097.78
Abr 18	₡96,097.78

Fuente: elaboración propia.

Mientras que los ingresos serían el ahorro por concepto de no contratar un técnico para inspeccionar FAIs y también la posibilidad de tener una mejor

productividad en el dispositivo “Dos Diamantes”. Ambos casos se van a evaluar separadamente para mostrar cuánto sería el beneficio de cada uno de ellos. El análisis se realizó para 12 y 24 meses, donde la empresa como política tiene que en un periodo máximo de dos años se pague la inversión inicial.

Esta sería la representación de los ingresos del caso 1, mostrada en la tabla 46.

Tabla 46. Ahorro por no contratar técnico para FAIs

Mes	Monto	Flujo Neto de Efectivo
Abr 18	₡ 500,000.00	₡ 416,400.00
May 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Jun 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Ago 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Set 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Oct 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Nov 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Dic 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Ene 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Feb 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Mar 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67
Abr 18	₡ 500,000.00	₡ 401,402.67

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los datos del flujo neto de efectivo que sería la resta de los ingresos menos los egresos para el periodo de un año, se procedió a calcular el

valor actual neto, la tasa interna de retorno para determinar la viabilidad del proyecto y el periodo de recuperación.

Utilizando una tasa de descuento del 8 % (inversión segura) y una TMAR de un 15 % (determinada por la compañía), los resultados fueron los mostrados en la tabla 47 para el primer caso.

Tabla 47. Análisis económico caso 1

12 meses	24 meses
VAN = ¢1,086,483.16	VAN = ¢6,875,242.25
TIR = 17%	TIR = 221%
PR = 6 meses	PR = 6 meses

Fuente: elaboración propia.

Los resultados confirman que, en un período de 12 meses, el beneficio económico del caso 1 recuperaría la inversión en 6 meses y la TIR sería mayor a la TMAR, por lo que el proyecto es rentable.

Para el caso 2 *Mayor disponibilidad de horas para la producción del dispositivo Dos Diamantes*, se asume que el tiempo en el que se liberan los equipos para producción, debido a la reducción de la frecuencia de calibraciones,

va a generar un aumento en la capacidad de producción de dispositivos, por lo que hay mayor posibilidad de poner el producto en el mercado; tomando en cuenta este escenario, este sería el detalle de Ingresos para el caso 2 mostrado en la tabla 48.

Tabla 48. Ingresos por mayor productividad

Mes	Monto	Flujo Neto de Efectivo
Abr 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,249,733.00
May 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Jun 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Ago 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Set 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Oct 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Nov 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Dic 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Ene 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Feb 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Mar 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67
Abr 18	₪ 8,333,333.00	₪ 8,234,735.67

Fuente: elaboración propia.

Utilizando los mismos criterios del caso anterior, los resultados fueron los siguientes para el segundo caso, mostrados en la tabla 48.

Tabla 49. Análisis económico caso 2

12 meses	24 meses
VAN = ¢62,999,392.07	VAN = ¢181,755,207.37
TIR = 393%	TIR = 5089%
PR= 1 mes	PR = 1 mes

Fuente: elaboración propia.

En el caso de mayor tiempo para producción, la inversión generaría una ganancia de ¢62,999,392.07 para la empresa por encima de la rentabilidad exigida en un período de 12 meses y en 24 meses sería un total de ¢181,755,207.37.

**CAPÍTULO VI:**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones que obtuvo el analista del proyecto de tesis se enumeran de la siguiente manera:

1. Se realizó un estudio de tiempos abarcando las magnitudes de calibración más representativas de la empresa Landa. Donde se demostró una diferencia de aproximadamente 3 % entre lo que documentaban los técnicos y lo que dura el proceso de calibración.
2. Se identificaron como las principales causas del problema la ausencia de meta de eficiencia, mala distribución de las cargas de trabajo y la poca disponibilidad de los equipos.
3. Con una mejor distribución de trabajo para los técnicos del departamento, no se requirió contratar a un nuevo técnico; como se tenía previsto antes de la culminación del proyecto.

4. Los resultados del análisis estadístico para la reducción de intervalos en los equipos demostraron que 112 equipos presentaron poca deriva durante sus calibraciones y se pudo extender el período de calibración.
  
5. El análisis económico demostró que el VAN del proyecto para el caso 1 es de ¢1,086,483.16 y para el caso 2 es de ¢62,999,392.07, en un período de 12 meses. El retorno de la inversión inicial se estaría cumpliendo antes del periodo máximo estipulado por la compañía.
  
6. La implementación de una herramienta desarrollada en este proyecto permite realizar un balance de cargas de trabajo de los técnicos apropiado que permitió reducir/eliminar las extras en un máximo de 2 % al mes siguiente de la implementación.

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. Evaluar periódicamente la meta de eficiencia y actualizarla con base en la situación actual del departamento.
2. Hay oportunidad de mejora en el manejo de los equipos que entran y salen del laboratorio, así como los periodos de entrega mediante herramientas Lean.
3. Evaluar la posibilidad de abarcar más equipos para el análisis de reducción de intervalos de calibración, ya que pueden generar beneficios económicos importantes (miles \$).
4. Llevar cartas de control de los equipos para poder realizar el análisis de intervalos de calibración de una manera más sencilla.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Blank, L. y Tarquin, A. (2012). *Ingeniería Económica*. 7° ed. México: McGraw-Hill.
- Bolaños, M. (2014). *Estudio para el mejoramiento de la gestión de inspección de materia prima en el departamento de Incoming, Allergan Medical Costa Rica*. (Tesis inédita de Bachillerato). Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.
- Chacón, D. (2017). *Análisis y mejora para aumentar la capacidad de producción en el proceso de reparación de medidores, en el laboratorio Nacional de medidores*. (Tesis inédita de Bachillerato). Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.
- International Laboratory Accreditation Cooperation. (2007). *Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments*. Recuperado de <http://www.isobudgets.com/pdf/calibration-interval-analysis/ILAC-G24-2007-guidelines-for-the-determination-of-calibration-intervals-of-measuring-instruments.pdf>
- Jiménez, M. (2016). *Desarrollo de un plan de mejora de productividad en el laboratorio de Incoming Quality en Hospira Costa Rica*. (Tesis inédita de Bachillerato). Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.
- López, M., Martínez, G., Quirós, A. y Sosa, J. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *Revista El Buzón de Pacioli, Número Especial 74*. Recuperado de [http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/21.-\\_balanceo\\_de\\_lineas\\_utilizando\\_herramientas\\_de\\_manufactura\\_esbelta.pdf](http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/21.-_balanceo_de_lineas_utilizando_herramientas_de_manufactura_esbelta.pdf)
- López, J. (2014). *Estudio del trabajo: una nueva visión*. México. Grupo Editorial Patria.

- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos y Estándares y Diseño de Trabajo*. 12° ed. México: McGraw-Hill.
- Salazar, B. (2016). *Herramientas para el estudio de tiempos*. Recuperado de [www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/](http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/)
- Sashkin, M. (1996). *El Cuestionario MbM*. 3.ed. Recuperado de [http://horarioscentros.uned.es/archivos\\_publicos/qdocente\\_planes/676898/cuestionariombmmaslow.pdf](http://horarioscentros.uned.es/archivos_publicos/qdocente_planes/676898/cuestionariombmmaslow.pdf)
- Spiegel, M. y Stephens, L. (2005). *Estadística*. 4° ed. México: McGraw-Hill.
- Uline.mx. (s.f.). *Cronómetros*. Recuperado de [https://es.uline.mx/BL\\_1474/Stopwatches](https://es.uline.mx/BL_1474/Stopwatches)
- Universidad de Buenos Aires. (2018). *Tabla T Student*. Departamento de Matemática. Recuperado de [http://cms.dm.uba.ar/academico/materias/1ercuat2015/probabilidades\\_y\\_estadistica\\_C/tabla\\_tstudent.pdf](http://cms.dm.uba.ar/academico/materias/1ercuat2015/probabilidades_y_estadistica_C/tabla_tstudent.pdf)
- Wortman, B. (2014). *CSSGB PRIMER. Quality Council of Indiana*. 3era. ed. USA.

## **GLOSARIO**

### Calibración

La calibración es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar), 78

### Cardiovascular

Es un adjetivo que se utiliza en el ámbito de la medicina para hacer mención de aquello que vinculado al sistema circulatorio y corazón, 23

### Equipos patrón

Un patrón es algo que se puede utilizar para comparar un instrumento calibrado, 77

### Fibrilación auricular, 23

La FA es una enfermedad que se caracteriza por latidos auriculares descoordinados y desorganizados, produciendo un ritmo cardíaco rápido e irregular, 23

## Metrólogos

La metrología que estudia las mediciones de las magnitudes garantizando su normalización mediante la trazabilidad. Acorta la incertidumbre en las medidas mediante un campo de tolerancia., 26

## Neuromodulación

Es una técnica que se emplea para aumentar o disminuir la excitabilidad de una neurona o de un grupo de neuronas a través de un electrodo de estimulación o de un catéter que lleva un producto medicamentoso, 23

## Resincronizadores terapéuticos

Tratamiento de resincronización cardíaca (TRC), a veces denominado estimulación eléctrica biventricular, es útil si los impulsos eléctricos que controlan la contracción y relajación del músculo cardíaco no se desplazan por el corazón de una manera rápida y uniforme., 23

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Encuestas MbM

### Encuesta MbM 1

1	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	2	<b>C = 1</b> B = 2 P = 3 S = 4 N = 5	3	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	4	<b>C = 5</b> B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1
5	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>	6	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	7	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	8	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1
9	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5	11	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5
13	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	14	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	15	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	16	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	18	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	19	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5
<b>19</b>		<b>16</b>		<b>23</b>		<b>21</b>	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

## Encuesta MbM 2

1	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	2	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	3	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	4	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
5	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>	6	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1	7	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	8	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
9	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	11	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>
13	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	14	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	15	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	16	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	18	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	19	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5
22		16		21		24	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

## Encuesta MbM 3

1	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	2	C = 1 <b>B = 2</b> P = 3 S = 4 N = 5	3	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	4	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
5	C = 1 <b>B = 2</b> P = 3 S = 4 N = 5	6	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	7	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	8	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
9	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	<b>C = 1</b> B = 2 P = 3 S = 4 N = 5	11	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	12	<b>C = 1</b> B = 2 P = 3 S = 4 N = 5
13	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	14	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	15	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	16	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	18	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	19	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 <b>B = 2</b> P = 3 S = 4 N = 5
20		14		22		18	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

## Encuesta MbM 4

1	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	2	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	3	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1	4	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
5	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>	6	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1	7	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	8	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1
9	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	11	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5
13	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	14	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	15	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	16	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1	18	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	19	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>
19		15		18		22	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

## Encuesta MbM 5

1	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	2	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	3	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 <b>N = 1</b>	4	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
5	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	6	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1	7	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	8	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
9	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5	11	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>
13	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	14	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	15	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	16	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1	18	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	19	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5
15		17		19		24	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

## Encuesta MbM 6

1	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	2	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	3	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	4	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
5	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5	6	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	7	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	8	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
9	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	11	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>
13	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	14	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	15	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	16	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	18	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	19	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 P = 3 <b>S = 4</b> N = 5
20		16		19		23	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	

## Encuesta MbM 7

1	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	2	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	3	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	4	C = 5 B = 4 P = 3 <b>S = 2</b> N = 1
5	C = 1 <b>B = 2</b> P = 3 S = 4 N = 5	6	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	7	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	8	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
9	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	10	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5	11	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	12	C = 1 B = 2 P = 3 S = 4 <b>N = 5</b>
13	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	14	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	15	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	16	C = 5 B = 4 P = 3 S = 2 N = 1
17	C = 5 <b>B = 4</b> P = 3 S = 2 N = 1	18	<b>C = 5</b> B = 4 P = 3 S = 2 N = 1	19	C = 5 B = 4 <b>P = 3</b> S = 2 N = 1	20	C = 1 B = 2 <b>P = 3</b> S = 4 N = 5
20		18		20		20	
Necesidades de Protección y seguridad		Necesidades sociales y de pertenencia		Necesidades de autoestima		Necesidades de autorrealización	



### Anexo 3. Tamaños de muestra

<b>Calibrador Digital</b>		
<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3370	<b>Promedio</b>	3575.0
3380	<b>Desviación</b>	231.1204592
3785	<b>Población</b>	17
3765	<b>T de alfa</b>	2.1199
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>7.5</b>

<b>Multímetro</b>		
<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3060	<b>Promedio</b>	3003.3
3085	<b>Desviación</b>	120.4505431
2865	<b>Población</b>	10
	<b>T de alfa</b>	2.2622
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>3.3</b>

<b>Hornos de Covección</b>		
<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
8879	<b>Promedio</b>	8656.25
8577	<b>Desviación</b>	353.9673949
8191	<b>Población</b>	15
8978	<b>T de alfa</b>	2.1448
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>3.1</b>

---

**Ring gage**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
1813	<b>Promedio</b>	1912.8
1858	<b>Desviación</b>	91.43804824
1980	<b>Población</b>	26
2000	<b>T de alfa</b>	2.0595
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>3.9</b>

---



---

**Soldering Station**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
2888	<b>Promedio</b>	2739.5
2670	<b>Desviación</b>	129.1033178
2600	<b>Población</b>	10
2800	<b>T de alfa</b>	2.2622
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>4.5</b>

---



---

**Controlador de Temperatura**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3240	<b>Promedio</b>	3095.3
3229	<b>Desviación</b>	203.6670076
3109	<b>Población</b>	18
2803	<b>T de alfa</b>	2.1098
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>7.7</b>

---

---

**Dispensador**

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3380	<b>Promedio</b>	3164.5
3178	<b>Desviación</b>	164.6136892
2985	<b>Población</b>	12
3115	<b>T de alfa</b>	2.201
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>5.2</b>

