

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**PROYECTO DE DESARROLLO METROLÓGICO EN EL CLUSTER
METAL-MECANICA EN LA MAGNITUD DIMENSIONAL”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL
GRADO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:



**CASTRO RAUDA, JAIME RENE
MEJIA DIAZ, JULIO ALFREDO
MEMBREÑO VELÁSQUEZ, LUIS EMILIO**

CIUDADELA DON BOSCO

MARZO 2002

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA**

AUTORIDADES

RECTOR:

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL:

HNO. MARIO OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA:

ING. CARLOS BRAN



ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN:

INGA. CAROLINA LISSETE NUILA

JURADO EVALUADOR:

ING. VICTOR CORNEJO

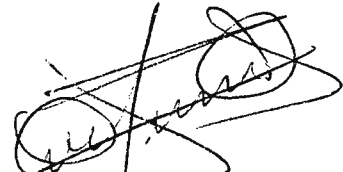
ING. FEDERICO MENDEZ

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN



**ING. VICTOR CORNEJO
JURADO**



**ING. FEDERICO MENDEZ
JURADO**



**ING. CAROLINA LISSETE NUILA
ASESORA**

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Dios todopoderoso, por haberme dado la fuerza y el conocimiento para cumplir con este meta propuesta.

A mis padres, por haberme dado todo su apoyo incondicional y a mi abuela por sus sabios consejos.

A mis compañeros de tesis, por su apoyo y seriedad durante todo este recorrido.

A mi asesora de tesis Inga. Carolina Nuila, por su aporte desinteresado, tiempo y paciencia.

A todos mis compañeros y amigos de la Universidad Don Bosco.

A la Familia Membreño Velásquez por todo su apoyo, gracias.



J.R.C.R.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Dios todopoderoso, por acompañarme en todos los momentos de mi vida e iluminarme con su Santo Espíritu, derramando su gracia, sabiduría, entendimiento y fortaleza para poder lograr así cumplir con todos mis objetivos trazados.

A mis padres Julio Mejía y Flor de María Díaz de Mejía, por sus sabios consejos y por apoyarme en todo momento.

A mis abuelitos, por brindarme la ayuda, la comprensión y ser el ejemplo para alcanzar mis metas.

A cada uno de mis hermanos, por estar siempre atentos y pendientes en el transcurso y culminación de mi carrera.

A mis compañeros de tesis, Jaime René Castro y Luis Emilio Membreño, por haber compartido esa experiencia de luchar hombro a hombro para cumplir con nuestra metas.

A mi asesora Inga. Carolina Nuila, por su dedicación, tiempo, paciencia y apoyo incondicional durante la realización de nuestro trabajo de tesis.

A mis hermanos de la Comunidad Carismática Santa María Madre de América, por tenerme siempre presente a través de cada una de sus oraciones.

Al Equipo Timón de Jóvenes de la Arquidiócesis de San Salvador por unirse a mi a través de la oración y brindarme esos valiosos consejos espirituales y me han permitido superar muchos obstáculos.

A la Familia Membreño Velásquez, por el apoyo incondicional, la confianza y estar siempre pendientes de todo el equipo de tesis.

J.A.M.D.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Dios todo poderoso, porque siempre me acompañó y brindó entendimiento, sabiduría y paciencia para superar todos los obstáculos durante mis estudios.

A mis padres Carlos Membreño y Bárbara Velásquez de Membreño, por haberse sacrificado tantos años y por apoyarme incondicionalmente en todos los momentos buenos y malos, ya que sin ellos no hubiese podido lograr mi meta.

A mi abuelita María Milagro Velásquez (Q.D.D.G.), por todos sus consejos sabios que siempre compartió conmigo hasta los últimos días de su vida y que con el resplandor de sus ojitos me guió desde el cielo por el camino correcto.

A mis hermanos Carlos y Manuel, por todos sus consejos que me ofrecieron y su apoyo que recibí de ellos durante desarrollo mis estudios y que sirvieron para lograr culminar mi carrera universitaria.

A mis compañeros de tesis, por ser personas dedicadas, trabajar ardua y seriamente en el alcance de nuestro objetivo.

A Nuria Gallardo, por ser la mejor amiga en mi vida, leal y sincera, que a pesar de tener muchos problemas nunca me abandonó en toda mi carrera universitaria y siempre me animó a seguir luchando por conseguir mi meta; y a su familia por apoyarme mucho todos los días.

A mis amigos Axel Amaya y Alejandro Monroy, que nunca dijeron no puedo cuando necesitaba algún favor y siempre me animaron a alcanzar mi meta.

A las familias Letona Álvarez, López Burgos y Torres Flores, porque siempre estuvieron pendientes de mis logros y me apoyaron moralmente.

A mi asesora de tesis, Inga. Carolina Nuila por haber dedicado su tiempo a tantas molestias y principalmente por su apoyo desinteresado.

A mi tío Carlos Cruz y familia, por todo el apoyo desinteresado que me brindó.

A mi tío Cesar Melara y familia, por estar siempre pendiente de mis avances en la carrera que culminé y por ofrecerle siempre trabajo a mi padre.

A todos mis compañeros y amigos de la Universidad Don Bosco.

L.E.M.V.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	i
II.	OBJETIVOS	iii
III.	ALCANCES Y LIMITACIONES	iv
IV.	IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	v
V.	PROYECCION SOCIAL	vii
CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS CLUSTERS		1
INTRODUCCIÓN CAPITULO I		2
1.1	DEFINICION DE CLUSTER	3
1.2	ORIGEN DE LOS CLUSTER	3
1.3	IMPORTANCIA DE LOS CLUSTER EN EL DESARROLLO DE LA ECONOMIA SALVADOREÑA	5
1.4	CARACTERISTICAS DE LOS CLUSTERS	5
1.5	BENEFICIOS DEL CLUSTER	6
1.6	CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA CONFORMAR UN CLUSTER	7
1.7	CLUSTER METAL-MECANICA, ORGANIZACIÓN, HISTORIA Y SERVICIO	9
CAPITULO II: MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL		18
INTRODUCCIÓN CAPITULO II		19
2.1	MARCO HISTORICO DE LA METROLOGIA	20
2.1.1	ANTECEDENTES Y EVOLUCION HISTORICA	20
2.1.2	EVOLUCION METROLOGICA EN EL SALVADOR	26
2.1.2.1	COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LA INDUSTRIA EN EL SALVADOR	31

2.1.3	FUNDAMENTOS DE LA METROLOGIA	32
2.2	MARCO CONCEPTUAL DE LA METROLOGIA	33
2.2.1	METROLOGIA	33
2.2.2	METROLOGIA Y CALIDAD	36
2.2.3	CLASIFICACION DE LA METROLOGIA	41
2.2.3.1	METROLOGIA LEGAL	42
	2.2.3.1.1 ORGANIZACION INTERNACIONAL DE METROLOGIA LEGAL	45
2.2.3.2	METROLOGIA CIENTÍFICA	48
2.2.3.3	METROLOGIA INDUSTRIAL	48
2.2.3.3.1	METROLOGIA DIMENSIONAL	48
2.2.3.3.2	PRINCIPIOS DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO	68
	CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	70
	INTRODUCCIÓN CAPITULO III	71
3.1	TIPO DE ESTUDIO A REALIZAR	72
3.2	METODO DE RECOLECCION DE DATOS	76
3.2.1	INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA	76
3.2.2	INVESTIGACION DE CAMPO	77
	3.2.2.1 DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	77
	3.2.2.2 ENTREVISTAS PERSONALES Y ENCUESTAS	78
3.2.3	FUENTES DE INFORMACIÓN	79
	3.2.3.1 FUENTES PRIMARIAS	80
	3.2.3.2 FUENTES SECUNDARIAS	80
3.3	TABULACION Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	82
3.4	ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	82

CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE LA METROLOGIA EN EL AREA DIMENSIONAL EN LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA	85
INTRODUCCIÓN CAPITULO IV	86
4.1 CONSIDERACIONES PREVIAS A LA INVESTIGACIÓN	87
4.2 ANALISIS DE NORMAS RELACIONADAS CON LA METROLOGÍA	88
4.2.1 EXIGENCIAS DE ISO 9000 REFERENTE A LA METROLOGÍA	89
4.2.1.1 DEL CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA	89
4.2.1.2 DE LA ORGANIZACIÓN O EMPRESA	90
4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
4.3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	92
4.3.2 DEFINICION DEL PROBLEMA	95
4.3.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA	101
4.4 DESCRIPCION DE PROBLEMAS TÉCNICOS	101
4.5 DETERMINACION DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN EN LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA	105
4.5.1 CONTRATACION DE SERVICIOS DE UN EXPERTO EN METROLOGÍA DIMENSIONAL	105
4.5.2 CAPACITACIÓN DE PERSONAL EN EL AREA DE METROLOGÍA EN EL EXTRANJERO	111
4.5.3 CREACION DE UN MANUAL DE ENTRENAMIENTO EN METROLOGÍA PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA	119
4.5.4 EVALUACION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	124
CAPITULO V: PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA METROLOGIA DIMENSIONAL EN EL SECTOR METAL-MECÁNICA	126
INTRODUCCIÓN CAPITULO V	127
5.1 GENERALIDADES	128

5.2	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	128
5.3	VENTAJAS PARA EL SECTOR	129
5.4	APLICACION DE LA METROLOGÍA EN EL CLUSTER METAL MECÁNICA	130
5.5	METODOS DE CALIBRACIÓN APLICABLES A LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA	130
5.6	RECURSOS PARA LLEVAR A CABO LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA	130
5.6.1	RECURSOS ECONOMICOS	131
5.6.1.1	EMPRESA	131
5.6.1.2	EQUIPO DE TESIS	131
5.6.2	RECURSOS AUDIOVISUALES	132
5.6.3	RECURSOS HUMANOS	133
5.6.4	RECURSO TECNOLÓGICO	134
	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135
	INTRODUCCIÓN CAPITULO VI	136
6.1	CONCLUSIONES	137
6.2	RECOMENDACIONES	140
	VI. BIBLIOGRAFÍA	143
	VII. GLOSARIO	145
	VIII. GLOSARIO DE ACRONIMOS	150
	APENDICES	152
	ANEXOS	247

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo industrializado son numerosos los aspectos de la vida que dependen de las medidas. La complejidad creciente de las técnicas modernas va acompañada de continuas demandas de más exactitud, mayor rango y mayor diversidad de patrones en los dominios más variados. El desarrollo y mejora de esos patrones es de importancia, tanto a nivel internacional como nacional, para la ciencia, el comercio y la industria.

La metrología es un tema relativamente nuevo, que comienza a despertar interés en las empresas de la región en virtud de las exigencias de la certificación con ISO 9000, además de sus diferentes aplicaciones en las actividades industriales y comerciales de cada país.

La metrología dimensional como un aspecto esencial de la metrología, es tradicionalmente importante en la industria metalmecánica. Está referida al proceso para lograr el aseguramiento metrológico de las características geométricas que puedan afectar la confiabilidad de las mediciones dimensionales básicas.

Por lo tanto se presenta un proyecto de desarrollo metrológico en el sector Metalmecánica, referido específicamente en el área de la metrología dimensional. Es importante mencionar que el sector Metalmecánica comprende un gran grupo de industrias relacionadas con la producción, importación, exportación y servicios de reparación de metal.

En el capítulo I, se define el concepto y orígenes de los cluster, su importancia en el desarrollo de la economía salvadoreña, características y beneficios de los clusters, así como también los conocimientos necesarios para su conformación, y finalmente el cluster metal-mecánica, organización, historia y servicio

En el capítulo II, Se hace una investigación de la historia de la Metrología, avances y repercusión en la industria y en los mercados tanto Internacionales, regionales y nacionales.

Además se hace referencia a la conceptualización técnica, clasificación de la Metrología y entes reguladores internacionales.

En el capítulo III, se especifica el procedimiento a seguir para lograr el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Se describen además las fuentes de información utilizadas y se hace uso de métodos estadísticos de tabulación de datos para el análisis de resultados.

En el capítulo IV, se establecen las consideraciones previas a la investigación, se analizan las normas relacionadas con la Metrología, y con el soporte que brinda la investigación de campo, entrevistas a expertos en la rama de la Metrología y en el sector Metal Mecánica, se logra identificar el problema, definirlo y delimitarlo. Una vez se ha hecho el planteamiento del problema se describen los problemas técnicos y se determinan las alternativas de solución, las cuales son analizadas, para elegir una de ellas y desarrollarla como propuesta.

En el capítulo V, primeramente se hace una esbozo general del sector, además se presentan los objetivos de la propuesta y las ventajas para la industria en estudio; también se establece la forma para la aplicación de la propuesta.

En el capítulo VI, finalmente se establecen las conclusiones que se exponen como los resultados obtenidos en relación directa con los objetivos planteados y además se hacen algunas recomendaciones.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Documentar la aplicación e importancia de la Metrología Dimensional en el cluster de Metal- Mecánica mediante el desarrollo de un Manual de Entrenamiento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los factores que influyen en la fiabilidad de las mediciones.
- Definir los aspectos que afectan la calidad de los productos relacionados con la magnitud dimensional (longitudes, ángulos, superficies y formas).
- Conocer los diferentes instrumentos de medición y calibración utilizado en el área Metal-Mecánica.
- Desarrollar las bases científicas y técnicas para estudios futuros realizando una investigación fundamental y aplicada.
- Determinar los problemas técnicos en las mediciones que se originan por el uso incorrecto de los instrumentos de medición.
- Definir el cluster Metal-Mecánica debido a su carácter complejo y a su rol de apoyar a las demás industrias.
- Encaminar a los operarios de taller en el proceso de desarrollo de cultura metrológica y de calidad.
- Dar el primer paso para la implementación de prácticas metrológicas dentro del taller, mediante el entrenamiento o capacitación a los operarios directamente.

III. ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Documentar el uso de instrumentos de medición en el cluster Metal-Mecánica.
- Plasmar en un documento información organizada y actualizada que sirva de apoyo para futuros proyectos de investigación.
- Desarrollar un proyecto metrológico en la industria Metal-Mecánica en la magnitud dimensional.
- Desarrollar capacitaciones técnicas en las empresas que conforman el cluster metal-mecánica.
- Desarrollar la estructura de un manual de entrenamiento en Metrología, para dar seguimiento a las capacitaciones.

LIMITACIONES

- La investigación estará limitada al estudio de una de las áreas de la Metrología Industrial, Metrología Dimensional.
- El proyecto consistirá en proponer una solución a la problemática identificada y no una implementación del mismo.
- El estudio se realizará en las industrias que conforman el cluster Metal-Mecánica.
- Se trabajará directamente con los técnicos de taller.

