



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE
PIEZAS MANUFACTURADAS**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PRESENTA:
CHRISTIAN BENJAMÍN RAMÍREZ RAMÍREZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO**



APIZACO, TLAX., NOVIEMBRE 2023

Apizaco, Tlax., 10/octubre/2023

Circular No.: MM/553/2023.

ASUNTO: Liberación para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

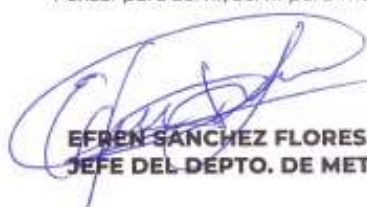
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación Integral del C.

Alumno:	CHRISTIAN BENJAMÍN RAMÍREZ RAMÍREZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	18371321
Nombre del Proyecto:	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS MANUFACTURADAS
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica.
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.


EFRAÍN SÁNCHEZ FLORES
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA
BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO
ASESOR

c.c.p. Oficina de Titulación
Departamento de Servicios Escolares
Expediente. - Jefe de Proyectos de Vinculación, Metal-Mecánica

ESF/lhbr*



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124
e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx | tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





EDUCACIÓN
Secretaría de Educación



TECNOLOGÍA
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **27/noviembre/2023**
No. OFICIO: DEP-CT/810/2023

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

CHRISTIAN BENJAMIN RAMIREZ RAMIREZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371321
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS MANUFACTURADAS"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** discos del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

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



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLOGÍA NACIONAL
DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuazhuatpec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90481 Tel. (241) 4172010 Ext. 304.
e-mail: dep_titulación@apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco VILLA

Agradecimientos

Agradezco a la empresa MCI TECHNOLOGY AUTOMATION & SERVICE 'S DE R.L DE C.V, la oportunidad de realizar las Residencias Profesionales y el apoyo en las implementaciones realizadas en el proyecto dentro del Laboratorio de Metrología en el área de calidad, con el objetivo de mejorar la liberación de producto final tanto en cantidad como en calidad.

También, agradezco a la coordinadora Mitchell Escobar Hernández, por el apoyo durante la estancia en la empresa, así como, en las actividades realizadas en el área, para la llevar a cabo el proyecto, aportando ideas y buscando mejorar el laboratorio de metrología para tener óptimas condiciones y hacer más eficientes los tiempos de producción y aumentar la calidad, para que el cliente este satisfecho con el servicio que ofrece la empresa.

Igualmente agradezco a mi asesor Benjamín Darío Ramírez Angulo, por el apoyo y orientación para que el proyecto tuviera mejor estructura, así como, en la documentación a entregar y tramitar en el Instituto en tiempo y forma.

Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo principal el lograr que la empresa haga más eficiente el control de calidad de las piezas manufacturas, de esta forma, cumplir con los tiempos de entrega y liberación de piezas en el área de calidad. Así mismo, entregar a los clientes de la empresa productos de gran calidad, obteniendo la satisfacción del cliente.

En el desarrollo del proyecto se identificaron áreas de oportunidad en el proceso de control de calidad de las piezas manufacturadas, con las mejoras implementadas se obtuvo un cambio un cambio muy importante y significativo en el número de piezas liberadas y la calidad de las mismas.

Índice

Agradecimientos	3
Resumen	3
Capítulo 1 Introducción	6
Objetivo.....	7
Objetivos específicos	7
Descripción y Justificación del proyecto	7
Alcances y limitaciones.....	7
Caracterización del área en la que participó	8
Capítulo 2 Marco teórico.....	9
2.1 Metrología.....	9
2.2 Calidad	11
2.2.1 La gestión de la calidad en la empresa.....	11
2.2.2 ¿Qué es un sistema de gestión de calidad y para qué sirve?	12
2.2.3 ¿Cómo aplicar en una empresa los principios de la calidad?	12
2.2.5 Problemas comunes en la gestión de la calidad de las empresas..	13
2.2.6 Calidad en las empresas	13
2.2.7 Mejorar la calidad en las empresas.....	14
2.3 Laboratorio	14
2.3.1 Principales características de la metrología y del laboratorio de metrología.	15
2.3.2 Tres principales actividades en metrología	16
2.4 Manufactura.....	17
2.4.1 El proceso de manufactura.....	18
2.4.2 ¿Cómo se clasifican los procesos de manufactura?	18
2.4.3 ¿Cuáles son los 5 tipos de procesos de manufactura?	19
2.4.4 ¿Qué es la Manufactura Aditiva (MA)?	20
2.5 Vernier.....	21
2.5.1 Partes de un vernier	21
2.5.2 Tipos de vernier	22
2.5.3 Tipos de vernier menos comunes	22
2.5.4 ¿Cómo se mide con un vernier?	23

2.6 Durómetro.....	23
2.6.1 Los tipos de durómetros y escalas más utilizados son	23
2.6.2 Aplicaciones del durómetro.....	25
2.7 Calibración.....	26
2.7.1 ¿Para qué sirve calibrar un instrumento?	26
2.7.2 ¿Es lo mismo calibración que ajuste?	27
2.7.3 ¿Se necesita un certificado de calibración?	27
2.8 Descripción general de la Norma ISO 9001	29
2.8.1 Recomendaciones	29
2.8.2 Que se trabaja	29
2.8.3 Beneficios.....	30
2.8.4 Funciones de la norma ISO.....	30
2.8.5 Estructura de la norma ISO.....	30
2.8.6 Requisitos de la documentación	30
2.8.7 Generalidades	30
2.8.8 Control de documentos.....	31
Capítulo 3 Desarrollo del proyecto	31
3.1 Mejora e implementaciones del proyecto para la empresa.....	36
Capítulo 4 Análisis de resultados	39
Conclusiones.....	47
Competencias adquiridas.....	48
Referencias	48

Capítulo 1 Introducción

La calidad es un concepto inherente a la misma esencia del ser humano. Desde los mismos orígenes del hombre, éste ha comprendido que el hacer las cosas bien y de la mejor forma posible le proporciona una ventaja competitiva sobre sus congéneres y sobre el entorno con el cual interactúa.

La calidad ha sido un elemento que a todas las actividades realizadas por el hombre desde la concepción misma de la civilización humana. Esto se evidencia principalmente en que, desde el inicio del proceso evolutivo, el hombre ha debido controlar la calidad de los productos que consumía, por medio de un largo y penoso proceso que le permitió diferenciar entre los productos que podía consumir y aquellos que eran perjudiciales para su salud.

Internacionalmente, las organizaciones están implementando el modelo de gestión de calidad basado en procesos, el cual enuncia que para que una organización funcione eficazmente tiene que establecer y gestionar diversas actividades relacionadas entre sí. Se denomina “enfoque basado en procesos” porque aplica un sistema de procesos dentro de la organización, la identificación e interacción de éstos, así como, su gestión para producir los resultados deseados.

La gestión de la calidad es un constructo multidimensional sobre la cual no existe una definición comúnmente aceptada en primera instancia porque se trata de un concepto complejo, difícil de observar, difícil de medir; en segunda instancia, por la percepción incompleta que tienen los directivos de las organizaciones de los principios, prácticas, técnicas y herramientas de medición que conforman cada enfoque de la gestión de la calidad y en tercera instancia se olvidan partes muy importantes como las dimensiones cultural, estratégica y organizacional.

Una característica particular de los modelos de gestión de calidad es su carácter global, dado que incluye la organización completa: personas, departamentos, facultades, actividades, procesos. Todos los miembros de la organización tienen el deber de identificar, controlar y mejorar los grados de calidad bajo su responsabilidad.

En consecuencia, los principios de gestión de calidad deben desarrollarse por toda la organización, lo cual se fundamenta en prácticas de gestión por procesos (no a las funciones) y en el pensamiento sistémico. Es aquí donde cobra importancia la organización horizontal, lo que implica desechar la concepción y las jerarquías verticales para adoptar un enfoque horizontal, transversal a los departamentos, facultades, divisiones y secciones. Otro concepto relevante que cobra importancia es el trabajo en equipo, el cual permite a la organización beneficiarse de las sinergias generadas por varias personas trabajando en pos de una misma meta.

Objetivo

Optimizar el sistema de control de calidad de las piezas manufacturadas en la empresa MCI.

Objetivos específicos

- Mejorar la eficiencia de tiempos de revisión
- Detección de piezas que tengan no conformidades
- Tener un mejor registro de piezas manufacturas OK
- Tener mayor cantidad de piezas liberadas

Descripción y Justificación del proyecto

El proyecto busca mejorar el sistema de control de calidad de piezas manufacturadas, entre los factores que se consideran son: que la pieza cumpla las dimensiones con el plano especificado, que no tenga ninguna imperfección que afecte su funcionamiento para que sea ensamblada correctamente en el producto final, el acabado superficial debe ser el correcto ya que es la vista de la pieza en el producto final, y el cliente es quien observa en el aspecto visual.

Por lo anterior, el proyecto tiene como un objetivo específico que se liberen piezas manufacturadas en grandes cantidades, que cumplan los estándares de calidad en todos los aspectos porque la empresa exige producto con calidad y que cumpla con la funcionalidad que debe hacer y que el cliente solicita. Para esto, se tiene que partir desde que la pieza está diseñada en el plano cumpliendo con las dimensiones y acabados establecidos por el área de diseño.

Para que lo anterior funcione, todas las áreas de la empresa tienen que colaborar sin o con el mínimo de errores y cumplir con los tiempos establecidos, para tener mejores resultados en el desempeño, el área donde se desarrolló el proyecto pertenece a calidad.

Es importante recalcar que para la empresa cuenta más la liberación de producto final que la liberación de piezas manufacturadas.

Alcances y limitaciones

El proyecto está diseñado para un tiempo a largo plazo para que se vayan teniendo los resultados que se esperan, ya que en el área de calidad se requiere tiempo para saber si lo que se está implementando está bien y funciona para la empresa en cuestión de productividad que es la parte más interesada a la empresa.

Para ello, en el alcance del proyecto se pueden implementar más opciones que ayuden a la empresa a seguir mejorando en la parte de producción del producto terminado con una mejor calidad, teniendo los menos errores posibles y con ello lograr la satisfacción del cliente.

Dentro del alcance del proyecto y tal como se menciona en los objetivos específicos, se busca mejorar los tiempos de revisión de las piezas para aumentar la producción, así como, tener una gran cantidad de piezas manufacturadas liberadas en el menor tiempo posible para evitar tiempos muertos con los trabajadores que se encargan de hacer el producto final y cumplir con los tiempos establecidos por la empresa, y de esta forma lograr el nivel de desempeño que la empresa demanda.

Por otra parte, para el logro de los objetivos del proyecto, es importante tener cuidado que los instrumentos de medición que se utilicen no estén descalibrados o no contar con los instrumentos de medición suficientes, para poder cumplir con la revisión correcta de las piezas manufacturadas. Además, es importante que el laboratorio de metrología cuente con un nivel adecuado de luz, internet y equipo de cómputo suficiente, aire acondicionado y un buen espacio para desplazamiento del personal y movilidad de las piezas.

Como limitante se tiene el tiempo de desarrollo del proyecto, es decir, si durante el desarrollo se tiene un gran número de piezas que no cumplen las especificaciones de diseño, estas se deben regresar al área de manufactura teniendo con ello un retraso con los tiempos establecidos. Además, otra limitante es no contar con el espacio suficiente en el laboratorio para el resguardo de las piezas manufacturadas antes de la inspección, así como, en donde colocar las piezas liberadas.

Caracterización del área en la que participó Laboratorio de metrología

En esta área se realiza la inspección de las piezas manufacturadas, mediante instrumentos de medición como vernier, medidor de alturas, micrómetro y medidor de ángulos para comprobar las dimensiones de la pieza contra el plano de diseño, para determinar si la pieza es OK o NO OK, y poder seguir con el proceso de acabado de la pieza.

Cuando una pieza es OK se libera colocando una etiqueta en color azul, pero aún tiene un acabado pendiente, una vez que la pieza ya tiene el acabado completo se coloca una etiqueta en color verde, lo cual significa que la pieza cumple con las dimensiones del plano y el acabado correcto. Además, cuando la pieza requiere un tratamiento adicional, se coloca una etiqueta color blanco. Por otra parte, si la pieza no cumple con las dimensiones correctas, es decir, esta maquinada incorrectamente y no es funcional, se considera como SCRAP y se coloca una etiqueta de color rojo

lo que significa que no se puede utilizar por ningún motivo y se coloca en un contenedor para almacenamiento.

Cuando la pieza es liberada, pero no hay personal a quien entregar, la pieza se coloca en un rack o estante de almacenamiento en el mismo laboratorio como resguardo para que la pieza no se extravié. Una vez que hay personal para entregar la pieza liberada, la pieza se entrega para que continúe con el proceso en el área de ensamble.

Capítulo 2 Marco teórico

2.1 Metrología

Metrología (Farras, D. (s. f.)) es la rama de la física que estudia las mediciones de las magnitudes garantizando su normalización mediante la trazabilidad. Acorta la incertidumbre en las medidas mediante un campo de tolerancia. Incluye el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesos y medidas. Además, la incertidumbre en metrología, es una cota superior del valor de la corrección residual de la medida. También, se puede expresar como el valor de la semi-amplitud de un intervalo alrededor del valor resultante de la medida, que se entiende como el valor convencionalmente verdadero.