---

**Manómetro de Presión**

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3307	<b>Promedio</b>	3388.3
3331	<b>Desviación</b>	120.6869228
3527	<b>Población</b>	10
	<b>T de alfa</b>	2.2622
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>2.6</b>

---

**Indicadores de Temperatura**

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
7155	<b>Promedio</b>	7319.7
7240	<b>Desviación</b>	215.8247746
7564	<b>Población</b>	15
	<b>T de alfa</b>	2.1448
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>1.6</b>

---

**Monitoreo de Temperatura**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
10212	<b>Promedio</b>	9828.8
10324	<b>Desviación</b>	512.502
9319	<b>Población</b>	18
9460	<b>T de alfa</b>	2.1098
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>4.8</b>

---



---

**Manómetro de Presión Diferencial**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
7277	<b>Promedio</b>	6972.0
7326	<b>Desviación</b>	381.4822
6619	<b>Población</b>	10
6666	<b>T de alfa</b>	2.2622
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>6.1</b>

---



---

**Fixture de Inspección**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
1977	<b>Promedio</b>	2044.8
1968	<b>Desviación</b>	83.9062
2107	<b>Población</b>	31
2127	<b>T de alfa</b>	2.0423
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>2.8</b>

---

---

**Fixture de Corte**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
2287	<b>Promedio</b>	2417.5
2322	<b>Desviación</b>	131.4039573
2523	<b>Población</b>	12
2538	<b>T de alfa</b>	2.201
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>5.7</b>

---



---

**Microscopio**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
2856	<b>Promedio</b>	2866.0
2980	<b>Desviación</b>	84.1466973
2851	<b>Población</b>	10
2777	<b>T de alfa</b>	2.1199
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>1.5</b>

---



---

**Máquinas de Unión**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
3471	<b>Promedio</b>	3460.3
3560	<b>Desviación</b>	105.4056
3350	<b>Población</b>	12
	<b>T de alfa</b>	2.201
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>1.8</b>

---

---

**Sistema de Medición de Fuerza**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
8571	<b>Promedio</b>	8807.3
8855	<b>Desviación</b>	199.9706
8753	<b>Población</b>	12
9050	<b>T de alfa</b>	2.201
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>1.0</b>

---

**Balanza Analítica**


---

<b>T Observado</b>	<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
7290	<b>Promedio</b>	6993.7
6911	<b>Desviación</b>	264.8591
6780	<b>Población</b>	12
	<b>T de alfa</b>	2.201
	<b>Error</b>	0.05
	<b>Tamaño N</b>	<b>2.8</b>

---

## Anexo 4. Estudio de tiempos

### Digital Caliper

Equipo: Calibrador Digital						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A				
Observación:						Observador:			Hoja n°: 1 De: 2				
									Analista: Alberto Llubere				
Caliper ID: 99580		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 7	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>90</b>	600	<b>540</b>	90	600	<b>540</b>	90	1450	<b>1305</b>	90	720	<b>648</b>
Caliper ID: 99572		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 7	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>90</b>	510	<b>459</b>	90	620	<b>558</b>	90	1550	<b>1395</b>	90	700	<b>630</b>
Caliper ID: 181493		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 3	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>85</b>	560	<b>476</b>	85	550	<b>468</b>	85	1920	<b>1632</b>	85	755	<b>642</b>
Caliper ID: 181493		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 3	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>85</b>	560	<b>476</b>	85	560	<b>476</b>	85	1890	<b>1607</b>	85	755	<b>642</b>
Caliper ID: 202722		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 2	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	525	<b>525</b>	100	480	<b>480</b>	100	1650	<b>1650</b>	100	600	<b>600</b>
Caliper ID: 99576		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 2	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	495	495	<b>100</b>	485	485	<b>100</b>	1875	1875	<b>100</b>	650	650
Caliper ID: 12158		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 1	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	530	<b>530</b>	100	450	<b>450</b>	100	1790	<b>1790</b>	100	540	<b>540</b>
Caliper ID: 12162		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 1	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	535	<b>535</b>	100	450	<b>450</b>	100	1900	<b>1900</b>	100	560	<b>560</b>

Análisis para determinar el tiempo estándar

<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>				
Resumen	Preparación de la hoja de cálculo y equipos patrón	Traslado y set up inicial	Ejecución de la calibración	Cierre de orden de trabajo
TO Total	4315	4195	14025	5280
Calificación	94	94	94	94
TN Total	4036	3907	13154	4912
TN Promedio	505	488	1644	614
% Suplementos	N/A	N/A	N/A	N/A
Tiempo Estándar	505	488	1644	614
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>			<b>54</b>	

## Ring Gage

Equipo: <b>Ring gage</b>					Fecha: 01-02-18 to 28-02-18				Diagrama: N/A							
Observación:					Observador:				Hoja n°: 1 De: 1							
									Analista: Alberto Llubere							
Ring gage ID: 188278		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	470	<b>423</b>	90	377	<b>339</b>	90	326	<b>293</b>	90	640	<b>576</b>			
Ring gage ID: 42659		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	485	<b>437</b>	90	325	<b>293</b>	90	388	<b>349</b>	90	660	<b>594</b>			
Ring gage ID: 14652		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	420	<b>420</b>	100	600	<b>600</b>	100	360	<b>360</b>	100	600	<b>600</b>			
Ring gage ID: 14656		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	420	<b>420</b>	100	600	<b>600</b>	10	380	<b>38</b>	100	600	<b>600</b>			
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>																
<b>Resumen</b>																
TO Total		1795			1902			1454			2500					
Calificación		95			95			73			95					
TN Total		1700			1832			1041			2370					
TN Promedio		425			458			260			593					
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A					
Tiempo Estándar		425			458			260			593					
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>									<b>29</b>							

## Dispensadores

										Fecha: 01-02-18 to 28-02-18	Diagrama: N/A				
Observación:										Observador:				Hoja n°: 1 De: 2	
										Analista: Alberto Llubere					
Dispensador ID: 15464		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	490	<b>441</b>	90	540	<b>486</b>	90	1750	<b>1575</b>	90	600	<b>540</b>		
Dispensador ID: 26422		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	510	<b>459</b>	90	540	<b>486</b>	90	1578	<b>1420</b>	90	550	<b>495</b>		
Dispensador ID: 13670		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	440	<b>440</b>	100	570	<b>570</b>	100	1375	<b>1375</b>	100	600	<b>600</b>		
Dispensador ID: 60107		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	460	<b>460</b>	100	570	<b>570</b>	100	1560	<b>1560</b>	100	525	<b>525</b>		
Dispensador ID: 15464		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	490	<b>441</b>	90	490	<b>441</b>	90	1700	<b>1530</b>	90	600	<b>540</b>		
Dispensador ID: 13673		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	500	<b>450</b>	90	490	<b>441</b>	90	1790	<b>1611</b>	90	550	<b>495</b>		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>															
<b>Resumen</b>															
TO Total		2890			3200			9753		3425					
Calificación		93			93			93		93					
TN Total		2691			2994			9071		3195					
TN Promedio		449			499			1512		533					
% Suplementos		N/A			N/A			N/A		N/A					
Tiempo Estándar		449			499			1512		533					
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>										<b>50</b>					

## Multimetro

Equipo: Multimetro					Fecha: 01-02-18 to 28-02-18					Diagrama: N/A					
Observación:					Observador:					Hoja n°: 1 De: 1					
										Analista: Alberto Llubere					
Multimetro ID: 14922		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	490	<b>441</b>	90	470	<b>423</b>	90	1500	<b>1350</b>	90	600	<b>540</b>		
Multimetro ID: 11825		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	485	<b>437</b>	90	450	<b>405</b>	90	1600	<b>1440</b>	90	550	<b>495</b>		
Multimetro ID: 11846		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 6</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	440	<b>396</b>	90	450	<b>405</b>	90	1375	<b>1238</b>	90	600	<b>540</b>		
Multimetro ID: 14925		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 6</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	510	<b>459</b>	90	477	<b>429</b>	90	1450	<b>1305</b>	90	571	<b>514</b>		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>															
Resumen	Preparación de la hoja de cálculo y equipos patron				Traslado y set up inicial				Ejecución de la calibración				Cierre de orden de trabajo		
TO Total	1925				1847				5925				2321		
Calificación	90				90				90				90		
TN Total	1733				1662				5333				2089		
TN Promedio	433				416				1333				522		
% Suplementos	N/A				N/A				N/A				N/A		
Tiempo Estándar	433				416				1333				522		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>									<b>45</b>						

## Soldering Station

Equipo: Soldering Dispensador Station					Fecha: 01-02-18 to 28-02-18					Diagrama: N/A					
Observación:					Observador:					Hoja n°: 1 De: 1					
										Analista: Alberto Llubere					
Soldering ID: 26494		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	590	<b>531</b>	90	588	<b>529</b>	90	1110	<b>999</b>	90	600	<b>540</b>		
Soldering ID: 10286		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	455	<b>432</b>	95	660	<b>627</b>	95	1005	<b>955</b>	95	550	<b>523</b>		
Soldering ID: 10295		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	440	<b>418</b>	95	600	<b>570</b>	95	990	<b>941</b>	95	570	<b>542</b>		
Soldering ID: 26494		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 7</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	590	<b>531</b>	90	588	<b>529</b>	90	1110	<b>999</b>	90	600	<b>540</b>		
Soldering ID: 18236		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	510	<b>485</b>	95	555	<b>527</b>	95	1155	<b>1097</b>	95	580	<b>551</b>		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>															
Resumen		Preparación de la hoja de cálculo y equipos patron				Traslado y set up inicial			Ejecución de la calibración			Cierre de orden de trabajo			
TO Total		1995				2403			4260			2300			
Calificación		94				94			94			94			
TN Total		1866				2253			3992			2155			
TN Promedio		466				563			998			539			
% Suplementos		N/A				N/A			N/A			N/A			
Tiempo Estándar		466				563			998			539			
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>									<b>43</b>						

## Hornos de Convección

Equipo: Hornos de Convección						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A							
Observación: Hornos de Conveccion						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1							
									Analista: Alberto Llubere							
ID: 36639		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
		90	543	489	90	545	491	90	7202	6482	90	589	530			
ID: 61433		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
		90	543	489	90	545	491	90	6880	6192	90	609	548			
ID: 38304		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
		85	622	529	85	490	417	85	6500	5525	85	579	492			
ID: 202375		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
		90	570	513	90	499	449	90	7289	6560	90	620	558			
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>																
Resumen		Preparación de la hoja de cálculo y equipos patron				Traslado y set up inicial			Ejecución de la calibración			Cierre de orden de trabajo				
TO Total		2278				2079			27871			2397				
Calificación		89				89			89			89				
TN Total		2019				1847			24759			2128				
TN Promedio		505				462			6190			532				
% Suplementos		N/A				N/A			N/A			N/A				
Tiempo Estándar		505				462			6190			532				
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>									<b>128</b>							

## Controlador de Temperatura

Equipo: Controlador de Temperatura				Fecha: 01-02-18 to 28-02-18				Diagrama: N/A					
Observación: Controlador de Temperatura				Observador:				Hoja n°: 1 De: 1					
								Analista: Alberto Llubere					
ID: 178150		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>90</b>	529	<b>476</b>	90	420	<b>378</b>	90	1690	<b>1521</b>	90	601	<b>541</b>
ID: 178151		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	610	<b>610</b>	100	496	<b>496</b>	100	1499	<b>1499</b>	100	624	<b>624</b>
ID: 42145		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		90	615	554	90	600	540	90	1289	1160	90	605	544.5
ID: 73157		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	470	470	<b>100</b>	402	402	<b>100</b>	1381	1381	<b>100</b>	550	550
ID: 60399		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	470	470	<b>100</b>	402	402	<b>100</b>	2119	2119	<b>100</b>	549	549
ID: 178437		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	521	521	<b>100</b>	470	470	<b>100</b>	1460	1460	<b>100</b>	590	590
ID: 22994		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>90</b>	421	379	<b>90</b>	498	448	<b>90</b>	1528	1375	<b>90</b>	523	470.7
ID: 178191		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	500	500	<b>100</b>	509	509	<b>100</b>	1504	1504	<b>100</b>	550	550

<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>				
<b>Resumen</b>				
TO Total	4136	3797	12470	4592
Calificación	96	96	96	96
TN Total	3980	3645	12019	4419
TN Promedio	497	456	1502	552
% Suplementos	N/A	N/A	N/A	N/A
Tiempo Estándar	497	456	1502	552
<b>Tiempo Estándar Total</b>			<b>50</b>	

## Indicadores de Temperatura

Equipo: Indicadores de Temperatura						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A							
Observación: Indicadores de Temperatura						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1							
									Analista: Alberto Llubere							
ID: 202762		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	623	<b>530</b>	85	325	<b>276</b>	85	5667	<b>4817</b>	85	540	<b>459</b>			
ID: 202764		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	623	<b>530</b>	85	325	<b>276</b>	85	5667	<b>4817</b>	85	625	<b>531</b>			
ID: 73910		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración			4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)			
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	588	<b>559</b>	95	556	<b>528</b>	95	5931	<b>5634</b>	95	489	<b>465</b>			
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>																
<b>Resumen</b>																
TO Total		1834			1206			17265			1654					
Calificación		88			88			88			88					
TN Total		1618			1081			15268			1455					
TN Promedio		539			360			5089			485					
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A					
Tiempo Estándar		539			360			5089			485					
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>								<b>108</b>								