IV. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

IMPORTANCIA

Actualmente el mercado es cada vez más riguroso en la selección de los productos; hasta el punto de aceptar mayores precios en aras de una calidad asegurada.

En el desarrollo de la industria moderna; la funcionalidad, intercambiabilidad, reducción de rechazos en las líneas de producción y muchos otros factores de calidad, exigen mediciones de alta exactitud de un instrumento, volviéndose importante la correcta calibración del mismo.

La Metrología Dimensional es tradicionalmente importante en la industria Metal-Mecánica, ya que ésta comprende un gran grupo de industrias relacionadas con la producción, importación, exportación y servicios de reparación de metal. La exactitud de las mediciones es un factor importante en el desarrollo de un país, porque incide en la calidad de los productos fabricados, garantiza el correcto desenvolvimiento comercial y el mejor aprovechamiento de sus recursos naturales.

JUSTIFICACION

Las empresas hoy en día viven en un equilibrio sumamente frágil. La industria pasa por un período difícil. Al aumento constante de los precios y materias primas se une una competencia feroz de productos extranjeros, de manera que la empresa que quiera sobrevivir tendrá que someterse a un proceso constante de mejora de su productividad. Es por esto que la Metrología Dimensional permite maximizar la capacidad de producción que incluyen los costes de no calidad.

Por otro lado el cluster de Metal Mecánica puede tener un papel muy importante para construir competitividad y riqueza para el país, debido a su carácter complejo y a su rol de apoyar a las demás industrias.

Actualmente en El Salvador, a nivel universitario existen 2 estudios en el área de Metrología:

1. Consultoría en el CONACYT a cargo del Dr. Francisco Javier Mejía.
2. Tesis de U.D.B. Varios autores.

V. PROYECCIÓN SOCIAL

A continuación se describen los sectores objetivo, que obtendrán beneficios mediante la realización de este estudio:

1. Estudiantes de la Universidad Don Bosco, así como también de todas las universidades que estén interesados en investigar acerca de la Metrología Dimensional.
2. Dejar documentada toda la información relacionada con la Metrología Dimensional con la finalidad de que sea de mucha utilidad para los estudiantes que cursen la técnica electiva Metrología.
3. Proporcionar una herramienta de consulta en el área de la Metrología Dimensional aplicada en el cluster Metal Mecánica.
4. Brindar un documento de soporte para el Laboratorio de Metrología Industrial de la Universidad Don Bosco.
5. Establecer un vínculo de enlace para fortalecer la relación Universidad-Empresa.
6. Proporcionar capacitaciones técnicas a las empresas que conforman el cluster metal-mecánica

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL CLUSTER

INTRODUCCION

En este capítulo se presenta las generalidades de uno de los sectores más importantes de la economía de El Salvador: El Cluster Metalmecánica.

Se hace una breve descripción del marco teórico de los cluster en general, además de su origen e importancia en el desarrollo de la economía salvadoreña. Siendo importante mencionar cuáles son los beneficios que han generado la creación de estas alianzas estratégicas.

Finalmente se muestra la organización actual del Cluster Metal Mecánica, asimismo su historia y servicio.

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS CLUSTER

1.1 DEFINICION DE CLUSTER

Es una agrupación de empresas, organizaciones e instituciones dentro de una región o Área geográfica determinada, asegurando la formación de esquemas de asociatividad entre:

- Productores y comercializadores de bienes de consumo y/o servicios de un sector económico determinado.
- Proveedores de los insumos y/o servicios requeridos para la producción y/o comercialización, y
- Proveedores de la infraestructura económica necesaria (recursos humanos, tecnología, recursos financieros y de capital, infraestructura física, clima de negocios e informática), para generar factores de competitividad (precio, volumen, calidad, entrega oportuna, innovación tecnológica, etc.)¹

1.2 ORIGEN DE LOS CLUSTER

La década de los noventa fue para Centroamérica una época de cambio: se recuperó la paz y la democracia y los países tomaron un nuevo rumbo hacia una mayor integración con la economía mundial. Los presidentes de los países centroamericanos, reconociendo la necesidad de establecer una nueva visión, firmaron en 1994 la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (ALIDES).

En enero de 1995, el Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE), apoyando estos esfuerzos, propició el diálogo entre los jefes de estado de Centroamérica, líderes de la región y el Dr. Michael E. Porter, la autoridad más reconocida mundialmente en el campo de la Competitividad. Como resultado de este encuentro, INCAE inició un proceso para que las naciones Centroamericanas

¹ Fuente: Programa Nacional de Competitividad de El Salvador (PNCES)

identificaran los principales desafíos para alcanzar la prosperidad deseada en un entorno mundial competitivo y cambiante.

Esta idea se consolidó con el compromiso de los jefes de Estado de los cinco países de la región de impulsar la preparación de lo que se llamaría la **"Agenda para la Competitividad de Centroamérica hacia el Siglo XXI"**. En cada país se formaron los Comités Nacionales de Competitividad con participación del sector público y privado, que han contribuido a darle seguimiento a las actividades a nivel Centroamericano y a las particulares de cada país.

Un rasgo central de la agenda es su carácter regional, a través del cual se establece una visión compartida del futuro para los países centroamericanos y tiene como objetivo elevar la competitividad de cada país y mejorar progresivamente el estándar de vida de todos los habitantes.

Ahora bien, una vez que se ha identificado el sentido de los esfuerzos que se quiere realizar, es preciso generar un modelo que permita organizar y administrar los recursos con que se cuenta para obtener los resultados deseados.

El Modelo Salvadoreño para el Desarrollo Económico

El modelo que se está utilizando para desarrollar la competitividad de los sectores económicos de El Salvador persigue el logro de dos objetivos: uno a corto plazo consistente en la generación de más y mejores oportunidades para todos, y otro a mediano y largo plazo que busca mejorar la calidad de vida de todos los salvadoreños.

Este modelo se fundamenta en dos componentes clave: La Integración y Desarrollo de Clusters Económicos y el Desarrollo y Mejoramiento de Infraestructura Económica que requieren los cluster para desarrollarse. Alrededor de estos dos componentes se tiene la contribución de otros cinco elementos: la promoción y atracción de inversiones, la promoción de exportaciones, el mejoramiento de la calidad y productividad, el mejoramiento del clima de negocios y la comunicación y el consenso.

La gran esperanza con este modelo, es que en el corto plazo se generan más y mejores empleos para los salvadoreños, en el contexto de una economía competitiva.²

1.3 IMPORTANCIA DE LOS CLUSTER EN EL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA SALVADOREÑA

La urgente necesidad de adaptarse y afrontar los desafíos de los acelerados cambios del entorno económico impulsa a los países y organizaciones a elaborar planes estratégicos desarrollando perspectivas de nuevas necesidades, creativas formas de abordar los mercados, formas de producción y protección de las personas y el ambiente, el mejor uso y aprovechamiento de los recursos. En ese sentido la formación de cluster como estrategia competitiva se considera una alternativa de solución para fortalecer las economías de los países en desarrollo a través del apoyo técnico a la pequeña y mediana empresa.

Todos los países tratan de aprovechar mejor sus recursos para lograr una prosperidad económica, pero esto se ha hecho muy difícil por la creciente competencia en los mercados, aunque no contamos con muchos recursos naturales, pero si tenemos ideas, perspectivas visionarias y realistas y cada país lo enfoca donde mejor le conviene; para afrontar este reto se ha creado el Programa Nacional de Competitividad El Salvador 2001 (PNCES), para lograr un mejor desarrollo.

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS CLUSTER

Entre las características principales para la integración y desarrollo de cluster podemos mencionar:

- Propicia equidad sectorial y regional
- Requiere infraestructura económica, solida y sensible
- Se fundamenta en colaboración efectiva del sector privado y gobierno
- Genera ventajas competitivas para El Salvador

² Fuente: Programa Nacional de Competitividad de El Salvador (PNCES)

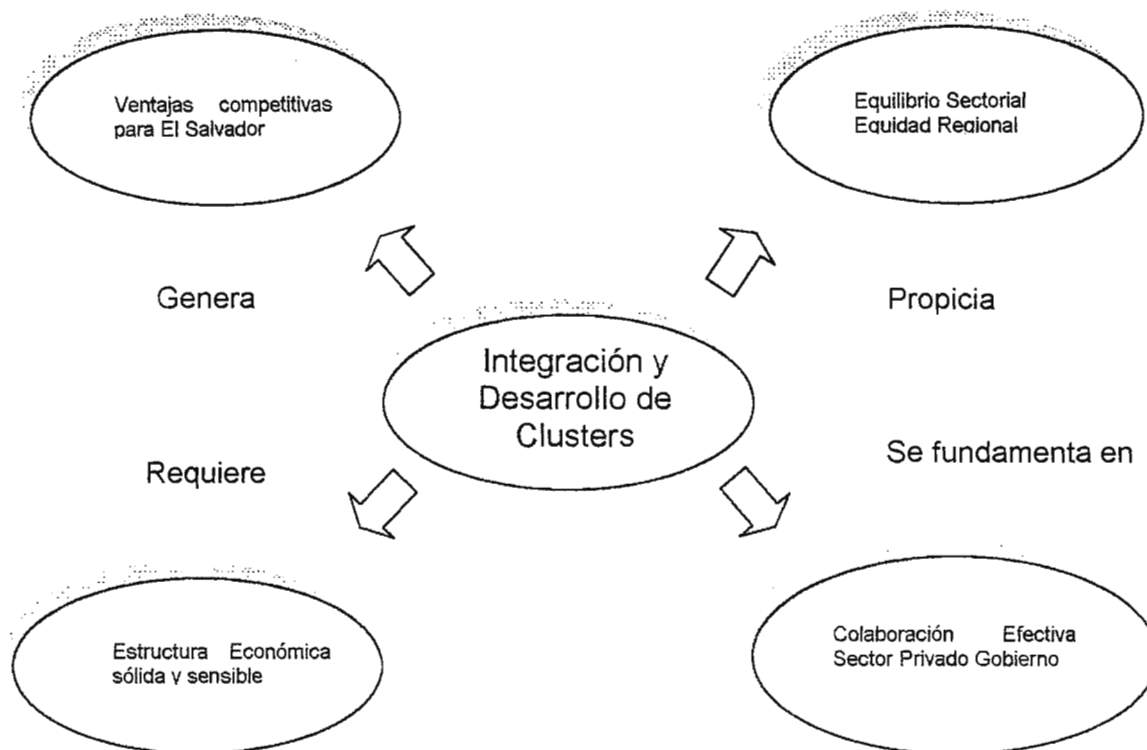


Figura 1. Características de los Clusters Económicos³

1.5 BENEFICIOS DEL CLUSTER

Entre los beneficios del cluster podemos mencionar:

- Incrementar su potencial exportador, buscando alentar al inversionista nacional y extranjero a que realice negocios.
- Genera ventajas competitivas y proporciona equilibrio sectorial y la equidad regional.
- Mejora el diseño del producto al compartir ideas en los procesos productivos.
- Proporciona una reputación mejorada de los participantes.
- Existe mejor acceso a los canales de distribución.
- Hay una retroalimentación que permite conocer el mercado para mejorar los procesos y servicio al cliente.

³ Fuente: Programa Nacional de Competitividad de El Salvador (PNCES)

- Mejora los recursos Humanos con habilidades y conocimientos especializándolas en áreas específicas a través de capacitaciones.

Pero el beneficio principal es incrementar las utilidades de cada una de las empresas que conforman un cluster y lograr con ello la estabilidad económica empresarial.

1.6 CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA CONFORMAR UN CLUSTER

1) Áreas principales del aprendizaje

Las Áreas principales del aprendizaje a nivel de la empresa que pueden servir como base de conocimiento fundamental para formar un cluster:

➤ **COSTOS**

- Presión macro de costos
- Costos de operación
- Costos de distribución y logística

➤ **CONSUMIDORES**

- Tendencias de consumo
- Evolución del canal
- Criterio de compra del cliente

➤ **COMPETIDORES**

- Metas
- Fortalezas y Debilidades
- Estrategias y capacidades
- Suposiciones

2) Factores de la oferta y demanda del mercado

Es fundamental el conocimiento de las cuatro P's, con ello podemos conocer el mercado, el producto, precio y manejar adecuadamente las promociones según la demanda y oferta del mercado:

➤ PLAZA

Mercado Local

Mercado regional

Mercado internacional

➤ PRECIO

Competitivo

Demanda

➤ PRODUCTO

Calidad

Canales de distribución

Proceso productivo

➤ PROMOCION

Imagen empresarial

Posicionamiento de marca

Medios de difusión

3) Factores indispensables para el cumplimiento de metas

El conocimiento de las tres E's hace posible mejorar el rendimiento de los recursos disponibles, hacer las cosas adecuadamente y cumplir con las metas propuestas:

➤ EFICIENCIA

Hacer el uso adecuado de los recursos humanos, materiales, financieros, tiempo, información y tecnología.

➤ EFICACIA

Hacer las cosas de la manera más adecuada (implica la generación de alternativas y selección de las más adecuadas).

➤ EFECTIVIDAD

Cumplir con lo que se promete hacer, hacer efectivas las promesas

1.7 CLUSTER METAL-MECÁNICA, ORGANIZACIÓN, HISTORIA Y SERVICIO

Misión del Cluster de Metal-Mecánica

Establecer Alianzas Estratégicas que coordinen el aprovechamiento eficaz de esfuerzos y recursos de empresarios, proveedores y comercializadores e involucrados en la industria metal-mecánica y metalúrgica, llevándole al mejoramiento de la Calidad, Productividad y Desarrollo Tecnológico, mediante la especialización e integración en el proceso de la globalización y la búsqueda de nuevos mercados nacionales e internacionales.⁴

Un esfuerzo compartido en un Mercado Global

Ser testigo de un cambio de siglo y del ingreso a un nuevo milenio, es en parte, un privilegio, pero también es una responsabilidad, este mercado globalizado demanda de los empresarios ser partícipe de todos los esfuerzos encaminados a fortalecer el desarrollo de nuestro país y sobre todo la colaboración entre empresas para afrontar problemas complejos.

⁴ Fuente: Ministerio de Economía

Metal-Mecánica por ser la industria de apoyo a todas las actividades económicas del país tiene grandes oportunidades de desarrollo, pero de igual forma tiene un gran reto, el de orientarse hacia los mercados globalizados mediante la especialización y el desarrollo tecnológico.