La metrología (Méndez, A. (s. f.)) dimensional es la ciencia aplicada que se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan las magnitudes lineales y angulares. También, se encarga del estudio de otras características físicas, como redondez, paralelismo, concentricidad, coaxialidad, tolerancia geométrica, etc. Esta especialidad es de gran importancia en la industria en general, pero muy especialmente en la de manufactura, pues las dimensiones y la geometría de los componentes de un producto son características esenciales del mismo, ya que, entre otras razones, la producción de los diversos componentes debe ser dimensionalmente homogénea, de tal forma que estos sean intercambiables aun cuando sean fabricados en distintas máquinas, en distintas plantas, en distintas empresas o, incluso, en distintos países.

La división de Metrología Dimensional tiene la tarea y la función de:

- Establecer, mantener y mejorar el patrón nacional de longitud.
- Establecer, mantener y mejorar el patrón nacional de ángulo.
- Ofrecer servicios de calibración para patrones e instrumentos de longitud y ángulo.
- Asesorar a la industria en la solución de problemas específicos de mediciones y calibraciones dimensionales.
- Realizar comparaciones con laboratorios homólogos extranjeros con objeto de mejorar la trazabilidad metrológica.

- Apoyar al Sistema Nacional de Calibración (SNC) en actividades de evaluación técnica de laboratorios.
- Elaborar publicaciones científicas y de divulgación en el área de medición de longitud.
- Organizar e impartir cursos de metrología dimensional a la industria.

Los instrumentos de medición están diseñados para cumplir ciertas clases de exactitud, para lograr esto, la habilidad y conocimiento del operador en la aplicación correcta de dichos instrumentos deberá responder a las expectativas requeridas de cada tipo de instrumento, recordando que los errores de medición siempre están presentes y existen formas de conocerlos, eliminarlos y minimizarlos.

Por otra parte, la metrología se define como la ciencia de las mediciones, así como, de los métodos y medios que se usan para llevarlas a cabo.

La metrología (Masstech. (2022, 6 enero)) industrial es un área determinada de esta ciencia que se aplica en el sector industrial, ya que las medidas y mediciones son fundamentales para todos los procesos industriales. Es muy importante en el sector industrial, puesto que permite obtener mediciones exactas y fiables en todos los procesos, convirtiéndola en un requisito fundamental para obtener productos y servicios de calidad, algo necesario para que toda empresa sea competitiva. También, en algunos sectores aporta conocimientos científicos cuantificables, lo que permite el desarrollo de nueva tecnología, ya sea para hacer más eficiente los sistemas de producción o para automatizar los procesos industriales.

De igual manera, la metrología sirve para mejorar la seguridad y salud de los consumidores, al garantizar que los productos se hacen bajo los estándares de medida adecuados para el consumo humano. De lo contrario, muchos de los procesos podrían producir artículos tóxicos o que generen reacciones adversas al entrar en contacto con el medio ambiente. La metrología industrial tiene diferentes campos técnicos de aplicación de acuerdo con cada industria. Las magnitudes más comunes son la dimensional, masa y temperatura, que se encargan de las longitudes, pesos y temperatura de los productos.

Además, la metrología se puede aplicar en los instrumentos y procesos relacionados con la electricidad y magnetismo, la acústica, ultrasonidos y vibración, los productos químicos, el tiempo, la frecuencia, las radiaciones ionizantes y radioactividad y la fotometría. Su principal aplicación en estos campos es para los ajustes, calibración y verificación de los instrumentos y sistemas enfocados a tomar las medidas.

La metrología industrial garantiza la calidad, sin las mediciones correctas, la capacidad de producir los requisitos de los consumidores y los usuarios no sería posible, por ello, la metrología garantiza que todo lo que invierte la industria esté a

la altura de satisfacer las expectativas del cliente en lo que respecta al rendimiento y la calidad.

Gracias a la metrología, (Arsam. (2022)) la exactitud en la calificación, verificación y validación en las mediciones está garantizada. Esta fiabilidad es la que te ayuda a calificar una pieza con confianza y precisión. Para ello, se deben utilizar unidades de medida correctas y equipos específicos dependiendo del caso. Cualquier actividad que se imagine habrá pasado por un proceso de medición, como los productos alimenticios, la velocidad de los coches, los niveles de emisión de contaminación o la electricidad que has consumido. Actualmente, esta ciencia abarca tanto la parte teórica como los aspectos experimentales en la obtención de medidas. Por supuesto, este proceso se rige de acuerdo a las normas nacionales y/o industriales y, desde tiempos antiguos, se utiliza en casi cualquier sector industrial.

La metrología industrial está basada en la calidad y calibración exacta de cualquier componente industrial que forma parte del proceso de fabricación de una pieza. Según estadísticas, las empresas que tienen una deficiencia en el sistema de metrología obtienen entre un 60 % y un 80 % de fallos.

2.2 Calidad

La calidad (Borras, S. (2023, 16 febrero)) en las empresas es indispensable para mantener un buen nivel de competitividad. El compromiso con la calidad de los productos y servicios que se ofrecen a los clientes es un factor decisivo a la hora de elegir una empresa u otra. También, permite minimizar los errores y aumentar la satisfacción de los clientes. Las empresas deben adoptar una filosofía de calidad total, esto quiere decir que todos los departamentos y áreas de la organización deben estar implicados en el control y mejora de la calidad.

2.2.1 La gestión de la calidad en la empresa

En la actualidad, la calidad es una de las principales preocupaciones de las empresas, se ha convertido en un factor crítico para el éxito de las mismas, ya que los clientes cada vez son más exigentes y se encuentran más informados. La calidad es importante porque permite a las empresas diferenciarse de la competencia, ofrecer un producto o servicio de mayor valor y mejorar la satisfacción y lealtad de los clientes. Todo esto se traduce en un mayor beneficio para la empresa.

Por tanto, es fundamental que las empresas pongan especial énfasis en asegurar la calidad de sus productos y servicios, a través de una adecuada gestión de la

calidad. Por eso es importante establecer un sistema de gestión de calidad e involucrar a todos los empleados en su implementación y seguimiento.

2.2.2 ¿Qué es un sistema de gestión de calidad y para qué sirve?

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) es un conjunto de elementos organizacionales y técnicos que se usan para dirigir y controlar una organización. El SGC sirve para mejorar la calidad de los productos y servicios de una empresa, y también para reducir los costos asociados con la producción. El Sistema de Gestión de Calidad es un conjunto de elementos que, cuando se combinan, permiten que una empresa funcione de forma eficiente y eficaz. El propósito del Sistema de Gestión de Calidad es mejorar la calidad de los productos y servicios que ofrece una empresa, así como la eficiencia con la que se realizan las actividades.

Para implementar un sistema de gestión de calidad, se deben seguir ciertos pasos tales como:

- Identificar la necesidad de establecer el sistema y los objetivos que se quieren alcanzar
- Elaborar un plan detallado para su implementación
- Realizar la implementación del sistema
- Evaluar los resultados obtenidos

2.2.3 ¿Cómo aplicar en una empresa los principios de la calidad?

Los principios de la calidad son una filosofía que se centra en la mejora continua de los productos y servicios. Se trata de un enfoque sistemático para mejorar la calidad de lo que se produce, desde el diseño hasta la entrega al cliente. Esto se puede lograr mediante el uso de herramientas y técnicas de gestión de la calidad, como el control de calidad, la planificación de calidad y la gestión de las devoluciones. Implementar estos principios en una empresa requiere el compromiso de todos los empleados y la voluntad de cambiar las cosas si es necesario.

2.3.4 Calidad en las empresas: políticas de calidad y certificaciones ISO

Dado que la calidad es una característica imprescindible en cualquier empresa, muchas implementan diferentes políticas de calidad para asegurarse de mantener altos estándares. Para muchas compañías la implementación de políticas de calidad y la certificación ISO garantizan un nivel óptimo de calidad en todos sus procesos. Las empresas que cuentan con un buen sistema de calidad suelen tener mejores

resultados en general, ya que esto permite minimizar los errores y mejorar la eficiencia.

Una certificación ISO es uno de los requisitos más importantes para muchas empresas, e implica un conjunto de normas establecidas por la Organización Internacional de Estandarización. La certificación ISO 9001 es el estándar más reconocido a nivel internacional, y se centra en la gestión de la calidad y el mejoramiento continuo.

2.2.5 Problemas comunes en la gestión de la calidad de las empresas

Los problemas comunes en la gestión de la calidad de las empresas se deben principalmente:

- A la falta de una cultura de la calidad
- A la falta de un liderazgo comprometido con la calidad
- A la falta de un enfoque sistemático para la gestión de los procesos
- A la falta de recursos o a las limitaciones impuestas por el contexto

Otros problemas que pueden surgir en la gestión de calidad de las empresas podrían estar relacionadas con la falta de comunicación, la falta de enfoque en el cliente, la falta de una cultura de mejora continua, la falta de medidas de control adecuadas y la falta de capacitación de los empleados.

2.2.6 Calidad en las empresas

La calidad (Lobbyfix. (2022)) en las empresas no sólo es una herramienta, sino una cultura y un método de trabajo que orienta la forma de pensar y actuar de una organización. Una política de calidad debe estar basada en un alto compromiso de dirección y con una orientación hacia los productos y servicios que producen.

Garantizar la calidad y la seguridad de los productos está directamente vinculado con el éxito de la empresa. La calidad es un factor importante que produce satisfacción en los clientes, empleados y accionistas, y dota de herramientas prácticas para una gestión integral. En la actualidad es necesario cumplir con los estándares de calidad para poder competir en un mercado cada vez más exigente; por ello se debe buscar:

1. Mejora continua
2. Satisfacción de los clientes
3. Estandarización
4. Control de los procesos

2.2.7 Mejorar la calidad en las empresas

Mejorar (Google Books. (s. f.)) la calidad en una empresa conlleva un gran cambio en la mentalidad de la empresa, un cambio cultural en la calidad del personal, de cada trabajador y accionista de la empresa. Por ello, se puede afirmar que la calidad personal es la forma de cómo se trabaja diariamente, una forma de asegurarse de que las cosas se hagan bien a la primera. Para mejorar la calidad personal se tienen que examinar continuamente las actitudes, conductas, competencias, compromisos, valores y métodos de trabajo. Lo que es necesario hacerlo con las siguientes pautas:

1. Establecer objetivos personales de calidad, en otras palabras, poner metas para conseguir mejorar el actual nivel de desempeño.
2. Establecer cuentas de calidad personal, que permita saber dónde se encuentra un individuo respecto a un plan para mejorar su estándar de calidad.
3. Comprobar la satisfacción del personal con los esfuerzos hechos para la satisfacción de las demandas.
4. Reducirlos, corregir y eliminar completamente el origen de la causa que pueda generar errores en el desempeño del trabajo de la empresa.
5. Trabajar eficazmente, lo que presupone un conocimiento del alcance del trabajo propio y los resultados esperados.
6. Usar bien los recursos, no malgastando el tiempo, el dinero, los materiales y demás recursos de la empresa.
7. Implicarse en el trabajo y cumplir con los objetivos marcados.
8. Fortalecer la autodisciplina, acabando de forma eficiente lo que se comienza.
9. Requerir calidad tanto al líder de la empresa como a los demás.

2.3 Laboratorio

Un laboratorio de metrología (Masstech. (2021)) es un espacio que cuenta con la infraestructura necesaria para brindar los servicios de calibración, medición y pruebas de equipos para las diferentes industrias. En México debe cumplir con las características que son exigidas en la norma ISA-RP52.1, para que pueda brindar un servicio certificado.

De igual manera, los mejores laboratorios deben contar con personal altamente capacitado y cualificado para llevar a cabo las pruebas metrológicas y de calibración necesarias. De acuerdo con cada laboratorio se pueden ofrecer servicios que involucren la calibración y pruebas para las diferentes áreas, las más comunes son:

- Para instrumentos como micrómetros, medidores universales, reglas, cintas métricas, entre otros.
- Calibración de balanzas, básculas y masas patrón (pesas).

- Para instrumentos como termómetros (líquido en vidrio, bimetálicos y digitales), hornos, baños termostáticos, RTD y termopares.
- Calibración de manómetros y transductores de presión.
- Calibración de medidores de turbina, Coriolis, desplazamiento positivo, totalizadores, probadores bidireccionales, entre otros.
- Pruebas para recipientes volumétricos patrón, recipientes de trabajo, cristalería y tanques.
- Calibración en tensión y corriente eléctrica continua y alterna, resistencia eléctrica, potencia eléctrica continua y alterna; para medidores y fuentes de voltaje, corriente, resistencia y simuladores de temperatura y presión.
- Calibración de instrumentos de medición de fuerza a tracción o compresión.

Los laboratorios de metrología son un gran apoyo para las industrias que dependen de una adecuada medición en sus instrumentos para que se garantice la eficiencia de los procesos, la seguridad de su personal y de los consumidores.