## Monitoreo de Temperatura

Equipo: Monitoreo de Temperatura							Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A				
Observación: Monitoreo de Temperatura							Observador:			Hoja n°: 1 De: 1				
										Analista: Alberto Llubere				
ID: 150025		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo		
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	
<b>Tec 5</b>	1	95	610	580	95	1700	1615	95	7301	6936	95	601	571	
ID: 150026		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo		
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	
<b>Tec 5</b>	1	95	610	580	95	1850	1758	95	7301	6936	95	563	535	
ID: 150636		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo		
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	
<b>Tec 3</b>	1	85	589	501	85	1000	850	85	7129	6060	85	601	511	
ID: 178122		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo		
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	
<b>Tec 3</b>	1	85	589	501	85	1170	995	85	7129	6060	85	572	486	
ID: 60399		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo		
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	
<b>Tec 3</b>	1	85	589	501	85	1290	1097	85	7129	6060	85	588	500	
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>														
<b>Resumen</b>														
TO Total		2987			7010			35989			2925			
Calificación		89			89			89			89			
TN Total		2661			6314			32051			2603			
TN Promedio		532			1263			6410			521			
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A			
Tiempo Estándar		532			1263			6410			521			
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>								<b>145</b>						

## Manómetros de Presión

Equipo: Manómetro de Presión Diferencial							Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A					
Observación: Manómetro de Presión Diferencial							Observador:			Hoja n°: 1 De: 1					
							Analista: Alberto Llubere								
ID: 11168		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	650	<b>553</b>	85	862	<b>733</b>	85	5150	<b>4378</b>	85	615	<b>523</b>		
ID: 11166		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	650	<b>553</b>	85	877	<b>745</b>	85	5189	<b>4411</b>	85	610	<b>519</b>		
ID: 99322		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	590	<b>561</b>	95	825	<b>784</b>	95	4602	<b>4372</b>	95	602	<b>572</b>		
ID: 202411		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	590	<b>561</b>	95	851	<b>808</b>	95	4626	<b>4395</b>	95	599	<b>569</b>		
ID: 202300		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	612	<b>520</b>	85	838	<b>712</b>	85	5020	<b>4267</b>	85	591	<b>502</b>		
ID: 91661		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	612	<b>520</b>	85	881	<b>749</b>	85	5110	<b>4344</b>	85	601	<b>511</b>		
ID: 11159		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	629	<b>598</b>	95	891	<b>846</b>	95	4632	<b>4400</b>	95	623	<b>592</b>		

<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>				
<b>Resumen</b>				
TO Total	4333	6025	34329	4241
Calificación	89	89	89	89
TN Total	3864	5378	30566	3787
TN Promedio	552	768	4367	541
% Suplementos	N/A	N/A	N/A	N/A
Tiempo Estándar	552	768	4367	541
<b>Tiempo Estándar Total</b>			<b>104</b>	

## Manómetros de Presión

Equipo: Manómetro de Presión						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A				
Observación:						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1				
									Analista: Alberto Llubere				
ID: 88188		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 1	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	401	<b>401</b>	100	601	<b>601</b>	100	1803	<b>1803</b>	100	502	<b>502</b>
ID: 88273		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 1	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	401	<b>401</b>	100	671	<b>671</b>	100	1770	<b>1770</b>	100	489	<b>489</b>
ID: 168841		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 6	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>90</b>	512	<b>461</b>	90	815	<b>734</b>	90	1630	<b>1467</b>	90	570	<b>513</b>
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>													
<b>Resumen</b>													
TO Total		1314			2087			5203			1561		
Calificación		97			97			97			97		
TN Total		1263			2006			5040			1504		
TN Promedio		421			669			1680			501		
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A		
Tiempo Estándar		421			669			1680			501		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>								<b>55</b>					

## Fixture de Inspección

Equipo: Fixture de Inspección						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A				
Observación: Fixture de Inspección						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1				
									Analista: Alberto Llubere				
ID: 42260		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	449	<b>449</b>	100	310	<b>310</b>	100	740	<b>740</b>	100	478	<b>478</b>
ID: 42229		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	449	<b>449</b>	100	310	<b>310</b>	100	711	<b>856</b>	100	498	<b>498</b>
ID: 168841		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 4</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	522	<b>522</b>	100	349	<b>349</b>	100	736	<b>736</b>	100	500	<b>500</b>
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>													
<b>Resumen</b>													
TO Total	1420			969			2187			1476			
Calificación	100			100			100			100			
TN Total	1420			969			2332			1476			
TN Promedio	473			323			777			492			
% Suplementos	N/A			N/A			N/A			N/A			
Tiempo Estándar	473			323			777			492			
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>									<b>34</b>				

## Microscopio

Equipo: Microscopio						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A						
Observación: Microscopio						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1						
									Analista: Alberto Llubere						
ID: 10840		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	521	<b>443</b>	85	616	<b>524</b>	85	1099	<b>934</b>	85	620	<b>527</b>		
ID: 13647		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	521	<b>443</b>	85	616	<b>524</b>	85	1198	<b>856</b>	85	645	<b>548</b>		
ID: 150333		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	508	<b>483</b>	95	578	<b>549</b>	95	1090	<b>1036</b>	95	675	<b>641</b>		
ID: 149938		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up inicial			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)		
<b>Tec 5</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	508	<b>483</b>	95	578	<b>549</b>	95	1145	<b>1088</b>	95	546	<b>519</b>		
ID: 202300		1	Preparación datos y equipos			2	Traslado y set up del equipo			3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>															
<b>Resumen</b>															
TO Total		2058			2388			4532			2486				
Calificación		90			90			90			90				
TN Total		1851			2145			3913			2235				
TN Promedio		463			536			978			559				
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A				
Tiempo Estándar		463			536			978			559				
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>									<b>42</b>						

## Fixture de Corte

Equipo: Fixture de Corte					Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A					
Observación: Fixture de Corte					Observador:			Hoja n°: 1 De: 1					
								Analista: Alberto Llubere					
ID: 90555		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	450	<b>383</b>	85	341	<b>290</b>	85	975	<b>829</b>	85	521	<b>443</b>
ID: 90552		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	450	<b>383</b>	85	341	<b>290</b>	85	960	<b>856</b>	85	571	<b>485</b>
ID: 11180		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 6</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	510	<b>459</b>	90	402	<b>362</b>	90	1101	<b>991</b>	90	510	<b>459</b>
ID: 11178		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 6</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	510	<b>459</b>	90	402	<b>362</b>	90	1100	<b>990</b>	90	526	<b>473</b>
ID: 11179		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 6</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	510	<b>459</b>	90	402	<b>362</b>	90	1081	<b>973</b>	90	521	<b>469</b>
ID: 90559		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 3</b>	<b>1</b>	<b>85</b>	471	<b>400</b>	85	340	<b>289</b>	85	934	<b>856</b>	85	533	<b>453</b>
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>													
<b>Resumen</b>													
TO Total		2901			2228			6151			3182		
Calificación		88			88			88			88		
TN Total		2542			1954			5495			2783		
TN Promedio		424			326			916			464		
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A		
Tiempo Estándar		424			326			916			464		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>								<b>35</b>					

## Sistema de Medición de Tensión

Equipo: Sistema de Medición de Tensión					Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A					
Observación:					Observador:			Hoja n°: 1 De: 1					
								Analista: Alberto Llubere					
ID: 159719		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 5	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>95</b>	610	<b>580</b>	95	902	<b>857</b>	95	6509	<b>6184</b>	95	550	<b>523</b>
ID: 12257		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 3	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>85</b>	623	<b>530</b>	85	1109	<b>943</b>	85	6523	<b>856</b>	85	600	<b>510</b>
ID: 11180		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 4	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>100</b>	517	<b>517</b>	100	777	<b>777</b>	100	6969	<b>6969</b>	100	490	<b>490</b>
ID: 11178		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota Tec 5	Ciclo 1	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
		<b>95</b>	634	<b>602</b>	95	1068	<b>1015</b>	95	6798	<b>6458</b>	95	550	<b>523</b>
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>													
<b>Resumen</b>													
TO Total		2384			3856			26799			2190		
Calificación		94			94			94			94		
TN Total		2228			3591			20467			2045		
TN Promedio		557			898			5117			511		
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A		
Tiempo Estándar		557			898			5117			511		
<b>Tiempo Estándar Total</b>								<b>118</b>					

## Balanza Analítica

Equipo: Balanza Analítica						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A				
Observación: Masa/Fuerza						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1				
									Analista: Alberto Llubere				
ID: 73880		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 5</b>	1	95	510	519	95	539	512	95	5720	5434	95	521	495
ID: 187194		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 5</b>	1	95	479	587	95	565	537	95	5300	5035	95	567	539
ID: 202473		1	Preparación datos y equipos		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 4</b>	1	100	423	567	100	476	476	100	5310	5310	100	571	571
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>													
<b>Resumen</b>													
TO Total		1412			1580			16330			1659		
Calificación		97			97			97			97		
TN Total		1673			1525			15779			1605		
TN Promedio		558			508			5260			535		
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A		
Tiempo Estándar		558			508			5260			535		
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>								<b>114</b>					

## Máquinas de Unión

Equipo: Máquinas de Unión						Fecha: 01-02-18 to 28-02-18			Diagrama: N/A				
Observación: Máquinas de Unión						Observador:			Hoja n°: 1 De: 1				
									Analista: Alberto Llubere				
ID: 73880		1	Preparación de la hoja de Cálculo y Equipos Patron		2	Traslado y set up del equipo		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 6</b>	1	<b>90</b>	561	<b>519</b>	90	501	<b>451</b>	90	1921	<b>1729</b>	90	488	<b>439</b>
ID: 187194		1	Preparación de la hoja de Cálculo y Equipos Patron		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 6</b>	1	<b>90</b>	561	<b>587</b>	90	501	<b>451</b>	90	1979	<b>1781</b>	90	519	<b>467</b>
ID: 202473		1	Preparación de la hoja de Cálculo y Equipos Patron		2	Traslado y set up inicial		3	Ejecución de la calibración		4	Cierre de orden de trabajo	
Nota	Ciclo	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)	C (%)	TO (seg)	TN (seg)
<b>Tec 4</b>	1	<b>100</b>	489	<b>567</b>	100	423	<b>423</b>	100	1938	<b>1938</b>	100	500	<b>500</b>
<b>Tiempo Estándar Total (Suma de tiempo estándar de todos los elementos)</b>													
<b>Resumen</b>													
TO Total		1611			1425			5838			1507		
Calificación		93			93			93			93		
TN Total		1673			1325			5448			1406		
TN Promedio		558			442			1816			469		
% Suplementos		N/A			N/A			N/A			N/A		
Tiempo Estándar		558			442			1816			469		
<b>Tiempo Estándar Total</b>								<b>55</b>					