El Cluster, Visión hacia el futuro

Realizar acciones de promoción, estudios e investigaciones de mercados encaminados hacia la mejora de la competitividad (Productividad).

Crear una nueva industria que permita como país posicionarse en el mercado internacional de la maquila, fabricación de piezas y moldes, así como en nichos de mercados que deriven de la especialización de los talleres a consecuencia de la automatización de éstos.

Proyectos en operación

- Creación y establecimiento de un centro de capacitación y servicios en sistemas integrados de manufactura como maquinaria CNC.
- Formación de una sociedad de garantía recíproca para facilitar la generación de inversión en el sector.
- Estructuración de programas de capacitación especializados en procesos de automatización.
- Establecimiento de sistemas de comercialización y acceso a mercados internacionales.
- Adquisición de maquinaria y equipos a través de mecanismos de arrendamiento (leasing).
- Formación de una bolsa de subcontratación de talleres especializados.
- Creación de un sistema de comunicación integral del Cluster (web, brochure, E-commerce).

Organización

Grupo constituyente anterior del Cluster Metal-Mecánica⁵

Jorge Díaz Vásquez (Coordinador del Cluster por parte del sector privado)	Ind. READI
Carlos Huevo	Mayprod
José Silva	HUSIL IND.
Miguel Ángel Lovato	MOLDINCA, S.A. de C.V.
José Anzora	Centro Técnico Industrial
Javier Cerritos	PROMEINSA S.A. DE C.V.
Rafael Rauda	TACOPLAST
Atilio Flores Batarsé	TECNIMOTORES
María Elena Durán	ITCA-FEPADE
Verónica Medina	BMI

Clasificación (CIIU)⁶

Partiendo de la clasificación industrial internacional uniforme, se permite agrupar a las empresas de acuerdo a la actividad económica a que se dedican, conforme a ello se estable para industria Metalmeccánica:

DIVISIÓN: 37

INDUSTRIAS METALICAS BASICAS

AGRUPACIÓN:

3710

INDUSTRIAS BASICAS DE HIERRO Y ACERO

3720

INDUSTRIAS BASICAS DE METAL NO FERROSO

⁵ Fuente: Ministerio de Economía

⁶ Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC)

Grupo Asociativo

Cluster Sector Metalmecánica

- DISSUELA
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
- MAYPROD, S.A. DE C.V.
- TALLERES DIVERSIFICADOS
- TALLERES MUÑOZ, S.A. DE C.V.
- TÉCNICOS MECÁNICOS, S.A. DE C.V.

Ver en Anexos #1 clasificación de la ASIMETAL y Anexo #2 clasificación de empresas por producto.

Historia del Cluster Metal-Mecánica⁷

En enero de 1997, el Ministerio de Economía, a través del Programa Nacional de Competitividad (PNCES), contrató a Monitor Company para conducir el “Proyecto Nacional de Clusters”, el cual representa uno de muchos componentes del Programa Nacional. El nombre “Proyecto de Clusters”, se refiere al fortalecimiento de las industrias a través del desarrollo de “clusters” o de todas las industrias relacionadas y de apoyo para la producción de un producto o servicio final. Monitor trabajó con ocho clusters específicos, entre ellos, el cluster de Metalmecánica. Monitor ha trabajado muy de cerca con el Ministerio de Economía, el PNCES, la Junta Directiva del Programa y una larga lista de académicos, líderes de opinión, empresarios y estudiantes, con el fin de construir la competitividad en nuevas industrias de El Salvador.

⁷ Fuente: Estudio de Monitor Company

El resultado del proyecto de clusters del PNCES y Monitor es desarrollar un currículum nacional de competitividad que será usado para enseñar a todas las industrias la metodología, el proceso y pensamiento estratégico, necesario para construir ventajas competitivas.

Monitor ha trabajado con ocho clusters en El Salvador para desarrollar el material para el currículum nacional y para que sirvieran como “modelos” para otras industrias. Estos ocho clusters son: Confección y Textiles, Café, Artesanía, La comunidad emigrante salvadoreña, Apicultura, Plantas flores y follajes, Turismo y Metalmecánica.

Estos grupos fueron seleccionados basados en su deseo de participar en el proyecto, su compromiso demostrado hacia el cambio, y su potencial de contribuir al Currículo Nacional de Competitividad. Se formaron “Grupos de Trabajo” de diez a dieciséis miembros en cada cluster, para guiar el proyecto y conducir el proceso de cambio dentro de su cluster.

A través de un intenso proceso de reuniones con el grupo de trabajo, en entrevista y seminarios, el cluster de Metalmecánica de El Salvador está ya en camino para alcanzar un alto nivel de competitividad en el futuro.

A pesar de las diferencias de opinión y las discrepancias, los miembros del Grupo de Trabajo del Cluster de Metal-Mecánica empezaron a discutir temas difíciles en forma productiva, creando cambios positivos para la industria. Por primera vez, las empresas de Metal-Mecánica y los talleres de reparación están trabajando juntos para abordar los impedimentos claves para construir la competitividad del Cluster de Metal-Mecánica, con el propósito de identificar una visión compartida para el futuro que culminará con acciones y resultados tangibles.

El Cluster de Metal-Mecánica representa un grupo emprendedor que ha sabido trabajar conjuntamente, iniciando un proceso de cambio, dentro de la industria, hacia la competitividad. Esta labor, conjunta, no hubiera sido posible sin el apoyo

incondicional de la Asociación de Industriales Metalmecánicos y Metalúrgicos de El Salvador (ASIMETAL), al igual que la labor extraordinaria que han realizado todos sus integrantes.

A fin de mejorar las perspectivas futuras de la industria, los miembros del Cluster Metal-Mecánica han establecido una estrategia a largo plazo. El plan está basado en el mejoramiento de las operaciones de las empresas mediante la capacitación del personal, la implantación de nuevas prácticas de mercadeo, el desarrollo de productos salvadoreños más sofisticados y el establecimiento de mecanismos que fomenten la colaboración entre los miembros de la industria.

El Cluster de Metal-Mecánica es el primero que se forma con la iniciativa de la Asociación de Industriales Metal-Mecánicos y Metalúrgicos de El Salvador (ASIMETAL) y el apoyo de la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI).

Entre sus actuales participantes se encuentran industrias como: Acero S.A, IMACASA, Alumicentro, CORINCA, OXGASA, y proveedores de servicios como: Industrias Mecánicas RAF, Industrias READI, MJ Inter., Motor Service, TARE y COMSA. También participan proveedores de insumos como: Prometca, Mayprod, Acavisa y organizaciones privadas y gubernamentales como: el Banco Multisectorial de Inversiones (BMI), FEPADE-ITCA, Swisscontact, El Programa Nacional de Competitividad y la Universidad Don Bosco.

El componente de Clusters o alianzas estratégicas del Programa Nacional de Competitividad, busca fomentar y formalizar la cooperación entre las diversas empresas y entidades que participan en la producción, distribución y comercialización de un mismo producto de servicio. Así se optimiza el desempeño de sectores.

Líneas de acción del Cluster

- Apoyo a la internacionalización de las empresas del cluster.
- Coordinación de esfuerzos en la obtención de apoyo a sus necesidades de Tecnología, Capacitación y Financiamiento.
- Impulso de nuevos negocios.
- Promoción de la cooperación sector público-privado.
- Identificación de oportunidades comerciales e impulso de la creación de consorcios especializados.
- Proyectos de estudio e investigación de mercado.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CLUSTER

Actualmente el Cluster de Metalmecánica está funcionando gracias a la participación de sus integrantes activos.

Este grupo está compuesto por siete empresas de servicio algunas de ellas son proveedores. Además cuenta con una empresa de educación continua que para el caso es ITCA-FEPADE.

Dentro del cluster para verificar la calidad de un producto se debe tomar en cuenta no sólo la mano de obra, sino también la confiabilidad de servicio de los proveedores. Para el caso se cuenta con proveedores de materiales, suministros, equipos y herramientas. Por ejemplo existen empresas como ABASTEINSA, que es proveedor de materia prima, MAYPROD que es un proveedor maquinaria y equipo y ACAVISA proveedor de suministros.

El grupo constituyente del Cluster Metalmecánica actualmente tiene reuniones cada quince días y se están llevando a cabo en ITCA FEPADE e INDUSTRIAS READI y eventualmente en FUSADES.

Es importante mencionar que la Institución Salvadoreña de Formación Profesional (INSAFORP), estuvo apoyando activamente al cluster a tal grado que certificó a la empresa READI como unidad técnica para impartir cursos de capacitación en procesos de manufactura CNC. Pero actualmente el INSAFORP se ha desligado del grupo debido a que se han dado problemas a nivel interno (INSAFORP-CLUSTER).

Grupo constituyente actual del Cluster Metal-Mecánica

Fuente: Ministerio de Economía

Jorge Díaz Vásquez (Coordinador del Cluster por parte del sector privado)	Ind. READI
Carlos Huevo	Mayprod
José Silva	HUSIL IND.
Miguel Ángel Lovato	MOLDINCA, S.A. de C.V.
José Anzora	Centro Técnico Industrial
Atilio Flores Batarsé	TECNIMOTORES
María Elena Durán	ITCA-FEPADE
Verónica Medina	BMI

Estas empresas participan activa y constantemente con el CLUSTER.

LOGROS ALCANZADOS POR EL CLUSTER

- Se han integrado al proyecto de especialización sectorial para la potenciación de las exportaciones un total de 25 empresas.
- Tres empresas del cluster han iniciado la diversificación de su producción, a través de la inversión y optimización de procesos con nueva maquinaria automatizada, CNC
- Se capacitaron a empresarios del cluster en áreas de planificación y finanzas.

- Se estableció convenio con el Instituto Tecnológico de Monterrey para recibir asistencia técnica en la transferencia de tecnología e implementación del Centro de Capacitación
- Consolidación de embarques de hasta seis exportadores para envíos a Miami y Europa

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

INTRODUCCION

Este capítulo comprende toda la investigación de la historia de la Metrología, avances, repercusión en la industria y mercados regionales e internacionales, de igual forma en El Salvador.

Un paso muy importante es sustentar el problema en estudio debidamente, mediante el análisis de las teorías que han tratado dicho problema. El papel que juegan las teorías es básico en la investigación, sin menospreciar el valor de la práctica y la experiencia.

El marco teórico se complementa con el marco conceptual, es decir, con la definición de los conceptos y las experiencias referidas al problema.

El marco teórico y conceptual de referencia conlleva todas las teorías escritas hasta el momento sobre el problema que se desea investigar, por lo tanto, incluye la información recopilada acerca de lo que otros autores han escrito sobre el problema que nos interesa, así como entrevistas a especialistas claves.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO HISTÓRICO DE LA METROLOGÍA

La Metrología ha estado presente en los eventos más significativos, relacionados con la ciencia y la técnica, inclusive en aquellos de tipo económico y de mercado, es decir, para realizar las actividades comerciales es necesario contar y medir basándose por completo en la metrología.

La ciencia tuvo origen en las necesidades del hombre y su curiosidad por conocer el mundo que lo rodea. Nadie sabe cuando apareció la curiosidad del hombre.

2.1.1 ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

En los últimos treinta años, a nivel internacional, la metrología dimensional ha experimentado profundas transformaciones con la aparición de instrumentos electrónicos y la introducción de computadoras, que facilitan el manejo de los datos obtenidos así como la toma de mediciones que anteriormente duraba mucho tiempo.

La Metrología como ciencia que se ocupa de la medida, no está restringida al ámbito de los centros metrológicos de alto nivel. Por el contrario, se trata de una ciencia básica para el desarrollo de las demás y con la que se hallan relacionados prácticamente todos los ciudadanos en la vida cotidiana, sin que muchas veces éstos se den cuenta de ello.

Al comprar alimentos, llenar el depósito de gasolina o hacer funcionar aparatos de gas o electricidad en el hogar, damos por supuesta la exactitud de los instrumentos, para pesar y medir. En algunos casos, nos damos cuenta directamente de la importancia de las medidas, por ejemplo, en las pruebas para determinar si se han contaminado alimentos con trazos de metales y otras sustancias tóxicas, o en los análisis de sangre que forman parte de un examen médico. En todas estas ocasiones estamos en contacto con la metrología.

La medición está presente asimismo en los procesos productivos, al integrar máquinas de medición dentro de la cadena productiva, logrando así detectar y corregir el fallo en cuanto éste se produce, evitando los antiguos métodos de control estadístico a posteriori.

Designaciones tales como “fabricación flexible”, “Just in time”, etc., forman parte hoy día del lenguaje común en fabricación.

La metrología de alta precisión es un requisito previo para dominar las modernas tecnologías.

Es fácil comprobar, cómo la medición es una actividad más común de lo que al ciudadano normal pudiera parecerle a primera vista, siendo los instrumentos utilizados más o menos precisos.

Para ello se abandonaron en forma definitiva los sistemas de fabricación propios de la artesanía, en donde una sólo persona o muy pocas realizaban un producto completo en todos sus aspectos, dando paso a los sistemas de fabricación en serie en donde cada operario realiza una gran cantidad de unidades de una sola pieza, e incluso normalmente tan sólo algunas de las operaciones necesarias para obtener dicha pieza.

Esta forma de producción, impuesta por el factor económico, ha creado a cambio la necesidad de la intercambiabilidad para que el montaje de un mecanismo complejo puede realizarse a partir de cualquier conjunto de sus partes componentes, y que posteriormente puedan sustituirse un o varias de ellas, sin fallos del conjunto.

La consecución de estos objetivos ha obligado a aumentar fuertemente el control de calidad de la fabricación , pese al costo económico que el mismo supone.

Este control de calidad tiene muy diferentes aspectos, como lo son la normalización, para homogenizar criterios de diseño, el empleo de tolerancias para conseguir los correspondientes ajustes, la verificación sistemática de las máquinas herramientas y de las piezas mediante el empleo de calibres de taller durante el proceso de producción y por último la comprobación final de los mecanismos y de los propios instrumentos de medida, para, con todo ello asegurar que las piezas fabricadas por diferentes operarios en centros a veces situados en diferentes países son correctas según plano, y por tanto intercambiables.

Por último, además de conseguir intercambiabilidad, el desarrollo técnico ha conducido a conseguir precisiones cada vez más estrechas, para ambos factores resulta primordial el control de piezas a través de técnicas de medición, lo cual, cuando se ha llegado al orden de las milésimas de milímetros en los planos de fabricación, trae consigo la aplicación de técnicas muy específicas como lo es la metrología.