2.3.1 Principales características de la metrología y del laboratorio de metrología.

Actualmente (Masstech. (2022b, febrero 11)) existen varias definiciones que pueden explicar qué es la metrología, aunque esta tiene varias ramas; la definición que más se conoce y que la mayoría de los científicos de este ramo aprueba, define a la metrología como: “La ciencia encargada de la medición”. Sin duda, la medición es una actividad constante en todos y cada uno de los seres humanos; prácticamente a diario se realizan mediciones en las diferentes facetas de la vida y nadie es consciente de ello, de tal manera que los científicos que trabajan en el laboratorio de metrología no se encuentran contentos con la definición tan básica que se ha propagado a través de internet.

En un intento por esclarecer mejor la definición, se puede decir que la metrología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las propiedades medibles, las escalas de medida, los sistemas de unidades, los métodos y técnicas de medición. Así mismo, esta ciencia se encarga de la valoración de la calidad de las mediciones y su mejora constante, facilitando el progreso científico, el desarrollo tecnológico, el bienestar social y la calidad de vida.

Con lo anterior, se puede decir que la metrología comprende todos los aspectos, tanto teóricos como prácticos, que están relacionados con las mediciones, lo cual es muy importante para la humanidad y para el desarrollo y el progreso que se ha conseguido a lo largo de más de 100 años de industrialización y más de 25 años de era digital. Sin duda, la metrología es una disciplina muy importante que se encarga de diferentes incertidumbres relacionadas con la medición en cualquier campo, sin importar si es el campo científico o tecnológico.

2.3.2 Tres principales actividades en metrología

La metrología y el laboratorio de metrología se encargan básicamente de tres principales ramos de la medición, los cuales son muy importantes y nunca deben ser tomados a la ligera por el hecho de que se ocupen constantemente en la vida cotidiana sin ningún tipo de consciencia.

- La definición de las unidades de medida internacionalmente aceptadas.
- La realización de las unidades de medida por métodos científicos.
- Establecimiento de las cadenas de trazabilidad, lo cual es posible a través de la determinación y documentación del valor y exactitud de una medición y diseminación de dicho conocimiento.

Así mismo, se puede decir que la metrología y el trabajo que se realiza en el laboratorio son divididos habitualmente por los especialistas en tres grandes ramos, los cuales sirven para clasificar mejor las unidades de medición y para la especialización de los profesionales en cada una de estas grandes categorías.

- **La Metrología Científica:** Esta se encarga de la organización y el desarrollo de los patrones de medida, así como, del mantenimiento. Básicamente es este sector es en donde es necesario la implementación de un laboratorio de metrología para realizar el trabajo de la mejor manera.
- **Metrología Industrial:** Esta categoría de la metrología se asegura del correcto funcionamiento de los instrumentos de medición que se implementan en el sector industrial, así como, en los procesos de producción y verificación. Por supuesto que esta es la categoría más común puesto que en todas las industrias es necesaria la ayuda de un experto de esta naturaleza.
- **Metrología Legal:** Esta categoría de la metrología es la encargada de las mediciones que influyen sobre todo en la transparencia de las transacciones comerciales, la salud y la seguridad de los ciudadanos. Por supuesto que esta es una de las categorías más comunes y en las cuales existe un amplio campo de trabajo.

La finalidad (Laboratorio de Metrología Dimensional. (s. f.)) principal del Laboratorio de Metrología Dimensional es comprobar que las piezas fabricadas cumplen las especificaciones requeridas. Estas comprobaciones se hacen normalmente en dimensión, forma y calidad superficial. En la figura 2.1 se muestra una imagen de un laboratorio de metrología.



Figura 2.1 Laboratorio de metrología

2.4 Manufactura

Se entiende (Manufactura - concepto, historia, tipos, características y ejemplos. (s. f.)) por manufactura, fabricación o producción al proceso que convierte una materia prima en uno o más productos de consumo. Para ello, se modifican las características del material inicial mediante un conjunto de operaciones en las que interviene maquinaria, energía y mano de obra. Esta actividad es típicamente industrial (sector económico secundario). Opera generalmente a gran escala, es decir, produciendo masivamente.

Los bienes producidos de esta manera se conocen como productos manufacturados o productos elaborados, y poseen un valor añadido respecto de la materia prima de la que fueron fabricados. La diferencia se refleja en su precio al ser distribuidos y comercializados en sus circuitos consumidores. Este principio es central en el funcionamiento del capitalismo industrial.

El término manufactura proviene del latín (manus, “mano”; facere, “hacer”), y puede designar a una variedad enorme de rubros productivos, que operan como un circuito o un sistema. Son ejemplo de industrias manufactureras tanto las vinculadas con la alta tecnología (tecnología, telecomunicaciones, autopartes) o los bienes de consumo inmediato (alimentos, bebidas, fármacos, productos de higiene personal), como los materiales de construcción, los juguetes, los insumos deportivos, textiles, etcétera.

La industria manufacturera es sumamente diversa, a continuación, se describen de forma general algunos tipos:

- **Industria alimentaria.** Fabrica comida, ya sean bebidas, alimentos empaquetados, insumos para cocinar, enlatados, etc.
- **Industria textil.** - Fabrica ropa y calzado, de todo tipo y para todos los gustos, desde pantalones, camisas, bufandas, gorras, zapatillas, etc.
- **Industria farmacéutica.** - Fabrica medicinas y fármacos, tanto para el libre consumo de la población, como para abastecer hospitales, clínicas y otros centros de salud.
- **Industria de la electrónica.** - Fabrica computadoras, calculadoras, celulares, televisores, radios, módems y todo tipo de aparatos electrónicos, así como, partes de repuesto y accesorios.
- **Industria automovilística.** - Fabrica vehículos: automóviles, motocicletas y otros vehículos motorizados, así como, partes y refacciones, a menudo por separado. Puede o no incluir una fábrica de ensamblaje (o puede subcontratar dicho proceso).
- **Industria armamentística.** - Fabrica armas de diversa naturaleza: pistolas, rifles militares, revólveres civiles, bombas, misiles y otras invenciones.
- **Industria maderera.** - Produce madera, o sea, tablones, listones, planchas y piezas de madera que luego deberán ser trabajadas por una industria de muebles, un carpintero, o bien puede servir de pulpa para la industria papelera.
- **Industria siderúrgica.** - A partir de minerales y metales extraídos de la naturaleza, la industria siderúrgica lleva a cabo fundiciones, aleaciones y otros procesos de modificación del metal para hacerlo apto para el trabajo por parte de otras industrias, como las que fabrican tornillos, pernos o arandelas, etc.

2.4.1 El proceso de manufactura

- Consiste en modificar las propiedades físicas y químicas de la materia prima, para obtener bienes más complejos, específicos. Por esos los productos tienen mayor valor comercial.
- Necesita materia prima que modificar y maquinaria para hacerlo, así como, mano de obra para operarla y energía para alimentar el proceso.
- Forma parte del sector secundario de la economía, tradicionalmente considerado como el principal productor de riquezas, frente a otros sectores como el terciario o de servicios, que se entiende como consumidor de riquezas.
- Está estrechamente relacionado con el diseño industrial y la ingeniería.
- Representa el principal sector económico en el llamado Primer Mundo, en contraste con la industria extractiva o de materia prima.

2.4.2 ¿Cómo se clasifican los procesos de manufactura?

Desde (Yuridia, & Yuridia. (2022)) el ingreso de las materias primas a la industria hasta la salida transformadas en un producto de consumo final, el proceso de manufactura se encarga de todas las actividades involucradas en ello. Sin embargo,

sus tareas son clasificadas durante su producción para enfocarse en las distintas áreas, y esto es de la siguiente manera:

1.-Procesos primarios: Su función es la de transformar recursos naturales en productos primarios que no están elaborados de forma final para su consumo, aquí entran las materias primas, capital, mano de obra, por mencionar algunas.

2.-Procesos secundarios: En este tipo de procedimiento son consideradas las actividades encargadas de hacer los tratamientos térmicos o mecanizados correspondientes para la transformación de la materia prima obtenida.

3.-Procesos terciarios: Una vez terminadas las labores secundarias, el paso siguiente es encargarse de unir los elementos en un solo producto en caso de ser necesario, o bien de tratar los temas estéticos o superficiales para obtener el resultado final.

2.4.3 ¿Cuáles son los 5 tipos de procesos de manufactura?

Para realizar procesos de manufactura se debe tener claro qué beneficios se desean obtener, ya que existen diferentes tipos de procedimientos a incorporar en una fábrica, siendo a veces necesarios más de uno. Los 5 tipos de procesos de manufactura se pueden describir de la siguiente forma:

Repetitiva

Está conformada por líneas de producción encargadas de realizar un artículo de la misma forma durante todo su funcionamiento, sin variación alguna en diseño, requisitos o tiempos, ya que esto implicaría riesgo en los movimientos tanto positivos como negativos. En caso de que la línea establecida no sea suficiente para la tasa de producción, se incorpora otra con el fin de cumplir los mismos objetivos todo el tiempo.

Discreta

Igualmente utiliza una línea de producción con la variante de que, en este caso, sí puede existir diversidad en los artículos realizados ya sea por su diseño, por su estructura o por su configuración. Al tener la posibilidad de alternar entre diferentes productos, también desemboca en tiempos más largos o alteraciones que pueden surgir y deben realizarse.

Continua

Su funcionamiento es similar al de la repetitiva al operar 24/7, con la gran diferencia de que los materiales involucrados en este proceso son líquidos, gases, polvos o granulados involucrados en la minería. La producción tiende a ser muy diversa por

lo que se debe tener suma precaución en este tipo de manufactura al involucrarse más de una materia prima.

Por lotes

El proceso por lotes, igual que la fabricación discreta, puede ser diversa en los productos que realiza, solo que en este caso depende enteramente de la demanda del consumidor teniendo que producir más o menos para satisfacer las cantidades solicitadas. Siendo lotes del mismo producto o de una variedad de ellos, este tipo de manufactura no puede utilizar un estándar estricto, pues cambios y modificaciones en los procesos pueden incorporarse en cualquier momento.

Talleres

La manufactura en talleres, a diferencia de la discreta o repetitiva usa zonas de producción en lugar de usar líneas de montaje. El proceso de manufactura es distinto para cada objetivo a alcanzar, por eso es importante conocerlo a fondo para determinar cuál brindará mejores beneficios en operaciones y metas para la industria.

2.4.4 ¿Qué es la Manufactura Aditiva (MA)?

La Manufactura Aditiva (MA), es una rama de los procesos de fabricación de más reciente uso industrial. Desde sus inicios (los 80's) debido a sus aplicaciones, usos principales y funcionamiento se le conoció como impresión 3D y se popularizó como herramienta de Prototipado Rápido. Esto debido a la similitud de los procesos con la impresión en 2D sobre papel, solo que esta vez se imprimían estos patrones 2D muchas veces hasta que se formaba un elemento 3D. También, se asoció bastante a la construcción de prototipos debido a que los primeros materiales accesibles no tenían propiedades mecánicas que permitieran pensar en darle un uso final a las piezas, más que el uso estético y visual que ofrece un prototipo.

Por otra parte, con los años, la mejora en el control de los procesos de impresión 3D y un gran avance en el desarrollo de materiales, se abrió la posibilidad de usar materiales de ingeniería y gran uso industrial, sobre todo polímeros termoplásticos, algunos cerámicos y metales, con esto, los componentes “impresos” ya poseen propiedades muy similares a los productos de uso final, dando a estos procesos la posibilidad de ser concebidos como herramientas de Manufactura, de ahí que ahora se les llame tecnologías de MA. Actualmente, la MA se clasifica como parte de los procesos de Manufactura Digital que han tomado auge con la llamada revolución industrial 4.0, siendo es una de las tecnologías clave de la misma.

2.5 Vernier

El vernier (Mecafenix, I. (2023)) o también conocido como Pie de rey, es un instrumento de medición que fue diseñado para medir con gran precisión cualquier tipo de objeto, ya sea que tenga una superficie interna, externa o de profundidad. En la figura 2.2 se muestra un vernier digital, generalmente están contruidos de acero inoxidable endurecido, porque este posee una gran resistencia al desgaste, a la deformación y permite hacer mediciones en casi cualquier condición climatológica.