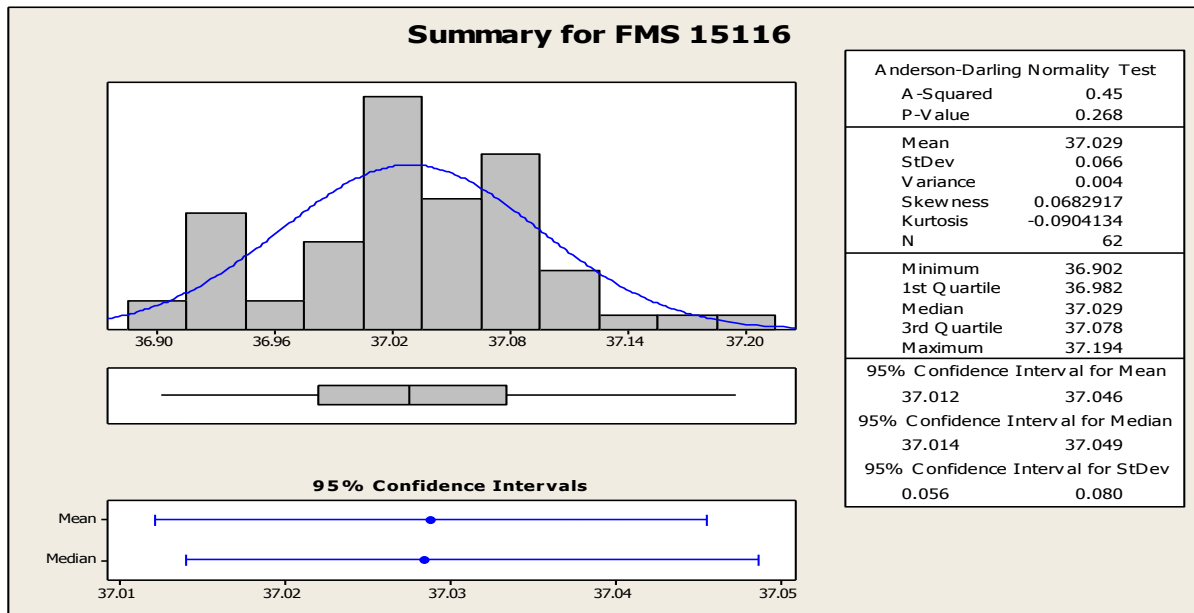
## Anexo 5: Ajuste de Intervalo FMS

## FMS 15116

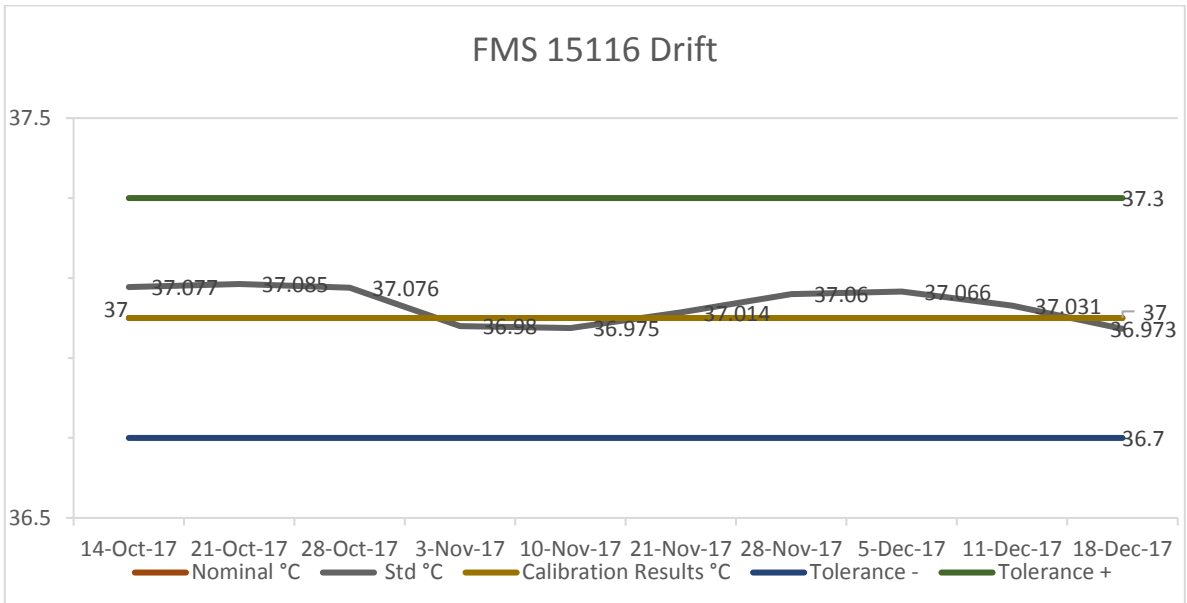
Sample	WO #	Nominal °C	Std °C	Calibration Results °C	Calibration Error	Tolerance	Tolerance %	Tolerance Limit %	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
1	1915988	37	36.973	37	0.027	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
2	1915987	37	37.031	37	-0.031	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
3	1915986	37	37.066	37	-0.066	0.3	22%	100%	36.7	37.3	No
4	1885248	37	37.06	37	-0.06	0.3	20%	100%	36.7	37.3	No
5	1885247	37	37.014	37	-0.014	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
6	1885245	37	36.975	37	0.025	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
7	1854327	37	36.98	37	0.02	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
8	1854326	37	37.076	37	-0.076	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
9	1854325	37	37.085	37	-0.085	0.3	28%	100%	36.7	37.3	No
10	1854324	37	37.077	37	-0.077	0.3	26%	100%	36.7	37.3	No
11	1821769	37	37.096	37	-0.096	0.3	32%	100%	36.7	37.3	No
12	1777928	37	36.927	36.9	-0.027	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
13	1777927	37	37.052	37.1	0.048	0.3	16%	100%	36.7	37.3	No
14	1746220	37	37.015	37	-0.015	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
15	1746218	37	37.009	37	-0.009	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
16	1854327	37	36.98	37	0.02	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
17	1711156	37	37.123	37.1	-0.023	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
18	1674462	37	37.008	37	-0.008	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
19	1674461	37	36.902	37	0.098	0.3	33%	100%	36.7	37.3	No
20	1645737	37	36.931	37	0.069	0.3	23%	100%	36.7	37.3	No
21	1645736	37	36.924	37	0.076	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
22	1645733	37	37.029	37.1	0.071	0.3	24%	100%	36.7	37.3	No
23	1609848	37	37.043	37	-0.043	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
24	1574322	37	37.124	37.1	-0.024	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
25	1574319	37	37.047	37	-0.047	0.3	16%	100%	36.7	37.3	No
26	1546400	37	36.922	37	0.078	0.3	26%	100%	36.7	37.3	No
27	1546339	37	37.08	37	-0.08	0.3	27%	100%	36.7	37.3	No
28	1546397	37	36.924	37	0.076	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
29	1497972	37	37.182	37.1	-0.082	0.3	27%	100%	36.7	37.3	No
30	1464908	37	36.998	37	0.002	0.3	1%	100%	36.7	37.3	No
31	1436472	37	36.935	37	0.065	0.3	22%	100%	36.7	37.3	No
32	1367041	37	37.117	37	-0.117	0.3	39%	100%	36.7	37.3	No
33	1334384	37	36.97	37	0.03	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
34	1334381	37	37.01	37	-0.01	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
35	1261948	37	37.021	37	-0.021	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
36	1261944	37	37.143	37.1	-0.043	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
37	1221448	37	36.931	37	0.069	0.3	23%	100%	36.7	37.3	No
38	1185849	37	37.014	37	-0.014	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
39	1161891	37	37.028	37	-0.028	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
40	1131617	37	37.006	37	-0.006	0.3	2%	100%	36.7	37.3	No
41	1098369	37	36.983	37	0.017	0.3	6%	100%	36.7	37.3	No
42	1058385	37	37.029	37	-0.029	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No

43	1024068	37	37.025	37	-0.025	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
44	994309	37	36.906	36.9	-0.006	0.3	2%	100%	36.7	37.3	No
45	965989	37	37.194	37.1	-0.094	0.3	31%	100%	36.7	37.3	No
46	905685	37	36.935	37	0.065	0.3	22%	100%	36.7	37.3	No
47	877172	37	37.018	37	-0.018	0.3	6%	100%	36.7	37.3	No
48	847262	37	37.062	37	-0.062	0.3	21%	100%	36.7	37.3	No
49	800313	37	37.02	37	-0.02	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
50	707888	37	37.081	37	-0.081	0.3	27%	100%	36.7	37.3	No
51	676855	37	37.084	37	-0.084	0.3	28%	100%	36.7	37.3	No
52	631351	37	37.048	37	-0.048	0.3	16%	100%	36.7	37.3	No
53	616285	37	37.045	37	-0.045	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
54	599408	37	37.017	37	-0.017	0.3	6%	100%	36.7	37.3	No
55	580393	37	37.091	37	-0.091	0.3	30%	100%	36.7	37.3	No
56	561525	37	37.086	37	-0.086	0.3	29%	100%	36.7	37.3	No
57	541577	37	37.083	37	-0.083	0.3	28%	100%	36.7	37.3	No
58	522892	37	37.042	37	-0.042	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
59	442857	37	37.053	37	-0.053	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No
60	425871	37	37.004	37	-0.004	0.3	1%	100%	36.7	37.3	No
61	407851	37	37.086	37	-0.086	0.3	29%	100%	36.7	37.3	No
62	393003	37	37.069	37	-0.069	0.3	23%	100%	36.7	37.3	No

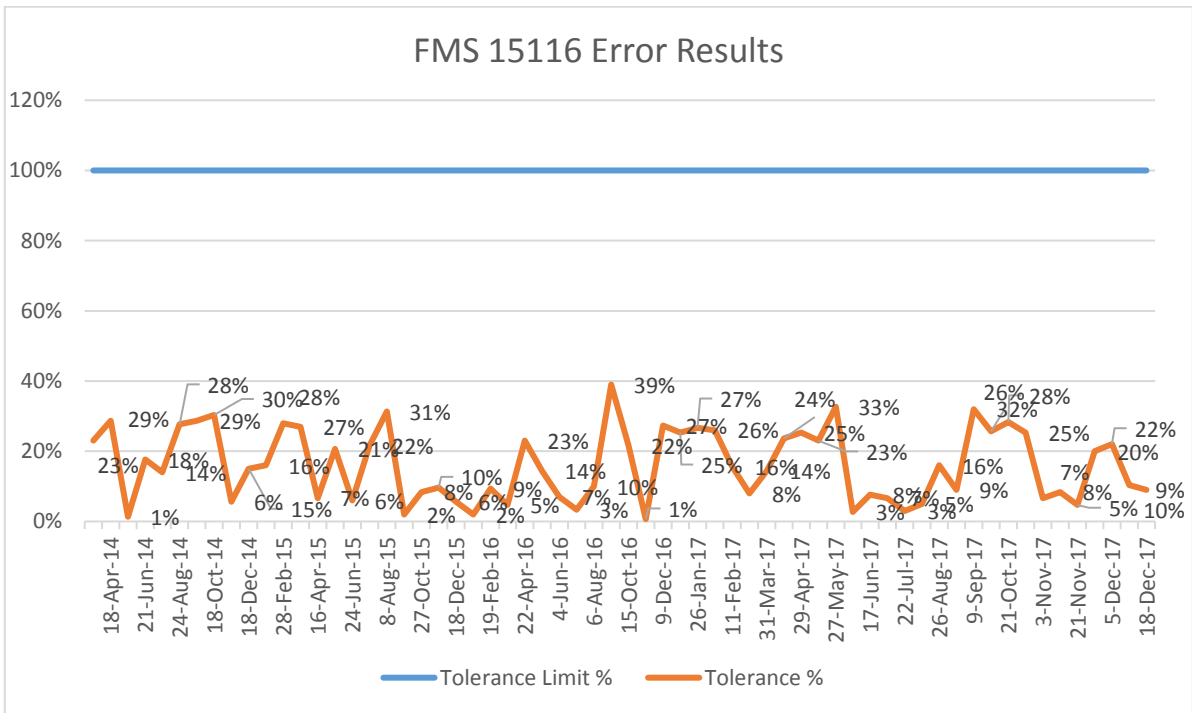
Graphic: Summary FMS 15116



Graphic: Drift of the last 3 months



Graphic: Error of Final Measurement Station ID 15116

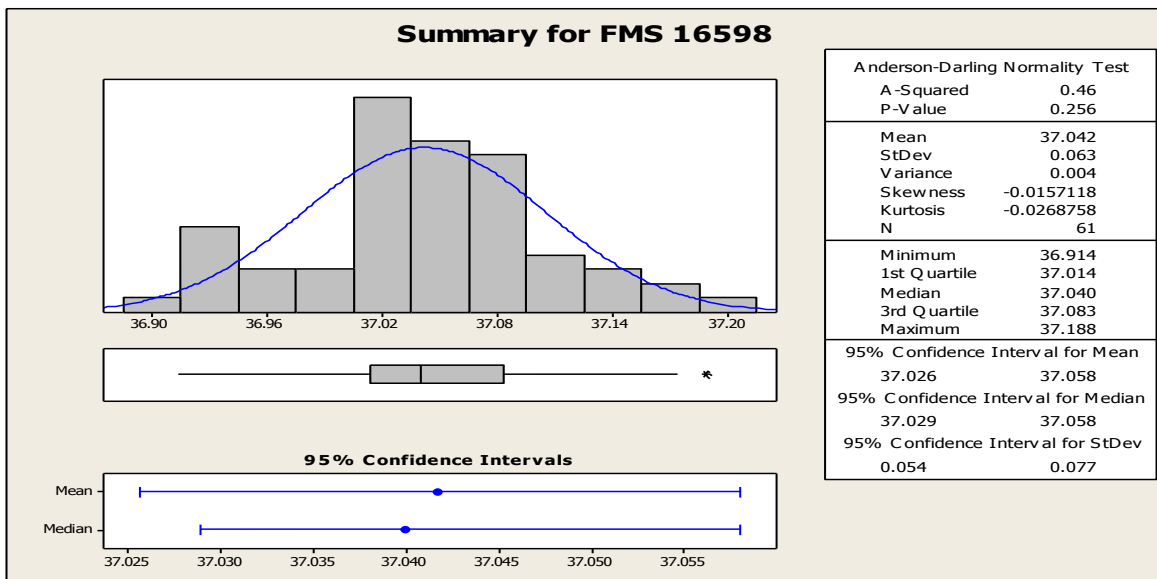


## FMS 16598

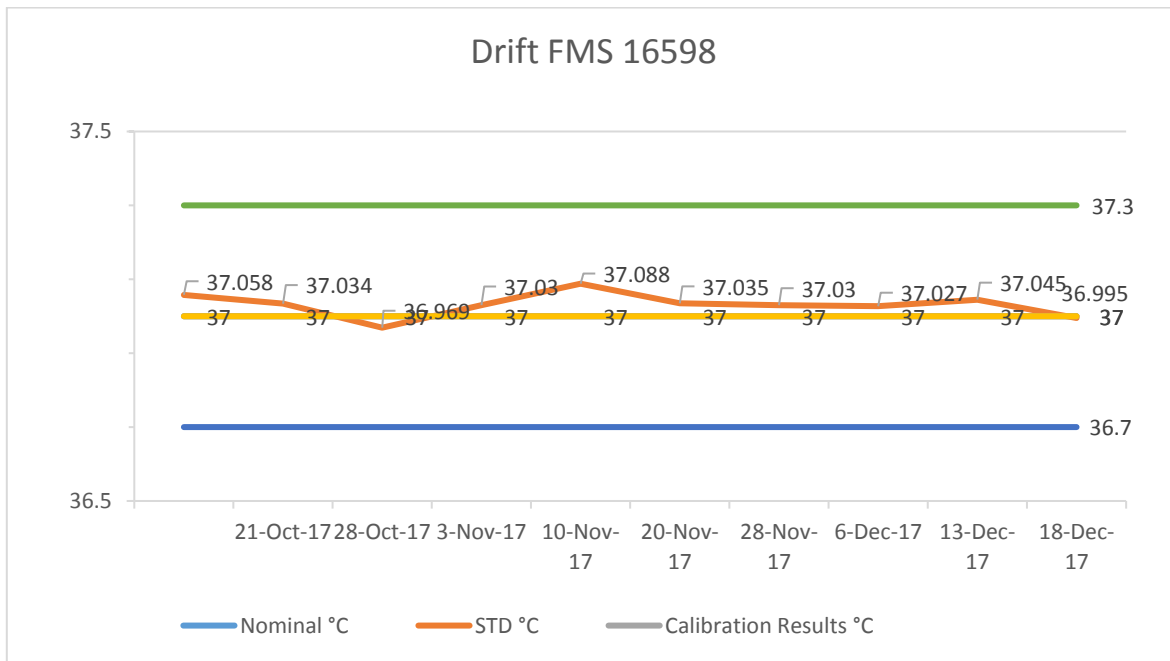
Sample	WO #	Nominal °C	STD °C	Calibration Results °C	Calibration Error	Tolerance	Tolerance %	Tolerance Limit %	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
1	1915994	37	36.995	37	0.005	0.3	2%	100%	36.7	37.3	No
2	1915993	37	37.045	37	-0.045	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
3	1915992	37	37.027	37	-0.027	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
4	1885252	37	37.03	37	-0.03	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
5	1885251	37	37.035	37	-0.035	0.3	12%	100%	36.7	37.3	No
6	1885250	37	37.088	37	-0.088	0.3	29%	100%	36.7	37.3	No
7	1885249	37	37.03	37	-0.03	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
8	1854332	37	36.969	37	0.031	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
9	1854331	37	37.034	37	-0.034	0.3	11%	100%	36.7	37.3	No
10	1854330	37	37.058	37	-0.058	0.3	19%	100%	36.7	37.3	No
11	1821774	37	37.093	37	-0.093	0.3	31%	100%	36.7	37.3	No
12	1821773	37	37.025	37	-0.025	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
13	1777930	37	37.034	37	-0.034	0.3	11%	100%	36.7	37.3	No
14	1746225	37	36.98	37	0.02	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
15	1769132	37	36.936	36.9	-0.036	0.3	12%	100%	36.7	37.3	No
16	1746221	37	36.936	36.9	-0.036	0.3	12%	100%	36.7	37.3	No
17	1711161	37	37.031	37	-0.031	1.3	2%	100%	36.7	37.3	No
18	1711159	37	37.014	37	-0.014	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
19	1674463	37	37.052	37	-0.052	0.3	17%	100%	36.7	37.3	No
20	1645743	37	36.974	37	0.026	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
21	1609851	37	37.143	37.1	-0.043	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
22	1574324	37	37.093	37.1	0.007	0.3	2%	100%	36.7	37.3	No
23	1546402	37	37.065	37	-0.065	0.3	22%	100%	36.7	37.3	No
24	1497977	37	36.925	37	0.075	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
25	1464913	37	37.02	37	-0.02	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
26	1436479	37	37.028	37	-0.028	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
27	1399607	37	37.132	37	-0.132	0.3	44%	100%	36.7	37.3	No
28	1334389	37	37.122	37.1	-0.022	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
29	1334386	37	37.097	37	-0.097	0.3	32%	100%	36.7	37.3	No
30	1299000	37	37.171	37.1	-0.071	0.3	24%	100%	36.7	37.3	No
31	1261949	37	37.014	37	-0.014	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
32	1221451	37	36.926	37	0.074	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
33	1185853	37	37.085	37	-0.085	0.3	28%	100%	36.7	37.3	No
34	1161895	37	37.04	37	-0.04	0.3	13%	100%	36.7	37.3	No
35	1131624	37	37.055	37	-0.055	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No
36	1098372	37	37.046	37	-0.046	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
37	1058388	37	37.017	37	-0.017	0.3	6%	100%	36.7	37.3	No
38	1024070	37	37.008	37	-0.008	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
39	994312	37	37.037	37	-0.037	0.3	12%	100%	36.7	37.3	No
40	966000	37	37.021	37	-0.021	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
41	905690	37	36.92	37	0.08	0.3	27%	100%	36.7	37.3	No
42	905688	37	36.954	37	0.046	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
43	877175	37	37.077	37	-0.077	0.3	26%	100%	36.7	37.3	No
44	847266	37	37.188	37.1	-0.088	0.3	29%	100%	36.7	37.3	No
45	800317	37	37.069	37	-0.069	0.3	23%	100%	36.7	37.3	No
46	707905	37	37.174	37.1	-0.074	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No