La existencia en todos los países industrializados de centros de estudios y desarrollo metrológico, así como el grado de perfección de la maquinaria de medición hoy existente, son índices claros de la importancia de esta materia.

El período medieval no fue tan bárbaro y oscuro como generalmente se cree. Basta decir que la construcción de una catedral gótica implicaba una planificación y técnica tal, que tenía que estar basada en unas reglas normalizadas. Los bloques de piedra a veces de formas no simples se montaban ya conformados y había de encajar perfectamente, como los actuales juegos de construcción infantiles (LEGO).

Se puede afirmar que la evolución cultural de los pueblos, el desarrollo de la ciencia y de la técnica, el modo de vivir de la humanidad, su formación política y su prosperidad económica, guardan íntima correlación con los sistemas de medida empleados.

El comentario de que <<la capacidad del hombre para medir con precisión es un índice de su grado de civilización>> es asimismo cierto.

Las civilizaciones mesopotámicas, sumerios y babilónicos utilizaban ya un sistema sexagesimal, con la ventaja que el número 60 es fácilmente divisible por 2, 3, 4, ..., sistema que aún perdura en la división de la hora y por uso universal ha sido necesario conservarle con el actual Sistema Internacional de Unidades.

En la historia de las dinastías se encuentra un significativo paralelismo entre las normas autocráticas de gobierno y las correspondientes unidades de longitud.

Un ejemplo primario de las unidades autocráticas fue el cubit egipcio, definido como la longitud del antebrazo del faraón, desde su codo hasta el extremo de su dedo medio.

Los griegos utilizaron como unidad dimensional atributos del cuerpo humano. El estadio griego equivalía a 100 pasos dobles, aproximadamente 600 pies.

El desarrollo de una nueva sociedad en los siglos XV y XVI, consecuencia del nacimiento de ciudades importantes e independientes paralelamente con el criterio de intercambio comercial, exigía unidades de pesar y medir más concretas y definidas, pero por su imperfección no fue posible establecer un sistema común válido, y el confucionismo continuó existiendo.

A finales del siglo XVI, Inglaterra introduce la yarda, igual a 915 cm, dividida en tres pies, y cada pie en 12 pulgadas.

En el año de 1668 una especie de compás de espesores formado por una barra de hierro, fue empotrado en el muro exterior del Gran Chatelet de París, al pie de su escalera, que sirvió de patrón fundamental de longitud durante mucho tiempo en Francia. Esta unidad fue la toesa <<toise du Chatelet>>. Por su construcción grosera, expuesta a la intemperie, desgastado y deteriorado, este patrón,

evidentemente, ofrecía pocas garantías. No obstante se habían ya superado los conceptos arbitrarios de las unidades antiguas.

A pesar de las circunstancias citadas, la toesa del Chatelet se utilizó para ajustar todas las toesas que fueron empleadas en el siglo XVII y XVIII en las operaciones geodésicas, concretamente las dos célebres, <<toesa del Perú>> y <<toesa del Norte>>, utilizadas en la medida de arcos terrestres en los años 1735 y 1737.

En el año de 1776, Francia adoptó como patrón legal de longitud la toesa del Perú, sustituyendo la toesa del Chatelet recibiendo el nuevo patrón también el nombre de <<toesa de la Academia>>.

Con la toesa del Perú se midió la longitud del meridiano entre Durquerque y el castillo de Montjuich Barcelona, obteniendo que la longitud de la cuarta parte del meridiano terrestre al nivel del mar era de 5130740 toesas.

Con ello, se había dado nacimiento a la primera definición de la unidad de longitud supuesta igual a la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, equivalente por lo tanto a 0,5130740 de toesa del Perú. (Toesa = 1,949036 m)

Es difícil saber cuándo surgen exactamente las unidades para contar y medir, pero la necesidad de hacerlo requiere de la metrología como ciencia de las mediciones.

En 1870 se llevó a cabo en París una conferencia internacional sobre longitud. En mayo de 1875, diecisiete naciones firmaron el Tratado Internacional del Sistema Métrico, por medio del cual se fundó la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, con sede en Sevres en las afueras de París. En 1876 empezó a fabricarse y reproducirse el prototipo del metro para las naciones que participaron en el tratado.

Se hicieron 32 barras, las cuales se componían de 90% platino y 10% de iridio. Estas barras eran de 1020 mm de largo y de forma de X en su sección transversal. Las caras, de más de 8 mm en la vecindad de los bordes, se pulieron y se les grabaron líneas de graduación de 6 a 8 mm de ancho, luego la distancia total entre líneas se completó hasta llegar a un metro. La temperatura siempre se mantuvo lo más cercana posible a los 20°C.

Entre los 32 prototipos fabricados se determinó que el número 6 era el más semejante al Metro de Archivo y fue designado como el prototipo internacional del metro en la Primera Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, celebrada en 1889.

En 1956 el metro fue enviado a Suiza que le grabaran nuevas líneas en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas. También se le grabaron líneas de graduación con intervalos de 1mm y se hizo la revisión que establecía la longitud en 1m a 20°C.

Debido a que las líneas de graduación no eran lo suficientemente delgadas, la longitud esculpida en el metro prototipo tenía una inexactitud de cerca de 0,2 mm.

El prototipo podría ser destruido por una guerra, tal como la Primera Guerra Mundial de 1914-1918. Por tanto, se hizo un esfuerzo para encontrar un valor invariable, basado en fenómenos naturales, que pudiera usarse como un nuevo estándar en reemplazo del prototipo del metro. Para este propósito, la longitud de onda de una luz monocromática era lo más universal y seguro, por lo que se llevaron a cabo experimentos con la longitud de onda de la luz roja del Cadmio (Cd) en nueve lugares del mundo.

Finalmente en la Séptima Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, efectuada en el año 1927, se definió el metro como sigue:

La longitud de onda de la luz roja Cd

$$\text{CdR} = 0.64384696 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1553164.13 \text{ CdR}$$

Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura = 15°C (termómetro de hidrógeno)

Presión atmosférica = 760 mm de Hg

Ambiente = Aire seco conteniendo 0.03% de CO

Aceleración gravitacional = $980.665 \text{ cm/s}^2 = g$

Así la longitud estándar podía obtenerse fácilmente por medio de una lámpara de Cd (cadmio) sellada en un tubo de rayos catódicos y líneas de electricidad.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la física atómica experimentó un gran progreso y se efectuaron extensos trabajos de investigación acerca de la radiación de isótopos con el mismo número atómico, los cuales emitían luces monocromáticas que eran más adecuadas que aquellas de los elementos naturales. En la Conferencia Internacional de Pesos y Medidas efectuada en 1957, se propuso adoptar la longitud de onda en el vacío de la luz emitida por la transición entre $Kr86\ 2p^{10}\ 5d^5$ (Kr86 de luz naranja). La propuesta fue aprobada en la Onceava Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, celebrada en octubre de 1960, la cual señala que: "La unidad de medida de longitud es el metro. Un metro es igual a 1650763.73 veces la longitud de onda de una luz emitida por la transición entre los niveles de energía del $Kr86\ 2p^{10}\ 5d^5$. Esta debe ser medida en el vacío en cumplimiento a la decisión de la Conferencia Internacional de Pesos y Medidas". De acuerdo con esta definición, un metro puede reproducirse con una exactitud de cerca de 10^{-8} m, es decir, 0.01 mm.

Según la Conferencia General de Pesos y Medidas la nueva definición del metro es: "*la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío, durante un lapso de 1/299792458 de segundo*".

2.1.2 EVOLUCION METROLOGICA EN EL SALVADOR⁸

A continuación se presenta un cuadro sinóptico histórico sobre la Metrología.

⁸ Fuente: J.V. Aragón

SUCESO	FECHA
El sistema oficial de pesas y medidas que rigió en El Salvador, así como en el resto de países del área centroamericana, fue el español.	Mediados del siglo XIX
Se efectuaron en Francia, convenciones internacionales de pesas y medidas, donde los países signatarios se comprometieron a adoptar como oficial y obligatorio el uso del sistema métrico decimal francés, tanto por su valor científico, como por la facilidad que significaba el manejo de sus unidades.	Años 1857 y 1875
El Salvador decreta y adopta como oficial y obligatorio el uso del sistema referido.	Año 1885
Se llevó acabo, en la Ciudad de San José, Costa Rica, la Segunda Reunión de Bancos Centrales de Centroamérica, en la cual, entre otras cosas, se tomó una resolución sobre la conveniencia de establecer un sistema unificado de pesas y medidas bajo el sistema métrico decimal entre Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras y El Salvador.	Diciembre 1953
Se aprobó la resolución del Comité de Cooperación Económica sobre uniformidad de Pesas y Medidas. Se efectuó en San Salvador, una reunión extraordinaria del Comité de Cooperación Económica de Centro América (CCE) formado por los Ministros de Economía de los cinco países del área. Se llevó a cabo la tercera reunión de Bancos Centrales, en la ciudad de Guatemala.	Mayo y Febrero 1955
El ICAITI elaboró la tabla de equivalencias para América Central, la que entregó al Banco Central de Guatemala en octubre de ese año. Esta tabla también fue enviada a la sub-sede en México de la Comisión Ejecutiva para América Latina (CEPAL).	Año 1956
La administración de asistencia técnica de las Naciones Unidas, de acuerdo con la sub-sede en México de la CEPAL, dispuso nombrar a una persona para que realizara el estudio.	Enero 1957

UNIDADES E INSTRUMENTOS DE MEDICION EMPLEADOS.

Si se efectuara de manera exhaustiva la observación y el registro completo de la diversidad de unidades de medida que se emplearon en El Salvador antes de 1958, se requeriría una prolongada labor en el tiempo y en el espacio, dada la dispersión de localidades existentes. El trabajo sería aún más complicado si se trata de averiguar las unidades de medida que, en su intercambio comercial, empleó la población indígena, aún existente en El Salvador.

INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA MEDIR Y PESAR

En El Salvador se han utilizado muchos y variados instrumentos de diferentes procedencias, de distintos tipos de construcción y capacidades. Por lo tanto no es posible, enmarcarlos dentro de ciertos moldes comunes para cada clase, por tal motivo se hará referencia a una clasificación separada de los instrumentos que solían emplearse en los campos que se consideran de interés.

Los campos a los que se hace mención son los siguientes:

a) **Metrología**

i) **Longitudes.** Para su determinación se emplearon longímetros de madera y de metal flexible, con extensiones de una vara y una yarda los primeros y .de dos metros los segundos. Para medir varas y yardas se empleaban unas reglas de sección rectangular o cuadrada, las cuales generalmente presentaban los extremos deformados. En esas reglas se encontraban fijados los tercios y los cuartos de las unidades básicas. En los almacenes comerciales, la yarda y la vara se encontraban señaladas por pequeñas cortaduras en la parte superior de los mostradores; tanto una como la otra unidad estaban fijadas en el mismo tramo del mueble, lo cual hacia difícil distinguir los cuartos tercios de vara de los cuartos y tercios de yarda. Los longímetros eran autorizados por la Sección de Tasaciones de la municipalidad de la capital, o por los Alcaldes Municipales. No existía revisión permanente de estos instrumentos. Para la verificación se hacia uso de un longímetro de metal flexible, comprado en cualquier almacén comercial.

ii) Superficies. Para la medición de las superficies de las piezas y otros artículos que se expresaban en unidades cuadradas, no se empleaban más que longímetros.

iii) Pesos. Para su fijación en el comercio, se hacía uso de varios tipos de romanas, balanzas y básculas. Predominaban en el mercado las básculas de barra y cucharón, construidas en el extranjero, además marcadas en libras. Entre los comerciantes de escasos recursos económicos, las balanzas de construcción hogareña con fiel (palanca o astil) de lamina y cilindro hueco, platillos de hojalata y tensores de cordel. Como pesa se empleaban pedazos de hierro o piezas de latón en forma de cono truncado comprendidas unas dentro de otras, que por sí mismas correspondían a pesos de determinados sub-múltiplos de la libra española (460 gramos). A estas pesas se les denominaban marcos. Informaciones obtenidas de la ciudad de San Miguel, hacen saber que era frecuente el caso de que este tipo de balanzas ocultara en el interior del fiel, pequeñas esferas de plomo que se deslizaban hacia el extremo que deseara el comerciante al principiar a llenar el platillo. Para el uso de balanzas y básculas no se requería autorización, ni eran inspeccionadas o verificadas por autoridad alguna. Las aduanas del país hacían uso de básculas móviles y fijas, marcadas en unidades del sistema métrico decimal. Mensualmente eran verificadas por una casa comercial, agente de una empresa norteamericana constructora de basculas. Las pesas que se utilizaban para la verificación de los instrumentos de aduanas habían sido enviadas por una empresa fabricante pero sin la certificación de la Oficina de Normas del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Ferrocarril Internacional de Centroamérica empleaba básculas que marcaban libras inglesas (463 gramos) y su verificación se efectuaba por el departamento mecánico del mismo, con pesas certificadas de origen, pero no vueltas a verificar en su exactitud desde su adquisición. El ferrocarril nacional utilizaba básculas marcadas en libras españolas (460 gramos), su revisión era efectuada por mecánicos residentes en Sonsonate con pesas sin certificado de exactitud reciente.

iv) Capacidades. Las capacidades se determinaban valiéndose de diversos recipientes como las "latas", los "medios almudes", "cuartos de almud o cuartilleros", "cuartos de medio almud" y "octavos de medio almud". La lata comúnmente utilizada como unidad de medida era el recipiente en que se recibía del extranjero la gasolina, el keroseno, el aceite de vegetal, etc. Los medios almudes y sus tres sub-múltiplos era instrumentos empleados con mucha frecuencia para la venta de granos, tanto en la capital como en el Occidente del país. Eran de madera reforzada con tiras de lámina en todo su perímetro. Las dimensiones legales para que el medio almud y el cuartillero tuvieran la capacidad exacta de 10 litros el primero y de 5 el segundo, fueron fijados por el decreto No. 21 del 8 de junio de 1945, expedido por el Poder Ejecutivo de la República. Siendo Presidente Constitucional el Sr. Castañeda Castro. Sin embargo, estos instrumentos tenían capacidades distintas a las legales, tanto en la Capital como en el interior del país; es más, se presentaba el caso de que los medios almudes usados en San Salvador eran de diferente capacidad a los usados en el Occidente de la República; igual acontecía con los cuartilleros o cuartos de almud que se empleaban en la capital o fuera de ella. Hay que señalar que todos estos instrumentos eran escasamente utilizados en el Oriente del país, pero de mucho empleo en el Occidente. Para ser libremente utilizados por los comerciantes, debían someterse a revisión y verificación de la sección de tasaciones de la Municipalidad de la Capital o de los Alcaldes Municipales, en el resto del país. Esta verificación se efectuaba una sola vez, antes de ser puestos al servicio público, lo que se hacía constar por medio de un sello pirograbado en el fondo del instrumentos. Después no volvían a ser sometidos a revisión alguna. Como puede notarse, no existía servicio permanente de vigilancia en el uso de los instrumentos de medir capacidades, como tampoco lo había para los aparatos de pesar, ni para los longímetros. Para la venta de agua potable en el campo, se usaba la denominada pipa, la cuál era un tambor metálico de los comúnmente usados para la importación de gasolina, eran montados sobre el bastidor de una carreta de tracción animal.

v) Volúmenes. Para medir los volúmenes se recurría principalmente a las botellas, las había de diversos tipos, pero en general se hacía referencia a un recipiente cilíndrico de metal por medio del cual se expedía la leche fresca, el keroseno (llamado popularmente gas), el aceite vegetal líquido, etc.