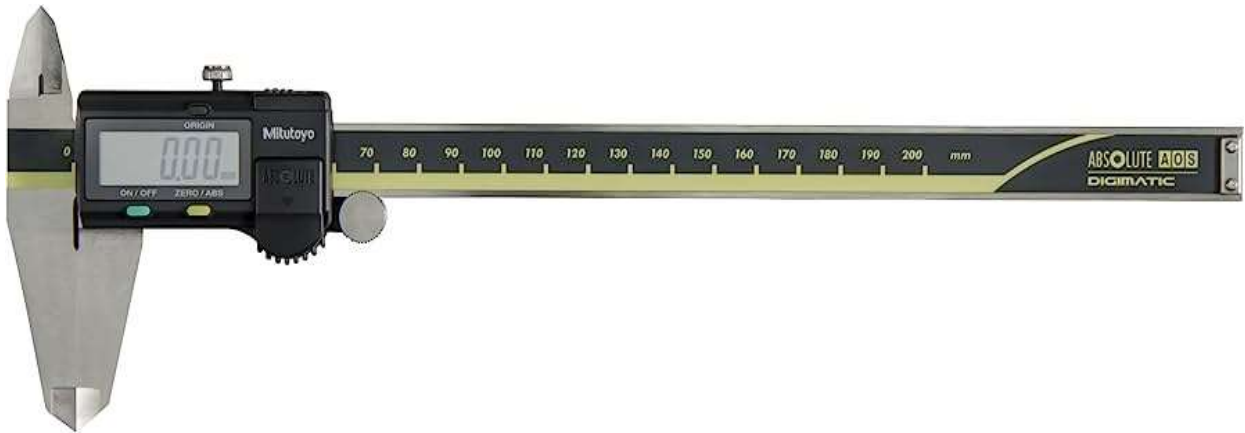


Figura 2.2 Vernier digital marca Mitutoyo

2.5.1 Partes de un vernier

Debido a que existen diferentes tipos de vernier se pueden encontrar algunas variaciones en cuanto a sus partes. Por ejemplo, algunos pueden tener caratulas o ser digitales. Cabe mencionar que estas diferencias son mínimas y que no afectan a su estructura ni funcionamiento principal. A grandes rasgos este instrumento está construido por 6 piezas indispensables para su funcionamiento.

- **Mordazas:** Tiene dos juegos de mordazas unas más grandes para medir exteriores y otras más pequeñas para medir interiores.
- **Sonda de profundidad:** Este instrumento tiene un pequeño vástago que sobresale cuando deslizamos la parte móvil. Esta parte se utiliza para medir profundidades tales como barrenos.
- **Nonio:** Es una regla auxiliar que permite tener una mayor precisión, ya que posibilita las mediciones de hasta dos puntos decimales. Es decir, de 0.01 o 0.05 todo depende del tipo de vernier que se esté utilizando.
- **Escala graduada:** Se encuentra en la parte fija del vernier y como cualquier otra regla, tiene la misma estructura. Ya que de un lado se encuentran las medidas en pulgadas y en el otro extremo en milímetros, por lo general.

- **Seguro:** Es un tornillo que se encarga de fijar la parte móvil del vernier. Este bloqueo es de gran ayuda ya que ayuda a guardar las medidas que se toman en lugares de difícil acceso o para poder trasladarse sin perder algún detalle de la medición.
- **Impulsor:** El funcionamiento principal de esta parte es ayudar al usuario a operar la herramienta con mayor libertad. Dependiendo del tipo pueden existir ligeras variaciones como una rueda giratoria, un semicírculo fijo o un mecanismo donde se tiene que presionar para poder deslizar la parte móvil.

2.5.2 Tipos de vernier

Esta herramienta en la mayoría de sus versiones tiene la estructura principal. Pero son algunas pequeñas variaciones que hacen que cambie el tipo.

Tipos de vernier más comunes:

- **Universal:** Es el más sencillo y común que se puede encontrar, prácticamente se utiliza en cualquier situación, es decir, es de uso general.
- **De botón:** Este tipo hace una modificación en la forma de fijar la parte móvil. Ya que elimina el tornillo y a su vez incorpora el sistema de fijación junto con el impulsor. Para poder deslizar se tiene que presionar el impulsor y para fijar simplemente se suelta.
- **Carátula:** En esta versión se quita por completo el nonio y se incorpora una carátula que se asemeja a un reloj antiguo. Esta modificación permite agilizar el proceso de lectura ya que cuenta con una aguja que indica la medición. Una de sus grandes desventajas es que solo se puede tener un solo sistema, ya sea en pulgadas o centímetros.
- **Digital:** Es el instrumento más moderno y fácil de utilizar, ya que solo basta con poner la pieza en las mordazas y automáticamente se reflejan las medidas tomadas en una pequeña pantalla. Una de las grandes desventajas de este modelo es que constantemente pierde su calibración y continuamente se tiene que recalibrar.
- **Vernier largo:** Como su nombre lo indica es un instrumento que permite mediciones de mayor longitud. Dentro de este tipo se puede encontrar de 30, 50 e incluso de hasta 100 cm de largo.
- **De puntas estrechas:** Prácticamente tiene los mismos usos que uno universal, con la única diferencia que este tiene unas mordazas para exteriores en forma de cuchillas para lograr acceder a lugares estrechos.

2.5.3 Tipos de vernier menos comunes

- **Para engranes:** Este modelo es muy diferente a los demás porque tiene forma de escuadra, debido a que tiene dos reglas diferentes se puede utilizar para medir el grosor y la altura de los dientes de los engranes.

- **Con puntas desiguales:** Tiene un tornillo de fijación en una de las mordazas que sirve para desplazarla. Esta función se utiliza principalmente para la medición de piezas con diferentes niveles.
- **De profundidad:** El funcionamiento de este vernier es ligeramente diferente, ya que la regla graduada funciona como vástago para medir las profundidades. Prácticamente es la herramienta que más modificaciones sufre, porque se quita la sonda de profundidad y se le intercambian las mordazas por una base móvil que sirve de apoyo para hacer la medición.
- **Para ranuras:** Tiene unas mordazas largas y grandes con unos salientes que van hacia el exterior. Se utilizan principalmente para medir interiores en ranuras con profundidades grandes.
- **Tipo CM:** Es un poco más especial ya que solo cuenta con un par de mordazas. Pero están diseñadas de tal forma que se pueden medir interiores y exteriores.
- **Para zurdos:** Prácticamente es un vernier invertido para facilitar el uso a personas que utilizan su mano izquierda como mano principal.

2.5.4 ¿Cómo se mide con un vernier?

Para medir un objeto este se debe poner en entre las mordazas y posteriormente cerrarlas hasta apretar ligeramente la pieza. El siguiente paso que se debe hacer es verificar si el 0 de la escala nonio coincide con algún número, si no coincide exactamente se toman esos datos y se busca que número coincide exactamente con alguna línea de la regla, una vez que se encontró se suman los datos.

2.6 Durómetro

Un durómetro (Sanchez, A. (s. f.)) es un aparato que mide la dureza de los materiales, existiendo varios procedimientos para efectuar esta medición.

2.6.1 Los tipos de durómetros y escalas más utilizados son

Rockwell: El durómetro Rockwell, (Durómetro Rockwell - INNOVATEST. (2022, 11 julio)) tal como se define en la ISO 6508 y la ASTM E-18, es el método más utilizado en todo el mundo para determinar la dureza de un material y es adecuado para casi todos los metales y en cierta medida para los plásticos. El ensayo Rockwell mide la profundidad permanente de la indentación producida por una fuerza/carga específica en un determinado indentador. El ensayo Rockwell requiere menos preparación de muestra, lo que la convierte en el ensayo de dureza más rápido y fácil de realizar en muchas industrias mundialmente.

La principal ventaja del ensayo de dureza Rockwell es su velocidad de ensayo y su capacidad para mostrar los valores de dureza directamente después de penetrar el

material. La dureza Rockwell se determina mediante la aplicación de una carga de ensayo preliminar (carga menor o precarga), seguida de una carga adicional (carga mayor) para alcanzar la carga de ensayo total requerida, volviendo finalmente a la misma precarga (carga menor). La primera carga menor proporciona la posición cero o de referencia. La carga mayor se aplica y se mantiene durante un tiempo predeterminado (tiempo de espera) para permitir la recuperación elástica. Luego se retira la carga mayor, mientras se mantiene la carga menor para establecer el cambio desde la posición cero o de referencia y de esta forma el durómetro Rockwell determina el valor de la dureza.

Brinell: El durómetro Brinell, (Durómetro Brinell - INNOVATEST. (2022, 11 julio)) emplea el método más antiguo de ensayos de dureza usado comúnmente hoy en día, fue inventado en Suecia por el Dr. Johan August Brinell en 1900. El durómetro Brinell se utiliza a menudo para determinar la dureza de piezas fundidas y forjadas cuya estructura de grano es demasiado gruesa para un ensayo preciso Rockwell o Vickers.

Las condiciones del ensayo de dureza Brinell tienen aproximadamente 25 combinaciones diferentes de carga/esfera de ensayo, lo que permite que casi todos los metales puedan ser probados mediante el durómetro Brinell, simplemente variando el tamaño de la esfera y la carga de ensayo en función de la dimensión y el diseño de la muestra. En algunos casos, mientras la relación entre el tamaño de la esfera y la carga de ensayo permanece constante, los resultados se consideran precisos al cambiar entre las condiciones de ensayo Brinell.

Los resultados del durómetro Brinell se utilizan ampliamente en la industria como base para la aceptación de envíos comerciales, y para fines de control de calidad. Estos resultados pueden correlacionarse con otras características metálicas como: ductilidad, resistencia a la tracción, resistencia al desgaste, etc.

Vickers: El durómetro Vickers, (Durómetro Vickers - INNOVATEST Europe BV. (2022, 11 julio)) utiliza la prueba de dureza que fue desarrollado en 1924 por Smith y Sandland en Vickers Ltd. como una alternativa al método Brinell para medir la dureza de los materiales. El ensayo de durómetro Vickers es a menudo más fácil de usar que otros ensayos de dureza, debido a que los cálculos necesarios son independientes del tamaño del indentador, y el indentador puede ser utilizado para todos los materiales independientemente de la dureza.

El principio básico, como con todas las mediciones comunes de dureza, es observar la capacidad del material en cuestión en resistir la deformación plástica de una fuente estándar. El ensayo Vickers puede utilizarse para todos los metales y tiene una de las escalas más amplias entre los ensayos de dureza. La unidad de dureza dada por el ensayo se conoce como número piramidal Vickers (HV) o dureza piramidal de diamante (DPH).

La forma del indentador del durómetro Vickers debe ser capaz de producir indentaciones geométricamente similares, independientemente de su tamaño; la indentación debe tener puntos de medición bien definidos y el indentador debe tener alta resistencia a la auto deformación. Un diamante en forma de pirámide de base cuadrada del durómetro Vickers satisface estas condiciones.

En la prueba Vickers, se aplica una fuerza normalizada sobre un elemento penetrador normalizado, que produce una huella sobre el material, entonces, en función del grado de profundidad o tamaño de la huella, se obtiene la dureza.

2.6.2 Aplicaciones del durómetro

Algunas de las aplicaciones de la medición de dureza a través de un durómetro son:

- En la industria farmacéutica para verificar la dureza de pastillas y cápsulas que pueden resistir el proceso de producción, empaque, distribución y venta, para asegurarse de que la dureza del medicamento permita su desintegración dentro del cuerpo o que sea fácil de masticar.
- En la industria de la construcción y la del metal se trata de medir la dureza y resistencia de los materiales con los que se ha de construir para garantizar que cumplen con determinados estándares de seguridad y calidad. En la figura 2.2 se observa un durómetro Rockwell Starrett.



Figura 2.2 Durómetro Rockwell Starrett

2.7 Calibración

En la industria, (Vidal, J. (2023)) es fundamental calibrar de forma periódica los instrumentos de medición que intervienen en todos los procesos, de ello depende tanto la calidad del producto final como la optimización de los materiales empleados y de la energía consumida en el proceso, así como, la seguridad del control de procesos. Es importante entender qué significa exactamente la calibración y cómo se efectúa. La palabra calibración tiene diferentes acepciones según el contexto en que se use, la calibración es aquella actividad de control metrológico que debe realizarse de forma periódica en instrumentos de medición de magnitudes físicas o químicas que intervienen en un proceso industrial.

2.7.1 ¿Para qué sirve calibrar un instrumento?

En realidad, la calibración de instrumentos tiene como objetivo determinar si un instrumento está dentro de las tolerancias admisibles por el proceso industrial, es el famoso “pasa” o “no pasa”. En caso de que no esté dentro de tolerancia, el instrumento debería desinstalarse y retirarse del sistema de control. El supervisor de instrumentación y sus técnicos instrumentistas decidirán si debe sustituirse o, si el tipo de instrumento lo permite, puede ser ajustado para cumplir las tolerancias del proceso. Incluso si el instrumento está dentro de tolerancia, el equipo técnico puede tener el criterio de ajustar el instrumento, para reducir al mínimo el error observado, y alejarse así de la banda límite del error aceptado. En el ámbito de calibración se usa el término “planchar” los valores, para referirse a esta acción de ajuste.

Sin la calibración de un instrumento o equipo, se obtendrían datos erróneos y consecuentemente, perjudicar un proceso de producción o almacenamiento de materia prima o producto acabado. Por ejemplo, un termostato que controla la temperatura de una nevera o de un congelador debe ser calibrado periódicamente, ya que un grado mayor o menor puede hacer que la conservación de un alimento o medicamento sea menos fiable. Existen casos más graves, por ejemplo, un error de medición o ausencia de calibración puede originar accidentes por exceso o defecto de presión o temperatura en un circuito de refrigeración.

En una industria se suelen disponer de varios instrumentos de medición para medir y controlar los procesos (en presión, temperatura, humedad). Es necesario que todos estos instrumentos ayuden al sistema a obtener el mismo resultado (producto final) de forma consistente y, por eso, cada instrumento debe ofrecer una buena repetitividad y exactitud. Para lo cual será esencial mantener una estrategia de calibración con personal calificado, medios adecuados de calibración con baja incertidumbre e idealmente un software que ayude a la gestión de calibraciones.