47	676858	37	37.095	37	-0.095	0.3	32%	100%	36.7	37.3	No
48	631353	37	37.058	37	-0.058	0.3	19%	100%	36.7	37.3	No
49	616290	37	37.087	37	-0.087	0.3	29%	100%	36.7	37.3	No
50	599411	37	37.081	37	-0.081	0.3	27%	100%	36.7	37.3	No
51	580397	37	37.067	37	-0.067	0.3	22%	100%	36.7	37.3	No
52	561529	37	37.119	37	-0.119	0.3	40%	100%	36.7	37.3	No
53	541581	37	37.042	37	-0.042	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
54	522895	37	37.063	37	-0.063	0.3	21%	100%	36.7	37.3	No
55	442860	37	37.013	37	-0.013	0.3	4%	100%	36.7	37.3	No
56	425879	37	37.074	37	-0.074	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
57	407854	37	36.914	37	0.086	0.3	29%	100%	36.7	37.3	No
58	393009	37	36.944	37	0.056	0.3	19%	100%	36.7	37.3	No
59	377734	37	37.129	37.1	-0.029	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
60	365315	37	36.996	37	0.004	0.3	1%	100%	36.7	37.3	No
61	347281	37	37.054	37	-0.054	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No

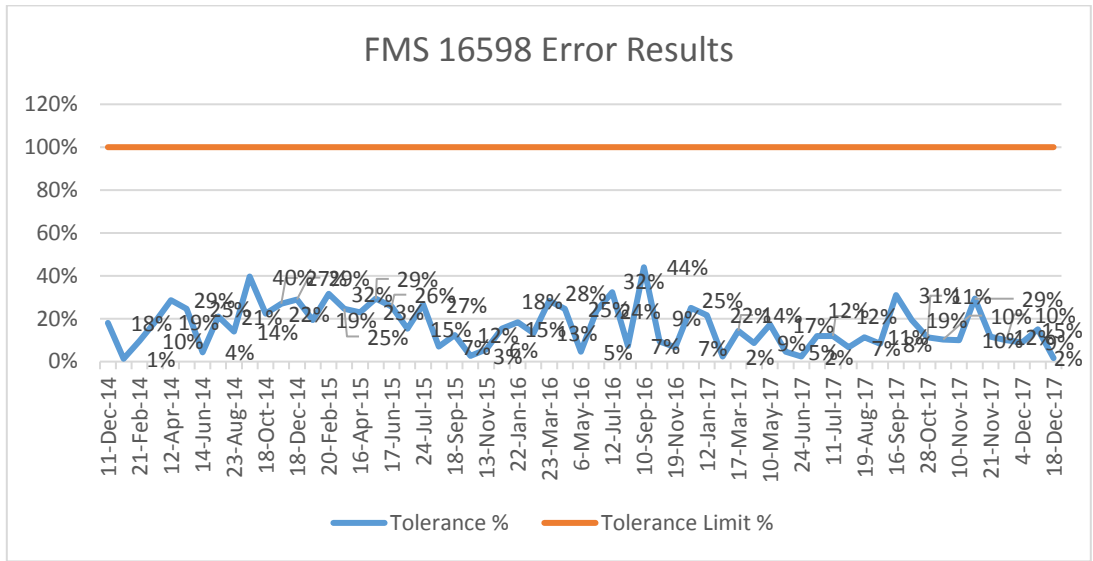
Graphic: Summary FMS 16598



Graphic: Drift of the last 3 months



Graphic: Error of Final Measurement Station ID 16598

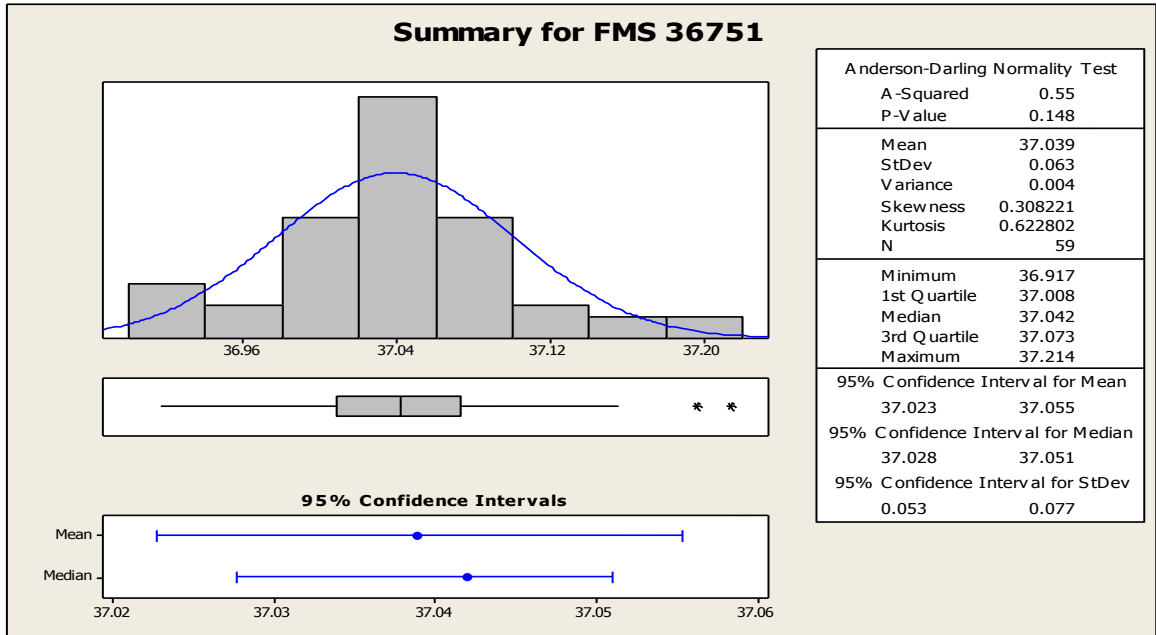


### FMS 36751

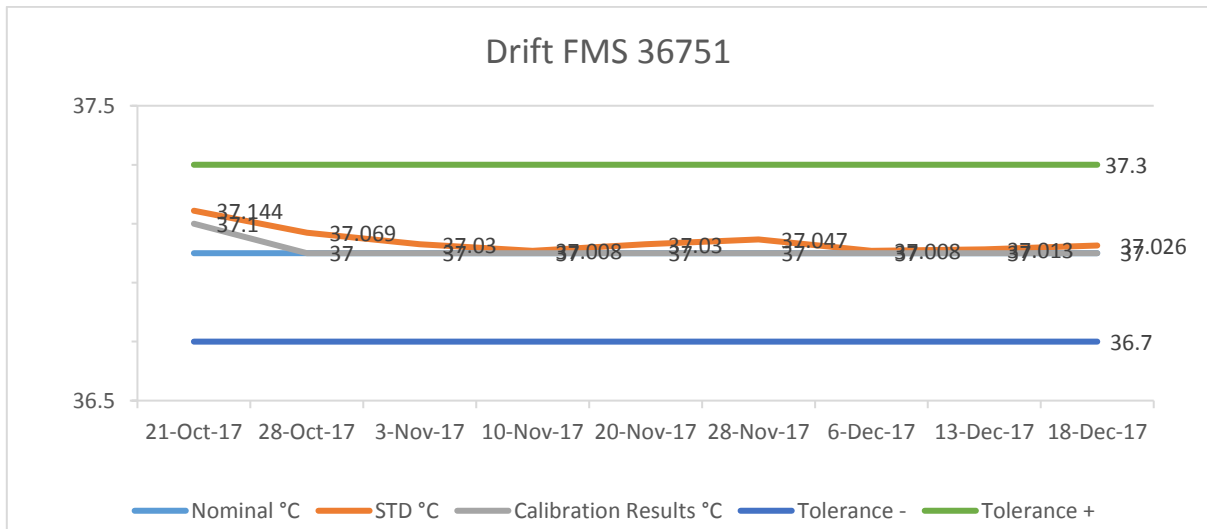
Sample	WO #	Nominal °C	STD °C	Calibration Results °C	Calibration Error	Tolerance	Tolerance %	Tolerance Limit %	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
1	1916003	37	37.026	37	0.026	0.3	9%	100%	36.7	37.3	No
2	1916002	37	37.013	37	0.013	0.3	4%	100%	36.7	37.3	No
3	1916001	37	37.008	37	0.008	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
4	1885258	37	37.047	37	0.047	0.3	16%	100%	36.7	37.3	No
5	1885257	37	37.03	37	0.03	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
6	1885255	37	37.008	37	0.008	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
7	1854337	37	37.03	37	0.03	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
8	1854336	37	37.069	37	0.069	0.3	23%	100%	36.7	37.3	No
9	1854335	37	37.144	37.1	0.044	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
10	1821796	37	37.083	37	0.083	0.3	28%	100%	36.7	37.3	No
11	1821794	37	37.087	37.1	-0.013	0.3	4%	100%	36.7	37.3	No
12	1777934	37	37.109	37.1	0.009	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
13	1746230	37	36.947	37	-0.053	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No
14	1746227	37	37.042	37	0.042	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
15	1711163	37	37.109	37.1	0.009	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
16	1674470	37	36.917	37	-0.083	0.3	28%	100%	36.7	37.3	No
17	1674468	37	37.05	37	0.05	0.3	17%	100%	36.7	37.3	No
18	1645749	37	36.936	37	-0.064	0.3	21%	100%	36.7	37.3	No
19	1609856	37	37.052	37	0.052	0.3	17%	100%	36.7	37.3	No