Algunas botellas empleadas para la medición, en ocasiones, presentaban abolladuras, las cuales intencionales o no, reducían el volumen del recipiente en perjuicio del consumidor.

En la capital, se empleaba además, para la venta de leche rehidratada una botella de tipo especial que no tenía más uso que envasar ese producto por ser de cartón impermeabilizado desechable.

2.1.2.1 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LA INDUSTRIA EN EL SALVADOR

Desde hace varios años se ha venido forjando una conciencia a nivel mundial de la importancia que tiene la aplicación del control total dentro de los procesos de fabricación, para alcanzar una alta productividad a los diferentes niveles de calidad exigido por una alta estratificación de los mercados, lo cual se traduce en una reducción de los costos de producción y en mejores condiciones de competitividad en el mercado. Dicha concientización se ha logrado debido al alto grado de avance de las ciencias de la comunicación, de tal suerte que los países en vías de desarrollo están tomando serias medidas para participar de las ventajas sociales y económicas que implican la aplicación de normalización, verificación y certificación de calidad, y metrología como herramientas para alcanzar en forma efectiva el control total de la calidad.

En El Salvador, se especifican diversos entes que además de coincidir con el marco histórico en estudio, han demostrado alguna incidencia importante en este aspecto, así como la orientación y fomento de las actividades industriales. En este sentido, a continuación se trata de dar una visión dinámica del contexto socio político-económico en que se enmarca el sector industrial de nuestro país.

2.1.3. FUNDAMENTOS DE LA METROLOGIA

Importancia de la metrología

- Cuantifica la producción del país
- Cuantifica las magnitudes físicas, parámetros técnicos, etc., durante las investigaciones científicas en los experimentos
- Es la base de las mediciones que se realizan para el control de los procesos tecnológicos de producción, en el transporte y la comunicación
- Es la base de los conocimientos científicos, del desarrollo de la tecnología, la automatización de la industria y la estandarización
- Respalda la calidad de la producción
- Asegura la intercambiabilidad de las piezas y partes
- Protege la salud y la seguridad del ciudadano
- Protege los intereses del consumidor y del país

La investigación en el campo de la metrología actual tiene los objetivos siguientes:

- Desarrollar las bases científicas y técnicas para las medidas futuras, realizando investigación fundamental y aplicada
- Mejorar y mantener los patrones nacionales y las técnicas de medida de las magnitudes fundamentales y derivadas
- Participar en las intercomparaciones internacionales que garantizan el acuerdo internacional y la Trazabilidad
- Diseminar estos patrones, brindando un servicio de medidas a las instituciones o personas que necesiten calibraciones del más alto nivel

La metrología esta íntimamente relacionada con:

- El objeto de medición
- El procedimiento de medición
- Los instrumentos de medición
- El ambiente de medición
- El observador

- Unidades de medida y patrones

2.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA METROLOGÍA

En este apartado se hará referencia a conceptos y definiciones que toman importancia en la investigación.

2.2.1 METROLOGÍA

Es la ciencia de las mediciones. Deja de ser un arte cuando el método científico aparece con la introducción del método experimental en el quehacer del hombre basado en la confrontación de una idea o de una teoría con el experimento como una forma de interrogación a la naturaleza para establecer las leyes de su comportamiento. El papel fundamental, en el método experimental o científico, lo desempeña la medición cuantitativa que dejó de ser el arte estimativo para convertirse en la disciplina de exactitud como la que actualmente conocemos.

La metrología se encarga de calibrar, ajustar, verificar, comparar y validar las mediciones respecto a un patrón trazado internacionalmente.

La metrología involucra todos los aspectos relacionados con su proceso, tales como:

- La forma correcta de efectuar un medición
- La forma correcta de expresar el resultado de un medición
- Los procedimientos para determinar la incertidumbre de una medición

La Metrología⁹ es un término que frecuentemente es utilizado como sinónimo de medición e incide directamente en la efectividad de aseguramiento de la calidad, lo cual involucra, un amplio sistema de medidas que también abarcan la determinación de las propiedades de los productos, muchas de estas con referencias a normas y el ensayo de la calidad, medición de los procesos y métodos, la expresión de los resultados y los procedimientos para determinar la incertidumbre de una medición.

⁹ Fuente: Revista El Salvador, Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Este componente establece procedimientos de verificación de métodos e instrumentos de medición, para que estos sean capaces de medir las características y/o parámetros establecidos en las normas, de manera adecuada y confiable.

La infraestructura del componente de metrología incluye laboratorios de metrología legal, e industrial, Patrones Nacionales, Controles Metrológicos entre otros, siendo los objetivos de este componente mejorar la capacidad metrológica y orientar su concurso para el desarrollo del comercio, la producción y el nivel educativo, difundir la aplicación del Sistema Internacional de Unidades.

Dentro del sistema Integrado de la Calidad, es de suma importancia el control metrológico, ya que garantiza el funcionamiento correcto de los aparatos e instrumentos de medición, de lo contrario, los resultados utilizados para el control de calidad no tendrían ninguna validez y esto repercute en la confianza de los Sistemas de Evaluación de la Conformidad, como es el caso de la Acreditación de Laboratorios de Análisis y Ensayos, Certificación de Productos, Certificación de Sistemas de Aseguramiento de la Calidad, Certificación de Sistemas de Calidad del Medio Ambiente.

La eficiencia de la normalización y de la gestión de la calidad se basa en las pruebas, las cuales tienen su origen en las mediciones. Por ello el sistema de metrología garantiza la exactitud y reproducibilidad de las mediciones, sin las cuales cualquier actividad técnica sería puramente especulativa.

Según los objetivos perseguidos y las bases legales vigentes en cada país se hace una distinción entre la metrología científica, legal e industrial. Para la implantación de la infraestructura metrológica se requiere de los siguientes componentes:

Un Laboratorio Metrológico de Referencia, que pone a la disposición las unidades físicas. Por ejemplo, metro, kilogramos, segundo, y las disemina con la precisión suficiente a los niveles subordinados.

Definición de las autoridades encargadas de verificar los instrumentos de medición de conformidad con las disposiciones legales, referentes al ámbito de protección de los consumidores y supervisor el cumplimiento de las prescripciones de la Ley de Verificación de Equipos de Medida.

Funcionamiento de un servicio de calibración, que cuente con laboratorios que en su mayoría están instalados en empresas a nivel industrial, equipados con los medios técnicos y el personal especializado requerido para calibrar los instrumentos de medición, y que hayan sido acreditados por un organismo oficial, de conformidad con las normas correspondientes, a ejecutar calibraciones y otorgar certificados de calibración; dichos laboratorios están bajo la supervisión técnica del Laboratorio de Referencia.

Esta estructura de soporte al aseguramiento de la calidad es imprescindible puesto, que todo intercambio organizado de mercaderías y de casi todos los servicios, es decir de prácticamente todas las actividades industriales, está basado en las mediciones, unidades y procedimientos de prueba. Es necesario contar con unidades de medida verificadas y métodos normalizados para determinar de una manera fiable, reproducible y segura, la cantidad y calidad de los productos. De esto depende la capacidad de funcionamiento y competitividad del sector privado, principalmente en mercados internacionales.

La inserción de una economía de mercado moderna en el mercado mundial, requiere de la fabricación de productos, prestación de servicios con reconocimiento y confiabilidad en el mercado internacional. Adicionalmente sistemas validados de la metrología, normalización, pruebas y ensayos, aseguran la compatibilidad de

productos, incluyendo los semiacabados y facilitan el mantenimiento de los equipos y de la maquinaria.

Regiones que poseen sistemas integrados de la calidad avanzados, obligan a aplicar medidas adecuadas en lo que respecta a la calidad de los productos y servicios, la seguridad ciudadana ante los riesgos; por lo que el acceso a estos mercados se vuelve cada vez más difícil a los países con un sistema MNPC inadecuado. Por lo cual, para proteger el medio ambiente, a los consumidores y a la población en general de los efectos negativos de la técnica, se necesitan instituciones de pruebas y ensayos neutrales que supervisen el cumplimiento de la reglamentación técnica, por lo general de carácter obligatorio, mediante disposiciones legales, de conformidad con procedimientos estandarizados.

2.2.2 METROLOGÍA Y CALIDAD

Una necesidad imperiosa para todos los países, especialmente los que ven en la apertura de mercados internacionales una oportunidad para el crecimiento económico a través del incremento de la producción de bienes y servicios, es la incorporación del concepto de calidad como valor agregado de la oferta de bienes y servicios, elemento esencial para volverse competitivos en el ámbito de la globalización.

La evolución de la tecnología de producción, en su transición de la etapa artesanal a la industrial, se ha visto en la necesidad de producir bajo características idénticas, utilizando los mecanismo de control de la calidad.

La ciencia y la técnica actúan cómo motor para impulsar las diferentes etapas del desarrollo. Para emplear la ciencia y la técnica eficazmente y en beneficio del hombre, se necesita de una infraestructura compleja de aseguramiento de la calidad que comprende los campos de la metrología, la normalización, las pruebas y análisis

en laboratorios acreditados y la Certificación de la calidad al verificar el cumplimiento de los requerimientos normativos internacionales.

Qué es el Sistema MNPC

La infraestructura de la calidad esta vinculada inseparablemente con el estado de desarrollo de la economía nacional de un país, por su impacto en la apertura de los mercados y por su connotación en el intercambio comercial entre los países, en el cual se tienen como condiciones necesarias el mejoramiento de las técnicas de medición y contar con un sistema único de unidades que permita facilitar dicho intercambio, tal como lo establecen los principios del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC), en lo relacionado a regulaciones tanto de calidad como de cantidad, en lo referente a la protección de los objetivos legítimos de la protección al consumidor, protección al medio ambiente, protección y seguridad de la vida.

Por otra parte, la infraestructura de la calidad es la que le da el soporte técnico al aseguramiento de la calidad, lo cual es un conjunto de actividades administrativas y técnicas para dar la confianza de que un producto y/o servicio, cumplirá adecuadamente con un propósito determinado. Esto es lo que nos manifiesta Juran en su definición de calidad como la adecuación al uso, lo cual demuestra la genialidad de la definición ya que en tres palabras nos expone toda la interacción que ejercen los componentes de la infraestructura de la calidad para lograr este objetivo, dado que incluye la determinación de las propiedades de los productos, muchas veces con referencias a normas internacionales, mediante los mecanismos de la evaluación de la calidad, a través de ensayos y mediciones. Por lo tanto el aseguramiento de la calidad, está basado en las mediciones.

La eficacia y efectividad del sistema de la infraestructura de la Calidad conocido como Sistema MNPC, está caracterizado por una estrecha interacción entre los campos mencionados de la Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad, que tienen como resultado lograr la confianza y el reconocimiento internacional.

Normalización

Este componente tiene que ver con los aspectos relacionados en la elaboración de las normas, para el cual, se debe contar con un sistema coordinado que garantice la transparencia, mediante la participación de los sectores involucrados, tales como el sector industrial, gobierno, consumidores y académico, para desarrollar un sistema de normas y reglamentos técnicos.

La norma es un documento establecido por consenso, que contiene especificaciones técnicas u otros criterios precisos, para ser usados consistentemente como reglas, directrices o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios son adecuados para cumplir un propósito.

Las normas contribuyen a aumentar la confiabilidad y efectividad de los bienes que se usan, ya que establecen los parámetros y criterios que deben cumplir dichos bienes. A nivel internacional, el proceso de normalización facilita el comercio, así como el intercambio y transferencia de tecnología.

La certificación de productos servicios desempeña un papel, fundamental para asegurar la aceptación de nuestras exportaciones sin problemas en mercados competitivos y exigentes a nivel internacional. Por lo tanto las empresas salvadoreñas deben elevar su productividad y garantizar la calidad de sus productos o servicios y por ende volverse más competitivas, en cuanto a precio, calidad y oportunidad en la entrega, con la finalidad de conquistar nuevos mercados o incrementar los existentes, por lo tanto es fundamental que el fabricante implemente un sistema de calidad para el control continuo del producto a lo largo del tiempo.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en su función de satisfacer las necesidades de certificación del sector productivo o de otros sectores interesados, esta desarrollando un sistema de calidad basado en normativa internacional, con el fin de contar con el respaldo mundial y ofrecer a las empresas

industriales, comerciales o de servicio, interesadas en satisfacer las expectativas de los consumidores, el servicio de certificación por lote aislado de la producción continua conforme a norma, utilizando las que contienen las especificaciones mínimas a cumplir por el producto a certificar, así como los métodos de ensayo que permitan comprobar esas características de forma repetible y reproducible.

De esta forma se garantiza a los compradores y a los consumidores, que la calidad y la seguridad de los productos y servicios comercializados, es evaluada por organismos competentes y perfectamente calificados.

Los consumidores a nivel mundial hoy en día, están más informados en materia de salud, seguridad, contaminación ambiental, así como de los aspectos económicos relacionados con la adquisición y uso de un producto a través de su vida útil; por lo tanto se vuelven más exigentes en la adquisición de productos o servicios que inspiren confianza en su idoneidad y aptitud para el uso, y buscan lo mejor que pueden obtener con su dinero; por lo tanto es importante brindar productos o servicios de calidad a precios justos no debe olvidarse que un cliente satisfecho promueve los productos o servicios de las empresas sin costo alguno.