Como se efectúan varias mediciones a lo largo del tiempo, es fundamental poder disponer de un histórico que permita comparar, corregir, mejorar, estabilizar las variables con el fin de obtener un proceso eficiente y estable. El objetivo final

evidentemente es conseguir en la industria ahorros de energía y materias primas, reducción de defectos y paros, longevidad/mayor vida útil de las máquinas, reducción de los costes de mantenimiento y la óptima calidad del producto final, con un máximo nivel de seguridad y mínimo impacto ambiental.

2.7.2 ¿Es lo mismo calibración que ajuste?

No es lo mismo, el ajuste es la operación de aplicar las correcciones calculadas en la calibración inicial, para que el instrumento sometido a prueba sea corregido y siendo más exacto pueda seguir utilizándose en el proceso, extendiéndose la vida del mismo. Existen normativas en cada sector de actividad que definen las incertidumbres de medición admisibles en cada proceso. En muchos casos se utiliza la especificación de exactitud del fabricante del instrumento para decidir si se procede al ajuste de un instrumento. También, la experiencia del propietario de la instalación o proceso resulta decisiva a la hora de establecer el criterio de ajuste. Tras un ajuste, el instrumento será de nuevo calibrado, con el fin de comprobar que el instrumento ha efectivamente entrado en precisión y se encuentra dentro de la tolerancia admisible del proceso.

2.7.3 ¿Se necesita un certificado de calibración?

Todo (Masstech. (2021)) proceso de calibración necesita ser registrado en un documento llamado certificado de calibración. En este documento se incluyen todos los datos necesarios (fecha, material, condiciones ambientales, incertidumbre, etc.) con el fin de demostrar la validez y el correcto funcionamiento de un equipo y proceso. El certificado debe ser revisado por otro técnico, un supervisor o jefe de laboratorio.

2.7.4 Tipos de calibración

Existen diferentes tipos de calibración de instrumentos que suelen usarse en la industria, como la calibración de temperatura o de presión, la clasificación se realiza en gran medida según el tipo de instrumento de medición, debido a que cada uno requiere de una calibración distinta. Estos son algunos ejemplos de las mediciones que se requieren dentro de la industria.

Presión

Se trata de una magnitud que permite medir la fuerza con dirección perpendicular y por unidad de área. Sirve como medida de la cantidad de fuerza que se aplica sobre una superficie. Este método calibra las lecturas de presión dentro de transmisores, barómetros, medidores de prueba y otros equipos que comúnmente son utilizados en configuraciones de fabricación. Junto con la presión se puede medir la cantidad

de peso que actúa sobre un objeto. La calibración de básculas, dinamómetros y otros aparatos que calculan el peso utiliza los mismos métodos para revisar su funcionamiento.

Flujo

Se trata de la cantidad de masa de un fluido o la densidad de un cuerpo en movimiento que atraviesa tuberías en un tiempo determinado. Los medidores de flujo verifican la cantidad de productos o las funciones que generan energía durante el proceso. Algunos de los equipos que requieren calibración son los rotámetros, medidores de turbina y medidores de flujo. Esta calibración se realiza de manera rutinaria para verificar que funcione correctamente.

Pipetas

Las pipetas son un instrumento volumétrico que se utilizan en los laboratorios para medir líquidos en cantidades pequeñas de forma exacta. Este método de calibración se utiliza en laboratorios que hacen uso frecuente de pipetas y es un proceso bastante estricto ya que el grado de precisión requerido es muy alto.

Temperatura

Esta magnitud se refiere a la noción de calor existente en un objeto o lugar determinado que se mide a través de un termómetro. Se define así a la escala de energía interna de un sistema termodinámico. La calibración de termómetros se realiza con base en lecturas de temperatura, en simulación de un entorno en tiempo real. El equipo en esta categoría incluye hornos, estaciones meteorológicas, repositorios biológicos, termistores, etc.

Aparatos eléctricos

Este método en particular se enfoca en los dispositivos que para cumplir una función requieren electricidad para convertirla en la energía que utilizan para funcionar. Para que sea posible empezar a calibrar se necesita seguir los estándares de acreditación que se establecen según los esquemas de UKAS, ya que se consideran el conjunto de estándares más precisos para la calibración eléctrica.

Aparatos mecánicos

En este apartado se encuentran los dispositivos que a partir de su composición mecánica pueden realizar funciones específicas. La calibración mecánica verifica la precisión de varias mediciones, como masa, fuerza y vibración. Todos estos elementos se verifican en una instalación de temperatura controlada, ya que las variaciones de temperatura pueden afectar negativamente el proceso de calibración.

Dado que estos instrumentos se utilizan en entornos controlados y para trabajo industrial están sujetos a un desgaste frecuente. Sin embargo, se utilizan en procesos que requieren mucha precisión en términos de recopilación de datos y cantidades medidas. Por lo tanto, para mantener la precisión del proceso y las mediciones tomadas por el equipo, se requiere una calibración cada cierto tiempo para prevenir el desgaste.

Factores de calibración

La frecuencia con la que se calibrará el equipo depende de varios factores. Si la medición que debe realizar un instrumento es constante y se utiliza diariamente, lo mejor es que se revise la calibración por semana. También, debe adaptarse a los estándares definidos por el fabricante del equipo, con la finalidad de controlar los reglamentos y apegarse a las regulaciones.

Por otra parte, es necesario que se regule el riesgo que involucra algún instrumento sin la calibración o proceso correctos. La precisión es igual un factor determinante que sirve en el momento que se forma la recopilación de datos para el equipo. La estabilidad de los instrumentos es otro tipo de medida que evalúa su correcto funcionamiento

La calibración es un proceso obligatorio considerando la necesidad de calidad reproducible del producto. La falta de precisión puede generar enormes repercusiones y sanciones. La calibración forma parte de un proceso esencial que asegura la garantía, la calidad de un producto y que consiga la validación requerida para ser utilizado en la industria.

2.8 Descripción general de la Norma ISO 9001

La norma ISO 9001 (Castillo, A. (s. f.)) se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC), se centra en todos los elementos de administración de calidad, para que la empresa cuente con un sistema óptimo de calidad en el servicio que ofrece.

2.8.1 Recomendaciones

1. No certifica la calidad del producto.
2. No garantiza el producto.
3. No es exclusiva para el departamento de calidad.
4. No es un estándar absoluto ni obligatorio.

2.8.2 Que se trabaja

1. Enfoque al cliente.
2. Participación del personal.
3. Enfoque basado en procesos.
4. Enfoque de sistema para la gestión.
5. Mejora continua.

2.8.3 Beneficios

1. La empresa es más competitiva.
2. Fomenta calidad en el personal de la empresa, orientado al servicio al cliente.
3. Mejora la gestión administrativa, reduciendo las actividades

2.8.4 Funciones de la norma ISO

1. Establecer los requisitos mínimos exigidos a una organización para implantar un SGC.
2. Describe ¿qué debe hacerse para implantar un SGC?, no el ¿Cómo?
3. Muchos de los requerimientos deben ser documentos controlados.
4. Se orientan a los procesos y su funcionamiento.
5. Se refiere a ¿cómo la organización hace su trabajo? y no directamente al resultado de su trabajo.

2.8.5 Estructura de la norma ISO

- Capítulo 1-3: Guías y descripción general.
- Capítulo 4: Sistemas de Gestión.
- Capítulo 5: Responsabilidad de la dirección.
- Capítulo 6: Gestión de los recursos.
- Capítulo 7: Realización del producto.
- Capítulo 8: Medición análisis y mejoras.

2.8.6 Requisitos de la documentación

Mantener un registro impecable de cómo se trabaja dentro de la organización es importante para realizar un correcto control, en caso de que exista una falta en algún punto. Para ello, la ISO dictamina que se documenta en el sistema.”

1. Debe estar establecido,
2. Documentado
3. Implantado
4. Mantenido

2.8.7 Generalidades

1. Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad.
2. Manual de Calidad
3. Procedimientos documentados y registros requeridos por esta norma internacional.
4. Documentos que la organización determina que son necesarios para asegurar la eficacia en la planificación, operación y control de sus procesos.

El manual de la calidad debe incluir

- El alcance del sistema de gestión de la calidad, detallado, justificando cualquier exclusión.
- Procedimientos documentados.
- Descripción de la interacción entre los procesos.

2.8.8 Control de documentos

Se debe establecer un procedimiento documentado que defina controles necesarios para:

- a) Aprobar los documentos previos a un análisis.
- b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario.
- c) Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado actual de los documentos.
- d) Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos que se van a aplicar se encuentren disponibles en los puntos de uso.

Capítulo 3 Desarrollo del proyecto

El proyecto se desarrolló en la empresa MCI TECHNOLOGY AUTOMATION & SERVICE 'S DE R.L DE C.V, en donde, inicialmente se identificó la manera de mejorar la producción de la empresa con el trabajo del área de calidad en la revisión y liberación de piezas manufacturadas, en la figura 3.1 se puede visualizar parte del laboratorio de metrología donde se desarrolló el proyecto.



Figura 3.1 Laboratorio de metrología de MCI

Además, se identificaron todos los instrumentos de medición con que se cuenta en el área de calidad, tales como: vernier, micrómetro, durómetro, flexómetro y medidor de ángulos, para realizar la inspección y medición de las piezas manufacturadas. Una vez identificados los instrumentos de medición, se analizó el correcto funcionamiento y calibración para detectar errores posibles y no tener ningún problema con el producto final, que es la parte más importante del proceso y es donde la empresa otorga el nivel de desempeño del área. Por otra parte, se realizó una serie de actividades solicitadas por la coordinadora de apoyo en la empresa, con la finalidad de reconocer el funcionamiento del área de calidad.

Para el desarrollo del proyecto y detectar áreas de oportunidad, se analizó el proceso completo desde la manufactura hasta la liberación de las piezas. Cuando el área de manufactura termina el proceso de fabricación de una pieza o lote de piezas, el operador del área de manufactura coloca la pieza en un rack del laboratorio de metrología con el respectivo plano de diseño, para después realizar la inspección y medición de la pieza por el personal de metrología, y determinar si la pieza cumple con las especificaciones indicadas en el plano de diseño, en la figura 3.2 se observa el rack para colocar las piezas manufacturadas.



Figura 3.2: Rack de las piezas manufacturas en el laboratorio de metrología

Para realizar la inspección y medición de la pieza manufacturada, se revisa el plano de diseño como el que se muestra en la figura 3.3, mientras que en la figura 3.4 se observa una pieza manufacturada.

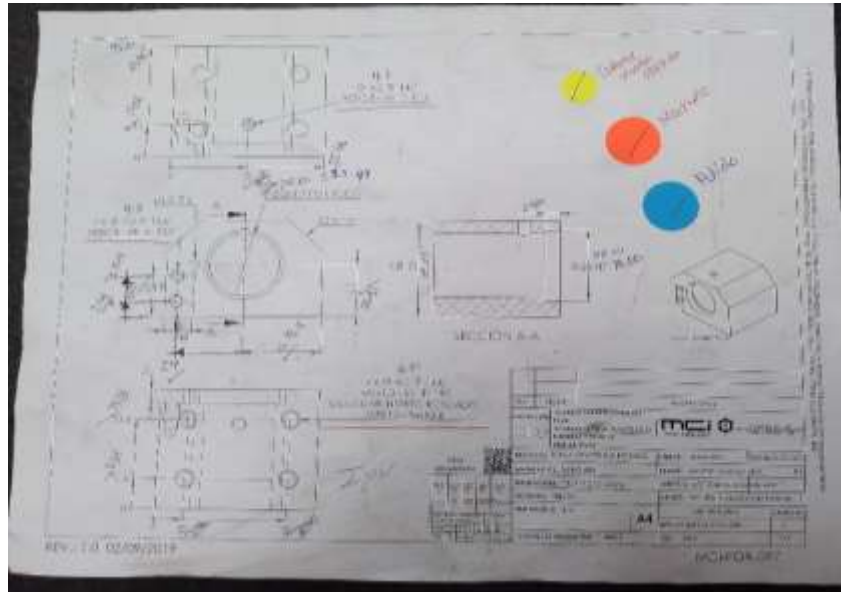


Figura 3.3 Plano de diseño

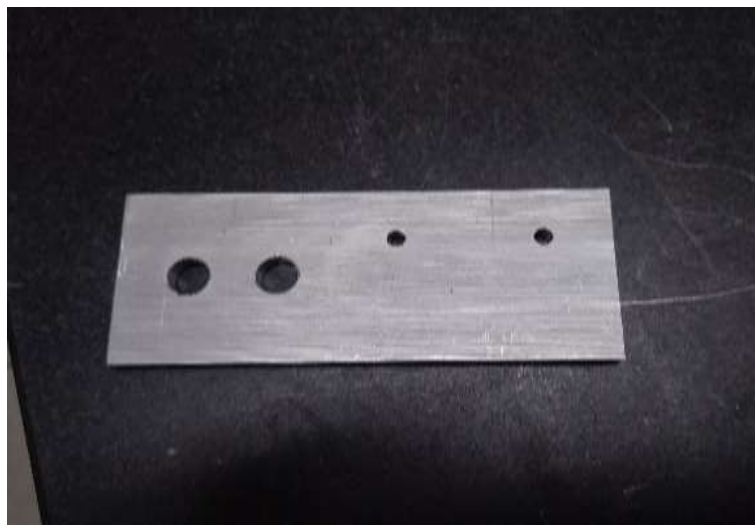


Figura 3.4 Pieza manufacturada

El procedimiento que encontró y analizó se describe a continuación:

1. Con el vernier se realiza la medición de la pieza y en el plano se anota la medición a un lado de la cota de la pieza.
2. Si a la pieza le falta acabado se coloca una peca azul.
3. Si a la pieza le hace falta machuelo se coloca una peca roja.
4. Si a la pieza le hace falta inserto se coloca una peca amarilla
5. Si a la pieza le hace falta machuelo o inserto se regresa al rack de laboratorio para que después los operadores de ensamble realicen el maquinado correspondiente, para después liberar la pieza.
6. Si la pieza ya fue medida e inspeccionada y cumple con los requerimientos, se envuelve con empaque, sin embargo, si se observa en el plano la pieza se

requiere un tratamiento térmico como un templado para modificar la dureza de la pieza, se le coloca una etiqueta de color blanco, tal como se muestra en la figura 3.5, para que antes de ser completamente liberada el operador pueda identificar que la pieza requiere un tratamiento térmico para cumplir con la funcionalidad al colocarla en el producto final.