20	1609855	37	37.214	37.2	0.014	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
21	1574330	37	37.042	37	0.042	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
22	1546407	37	37.053	37	0.053	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No
23	1497982	37	37.024	37	0.024	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
24	1464917	37	36.931	36.9	0.031	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
25	1436485	37	37.043	37	0.043	0.3	14%	100%	36.7	37.3	No
26	1399611	37	37.131	37	0.131	0.3	44%	100%	36.7	37.3	No
27	1334395	37	37.033	37	0.033	0.3	11%	100%	36.7	37.3	No
28	1334392	37	37.196	37.1	0.096	0.3	32%	100%	36.7	37.3	No
29	1299004	37	37.073	37	0.073	0.3	24%	100%	36.7	37.3	No
30	1261955	37	36.948	37	-0.052	0.3	17%	100%	36.7	37.3	No
31	1221455	37	37.067	37	0.067	0.3	22%	100%	36.7	37.3	No
32	1185858	37	37.023	37	0.023	0.3	8%	100%	36.7	37.3	No
33	1161902	37	37.029	37	0.029	0.3	10%	100%	36.7	37.3	No
34	1131629	37	36.985	37	-0.015	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
35	1098378	37	36.98	37	-0.02	0.3	7%	100%	36.7	37.3	No
36	1058392	37	37.049	37.1	-0.051	0.3	17%	100%	36.7	37.3	No
37	1024076	37	37.054	37.1	-0.046	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
38	994317	37	37.049	37	0.049	0.3	16%	100%	36.7	37.3	No
39	966006	37	37.155	37.1	0.055	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No
40	905693	37	37.038	37	0.038	0.3	13%	100%	36.7	37.3	No
41	877179	37	37.038	37	0.038	0.3	13%	100%	36.7	37.3	No
42	847271	37	37.015	37	0.015	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
43	800321	37	36.998	36.9	0.098	0.3	33%	100%	36.7	37.3	No
44	707956	37	37.04	37	0.04	0.3	13%	100%	36.7	37.3	No
45	676862	37	37.091	37	0.091	0.3	30%	100%	36.7	37.3	No
46	631357	37	36.985	37	-0.015	0.3	5%	100%	36.7	37.3	No
47	616293	37	36.983	37	-0.017	0.3	6%	100%	36.7	37.3	No
48	599416	37	37.069	37	0.069	0.3	23%	100%	36.7	37.3	No
49	580401	37	37.049	37	0.049	0.3	16%	100%	36.7	37.3	No
50	561531	37	37.098	37	0.098	0.3	33%	100%	36.7	37.3	No
51	541586	37	37.08	37	0.08	0.3	27%	100%	36.7	37.3	No
52	522899	37	36.954	37	-0.046	0.3	15%	100%	36.7	37.3	No
53	442866	37	37.008	37	0.008	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
54	425882	37	37.094	37	0.094	0.3	31%	100%	36.7	37.3	No
55	407859	37	37.076	37	0.076	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
56	393019	37	36.99	37	-0.01	0.3	3%	100%	36.7	37.3	No
57	377737	37	37.054	37	0.054	0.3	18%	100%	36.7	37.3	No
58	365318	37	36.925	37	-0.075	0.3	25%	100%	36.7	37.3	No
59	353230	37	36.929	37	-0.071	0.3	24%	100%	36.7	37.3	No

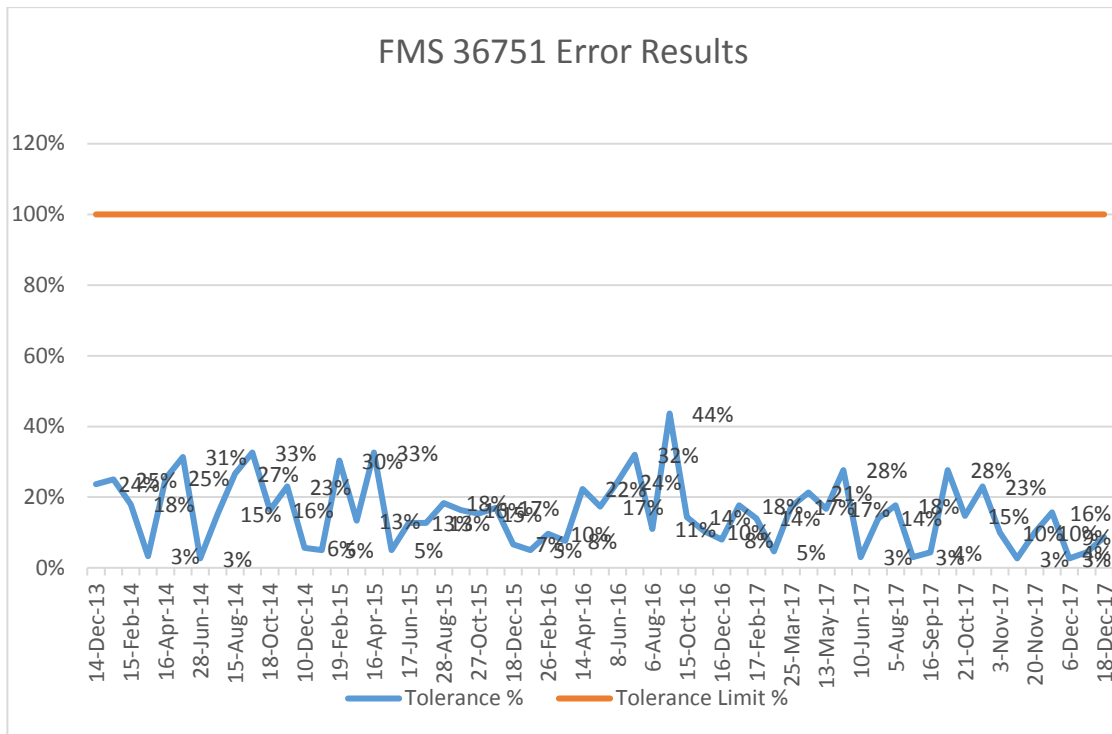
Graphic: Summary FMS 36751



Graphic: Drift of the last 3 months



Graphic: Error of Final Measurement Station ID 36751

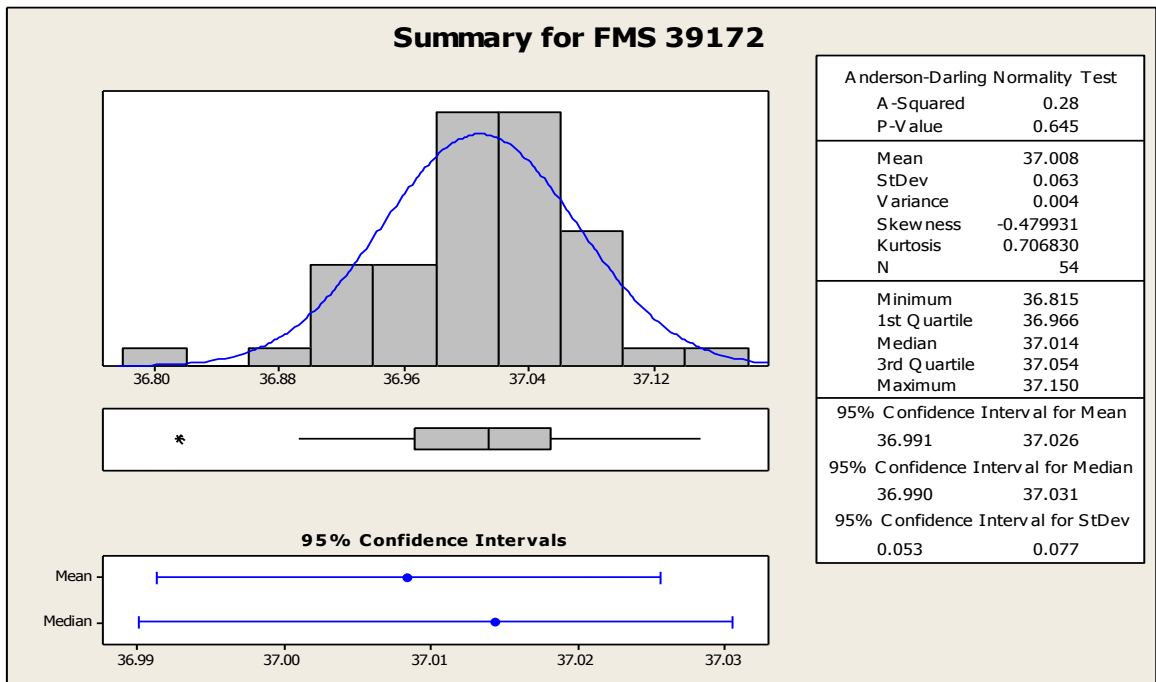


## FMS 39172

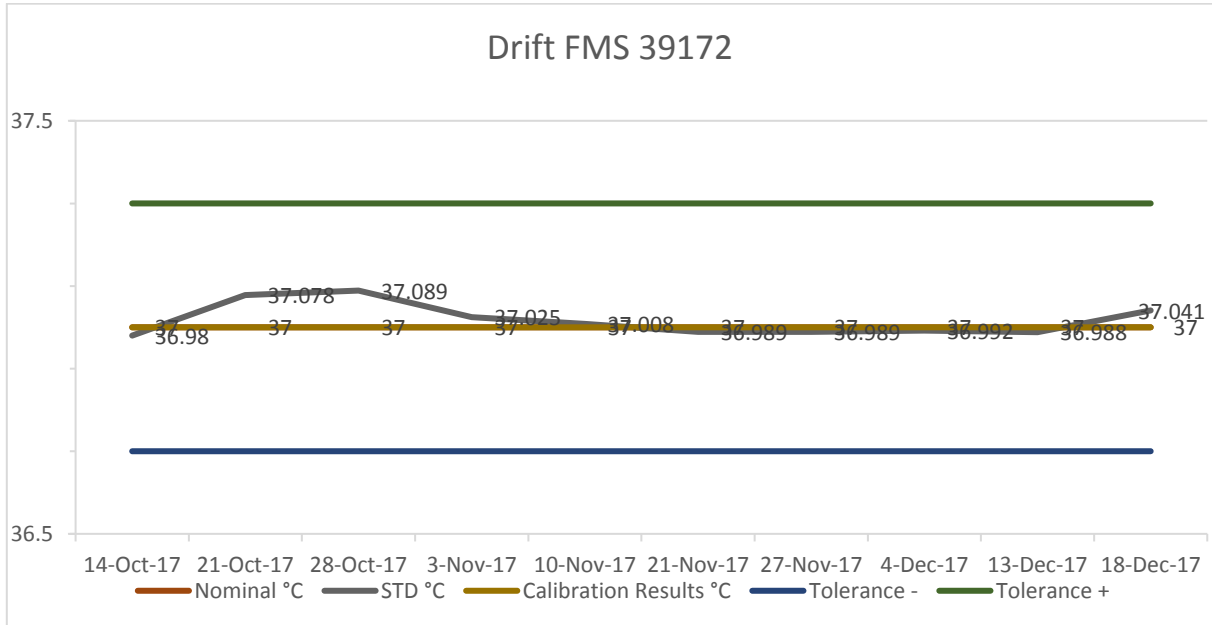
Sample	WO #	Nominal °C	STD °C	Calibration Results °C	Calibration Error	Tolerance	Tolerance %	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
1	1916010	37	37.041	37	0.041	0.3	14%	36.7	37.3	No
2	1916009	37	36.988	37	-0.012	0.3	4%	36.7	37.3	No
3	1916008	37	36.992	37	-0.008	0.3	3%	36.7	37.3	No
4	1885262	37	36.989	37	-0.011	0.3	4%	36.7	37.3	No
5	1885261	37	36.989	37	-0.011	0.3	4%	36.7	37.3	No
6	1885259	37	37.008	37	0.008	0.3	3%	36.7	37.3	No
7	1854341	37	37.025	37	0.025	0.3	8%	36.7	37.3	No
8	1854340	37	37.089	37	0.089	0.3	30%	36.7	37.3	No
9	1854339	37	37.078	37	0.078	0.3	26%	36.7	37.3	No
10	1854338	37	36.98	37	-0.02	0.3	7%	36.7	37.3	No
11	1821799	37	37.076	37	0.076	0.3	25%	36.7	37.3	No
12	1821798	37	37.079	37	0.079	0.3	26%	36.7	37.3	No
13	1777938	37	36.937	36.9	0.037	0.3	12%	36.7	37.3	No
14	1746235	37	37.121	37.1	0.021	0.3	7%	36.7	37.3	No
15	1746233	37	37.025	37	0.025	0.3	8%	36.7	37.3	No
16	1746232	37	37.011	37	0.011	0.3	4%	36.7	37.3	No
17	1711170	37	36.955	37	-0.045	0.3	15%	36.7	37.3	No
18	1711167	37	36.965	37	-0.035	0.3	12%	36.7	37.3	No
19	1674473	37	37.094	37	0.094	0.3	31%	36.7	37.3	No
20	1674472	37	36.906	37	-0.094	0.3	31%	36.7	37.3	No
21	1645755	37	37.026	37	0.026	0.3	9%	36.7	37.3	No
22	1645754	37	36.999	36.9	0.099	0.3	33%	36.7	37.3	No
23	1609860	37	37.083	37.1	-0.017	0.3	6%	36.7	37.3	No
24	1609859	37	37.02	37	0.02	0.3	7%	36.7	37.3	No
25	1574335	37	37.041	37	0.041	0.3	14%	36.7	37.3	No
26	1574334	37	37.059	37	0.059	0.3	20%	36.7	37.3	No
27	1546413	37	36.986	37	-0.014	0.3	5%	36.7	37.3	No
28	1546411	37	36.954	37	-0.046	0.3	15%	36.7	37.3	No
29	1497987	37	37.076	37	0.076	0.3	25%	36.7	37.3	No
30	1497986	37	36.932	37	-0.068	0.3	23%	36.7	37.3	No
31	1464922	37	37.015	37	0.015	0.3	5%	36.7	37.3	No
32	1436491	37	36.988	37	-0.012	0.3	4%	36.7	37.3	No
33	1399615	37	36.892	37	-0.108	0.3	36%	36.7	37.3	No
34	1334400	37	37.02	37	0.02	0.3	7%	36.7	37.3	No
35	1334397	37	37.055	37.1	-0.045	0.3	15%	36.7	37.3	No
36	1299008	37	37.052	37	0.052	0.3	17%	36.7	37.3	No
37	1221462	37	36.925	36.9	0.025	0.3	8%	36.7	37.3	No

38	1221460	37	37.062	37	0.062	0.3	21%	36.7	37.3	No
39	1185863	37	37.017	37	0.017	0.3	6%	36.7	37.3	No
40	1161905	37	37.003	37	0.003	0.3	1%	36.7	37.3	No
41	1131635	37	36.815	36.9	-0.085	0.3	28%	36.7	37.3	No
42	1098382	37	37.004	37	0.004	0.3	1%	36.7	37.3	No
43	1058398	37	36.905	36.9	0.005	0.3	2%	36.7	37.3	No
44	1024080	37	37.033	37	0.033	0.3	11%	36.7	37.3	No
45	994323	37	36.954	37	-0.046	0.3	15%	36.7	37.3	No
46	966010	37	36.919	37	-0.081	0.3	27%	36.7	37.3	No
47	905696	37	37.035	37	0.035	0.3	12%	36.7	37.3	No
48	877184	37	36.949	37	-0.051	0.3	17%	36.7	37.3	No
49	847276	37	37.15	37.1	0.05	0.3	17%	36.7	37.3	No
50	800326	37	37.05	37	0.05	0.3	17%	36.7	37.3	No
51	707967	37	36.967	37	-0.033	0.3	11%	36.7	37.3	No
52	676864	37	37.053	37	0.053	0.3	18%	36.7	37.3	No
53	631363	37	37.056	37	0.056	0.3	19%	36.7	37.3	No
54	616298	37	37.014	37	0.014	0.3	5%	36.7	37.3	No