En el proceso actual de globalización, que se profundiza mediante economías cada vez más interdependientes para lograr la inserción como bloques económicos en el comercio internacional, y en el que los consumidores adquieren sistemáticamente cada vez mayor conciencia de la calidad que deben alcanzar los bienes y servicios para satisfacer sus necesidades; se tiene como resultado de dicho proceso que las organizaciones integrantes de la sociedad tenemos como requerimiento básico e implantar la capacidad de alcanzar los mayores niveles de calidad y desempeño posible convirtiéndose estos retos en las respectivas metas de las organizaciones sean estas públicas o privadas.

Para alcanzar los niveles de calidad y desempeño requeridos, el concepto que define la palabra calidad debe ser interpretado en todas sus dimensiones y no

limitarlo exclusivamente al grado de satisfacción que los bienes y servicios causen en los clientes que los consumen.

También deben ser considerados en el concepto de la calidad no solamente los requisitos de calidad de un producto o servicio sino también los procesos, administrativos de cómo las organizaciones desarrollan sus relaciones humanas, las estructuras de comunicación internas, los procesos de toma de decisiones, así como el entorno y el liderazgo alcanzado por la organización, porque de esta forma el concepto calidad es identificado como, uno de los valores propios del ser humano y la coherencia entre los productos de la organización y su desempeño pasa a ser, global, lográndose de esa forma el más efectivo marco para desarrollar el requerimiento descrito.

En este entorno altamente competitivo se establecen esquemas de reconocimiento a la aplicación de la calidad como es el de la Certificación de Sistemas de la Calidad, mediante normas internacionales o a través del Sello de Calidad, en ambos casos, es una certificación voluntaria que es solicitada por las empresas interesadas en dar a conocer que sus productos cumplen con los requisitos de calidad establecidos en una norma técnica y bajo sistemas de calidad eficientes y confiables, lo que otorga a las empresas un elemento diferenciador altamente reconocido y asegura al consumidor la calidad de los productos que consume.

De acuerdo a lo establecido en la Ley de creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, le compete al CONACYT desarrollar los mecanismos para otorgar a las empresas el Sello de Calidad previo su verificación del cumplimiento de los productos con los requisitos establecidos en las normas técnicas y respaldados por un sistema consistente de calidad. Como acciones preparatorias de estos esquemas se han adoptados normas técnicas de productos prioritarios como lo son los alimentos y la conformación de la Red de Laboratorios para desarrollar los análisis de verificación de los productos.

Para desarrollar estos mecanismos que propician el establecimiento de la cultura de la calidad, el CONACYT ha establecido convenios de cooperación técnica con instituciones de reconocida trayectoria en el montaje de estos mecanismos de certificación de la calidad, como es el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) para desarrollar y fortalecer la certificación de la calidad mediante Sello de Calidad, Certificación de Sistemas de la Calidad ISO 9000, Sistemas de Calidad del Medio Ambiente ISO 14000, y acreditación de laboratorios de análisis y calibración, mediante lo cual se está proyectando la participación de los sectores empresariales, a fin de que conozcan las experiencias técnicas de implementar estos esquemas apegados a las prácticas internacionales, que tienen como objetivo principal obtener la confianza y el reconocimiento a nivel internacional de los niveles de calidad requeridos y que pueden ser verificados mediante los diferentes componentes de la evaluación de la conformidad.

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LA METROLOGÍA

La metrología (ciencia de las mediciones) posee tres áreas de actuación:

- Legal
- Industrial
- Científica

Metrología Legal. Es necesario especificar dos áreas de responsabilidad de la metrología legal:

- Custodia de los Patrones Nacionales. Que implica la adquisición y mantenimiento de los patrones nacionales, garantizando la permanente trazabilidad a patrones internacionales.
- Garantía de los derechos del consumidor. Actividad que consiste en la utilización de los patrones y equipo de medición en la aplicación de las regulaciones, que sobre instrumentos de medición, se encuentran en la Ley de Protección al Consumidor, Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Código de Salud, etc., de acuerdo a la legislación vigente.

Por lo tanto el rol principal de la metrología legal es constituirse en garante de los patrones de medida de las magnitudes oficiales (legales) del país, y garantizar la utilización de estos para apoyar las actividades comerciales e industriales del país, así como garantizar los derechos del consumidor.

La Metrología Industrial. Se encarga de la calibración de instrumentos de medición de las empresas mediante la utilización de patrones de mayores exactitud, con lo cual se asegura la calidad metrológica de las lecturas de los instrumentos y equipos, que al final resulta en una mejor calidad de los productos.

La Metrología Científica. Esta relacionada con la investigación y desarrollo de nuevos patrones de medición, así como de mejorar los métodos e instrumentos de medición.

2.2.3.1 METROLOGÍA LEGAL¹⁰

En el desarrollo del sistema nacional metrológico de los países, una de las áreas básicas para promover la cultura de la calidad es el desarrollo de la Metrología Legal.

En los países de la región centroamericana, es de gran importancia el establecimiento y desarrollo de la metrología legal por su gran relación con la protección al consumidor, creando de esta manera la cultura de la calidad a través de la concientización del usuario o consumidor de exigir las condiciones necesarias para salvaguardar la seguridad y protección de la sociedad.

Las bases legales de la metrología legal son de conformidad con las disposiciones contenidas en el Decreto Legislativo 287, del 10 de agosto de 1992, Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que reglamenta el empleo obligatorio del Sistema

¹⁰ Fuente: Revista El Salvador, Ciencia y Tecnología. Nov. 2001

Internacional de Unidades, y con respecto a la verificación contiene prescripciones generales para ciertos campos de la metrología, para las cuales el estado considera como necesario fijar una precisión determinada para las medición y garantizar la seguridad de medición.

Los objetivos políticos económicos de la metrología legal son:

1. Protección del consumidor en la compra de mercancías mensurables

- Servicios

2. Garantía de la seguridad en la medición

- Protección de la salud
- Protección del trabajo
- Protección del medio ambiente
- Ámbitos similares de interés público

3. Protección de la confianza para mediciones oficiales

Ámbitos de tareas en la metrología legal

- Transacciones comerciales
- Transacciones
- Tráfico y transporte
- Verificación obligatoria
- Protección del medio ambiente
- Protección de La salud
- Protección del trabajo

La verificación también incluye una definición global de estas tareas. La gran variedad de los campos metrológicos exige una tramitación y un seguimiento uniforme. En el ámbito de la metrología legal se emplean medidas muy diferentes para garantizar la seguridad de la medición requerida. Se trata tanto de medidas preventivas como de medidas de control.

Medidas Preventivas

Aprobación

Verificación

Verificación Posterior

Medidas de Control

Vigilancia por la oficina de verificación

Evaluación Metrológica

Sanciones (irregularidades)

Admisión y aprobación de instrumentos de medición.

Una condición previa para la verificación de instrumentos de medición es la admisión de dichos instrumentos, la cual conlleva los aspectos de:

Admisión de la verificación

Aprobación del Modelo

a) Admisión de la verificación

La admisión significa que el modelo del instrumentos de medición no debe ser sometido a un ensayo de prototipo. Si el modelo de un instrumentos de medición cumple con los requisitos pre establecidos, los instrumentos pueden ser fabricados y verificados. Esto puede ser aplicado a instrumentos simples para medir longitudes, volumétricos simples, pesas.

b) Aprobación del modelo

Instrumentos de medición que son admitidos a la verificación, deben ser sometidos a la aprobación de modelo. La aprobación del modelo es otorgada después de haber ensayado un instrumento (ensayo de prototipo). Se otorgará la aprobación del modelo si este reporta resultados de medición correctos y una estabilidad de medición suficiente.

Verificación de instrumentos de medición

La verificación es el ensayo de un instrumento de medición y la confirmación de que dicho instrumentos cumple con los requisitos del reglamento de verificación y la certificación de aprobación del modelo.

Verificación posterior ó mantenimiento

Instrumentos de medición, cuya exactitud cambia en el curso de un tiempo de vida deben ser revisados a intervalos adecuados. Una medida clásica es la verificación posterior después de un periodo de validez prescrito. La verificación posterior es la verificación periódica de instrumentos de medición que ya habían sido verificados y por regla central ejecutada antes de su vencimiento del plazo de validez de una verificación. En resumen, la confianza debe intensificarse haciendo transparentes la competencia y la calidad, para ello sirven de base las normas y las mediciones.

Es imposible investigar y determinar las propiedades de productos sin la ejecución exacta de mediciones.

2.2.3.1.1 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE METROLOGÍA LEGAL¹¹

En lo que respecta a la metrología legal, a nivel mundial el organismo internacional encargado de promoverla es la OIML. Esta se instituyó en 1995 y se dedica a la creación y desarrollo de estructuras técnicas que funcionen como guía de elaboración de requerimientos nacionales o regionales, los cuales controlen el uso de instrumentos y unidades de medición, en el campo de la metrología legal.

Instituida por un tratado, la OIML es un organismo intergubernamental compuesto por los Estados Miembros, países que participan activamente en los trabajos técnicos y los Miembros Correspondientes, países adheridos a la OIML como observadores.

La OIML posee actualmente 97 países afiliados, divididos en: 55 Estados Miembros (tienen derecho a voto) y 42 Estados Correspondientes (sin derecho a voto).

¹¹ Fuente: página www.oiml.org

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), tiene como principal tarea la armonización de las regulaciones y los controles metrológicos aplicados por los servicios metrológicos nacionales u otras organizaciones afines de sus Estados Miembros.

Desde la OIML se ha desarrollado una estructura técnica mundial ofreciendo a sus Miembros líneas directrices para la elaboración de las reglamentaciones nacionales y regionales en lo concerniente a la fabricación y utilización de los instrumentos de medida destinados a las aplicaciones de metrología legal.

PUBLICACIONES DE LA OIML.

Las dos categorías principales de las publicaciones de la OIML son:

1. Recomendaciones Internacionales (OIML R), que son regulaciones modelo que establecen generalmente las características metrológicas requeridas para los instrumentos de medición que se traten y especifican los métodos y medios para comprobar su conformidad; los Estados Miembros de la OIML deberían aplicar estas regulaciones siempre que les sea posible.
2. Documentos Internacionales (OIML D), de carácter informativo, para ayudar y mejorar el trabajo de los servicios metrológicos.

Los proyectos de Recomendación y Documentos de la OIML son desarrollados por las Secretarías Pilotos y Secretarías Informantes formadas por los Estados Miembros, en consulta con las instituciones internacionales (regionales y mundiales) relacionadas.

Los acuerdos de cooperación entre la OIML y ciertas instituciones (particularmente ISO e IEC) están encaminados a evitar que se establezcan requisitos contradictorios de manera tal, que los fabricantes y usuarios de los instrumentos de medición,

laboratorios de ensayo, etc. puedan aplicar simultáneamente las publicaciones de la OIML; así como también, las publicaciones de otras instituciones.

Las Recomendaciones Internacionales y los Documentos Internacionales se publican en Francés (F) e Inglés (E) y están sujetos a revisiones periódicas. La frase "Edición..." se refiere al año de impresión del documento.

La OIML desarrolla Reglamentos-Tipo, las Recomendaciones Internacionales, que sirven a los Miembros como base reconocida internacionalmente para el establecimiento de las reglamentaciones nacionales en diversas categorías de instrumentos de medida. En razón de los progresos en la puesta en marcha a nivel nacional de las líneas directrices de la OIML, cada vez más, los fabricantes se refieren a estas Recomendaciones Internacionales para asegurar la conformidad de sus productos con las especificaciones internacionales sobre las marcas metrológicas y los ensayos de los instrumentos de medida.

ACTIVIDADES DE LA OIML:

i) SEMINARIOS TECNICOS

Son ocasión de intercambio entre gobiernos e industrias, los seminarios técnicos intentan mostrar los desarrollos en materia de instrumentación y de procedimientos metrológicos. Estos seminarios reflejan la diversidad de actividades de la OIML que se ejercen en campos tales como, las medidas de masa, volumen y presión, acústica y vibraciones, los preembalajes, temperatura, instrumentación médica y contaminación del medio ambiente.

ii) COLABORACIONES

En estrecha colaboración con la Convention du Mètre y su Órgano ejecutivo, la Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), la OIML persigue la armonización internacional de la metrología legal participando en la coordinación interinstitucional de los trabajos técnicos y a los intercambios de información y de experiencias. Actualmente se colabora con más de 100 instituciones internacionales.

2.2.3.2 METROLOGÍA CIENTÍFICA

Es la que se ocupa de la investigación científica para la mejora de los procedimientos y patrones de medición, además de tener como uno de sus fines salvaguardar la integridad de los patrones nacionales.

Es una herramienta fundamental para el crecimiento e innovación tecnológica, promoviendo la competitividad y creando un ambiente favorable en el desenvolvimiento científico e industrial de todo país.

Se encarga de estudiar los métodos de medida o el perfeccionamiento de los mismos. Además de la conservación y diseminación de patrones.

2.2.3.3 METROLOGÍA INDUSTRIAL

Se encarga de la calibración de instrumentos de medición de las empresas mediante la utilización de patrones de mayores exactitud, con lo cual se asegura la calidad metrológica de las lecturas de los instrumentos y equipos.

La metrología industrial se divide en:

- Metrología de masas y balanzas
- Metrología de Temperatura
- Metrología de volumen
- Metrología de presión
- Metrología de mediciones eléctricas
- Metrología dimensional

2.2.3.3.1 METROLOGÍA DIMENSIONAL

La metrología dimensional se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes líneas y angulares (longitudes y ángulos). También se refiere al proceso para lograr el aseguramiento metrológico de las características geométricas que pueden afectar la confiabilidad de las mediciones dimensionales básicas y la adecuada funcionalidad de las partes en movimiento o ensambladas.

La metrología dimensional se refiere no sólo a la medición de longitudes y ángulo, también incluye la posición en el espacio.

El campo de aplicación de la metrología dimensional es muy vasto, sin embargo, podemos clasificarlo en cuatro grandes rubros dentro de los cuales se encuentran los diferentes tipos de mediciones que se realizan: longitudes, ángulos, superficies, formas.

TRAZABILIDAD Y CALIBRACIÓN

La trazabilidad es la propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón por la cual puede ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo todas incertidumbres determinadas.

Si nos referimos a la definición de que medir es comparar una magnitud con otra de la misma especie tomada como unidad podemos decir que el instrumento de medición con el que se hace la comparación debe cumplir con el requisito de presentar a la unidad, al múltiplo o submúltiplo de ella. Debemos confirmar que efectivamente este hecho se cumple con la evidencia documentada que nos demuestre que la esencia de ser de este instrumento proviene de la unidad de medida. Esto se comprueba por medio de su calibración con patrones que a su vez hayan sido comparados con otros de la misma características a través de calibraciones sucesivas hasta llegar al patrón nacional.