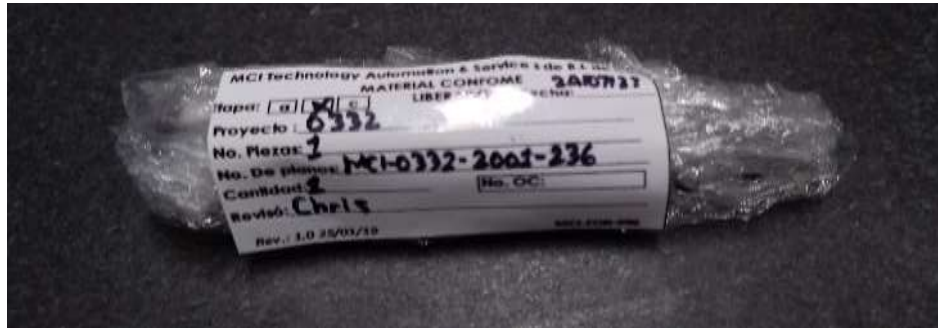


Figura 3.5 Pieza liberada con tratamiento térmico faltante

7. Si la pieza cumple con las dimensiones del plano, el material es el correcto, el acabado cumple (pulido, pavonado, pintura, anodizado, etc.) que tenga o no machuelos y/o insertos, se coloca una etiqueta color verde como se observa en la figura 3.6, lo que significa que a la pieza no le hace falta absolutamente nada.



Figura 3.6 Pieza liberada

- 8 Si en la inspección y medición de la pieza, no cumple con las especificaciones del plano, ya sea, que el material es incorrecto, no tiene las medidas correctas, se tiene algún tipo golpe o abolladura, se realizó mal el corte, tenga uno o varios barrenos desfasados y que no sea funcional. Para identificar este tipo de pieza se le coloca una etiqueta color rojo como muestra en la figura 3.7, lo que se significa que es un producto no conforme que en la empresa la

catalogan como SCRAP, y se tiene un contener específico de almacenamiento para ese tipo de pieza.



Figura 3.7 Pieza SCRAP

- 9 Al final de que la pieza se ha revisado contra todos los requerimientos especificados en el plano, se envuelve con empaque para colocar la respectiva etiqueta ya sea color verde, blanco o azul con los datos para que sea liberada en el área de ensamble. Es importante mencionar que cuando el proyecto final no está activo o en ensamble, la pieza o piezas se colocan en un rack de almacenamiento tal como se muestra en la figura 3.8 para posteriormente sea liberada por el respectivo operador.



Figura 3.8 Rack de almacenamiento

Cuando el proyecto o producto está activo es el momento de liberar las piezas manufacturadas con el respectivo operador del área de ensamble para empezar el proceso de ensamble. Para el control de liberación de piezas, se cuenta con una matriz digital de inspección, en donde se registra las piezas liberadas por parte de laboratorio, tal control se muestra en la figura 3.9. En la matriz se utiliza un formato físico en donde se anota lo que se describió en las etiquetas, por ejemplo, el nombre y firma del operador a quien se le entrego la pieza, la esta matriz ayuda para que el operador no tenga alguna duda sobre cualquier pieza, por ejemplo, en caso de que la liberación no sea muy reciente, si la pieza fue liberada o todavía no, etc.

El procedimiento descrito anteriormente se realiza de manera constante para liberar las piezas lo más rápido posible y en grandes cantidades para que el producto final sea liberado con las fechas ya notificadas por el área de planeación y cumplir en tiempo y forma con el cliente.

MCI TECHNOLOGY		MATRIZ DIGITAL DE INSPECCION		DEFECTOS DETECTADOS										ESTAS FALLAS INDICAN FALTA DE UN PROCESO QUE DEBE SER REALIZADO PARA	
TIPO DE DOCUMENTO		FORMATO		DEFECTOS DETECTADOS										ESTAS FALLAS INDICAN FALTA DE UN PROCESO QUE DEBE SER REALIZADO PARA	
DATOS GENERALES		FORMATO		DEFECTOS DETECTADOS										ESTAS FALLAS INDICAN FALTA DE UN PROCESO QUE DEBE SER REALIZADO PARA	
FECHA	NÚM. PLANO	PROYECTO	MATERIAL	DEFECTOS DETECTADOS										ESTATUS DE PIEZA	FECHA
1256	03/04/2023	MCI-0298-2001-230	298	PLACA DE ALUMINIO 6061	12	LIBERADO									
1257	03/04/2023	MCI-ESTANDAR-229	302	PLACA ALUMINIO 6061	4	LIBERADO									
1258	03/04/2023	MCI-0275-2001-254	275	ALUMINIO 6061	1	LIBERADO									
1259	04/04/2023	MCI-0281-2003-202	281	ACERO 4140	2	LIBERADO									
1260	04/04/2023	MCI-0281-2003-202	281	NYLAMID NEGRO	2	LIBERADO									
1261	04/04/2023	MCI-ESTANDAR-300-01	286	PLACA DE ACERO COM. A36	4	LIBERADO									
1262	04/04/2023	MCI-ESTANDAR-300-02	286	PLACA DE ACERO COM. A36	4	LIBERADO									
1263	04/04/2023	MCI-ESTANDAR-300-03	286	PLACA DE ACERO COM. A36	8	LIBERADO									
1264	05/04/2023	MCI-0298-2003-140	298	ACERO A36/SOLERA DE ACERO COM. A36	6	LIBERADO									
1265	06/04/2023	MCI-0294-2002-200	294	NYLAMID NEGRO	1	LIBERADO									
1266	06/04/2023	MCI-0294-2002-200	294	FONDO DE ALUMINIO 6061	1	LIBERADO									
1267	06/04/2023	MCI-0294-2002-205	294	FONDO DE ACERO COM. A36	1	LIBERADO									
1268	06/04/2023	MCI-0294-2002-210	294	ACERO 4140	1	LIBERADO									
1269	06/04/2023	MCI-0298-2003-208	298	SOLERA DE ACERO A36	2	LIBERADO									
1270	06/04/2023	MCI-0269-01-2001-219	269	REDONDO DE ACERO 8620	2	LIBERADO									
1271	10/04/2023	MCI-ESTANDAR-300-01	304	SOLERA DE ACERO A36	4	LIBERADO									
1272	10/04/2023	MCI-ESTANDAR-300-02	304	SOLERA DE ACERO A36	4	LIBERADO									
1273	10/04/2023	MCI-ESTANDAR-300-03	304	SOLERA DE ACERO A36	8	LIBERADO									
1274	11/04/2023	MCI-0269-01-2001-220	269	ALUMINIO 6061	1	LIBERADO									
1275	11/04/2023	MCI-0269-01-2001-221	269	ALUMINIO 6061	1	LIBERADO									
1276	12/04/2023														
1277															

Figura 3.9 Matriz digital de inspección

3.1 Mejora e implementaciones del proyecto para la empresa

Una implementación inicial fue el cambio de la matriz digital de inspección, la cual se muestra en la figura 3.10, el cambio se realizó ya que se tenían menos datos de los que realmente se necesitan para dar más información a los departamentos involucrados, los cambios realizados en la matriz digital de inspección son:

1. Se tienen más rubros e información.
2. La información adicional resuelve dudas del personal de la empresa.

3. Se tiene información más detallada acerca de la pieza manufacturada.
4. En la parte de las piezas pendientes, se tiene un registro para colocar, por ejemplo, si la pieza no llegó completa conforme al plano, lo cual se visualiza más fácilmente.
5. En la parte del operador, se tiene el registro de quien inició y quien terminó el ensamble, así como, a que operador se le entregaron las piezas liberadas, para continuar con el ensamble final.
6. En la parte de acabados, se agregó información si el acabado se realizó de forma externa a la empresa.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T										
1			MATRIZ DIGITAL DE INSPECCION										DEFECTOS DETECTADOS																	
A													BARRENOS DESFASADOS				ESTAS	E	BARRENO F											
B													PIEZA FUERA DE ESPECIFICACION				FALLAS	F	FILOS VIVOS/REB											
C													MATERIAL INCORRECTO				REQUIEREN UN	G	MACHUELO DIROS											
D													MACHUELO INCORRECTO				RETRABAJO	H	ACABADO FINAL FA											
5	TPO DE DOCUMENTO FORMATO				CODIGO M																									
6	DATOS GENERALES										OS DE DEFECTOS DETECTADOS										ESTATUS DE PIEZA									
7	FECHA	NO. PLANO	PROYECTO	MATERIAL									TOTAL		ESTATUS	OPERADOR	NO. PIEZAS PENDIENTES	PIEZA	ACABADO	FINALIZADO	FECHA									
2296	27/07/2023	MC-4932-2002-334	332	ALUMINIO 6061									2		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2297	27/07/2023	MC-4932-2002-335	332	ALUMINIO 6061									2		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2298	27/07/2023	MC-4932-2002-336	332	ALUMINIO 6061							H	2	LIBERADO		LIBERADO	MAM	0	AZUL	PULIDO		SI									
2299	27/07/2023	MC-4932-2002-338	332	ALUMINIO 6061									1		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2290	27/07/2023	MC-4932-2002-342	332	ALUMINIO 6061									1		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2291	27/07/2023	MC-4932-2002-343	332	ANGULO DE ALUMINIO 6061							H	2	LIBERADO		LIBERADO	MAM	0	AZUL	PULIDO		SI									
2292	27/07/2023	MC-4932-2002-344	332	ALUMINIO 6061									3		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2293	27/07/2023	MC-4932-2002-345	332	ALUMINIO 6061									2		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2294	27/07/2023	MC-4932-2002-348	332	POLURETANO AMARILLO 80 SHARE									2		LIBERADO	MAM	0				SI	27/07/2023								
2295	27/07/2023	MC-4932-2002-354	332	ALUMINIO 6061									2		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2296	27/07/2023	MC-4932-2002-355	332	ALUMINIO 6061							H	2	LIBERADO		LIBERADO	MAM	0	AZUL	PULIDO		SI									
2297	27/07/2023	MC-4932-2002-357	332	ANGULO DE ALUMINIO 6061							H	2	LIBERADO		LIBERADO	MAM	0	AZUL	PULIDO		SI									
2298	27/07/2023	MC-4932-2002-358	332	ANGULO DE ALUMINIO 6061							H	5	LIBERADO		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2299	27/07/2023	MC-4932-2002-360	332	ANGULO DE ALUMINIO 6061									1		LIBERADO	MAM	0		AZUL	PULIDO		SI								
2270	27/07/2023	MC-4932-2002-368	332	ANGULO DE ALUMINIO 6061									3		LIBERADO	MAM	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2271	27/07/2023	MC-4918-2002-350	318	ALUMINIO 6061							H	1	LIBERADO		LIBERADO	RAYMUNDO	0	AZUL	PULIDO		SI									
2272	27/07/2023	MC-4932-2002-356	332	ALUMINIO 6061							H	2	LIBERADO		LIBERADO	MAM	0		AZUL	PULIDO		SI								
2273	27/07/2023	MC-4918-2002-325	318	ACERO 1045									2		LIBERADO	RAYMUNDO	0				SI	27/07/2023								
2274	27/07/2023	MC-4940-2003-309	340	SCLEPA ALUMINIO 6061							G	H	1		LIBERADO	ULISES	0	AMARILLA	PULIDO		SI									
2275	27/07/2023	MC-4940-2003-322	340	NYLON2 COLOR AZUL							G	1	LIBERADO		LIBERADO	ULISES	0	AMARILLA			SI	27/07/2023								
2276	27/07/2023	MC-4918-2002-331	318	ALUMINIO 6061									1		LIBERADO	RAYMUNDO	0		PULIDO		SI	27/07/2023								
2277																														
2278																														

Figura 3.10 Nueva Matriz digital de medición

Una siguiente implementación del proyecto es la colocación de una etiqueta color azul, la cual se observa en la figura 3.11, esta etiqueta significa que a la pieza le hace falta un acabado que puede ser: pulido, pavonado, pintura o anodizado. La funcionalidad de esta etiqueta es los operadores identifiquen con más facilidad a que piezas les hace falta un acabado, y de esta forma liberar la mayor cantidad de piezas. El análisis y causas que generaron la implementación es esta etiqueta es el siguiente.