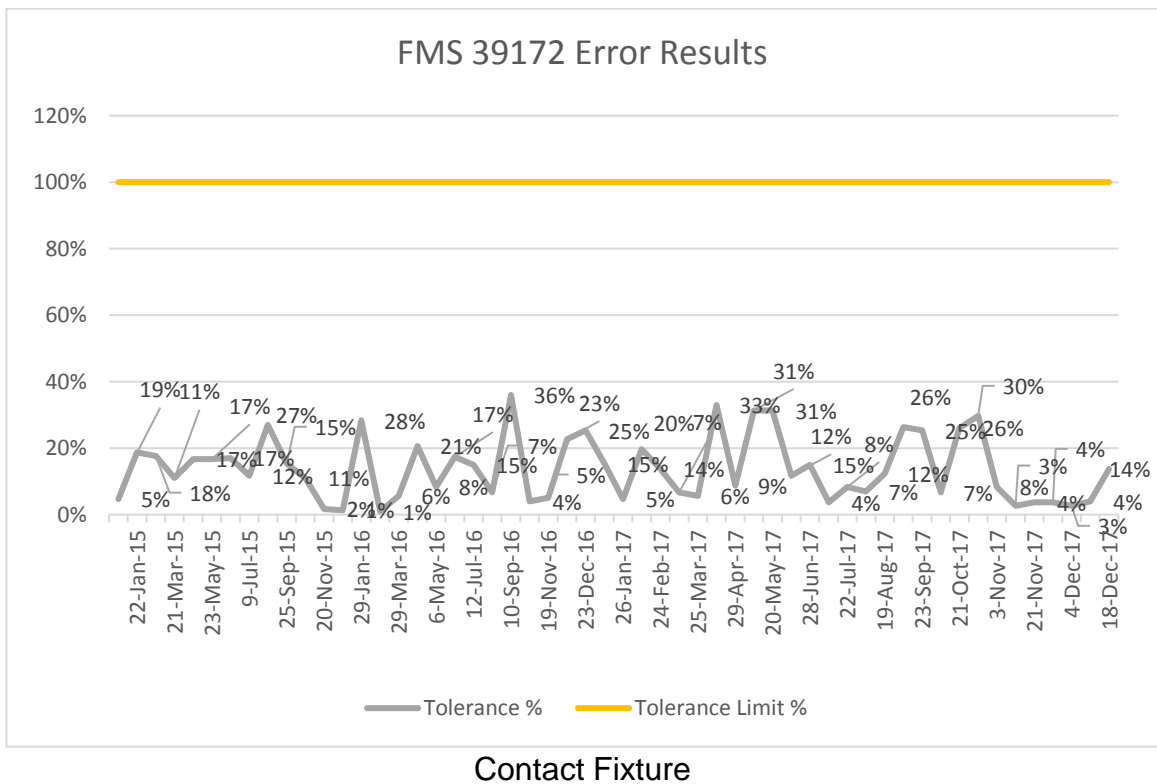
Graphic 10: Summary FMS 39172



Graphic: Drift of Final Measurement Station



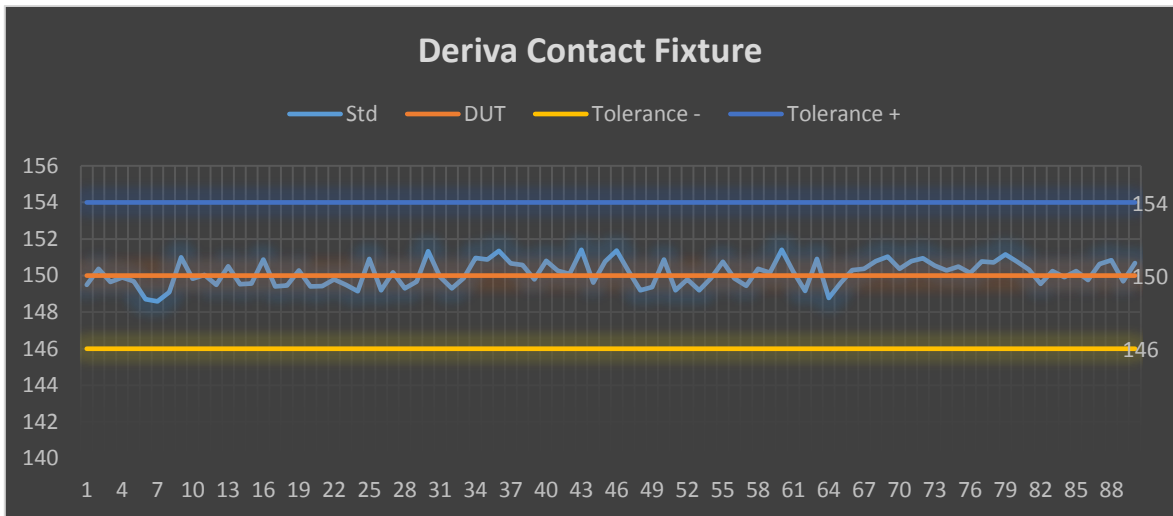
Graphic: Error of Final Measurement Station ID 39172



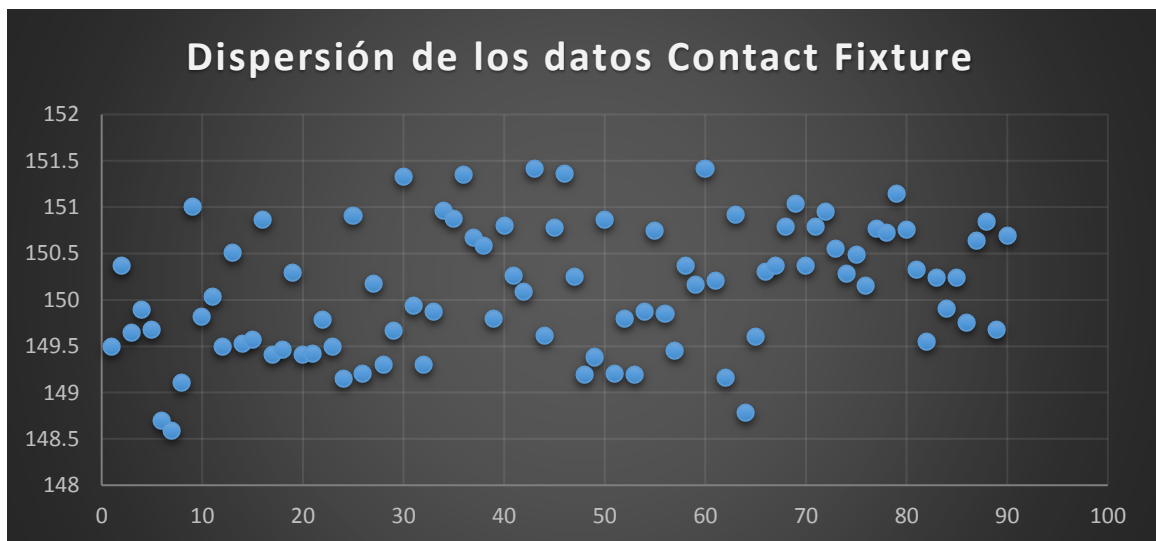
ID	WO #	Code	Std	DUT	Calibration Error	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
10298	1071407	Schd Cal	149.5	150	0.5	146	154	NO
10298	1170779	Schd Cal	150.37	150	-0.37	146	154	NO
10298	1282064	Schd Cal	149.65	150	0.35	146	154	NO
10299	1071405	Schd Cal	149.89	150	0.11	146	154	NO
10299	1170783	Schd Cal	149.68	150	0.32	146	154	NO
10299	1282075	Schd Cal	148.7	150	1.3	146	154	NO
10302	1063406	Schd Cal	148.59	150	1.41	146	154	NO
10302	1170788	Schd Cal	149.1	150	0.9	146	154	NO
10302	1282087	Schd Cal	151	150	-1	146	154	NO
10303	1152252	Schd Cal	149.82	150	0.18	146	154	NO
10303	1229793	Schd Cal	150.03	150	-0.03	146	154	NO
10303	1353061	Schd Cal	149.49	150	0.51	146	154	NO
10309	1152258	Schd Cal	150.51	150	-0.51	146	154	NO
10309	1229802	Schd Cal	149.53	150	0.47	146	154	NO
10309	1353063	Schd Cal	149.57	150	0.43	146	154	NO
10310	1151673	Schd Cal	150.87	150	-0.87	146	154	NO
10310	1229798	Schd Cal	149.41	150	0.59	146	154	NO
10310	1360019	Schd Cal	149.46	150	0.54	146	154	NO
10311	1137470	Schd Cal	150.29	150	-0.29	146	154	NO
10311	1229805	Schd Cal	149.41	150	0.59	146	154	NO
10311	1360003	Schd Cal	149.42	150	0.58	146	154	NO
10312	1137469	Schd Cal	149.79	150	0.21	146	154	NO
10312	1247960	Schd Cal	149.5	150	0.5	146	154	NO
10312	1363136	Schd Cal	149.15	150	0.85	146	154	NO
11543	1140043	Schd Cal	150.91	150	-0.91	146	154	NO
11543	1243836	Schd Cal	149.2	150	0.8	146	154	NO
11543	1353067	Schd Cal	150.18	150	-0.18	146	154	NO
11544	1109713	Schd Cal	149.3	150	0.7	146	154	NO
11544	1321338	Schd Cal	149.67	150	0.33	146	154	NO
11544	1334501	Schd Cal	151.33	150	-1.33	146	154	NO
11545	1140186	Schd Cal	149.94	150	0.06	146	154	NO
11545	1239759	Schd Cal	149.3	150	0.7	146	154	NO
11545	1353065	Schd Cal	149.87	150	0.13	146	154	NO
11546	1140185	Schd Cal	150.96	150	-0.96	146	154	NO
11546	1243832	Schd Cal	150.88	150	-0.88	146	154	NO
11546	1353069	Schd Cal	151.35	150	-1.35	146	154	NO
11547	1140049	Schd Cal	150.67	150	-0.67	146	154	NO
11547	1243834	Schd Cal	150.58	150	-0.58	146	154	NO
11547	1353071	Schd Cal	149.8	150	0.2	146	154	NO
11550	1115629	Schd Cal	150.8	150	-0.8	146	154	NO
11550	1210660	Schd Cal	150.26	150	-0.26	146	154	NO
11550	1334493	Schd Cal	150.09	150	-0.09	146	154	NO
11554	1071413	Schd Cal	151.41	150	-1.41	146	154	NO
11554	1175855	Schd Cal	149.61	150	0.39	146	154	NO
11554	1295761	Schd Cal	150.78	150	-0.78	146	154	NO
14956	1071409	Schd Cal	151.36	150	-1.36	146	154	NO
14956	1173334	Schd Cal	150.25	150	-0.25	146	154	NO
14956	1281127	Schd Cal	149.19	150	0.81	146	154	NO
15000	1120802	Schd Cal	149.38	150	0.62	146	154	NO
15000	1202032	Schd Cal	150.87	150	-0.87	146	154	NO
15000	1331702	Schd Cal	149.2	150	0.8	146	154	NO

15002	1071414	Schd Cal	149.8	150	0.2	146	154	NO
15002	1175863	Schd Cal	149.19	150	0.81	146	154	NO
15002	1282096	Schd Cal	149.87	150	0.13	146	154	NO
15006	1071391	Schd Cal	150.75	150	-0.75	146	154	NO
15006	1173098	Schd Cal	149.85	150	0.15	146	154	NO
15006	1281125	Schd Cal	149.45	150	0.55	146	154	NO
17846	1111577	Schd Cal	150.37	150	-0.37	146	154	NO
17846	1192501	Schd Cal	150.16	150	-0.16	146	154	NO
17846	1312320	Schd Cal	151.41	150	-1.41	146	154	NO
45926	1119895	Schd Cal	150.21	150	-0.21	146	154	NO
45926	1119895	Schd Cal	149.16	150	0.84	146	154	NO
45926	1198877	Schd Cal	150.92	150	-0.92	146	154	NO
45952	1133709	Schd Cal	148.78	150	1.22	146	154	NO
45952	1133709	Schd Cal	149.6	150	0.4	146	154	NO
45952	1247959	Schd Cal	150.3	150	-0.3	146	154	NO
45974	1145910	Schd Cal	150.37	150	-0.37	146	154	NO
45974	1145910	Schd Cal	150.79	150	-0.79	146	154	NO
45974	1248333	Schd Cal	151.04	150	-1.04	146	154	NO
45975	1137466	Schd Cal	150.37	150	-0.37	146	154	NO
45975	1137466	Schd Cal	150.79	150	-0.79	146	154	NO
45975	1229796	Schd Cal	150.95	150	-0.95	146	154	NO
45976	1145922	Schd Cal	150.55	150	-0.55	146	154	NO
45976	1145922	Schd Cal	150.28	150	-0.28	146	154	NO
45976	1250613	Schd Cal	150.49	150	-0.49	146	154	NO
45978	1145913	Schd Cal	150.15	150	-0.15	146	154	NO
45978	1145913	Schd Cal	150.77	150	-0.77	146	154	NO
45978	1252582	Schd Cal	150.72	150	-0.72	146	154	NO
45979	1133705	Schd Cal	151.15	150	-1.15	146	154	NO
45979	1133705	Schd Cal	150.76	150	-0.76	146	154	NO
45979	1247955	Schd Cal	150.32	150	-0.32	146	154	NO
45980	1133689	Schd Cal	149.55	150	0.45	146	154	NO
45980	1133689	Schd Cal	150.24	150	-0.24	146	154	NO
45980	1239763	Schd Cal	149.91	150	0.09	146	154	NO
45990	1133688	Schd Cal	150.24	150	-0.24	146	154	NO
45990	1133688	Schd Cal	149.75	150	0.25	146	154	NO
45990	1239760	Schd Cal	150.64	150	-0.64	146	154	NO
46071	1145916	Schd Cal	150.84	150	-0.84	146	154	NO
46071	1145916	Schd Cal	149.68	150	0.32	146	154	NO
46071	1248350	Schd Cal	150.69	150	-0.69	146	154	NO