La calibración, es el conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones.

PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE MEDICION

Micrómetro de exteriores

El micrómetro es un instrumento que mide el desplazamiento del husillo cuando éste es movido mediante el giro de un tornillo. El desplazamiento lineal del husillo es amplificado por la rotación del tornillo y diámetro del tambor, las graduaciones alrededor de la circunferencia del tambor permiten leer un cambio pequeño en la posición del husillo. Pueden realizar mediciones de longitudes externas o internas. Debido a su amplia utilización en la planta productiva, estos instrumentos deben ser calibrados en períodos cortos de tiempo. Los micrómetros son calibrados con bloques de grado 1 ó grado 2 y paralelas ópticas conforme a la ISO 3650.

Las normas de referencia que se pueden utilizar son la ISO 3611. El micrómetro estándar de exteriores consta de un arco, husillo, tope fijo, tope móvil, cilindros exterior e interior, tambor trinquete y freno.

La cabeza micrométrica es un instrumento muy utilizado como parte fundamental de otros instrumentos, por ejemplo en maestros de alturas, microscopios, mesas de posicionamiento. Estas constan de un husillo cilindro y tambor, algunas cabezas micrométricas están provistas de un dispositivo para mantener la fuerza constante. Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos en el uso de micrómetros.

- Seleccione el micrómetro que mejor se acerque a la aplicación, intervalo y exactitud requerida.
- No gire el micrómetro violentamente, no lo deje caer y evite golpes fuertes. Limpie el husillo y las caras de medición, use papel o trapo libre de pelusas. Permita la estabilización térmica del instrumento y la pieza a medir, ya que un cambio de 10°C en una longitud de 100 mm de acero, la pieza cambiará su longitud en 0,012 mm.
- Se pueden limpiar las caras de medición antes de medir con un simple papel entre las caras de medición, cerrando las caras y tirando el papel hacia afuera.

- Utilice el trinquete de fricción para medir, esto evitará forzar el tornillo a una mayor fuerza de medición.
- Limpie las caras de medición después de ser utilizado.
- Lubrique las caras con aceite limpio.

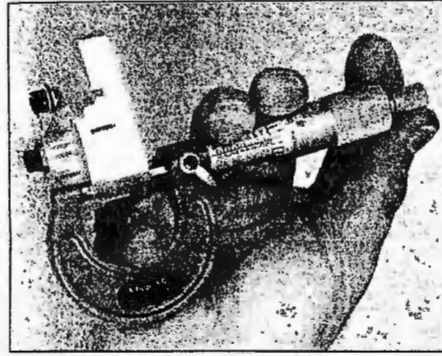


Figura 2. Micrómetro¹²

Indicadores de cuadrante

Los indicadores de cuadrante, son instrumentos ampliamente utilizados en la industria para realizar mediciones dimensionales. Su principio de funcionamiento es mecánico ya que un pequeño desplazamiento del husillo es amplificado mediante un tren de engranes para mover en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo. Es un instrumento fácil de leer y adaptable a varias aplicaciones, existen indicadores con resolución de milímetros y hasta menores a $1,0 \mu\text{m}$ y la fuerza de palpación varía según su exactitud de 8 a 1 N.

Pueden ser utilizados como comparador mecánico, es decir mediante un patrón se determina una dimensión y posteriormente se compara esta con una pieza desconocida, para ello se requiere de un cuerpo rígido que soporte al indicador de cuadrante y de un plano de referencia (plano-dato, mesa de planitud de granito, de acero, de cerámica).

Los indicadores de cuadrante requieren de muchos tipos de soportes, un soporte rígido y plano de referencia confiable son suficientes para hacer buen uso del instrumento.

¹² Fuente: Catálogo Mitutoyo

Los errores que generalmente se comenten al usar estos instrumentos son el error de posicionamiento, con respecto al movimiento del vástago ya que si es montado con un ligero ángulo de inclinación entonces estará midiendo el desplazamiento en diagonal y no en forma vertical.

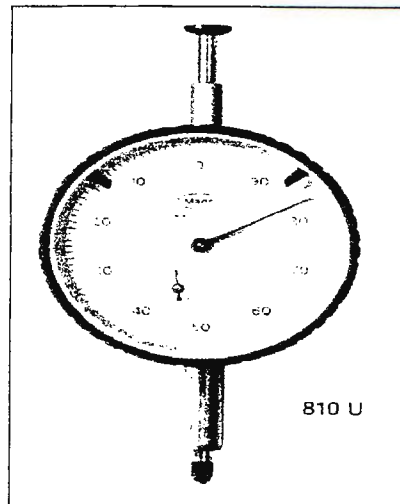


Figura 3. Indicador de Cuadrante o de Carátula¹³

Calibrador universal

Instrumento de medición directa constituido fundamentalmente por un vernier, un cuerpo con escala principal y caras de medición, capaz de indicar la distancia entre cada superficie de medición con la escala principal y el vernier.

La exactitud del instrumento depende en gran parte de la rectitud de la escala principal y de la uniformidad de alineación de los cursos.

¹³ Fuente: Catálogo MAHR

El vernier es una escala móvil que disminuye la mínima división de la escala principal, su principio de funcionamiento consiste en la coincidencia de los trazos correspondientes de las dos escalas.

El vernier es una escala auxiliar que se desliza a lo largo de la escala principal para permitir en estas lecturas fraccionales de la mínima división de la escala principal. En el vernier sencillo la escala posee una longitud total de 9 mm, en ella se encuentran 10 divisiones. La distancia entre dos trazos consecutivos del vernier es de $9/10 = 0,9\text{mm}$ por lo tanto, el intervalo entre las divisiones de la escala principal es $0,1\text{ mm}$ y ésta será la mínima división de la escala.

El calibrador vernier tipo CM tiene un cursor abierto y está diseñado en forma tal que las puntas de medición de exteriores pueden utilizarse en la medición de interiores. Generalmente cuentan con un dispositivo de ajuste para el movimiento fino del cursor. A diferencia del calibrador tipo m las puntas no están achaflanadas, por lo que tienen una mayor resistencia al desgaste y a daños.

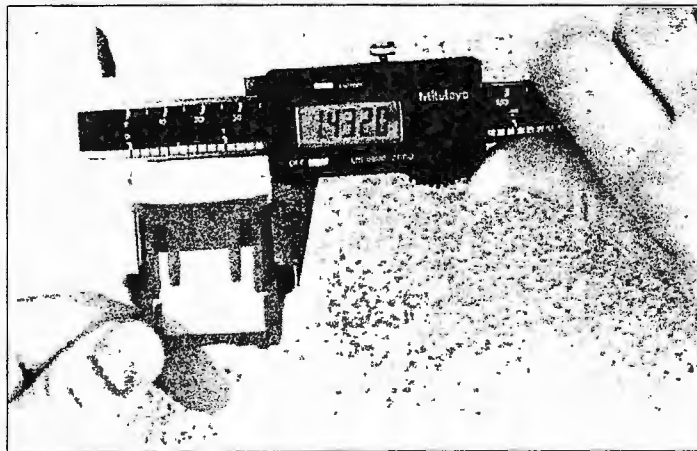


Figura 4. Calibrador Universal¹⁴

¹⁴ Fuente: Catálogo Mitutoyo

Existen diversos tipos de calibradores: calibrador vernier tipo M estándar, calibrador de carátula, cuyo mecanismo está basado en una cremallera y un piñón, lo cual facilita la lectura, sin embargo esta característica requiere que se ponga mayor atención en su manejo ya que se puede desajustar la aguja por la falta de presión entre el piñón y la cremallera. El último tipo es un calibrador electro digital. Su principio de funcionamiento está basado en un sistema de detección de desplazamiento tipo capacitancia. Tiene casi el mismo peso e intervalos de medición que un calibrador vernier convencional.

Bloques patrón

Son prismas rectangulares de material resistente y pulido en dos superficies las que son paralelas entre sí y forma planos de medición: (norma ISO 365-1978).

Es común encontrar en la industria estas designaciones: Bloques, bloques rectangulares, bloques calibre, planoparalelos, longitudinales, calibres o calas.

Materiales de fabricación:

Los bloques patrón deben ser fabricados de material endurecido, que asegure resistencia a la abrasión.

Las superficies de medición deben ser pulidas con un acabado y calidad superficial que garantice la adherencia y también la indeformabilidad. O por medio de otro material que reúna estas características.

Los bloques que actualmente se fabrican son: aceros duros, carburos, cerámicos, cuarzo fundido.

La norma ISO -369 establece cinco calidades o grados de exactitud. Cada bloque debe satisfacer los requisitos de exactitud, los cuales se denominan con respecto a la siguiente nomenclatura: 00, k, 0, 1,2.

El grado de exactitud calibración I de los bloques patrón, contiene las tolerancias para la desviación de planitud y para el intervalo de desviación correspondiente al

grado de exactitud 00 y las desviaciones permisibles de la longitud nominal del grado de exactitud 1. Normalmente los bloques patrón están destinados para la calibración de otros bloques patrón (OO.k.O) y cuentan con un certificado de calibración el cual proporciona su longitud de medida.

Los bloques son muy sensibles en sus caras de medición por la elevada calidad superficial de las mismas a la oxidación y corrosión así como a las ralladuras y marcas en su manipulación.

Los bloques patrón deberán tener un uso muy especial al momento de manipularse y usarse, debido a que son los instrumentos de mayor exactitud, aquí se resaltan algunas prácticas de uso adecuado en la manipulación de bloques patrón:

Utilizar siempre guantes de algodón o de algún material similar al manipular bloques. Limpiar cuidadosamente con precaución los bloques antes y después de su uso. Utilizar mezcla al 50% de alcohol etílico y éter de petróleo al desengrasar bloques.

- Como equipo auxiliar de limpieza se recomienda utilizar: algodón, franela y gamuza limpia, vaselina sólida, perilla y papel antioxidante.
- Cuando se termine de usar los bloques se debe volverlos a limpiar y engrasar, en caso de ser bloques patrón de acero y carburo, antes de guardarlos.
- Tener un área adecuada en donde guardar y almacenar los bloques, esta área debe estar protegido contra la humedad, polvo y ambientes corrosivos.
- Para poder utilizar más adecuadamente los bloques patrón es necesario contar con los siguientes accesorios
- Juego de accesorios para bloques
- Planos ópticos
- Mesas de planitud
- Lámpara de luz monocromática

Cuando se realiza alguna operación de uso de los bloques patrón principalmente cuando se tiene que adherir o unir varios bloques patrón se deberá tomar ciertas precauciones que a continuación se describen:

Utilizar siempre guantes de algodón en las manos al manipular bloques y limpiarlos perfectamente de la grasa protectora.

Asegurarse de no golpearlos uno con otro y nunca dejarlos caer al piso. utilizar un mínimo número de bloques para formar la medida deseada Asegurarse de que no haya raspaduras, rebabas y óxido sobre las caras de medición, ya que esto dificulta la adherencia, dichas caras de medición deben de verificarse con un plano óptico.

Algunos campos de aplicación de los bloques, en sus diferentes calidades o grados de exactitud, son los siguientes: calibración de patrones de calibración, patrones de medida, patrones de verificación

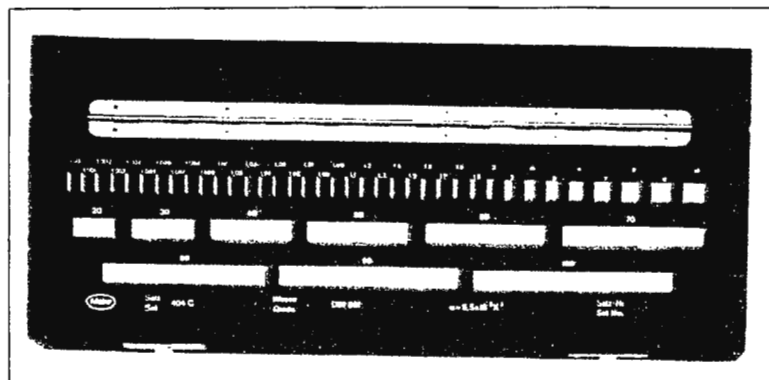


Figura 5. Bloques patrón¹⁵

¹⁵ Fuente: Catálogo MAHR

SUPERFICIES PLANAS DE REFERENCIA

La importancia de una superficie plana de referencia radica en que proporcionan una base que asegura la estabilidad de los objetos colocados sobre ella.

Se entenderá por planitud: a la condición de una superficie que tiene todos sus elementos en el plano.

La planitud no puede asumirse, por lo que debe producirse utilizando materiales de que se disponen.

Es necesario conocer la exactitud de la superficie de referencia para determinar la capacidad para el trabajo que se realizará sobre ella, la necesidad radica en el hecho de que la exactitud de las mediciones efectuadas en la superficie es proporcional a la exactitud de ésta.

HISTORIA DE LOS METODOS DE PRODUCCION DE SUPERFICIES

El primer método de maquinado capaz de producir superficies paralelas duplicadas en metal lo proporcionó en 1817, Richard Robert.

Luego Henry Maudslay, fue el primero en producir superficies planas por medio del rellenado y lapeado a mano con partículas abrasivas. En 1840, Joseph Whitworth introdujo el raspado abrasivo a mano, este método permitió un mayor control de la eliminación de material de los puntos altos sobre las superficies de referencia.

Para superar las diferencias en el material de las superficies hechas de acero y hierro fundido, los fabricantes utilizaron el material utilizado por los egipcios: el granito negro.

El granito negro es una forma original de roca que produce la naturaleza, está compuesto de gabros y basaltos y es el material más durable ya que combina resistencia al desgaste, choque y ataque químico, más dureza y estabilidad, además de maquinabilidad, lo que permite la manufactura de superficie de referencia de bajo costo.

En la producción de superficies planas de referencia de granito negro, las rocas o bloques de cantera, se cortan con alambre, y luego son cortados al tamaño y forma deseados utilizando una herramienta de corte con punta de diamante.

El granito puede ser rosa o negro, aunque también hay blanco, verde, gris.

Una gran cantidad de instrumentos de medición, así como las piezas que se desee verificar, requieren de una superficie de referencia cuyas características le otorguen confiabilidad al proceso de medición.

Los instrumentos que con mayor frecuencia requieren de una superficie de referencia confiable son: Regla de senos, medidor de altura, medidor maestro de alturas, bloques calibre, indicadores de carátula.