1. Las piezas se liberaban con una etiqueta color verde que significa que cumple con el material, las dimensiones, el acabado correcto y lista para ser ensamblada en el producto final, sin embargo, no se indicaba si se requería un acabado más.

2. En el rack del laboratorio de metrología se acumulaban demasiadas piezas con acabado faltante, y se tenía que esperar a que los operadores del área de ensamble detectaran e hicieran al acabado faltante, lo que ocasionaba pérdida de tiempo.
3. Se ocupaban mucho las etiquetas color verde, porque se liberaba con esta etiqueta aún y cuando faltaba algún acabado. Entonces, al realizar el acabado faltante nuevamente se tenía que colocar a la pieza otra etiqueta verde y con esto se ocupaban dos etiquetas en una solo pieza.
4. Para incrementar la cantidad de piezas liberadas en el menor tiempo posible, en consecuencia, en el área de ensamble no se tienen tiempos muertos o producción intermitente y con ello se obtiene más producto final en menos tiempo.
5. Debido a que las piezas con la etiqueta color verde ya estaban liberadas y listas para el ensamble final, al no estar identificado la falta de un acabado más, los operadores perdían tiempo, ya que al detectar la falta del acabado se tenía que desensamblar el producto final para retrabajar las piezas o realizar el acabado ya con la pieza ensamblada.



Figura 3.11 Pieza liberada con acabado faltante

Una tercera implementación fue la instalación de un rack de almacenamiento de mayor capacidad, con ello, al tener mayor espacio de almacenamiento e incluso un mejor ordenamiento de las piezas por colores, se aumentó la producción de producto final al tener mayor cantidad de piezas manufacturadas y liberadas. En la figura 3.12 se muestra la implementación del rack de mayor capacidad.



Figura 3.11 Implementación del rack de almacenamiento de mayor capacidad

Por otra parte, con el rack de almacenamiento de mayor capacidad se tiene:

1. Mayor almacenamiento de piezas manufacturas en comparación con el rack anterior y que se observa en la figura 3.8.
2. Mejor orden de las piezas en el respectivo proyecto.
3. Mayor cantidad de piezas liberadas por proyecto.
4. Con el rack anterior, cuando se llegaba a su capacidad máxima ya no se podía seguir inspeccionando y midiendo las piezas.

Capítulo 4 Análisis de resultados

En este capítulo se analizarán los resultados del proyecto, para determinar cuánto fue el impacto de las implementaciones realizadas en la producción de la empresa.

El área de calidad en donde está el laboratorio de metrología, al iniciar el proyecto se tenían muchos problemas en el aspecto de piezas manufacturas, debido a que no se liberaban las piezas en grandes cantidades de manera constante. También, se tenía problemática con los operadores del área de ensamble, ya que tomaban las piezas del rack de laboratorio, para continuar el ensamble del producto final y no había control de quien tomaba las piezas o si faltaba algún acabado.

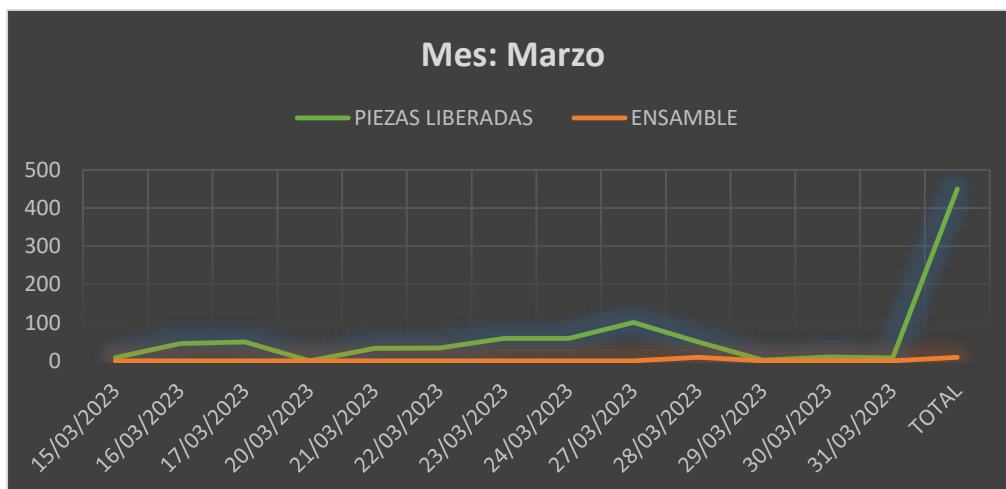
En las siguientes gráficas y tablas se analizará el impacto de las implementaciones, analizando aspectos tales como:

1. Diferencia en la cantidad de piezas liberadas
2. Que el área de ensamble ya no tome las piezas del rack de laboratorio
3. Que el rack de laboratorio ya no esté tan saturado de piezas
4. Mejora los tiempos en liberaciones de piezas

En la tabla 4.1 se muestra la cantidad de piezas liberadas y de ensamble correspondiente al mes de marzo, en donde se detectó la problemática que el rack de laboratorio estaba muy saturado de piezas, no se liberaban tantas piezas manufacturas de manera constante como pretende el área de calidad, por otra parte, la gráfica 4.1, se observa la variación que se tiene con la liberación de piezas.

Tabla 4.1 Análisis del mes de marzo

MES: MARZO	PIEZAS LIBERADAS	ENSAMBLE
15/03/2023	8	0
16/03/2023	45	0
17/03/2023	49	0
20/03/2023	0	0
21/03/2023	32	0
22/03/2023	33	0
23/03/2023	58	0
24/03/2023	58	0
27/03/2023	100	0
28/03/2023	49	9
29/03/2023	1	0
30/03/2023	10	0
31/03/2023	7	0
TOTAL	450	9
PROMEDIO	34.615385	0.6923077

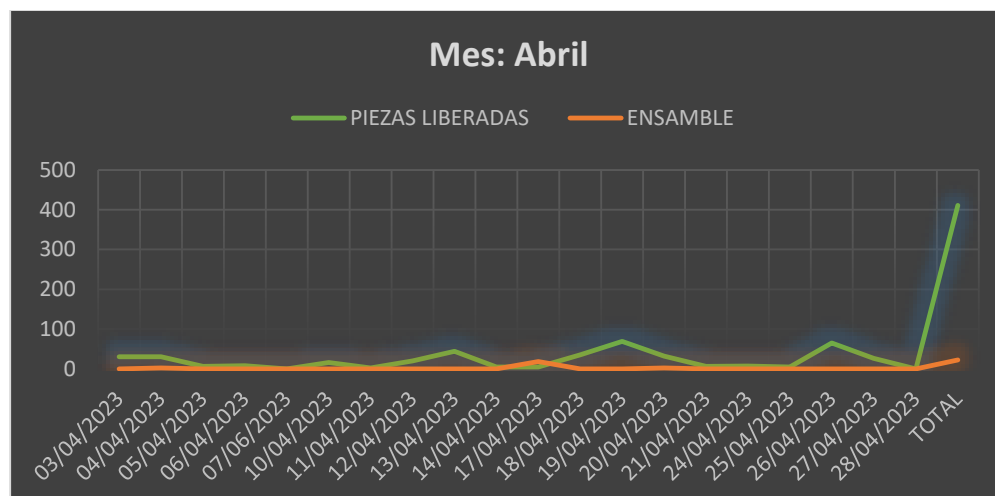


Gráfica 4.1 Análisis del mes de marzo

En el análisis del mes de abril, se detectó la problemática de que los operadores del área de ensamble tomaban las piezas del rack de laboratorio, debido a que en comparación del mes de marzo y como se observa en la tabla 4.2, el promedio de piezas liberadas por el laboratorio bajo, mientras que las piezas tomadas por el área de ensamble aumento, lo cual también se nota en la gráfica 4.2.

Tabla 4.2 Análisis del mes abril

MES: ABRIL	PIEZAS LIBERADAS	ENSAMBLE
03/04/2023	30	0
04/04/2023	30	2
05/04/2023	6	0
06/04/2023	8	0
07/06/2023	0	0
10/04/2023	16	0
11/04/2023	2	0
12/04/2023	20	0
13/04/2023	44	0
14/04/2023	5	0
17/04/2023	5	18
18/04/2023	35	0
19/04/2023	69	0
20/04/2023	32	2
21/04/2023	6	0
24/04/2023	7	0
25/04/2023	5	0
26/04/2023	65	0
27/04/2023	26	0
28/04/2023	0	0
TOTAL	411	22
PROMEDIO	20.55	1.1

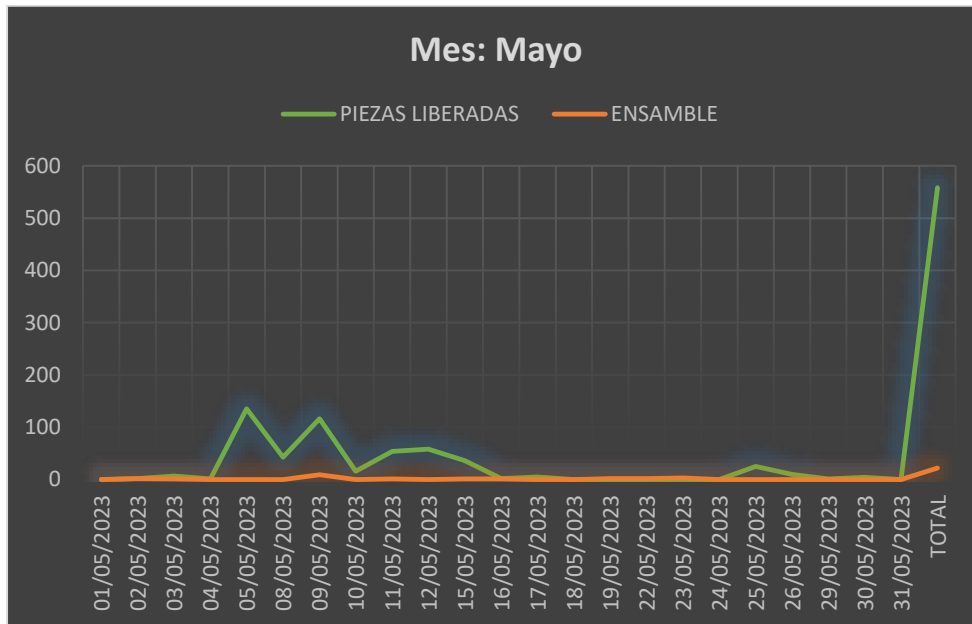


Gráfica 4.2 Análisis del mes de abril

En el mes de mayo, se implementó como prueba piloto la etiqueta de color azul, para analizar el funcionamiento para el proyecto y liberar más piezas manufacturadas en grandes cantidades y de manera más constante a los meses marzo y abril. Como se puede ver en la tabla 4.3, al final del mes hubo un incremento en comparación de los meses anteriores, debido a que aumento el promedio de piezas liberadas por el laboratorio de metrología y las piezas tomadas por ensamble se mantuvo en la misma cantidad, en la gráfica 4.3 se puede notar el incremento en el promedio del mes abril.

Tabla 4.3 Análisis del mes de mayo

MES: MAYO	PIEZAS LIBERADAS	ENSAMBLE
01/05/2023	0	0
02/05/2023	2	2
03/05/2023	7	1
04/05/2023	1	0
05/05/2023	135	0
08/05/2023	43	0
09/05/2023	116	9
10/05/2023	16	0
11/05/2023	54	1
12/05/2023	58	0
15/05/2023	36	1
16/05/2023	2	1
17/05/2023	5	0
18/05/2023	0	0
19/05/2023	0	2
22/05/2023	0	2
23/05/2023	0	3
24/05/2023	0	0
25/05/2023	25	0
26/05/2023	10	0
29/05/2023	1	0
30/05/2023	4	0
31/05/2023	0	0
TOTAL	558	22
PROMEDIO	24.26087	0.956522

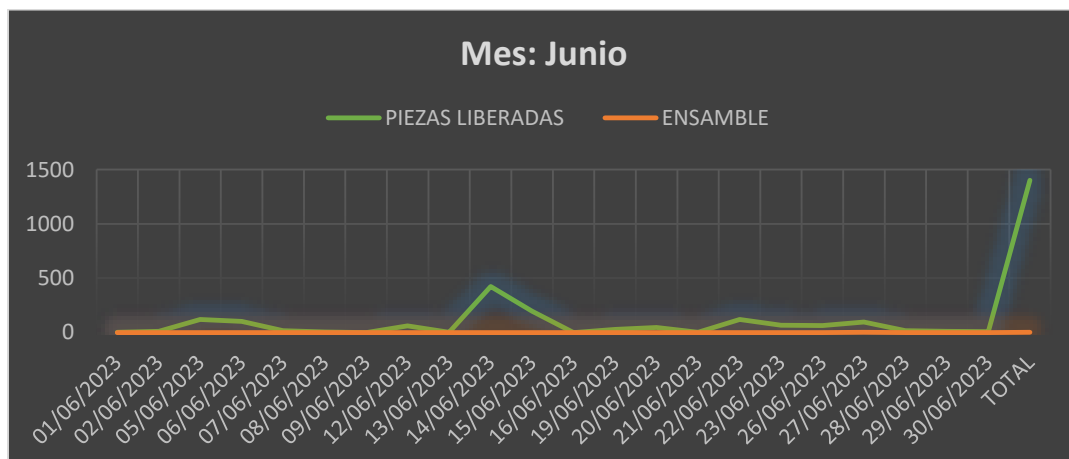


Gráfica 4.3 Análisis del mes de mayo

En el mes de Junio, con la implementación de la etiqueta color azul, se obtuvo que un beneficio en el laboratorio de metrología, debido a que la liberación de piezas manufacturadas se incrementó de una manera muy notoria, el promedio de piezas liberadas aumento hasta el doble del mes de mayo, así como, hubo una disminución en las piezas tomadas por el área de ensamble, lo cual se puede apreciar en la tabla 4.4, y en la gráfica 4.4. Con la implementación de la etiqueta de color azul se fue alcanzando el objetivo de liberar grandes cantidades de piezas en menos tiempo y de forma más constante.