### Deriva Contact Fixture



### Gráfico de Dispersión de los datos Contact Fixture



## Ring gage

Asset	WO #	Action Code	Ring Gauge Value mm	Calibration Results	Calibration Error	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
59356	1834344	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59356	1716814	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59356	1626307	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59356	1509572	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59356	1422183	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62118	1753275	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62118	1655168	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62118	1550945	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62118	1457353	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62118	1357364	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36460	1757851	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36460	1650749	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36460	1563167	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36460	1451003	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36460	1350143	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15281	1757923	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15281	1650778	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15281	1551145	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15281	1457342	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15281	1357381	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13855	1716775	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13855	1628780	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13855	1520242	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13855	1422168	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13855	1324690	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13865	1767624	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13865	1669059	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13865	1563155	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13865	1461610	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13865	1362844	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15272	1757921	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15272	1657777	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15272	1561725	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15272	1461805	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15272	1359758	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62119	1708993	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62119	1598137	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

62119	1483638	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62119	1389534	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62119	1276007	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62115	1705306	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62115	1583771	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62115	1479387	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62115	1389567	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62115	1276006	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62120	1753242	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62120	1655180	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62120	1566188	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62120	1451033	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62120	1357379	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62113	1789484	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62113	1708996	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62113	1600713	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62113	1483619	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62113	1389540	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62111	1709002	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62111	1600743	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62111	1483705	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62111	1389554	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62111	1268794	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62109	1757872	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62109	1650782	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62109	1550946	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62109	1457321	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62109	1357353	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62108	1727331	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62108	1625574	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62108	1520614	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62108	1422960	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62108	1329521	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62107	1757823	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62107	1650787	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62107	1551137	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62107	1457327	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62107	1359768	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62112	1727354	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62112	1625576	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62112	1520611	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

62112	1423089	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62112	1329511	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62114	1727354	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62114	1627776	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62114	1520891	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62114	1424189	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62114	1328241	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62110	1727342	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62110	1625575	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62110	1520604	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62110	1423061	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62110	1329514	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62106	1708441	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62106	1583800	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62106	1479304	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62106	1389562	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62106	1276005	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62105	1752546	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62105	1654744	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62105	1558655	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62105	1450990	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62105	1357333	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62014	1752842	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62014	1657772	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62014	1558672	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62014	1451253	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62014	1357315	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62103	1753140	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62103	1657780	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62103	1561734	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62103	1461673	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62103	1357243	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62102	1753198	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62102	1650764	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62102	1551134	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62102	1457309	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62102	1357346	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62101	1710256	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62101	1583738	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62101	1479421	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62101	1389539	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

62101	1268808	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62100	1727318	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62100	1625569	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62100	1520606	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62100	1423068	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62100	1329516	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62099	1752603	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62099	1667675	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62099	1558652	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62099	1451240	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
62099	1357388	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59367	1729873	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59367	1626290	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59367	1508731	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59367	1422198	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
59367	1305184	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36462	1721571	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36462	1626311	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36462	1508202	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36462	1417946	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36462	1329520	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36458	1789456	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36458	1708981	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36458	1583784	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36458	1479337	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36458	1388551	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36456	1757909	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36456	1667672	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36456	1550964	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36456	1457302	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36456	1350168	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36452	1752835	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36452	1657783	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36452	1566191	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36452	1461809	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36452	1357393	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36450	1757918	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36450	1657786	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36450	1566189	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36450	1461813	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36450	1350164	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

36429	1752857	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36429	1667674	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36429	1550859	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36429	1457349	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36429	1350153	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36426	1789459	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36426	1708442	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36426	1583796	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36426	1479375	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
36426	1388559	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17881	1721494	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17881	1626317	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17881	1512770	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17881	1417949	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17881	1317234	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17880	1721487	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17880	1626294	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17880	1512702	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17880	1422207	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17880	1305530	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17879	1789519	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17879	1708976	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17879	1583813	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17879	1479354	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17879	1388557	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17878	1721430	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17878	1626298	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17878	1508209	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17878	1417936	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17878	1322770	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17876	1721569	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17876	1628788	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17876	1512792	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17876	1422098	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17876	1305527	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17875	1721461	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17875	1626285	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17875	1508212	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17875	1417960	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17875	1322738	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17874	1721531	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

17874	1628569	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17874	1509592	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17874	1422111	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17874	1322744	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17839	1721493	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17839	1626286	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17839	1508195	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17839	1417925	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
17839	1305525	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15285	1721556	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15285	1628783	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15285	151622	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15285	1420060	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15285	1317251	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15284	1757916	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15284	1654125	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15284	1551141	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15284	151619	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15284	1457292	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15283	1878262	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15283	1752575	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15283	1654140	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15283	1551147	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15283	151614	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15282	1878105	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15282	1757900	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15282	1669067	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15282	1561721	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15282	151609	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15280	1757920	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15280	1667673	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15280	1550967	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15280	151601	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15280	1457297	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15279	1752824	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15279	1657770	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15279	1558663	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15279	151597	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15279	1451209	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15278	1753226	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15278	1656799	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

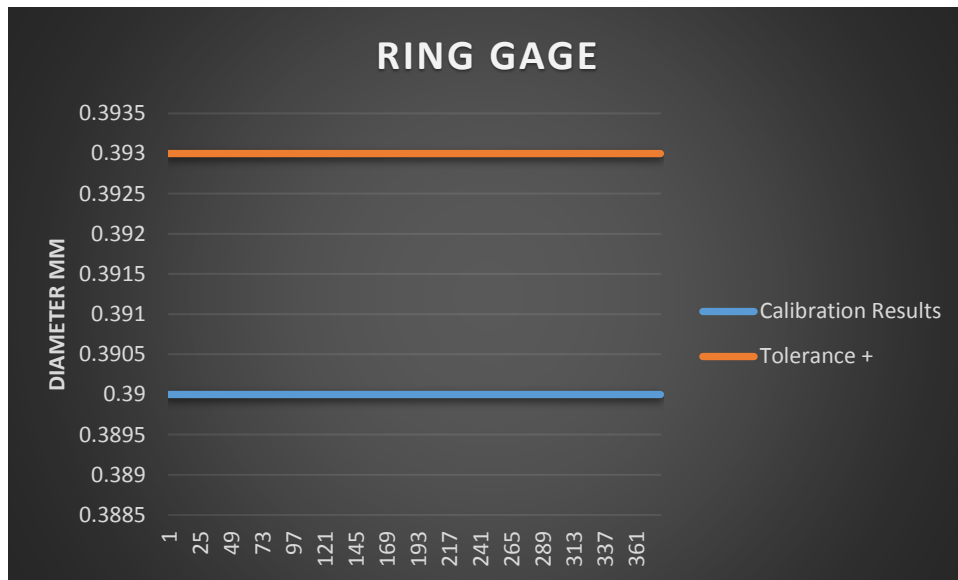
15278	1567830	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15278	151593	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15278	1451267	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15277	1878250	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15277	1757896	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15277	1650725	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15277	1563163	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15277	151587	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15276	1753166	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15276	1650772	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15276	1550950	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15276	1451024	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15276	1357392	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15274	1753133	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15274	1657774	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15274	1558667	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15274	1450972	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15274	1357377	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15271	1757888	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15271	1669064	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15271	1561716	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15271	151542	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
15271	1451273	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13864	1669069	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13864	1561710	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13864	152066	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13864	1461831	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13864	1357312	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13863	1721536	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13863	1628748	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13863	1512643	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13863	1420062	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13863	1317250	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13862	1757839	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13862	1669961	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13862	1566190	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13862	1461827	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13862	1357257	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13860	1753254	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13860	1654136	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13860	1563157	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

13860	1461612	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13860	1357297	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13859	1752868	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13859	1669024	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13859	1561727	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13859	152065	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13859	1457362	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13858	1753279	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13858	1655173	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13858	1567825	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13858	152064	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13858	1451264	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13857	1752589	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13857	1655169	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13857	1558658	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13857	1451246	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13857	1357386	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13856	1721542	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13856	1628757	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13856	1508199	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13856	1417965	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13856	1329518	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13854	1716800	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13854	1628774	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13854	1520245	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13854	1432990	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13854	1324691	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13853	1721440	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13853	1626304	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13853	1509600	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13853	1422088	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13853	1305528	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13852	1716808	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13852	1628753	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13852	1509607	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13852	1422135	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13852	1322746	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13851	1721480	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13851	1626316	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13851	1512667	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13851	1420058	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

13851	1322756	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10608	1901548	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10608	1789440	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10608	1705303	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10608	1600706	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10608	1483647	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10611	1789435	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10611	1708992	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10611	1605332	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10611	1487103	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10611	1388570	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10614	1705298	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10614	164169	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10614	1583822	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10614	1479403	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
10614	1388553	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11069	1761763	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11069	1669062	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11069	1563159	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11069	1451276	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11069	1362839	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11070	1787836	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11070	1705307	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11070	164178	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11070	1483659	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11070	1388565	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11071	1787835	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11071	1709176	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11071	1583637	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11071	1499059	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
11071	1388564	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13847	1787834	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13847	1708995	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13847	1512649	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13847	1432618	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13847	1316044	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13846	1787837	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13846	1708972	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13846	1583678	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13846	1424096	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13846	1388569	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

13849	1787832	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13849	1708994	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13849	1605322	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13849	1483692	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13849	1388567	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13848	1722898	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13848	1629682	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13848	1512785	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13848	1422150	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13848	1322810	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13850	1789454	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13850	1710244	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13850	1583643	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13850	1479321	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No
13850	1388548	SCHD CAL	0.39	0.39	0	0.390	0.393	No

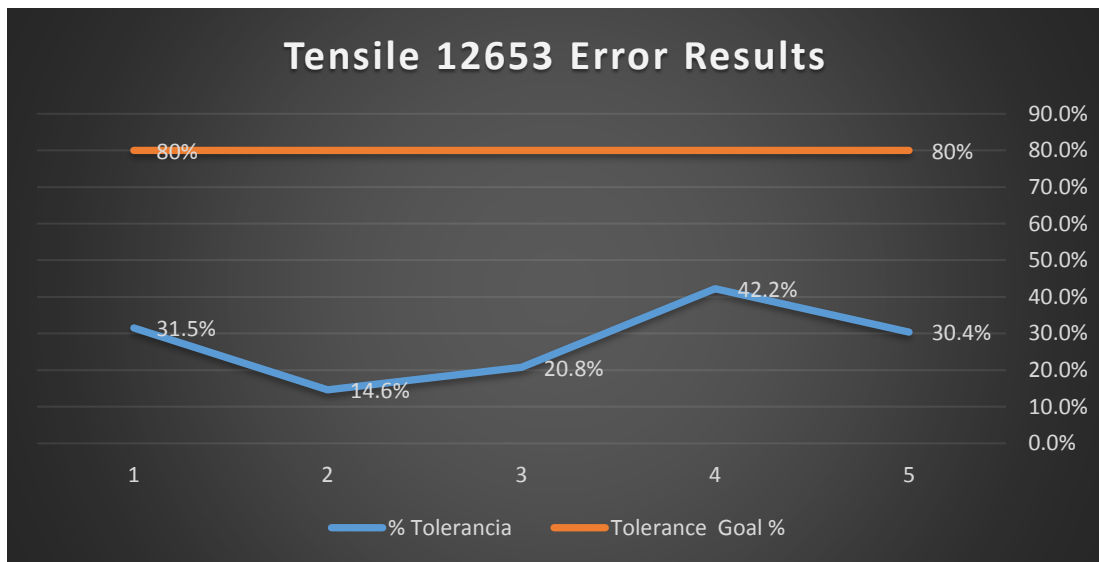
### Deriva Ring gage



### Tensile Tester 12153

ID	WO #	Action Code	STD N	Calibration Results N	Calibration Error	% Tolerance	Goal %	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
12153	1819925	SCHD CAL	5.8675	5.849	0.0185	31.5%	80%	5.9262	5.8088	No
12153	1734281	SCHD CAL	9.7793	9.765	0.0143	14.6%	80%	9.8771	9.6815	No
12153	1657439	SCHD CAL	9.7793	9.759	0.0203	20.8%	80%	9.8771	9.6815	No
12153	1526766	SCHD CAL	9.7793	9.738	0.0413	42.2%	80%	9.8771	9.6815	No
12153	1493845	SCHD CAL	9.7793	9.809	-0.0597	61.0%	80%	9.8771	9.6815	No

### Deriva Tensile 12653



### Tensile Tester 18524

ID	WO #	Action Code	STD N	Calibration Results N	Calibration Error	% Tolerance	Goal %	Tolerance -	Tolerance +	Adjusted
18524	1819925	SCHD CAL	5.8675	5.849	0.0185	31.5%	80%	5.9262	5.8088	No
18524	1734281	SCHD CAL	9.7793	9.765	0.0143	14.6%	80%	9.8771	9.6815	No
18524	1657439	SCHD CAL	9.7793	9.759	0.0203	20.8%	80%	9.8771	9.6815	No
18524	1526766	SCHD CAL	9.7793	9.738	0.0413	42.2%	80%	9.8771	9.6815	No
18524	1493845	SCHD CAL	9.7793	9.839	-0.0597	61.0%	80%	9.8771	9.6815	No

### Deriva Tensile 18524