Tabla 4.4 Análisis del mes de junio

MES: JUNIO	PIEZAS LIBERADAS	ENSAMBLE
01/06/2023	2	0
02/06/2023	12	0
05/06/2023	119	0
06/06/2023	103	0
07/06/2023	17	0
08/06/2023	6	0
09/06/2023	0	0
12/06/2023	60	0
13/06/2023	1	0
14/06/2023	424	0
15/06/2023	196	0
16/06/2023	0	0
19/06/2023	28	0
20/06/2023	47	0
21/06/2023	2	0
22/06/2023	119	0
23/06/2023	68	0
26/06/2023	64	0
27/06/2023	96	1
28/06/2023	16	0
29/06/2023	12	0
30/06/2023	8	0
TOTAL	1400	1
PROMEDIO	60.869565	0.0434783

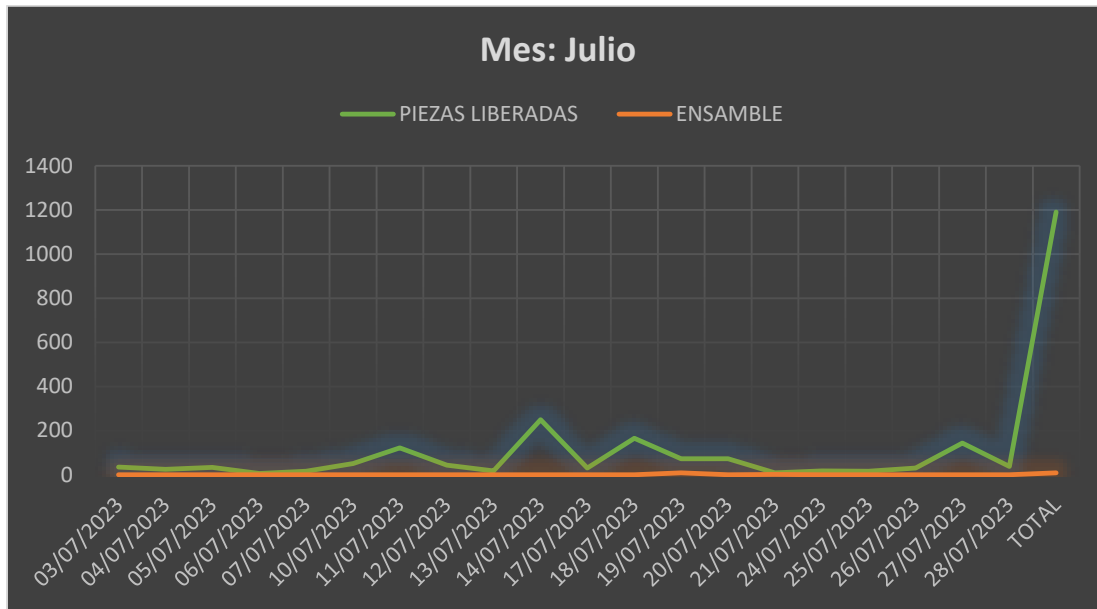


Gráfica 4.4 Análisis del mes de junio

En el mes de julio, se notó la constancia que se buscaba, por otra parte, en este mes se instaló el nuevo rack con mayor capacidad de almacenamiento, lo que ayudó a tener una consistencia para las liberaciones de piezas y también que las piezas ya no fueran tomadas con frecuencia por los operadores del área de ensamble. En la tabla 4.5 se puede ver que la liberación de piezas es más constante y que el laboratorio de metrología no estuvo en ceros en ningún día del mes. Además, en la gráfica 4.5 se observa la constancia en las piezas manufacturadas, con lo anterior y de los datos de la tabla 4.5 y la gráfica 4.5, se puede establecer que la implementación de la etiqueta color azul fue un éxito.

Tabla 4.5 Análisis del mes de julio

MES: JULIO	PIEZAS LIBERADAS	ENSAMBLE
03/07/2023	35	0
04/07/2023	25	0
05/07/2023	33	0
06/07/2023	6	0
07/07/2023	16	0
10/07/2023	51	0
11/07/2023	122	0
12/07/2023	44	0
13/07/2023	18	0
14/07/2023	249	0
17/07/2023	30	0
18/07/2023	165	0
19/07/2023	72	8
20/07/2023	72	0
21/07/2023	8	1
24/07/2023	18	0
25/07/2023	16	0
26/07/2023	30	0
27/07/2023	144	0
28/07/2023	37	0
TOTAL	1191	9
PROMEDIO	59.55	0.45



Gráfica 4.5 Análisis del mes de julio

Con el análisis de resultados mostrado anteriormente, se puede concluir que los resultados fueron muy positivos a como se encontraba inicialmente el laboratorio de metrología, se pudo demostrar que las implementación del proyecto si funcionaron, con los datos de las tablas y graficas se observa que el cambio se empezó a observar mes a mes en la cantidad de liberaciones de piezas manufacturas de un promedio de 34.61 en marzo a un promedio de 59.55, y un total de piezas liberadas de 450 en marzo a 1191 en julio. Con lo anterior, se tiene un gran alcance y cambio para el área de calidad, para que el producto final no tenga errores en cuestiones de piezas manufacturas en el aspecto de funcionalidad.

Por otro lado, y como se observa en la figura 3.8, en donde se tenía un rack muy saturado en la cantidad de piezas manufacturas, con la instalación del rack de mayor capacidad que se observa en la figura 3.11, se notó un gran cambio, debido a que se tiene una mayor capacidad de almacenar piezas y organizarlas por color. Es importante mencionar que se llegó a notar que el rack de laboratorio llego en un momento a estar casi vacío de una manera más constante y esto no pasaba en meses anteriores, y es un indicativo de la fluidez de liberación de piezas y la utilización en el área de ensamble de forma inmediata. En la figura 4.1, se observa la ubicación en el mes de julio del rack de mayor capacidad.



Figura 4.1 Ubicación del rack de mayor capacidad en el laboratorio de metrología en el mes de julio

Conclusiones

En conclusión, con las implementaciones realizadas, se logró el objetivo de optimizar el sistema de control de calidad de las piezas manufacturadas en la empresa MCI, aumentando la cantidad de piezas liberadas por el laboratorio de metrología con un mejor control de etiquetado, así como, un mejor almacenaje y distribución de las piezas analizadas. En resumen, se puede concluir que:

- Se optimizó el sistema de control de las piezas analizadas con la adición de un etiquetado en color azul.
- Se logró un aumento notable en la cantidad de piezas liberadas.
- Se diseñó un control en Excel que permite un manejo más claro y preciso de las piezas analizadas.
- Se instaló un rack de mayor capacidad.

Finalmente, el proyecto fue muy interesante y es una gran satisfacción que, con las implementaciones aplicadas y los resultados obtenidos, la empresa alcance sus objetivos. Como alumno, es una satisfacción el observar lo que uno puede lograr, ver el antes y el después de un proyecto, y la importancia de aportar en

beneficio de un proceso en el sector industrial como lo fue en el laboratorio de metrología de la empresa MCI.

Competencias adquiridas

- Conocimiento en instrumentos de medición
- Conocimiento en aspectos de calidad
- Puntualidad y disciplina
- Trabajo en equipo
- Resolución de problemas
- Responsabilidad
- Toma de decisiones
- Gestión de tiempo

Referencias

Referencia corta	Referencia completa
Farras, D. (s. f.).	Farras, D. (s. f.). METROLOGÍA DIMENSIONAL. prezi.com. https://prezi.com/qmoesqg3ou1q/metrologia-dimensional/
Mendez, A. (s. f.).	Mendez, A. (s. f.). Metrología dimensional. prezi.com. https://prezi.com/rpjb67njowk/metrologia-dimensional/?frame=b52842a9cc77e52214b0102119676906e29e3cb7
Masstech. (2022, 6 enero).	Masstech. (2022, 6 enero). Metrología industrial ¿Qué es la metrología industrial? Masstech. https://masstech.com.mx/metrologia-industrial/
Arsam. (2022).	Arsam. (2022). Qué es la metrología industrial. ARSAM Soluciones para la industria. https://www.arsam.es/que-es-la-metrologia-industrial/
Borras, S. (2023, 16 febrero).	Borras, S. (2023, 16 febrero). La importancia de la calidad en las empresas. Firmaprofesional. https://www.firmaprofesional.com/blog/importancia-calidad-empresas/#:~:text=La%20calidad%20es%20importante%20porque,mayor%20beneficio%20para%20la%20empresa
Lobbyfix. (2022).	Lobbyfix. (2022). Calidad en las empresas: políticas de calidad y certificaciones ISO. Lobbyfix. https://www.lobbyfix.com/blog/calidad-empresas/
Google Books. (s. f.).	Google Books. (s. f.). https://www.google.com.mx/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_la_calidad_empresarial/2ibhVMNE_EgC?hl=es-419&gbpv=1&dq=calidad+en+una+empresa&printsec=frontcover
Masstech. (2021).	Masstech. (2021). ¿Qué se hace en un laboratorio de metrología? Masstech. https://masstech.com.mx/que-se-hace-en-un-laboratorio-de-metrologia/

Masstech. (2022b, febrero 11).	Masstech. (2022b, febrero 11). Laboratorio de Metrología - Principales características de la metrología. Masstech. https://masstech.com.mx/laboratorio-de-metrologia/
Laboratorio de Metrología Dimensional. (s. f.).	Laboratorio de Metrología Dimensional. (s. f.). Instituto de Astrofísica de Canarias • IAC. https://www.iac.es/es/ciencia-y-tecnologia/tecnologia/medios-tecnicos/laboratorio-de-metrologia-dimensional
Manufactura - concepto, historia, tipos, características y ejemplos. (s. f.).	Manufactura - concepto, historia, tipos, características y ejemplos. (s. f.). Concepto. https://concepto.de/manufactura/
Yuridia, & Yuridia. (2022).	Yuridia, & Yuridia. (2022). Procesos de manufactura. SDI. https://sdindustrial.com.mx/blog/proceso-de-manufactura/
Mecafenix, I. (2023).	Mecafenix, I. (2023). Que es un vernier y como se utiliza. Ingeniería Mecafenix. https://www.ingmecafenix.com/medicion/longitudes/vernier/
Sanchez, A. (s. f.).	Sanchez, A. (s. f.). DUROMETRO. prezi.com. https://prezi.com/eyreIm3k7u6b/durometro/?frame=ea7509aa20f135459d77c4bbe6983cb1bdcd3368
Durómetro Rockwell - INNOVATEST. (2022, 11 julio).	Durómetro Rockwell - INNOVATEST. (2022, 11 julio). INNOVATEST. https://www.innovatest-europe.com/es/rockwell/
Durómetro Brinell - INNOVATEST. (2022, 11 julio).	Durómetro Brinell - INNOVATEST. (2022, 11 julio). INNOVATEST. https://www.innovatest-europe.com/es/brinell/
Durómetro Vickers - INNOVATEST Europe BV. (2022, 11 julio).	Durómetro Vickers - INNOVATEST Europe BV. (2022, 11 julio). INNOVATEST. https://www.innovatest-europe.com/es/vickers/
Vidal, J. (2023).	Vidal, J. (2023). ¿Qué es la calibración? Gometrics. https://www.gometrics.net/que-es-la-calibracion/
Masstech. (2021).	Masstech. (2021). Los tipos de calibración de instrumentos que se utilizan dentro de la industria. Masstech. https://masstech.com.mx/los-tipos-de-calibracion-de-instrumentos-que-se-utilizan-dentro-de-la-industria/
Castillo, A. (s. f.).	Castillo, A. (s. f.). NORMA ISO 9001. prezi.com. https://prezi.com/td3_2gvbzibe/norma-iso-9001/?frame=88c20c0f21441938a513c3c7c1a3f709f80f7d7d