Existen dos tipos de superficies que pueden servir como referencia en el proceso de medición; las de hierro fundido y de granito.

Tabla 1. Características de las mesas de granito y de hierro fundido

CARACTERÍSTICA	MESAS DE GRANITO	MESAS DE HIERRO
DUREZA	2 Veces la dureza 73-90 dureza shore	32-40 DE DUREZA SHORE
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	Piedra natural que se ha estabilizado durante millones de años.	Propensas al cambio de sus dimensionales debido a los esfuerzos residuales
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA	3 a 4 x 10 ⁻⁶ /°F	
DAÑOS POR GOLPES	Se mantiene igual	Se ve afectado
CORROSION	Resistente	Se corroe
TEXTURAS DE SUPERFICIE	Fina	No fina

Fuente: Documento de Metrología Dimensional. Universidad Don Bosco.

Recomendaciones para su uso y conservación

Las mesas de granito, no necesitan mantenimiento, pero si es necesario tener en cuenta ciertos cuidados desde su instalación: La temperatura debe ser estable que evite las variaciones que pueden sufrir, los instrumentos que se utilicen o las piezas a medir. Es necesario que sean instaladas en un lugar donde no haya vibraciones, por la misma razón antes apuntada. La superficie debe estar limpia, para evitar que el polvo o cualquier otra partícula influya en la medición y provoque un error. Las mesas deben quedar perfectamente niveladas. Es recomendable que semestral o anualmente se realice una inspección con objeto de verificar si las características de la mesa concuerdan con las de las especificaciones y el resultado deberá registrarse en una tarjeta de control.

Cuidados

- Utilizar toda la superficie para que el desgaste sea uniforme.
- La superficie de referencia no debe sobrecargarse.
- Colocar únicamente lo necesario
- Evitar golpear los bordes
- No dejar objetos metálicos mas tiempo del necesario.

Mediciones. Errores e incertidumbre

Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales aún cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método y en el mismo ambiente (repetibilidad); si las mediciones las hacen diferentes personas, entonces las variaciones en las lecturas son mayores (reproducibilidad). Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá.

En sentido estricto, es imposible hacer una medición totalmente exacta, por lo tanto, siempre se tendrán errores al hacer las mediciones. Los errores pueden ser

despreciables o significativos, dependiendo de la aplicación que se le dé a la medición.

Los errores surgen debido a la imperfección de los sentidos, de los medios, de la observación, de las teorías que se aplican, de los aparatos de medición, de las condiciones ambientales y de otras causas.

Medida del error

En una serie de lecturas sobre una misma dimensión constante, la inexactitud o incertidumbre es la diferencia entre los valores máximo y mínimo obtenidos.

Incertidumbre = valor máximo - valor mínimo

a) El error absoluto es la diferencia entre el valor leído y el valor convencionalmente verdadero correspondiente.

Error absoluto = valor leído - valor convencionalmente verdadero

El error absoluto tiene las mismas unidades de la lectura.

b) El error relativo es el error absoluto entre el valor convencionalmente verdadero.

Error relativo = Error absoluto/Valor convencionalmente verdadero

y como el error absoluto es igual a la lectura menos el valor convencionalmente verdadero, entonces:

Error relativo = (Valor leído - valor convencionalmente verdadero)/(Valor convencionalmente verdadero)

El error relativo proporciona mejor información para cuantificar el error, ya que un error de un milímetro en la longitud de un rollo de lamina, y en el diámetro de un tornillo tienen diferente significado.

CLASIFICACIÓN DE ERRORES EN CUANTO A SU ORIGEN

Según el origen donde se produce el error, puede hacerse una clasificación general de éstos en: errores causados por el instrumento de medición, causados por el operador o el método de medición (errores humanos) y causados por el medio ambiente en que se hace la medición.

Errores por el instrumento o equipo de medición

Las causas de errores atribuibles al instrumento, pueden deberse a defectos de fabricación (dado que es imposible construir aparatos perfectos). Estos pueden ser deformaciones, falta de linealidad, imperfecciones mecánicas y falta de paralelismo.

El error instrumental tiene valores máximos permisibles, establecidos en normas o información técnica de fabricantes de instrumentos, y puede determinarse mediante calibración. Esta es la comparación de las lecturas proporcionadas por un instrumento o equipo de medición contra un patrón de mayor exactitud conocida.

Debe contarse con un sistema de control que establezca, entre otros aspectos, períodos de calibración, criterios de aceptación y responsabilidades para la calibración de cualquier instrumento y equipo de medición.

Errores del operador o por el método de medición

Muchas de las causas del error aleatorio se deben al operador, por ejemplo: falta de agudeza visual, descuido, cansancio y alteraciones emocionales. Para reducir este tipo de errores es necesario adiestrar al operador.

Otros tipos de errores son debidos al método o procedimiento con que se efectúa la medición, el principal es la falta de un método definido y documentado.

Error por el uso de instrumentos no calibrados

Instrumentos no calibrados o cuya fecha de calibración está vencida, así como instrumentos sospechosos de presentar alguna anomalía en su funcionamiento

no deben utilizarse para realizar mediciones hasta que no sean calibrados y autorizados para su uso.

Para efectuar mediciones de gran exactitud es necesario corregir las lecturas obtenidas con un instrumento o equipo de medición, en función del error instrumental determinado mediante calibración.

Error por la fuerza ejercida al efectuar mediciones

La fuerza ejercida al efectuar mediciones puede provocar deformaciones en la pieza por medir, el instrumento o ambos, por lo tanto es un factor importante que debe considerarse para elegir adecuadamente el instrumento de medición para cualquier aplicación particular.

Error por instrumento inadecuado

Antes de realizar cualquier medición es necesario determinar cual es el instrumento o equipo de medición más adecuado para la aplicación de que se trate. Además de la fuerza de medición, deben tenerse presente otros factores tales como:

- Cantidad de piezas por medir
- Tipo de medición (externa, interna, altura y profundidad)
- Tamaño de la pieza y exactitud deseada

Cuando se miden las dimensiones de una pieza de trabajo la exactitud de la medida depende del instrumento de medición elegido. Por ejemplo, si se ha de medir el diámetro exterior de un producto de hierro fundido, un calibrador vernier sería suficiente; sin embargo, si se va a medir un perno patrón aunque tenga el mismo diámetro del ejemplo anterior, ni siquiera un micrómetro de exteriores tendría la exactitud suficiente para este tipo de aplicaciones, por tanto, debe usarse un equipo de mayor exactitud.

Se recomienda que la razón de tolerancia de una pieza de trabajo a la resolución, legibilidad o valor de mínima división de un instrumento sea de 10 a 1 para un caso

ideal y de 5 a 1 en el peor de los casos. Si no es así la tolerancia se combina con el error de medición y por lo tanto un elemento bueno puede diagnosticarse como defectuoso y viceversa.

Cuando la razón antes mencionada no es satisfactoria, se requiere repetir las mediciones para asegurar la confiabilidad de las mediciones.

Error por puntos de apoyo

Especialmente en los instrumentos de gran longitud, la manera como se apoya el instrumento provoca errores de lectura. En estos casos deben utilizarse puntos de apoyo especiales.

Para ciertas piezas resulta muchas veces convenientes indicar la localización de puntos o líneas, así como el tamaño de áreas sobre los que se deben apoyar.

Errores por método de sujeción del instrumento

El método de sujeción puede causar errores, de tal forma que si el instrumento de medición está sujeto a una distancia muy grande del soporte, al hacer la medición la fuerza ejercida provoca desviaciones del brazo.

La mayor parte del error se debe a la desviación del brazo, no del soporte; para minimizar este tipo de error, se deben colocar siempre el eje de medición lo más cerca posible al eje del soporte.

Error por distorsión

Gran parte de la inexactitud que causa la distorsión de un instrumento puede evitarse teniendo presente la ley de Abbe: la máxima exactitud de medición es obtenida si el eje de medición es el mismo eje del instrumento.

Error de paralaje

Este error ocurre debido a la posición incorrecta del operador con respecto a la escala graduada del instrumento de medición, la cual está en un plano diferente.

El error de paralaje es más común de lo que se cree. Este defecto se corrige mirando perpendicularmente el plano de medición a partir del punto de lectura.

Error de posición

Este error lo provoca la colocación incorrecta de las caras de medición de los instrumentos, con respecto a las piezas por medir.

Error por desgaste

Los instrumentos de medición, como cualquier otro objeto, son susceptibles de desgaste, natural o provocado por el mal uso. En el caso concreto de los instrumentos de medición, el desgaste puede provocar una serie de errores durante su utilización, por ejemplo: deformaciones de sus partes, juego entre sus ensamblajes, falta de paralelismo o planitud entre las caras de medición, etc. Estos errores pueden originar, a su vez, decisiones equivocadas; por tanto, es necesario someter los instrumentos de medición a una inspección de sus características. Estas inspecciones deberán repetirse periódicamente durante la vida útil del instrumento.

Error por condiciones ambientales

Entre las causas de estos errores se encuentran las condiciones ambientales en que se hace la medición; entre las principales destacan la temperatura, la humedad, el polvo y las vibraciones o interferencias (ruido) electromagnéticas extrañas.

HUMEDAD

Debido a los óxidos que se pueden formar por humedad excesiva en las caras de medición del instrumento y en otras partes, o a las expansiones por absorción de humedad en algunos materiales, etc., se establece como norma una humedad relativa de $55\% \pm 10\%$.

POLVO

Los errores debidos a polvo o suciedad se observan con mayor frecuencia de lo esperado; algunas veces alcanzan el orden de 3 micrómetros. Para obtener medidas exactas se recomienda usar filtros para el aire para limitar la cantidad y el tamaño de las partículas de polvo ambiental.

TEMPERATURA

En mayor o menor grado, todos los materiales que componen tanto las piezas por medir como los instrumentos de medición, están sujetos a variaciones longitudinales debido a cambios de temperatura. En algunos casos ocurren errores significativos.

Para minimizar estos errores se estableció internacionalmente, desde 1932, como norma una temperatura de 20°C para efectuar las mediciones. También es buena práctica dejar que durante un tiempo se establezca la temperatura tanto de la pieza por medir como del instrumento de medición. El lapso depende de la diferencia de temperatura del lugar en que estaba la pieza y la sala de medición, así como del material y tamaño de la pieza.

En general, al aumentar la temperatura crecen las dimensiones de las piezas debido a la expansión térmica; en cambio cuando disminuye, las dimensiones de las piezas se reducen por contracción de los materiales. Estas variaciones pueden determinarse utilizando la siguiente expresión.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

donde: ΔL = variación de longitud

α = coeficiente de expansión térmica del material

L_0 = longitud original de la pieza

ΔT = variación de temperatura

En la práctica es muy difícil mantener constante la temperatura de la pieza por medir, la del instrumento de medición y, en caso necesario, la del patrón a 20°C , por lo que aún cuando se cuenta con un cuarto con temperatura controlada que se mantiene estable a 20°C , existirán variaciones.

Cuando en las mediciones se desea lograr exactitud en el orden de los micrómetros, será necesario realizarlas a 20°C o hacer las correcciones pertinentes mediante la expresión dada antes.

2.2.3.3.2 PRINCIPIOS DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO¹⁶

Se hace necesario desarrollar un Sistema de Aseguramiento Metrológico al interior de las empresas productoras de bienes y generadoras de servicios, que permita el cumplimiento de las especificaciones de producto/servicio o los requisitos (regulaciones) existentes en los diferentes mercados. En la medida en que el sector productivo trabaje con base a especificaciones (normas de productos) o regulaciones de mercado, tendrá mayores posibilidades de cumplir los requisitos exigidos en los mercados regionales o internacionales, lo que aumentaría el volumen de sus transacciones con el correspondiente aumento de su rentabilidad. Para ello se hace necesario la existencia de personal capacitado para asesorar a los productores sobre los controles a ejercer en los procesos de producción, así como laboratorios que estén en la capacidad de proporcionar servicios de calibración de equipo de medición. También es necesario desarrollar un Sistema de Evaluación de la Conformidad que pueda someter a pruebas, análisis o ensayos a los diferentes bienes/servicios (nacionales o importados que se comercializan en nuestro mercado para determinar si cumplen los requisitos que el gobierno ha establecido con el fin de proteger los intereses de los consumidores en las transacciones comerciales, proteger la salud de la población, salvaguardar el medio ambiente o controlar el acato (cumplimiento) de leyes. Todo esto no puede surgir de manera espontánea por lo que se necesita de un ente, organismo o institución que impulse, motive y estimule a los diferentes actores de la economía nacional para la creación y consolidación de dicha infraestructura. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, es un organismo autónomo que tiene como uno de sus deberes el desarrollo de la infraestructura metrológica necesaria para apoyar las actividades productivas del país y garantizar la confiabilidad de los instrumentos de medición utilizados en el comercio, protección de la salud y control de acato a leyes. Para ello, el CONACYT ha establecido el Laboratorio Nacional de Metrología Legal como una infraestructura fundamental que proporcione trazabilidad a los equipos de medición

¹⁶ Fuente: Revista El Salvador, Ciencia y Tecnología. (CONACYT)

utilizados en el sector productivo, mediante sus servicio de calibración de equipos y patrones de medición, así como asesoría al sector productivo en relación a sus procesos de medición. De esta manera se está apoyando al sector productivo en la disminución de los costos que representa realizar calibraciones en el extranjero. Pero la existencia de este laboratorio no es más que un grano de arena de la obra que se necesita edificar. Ello solo será posible en la medida de que el estado, el sector privado y el sector consumidor acepten las ventajas y bondades que significa un sistema oferta-demanda con niveles mínimos aceptables de calidad, para que demanden, apoyen y ejecuten las medidas complementarias para la existencia (definición) de tales niveles mínimos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA

INVESTIGACIÓN



INTRODUCCION

En este capítulo se presenta un bosquejo sobre cómo se lleva a cabo la investigación.

Es necesario explicar detalladamente los pasos que se darán para lograr el objetivo de la investigación, en concreto, cómo se hará la investigación y con qué se desarrollará.

No debe faltar una buena descripción de la población a la cual está dirigida la investigación, así como tampoco el diseño para obtener una muestra representativa. Se deben especificar los procedimientos para la recopilación de la información (instrumentos); así como también las estadísticas que se utilizarán para llevar a cabo el análisis.

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología tiene que estar en perfecta concordancia con los objetivos de la investigación. Entre más minuciosa sea la descripción del método a seguir mejor será la calidad de la información que se obtenga.

El método y procedimiento de investigación que servirá para llevar a cabo el objetivo especificado como lo es la aplicación de la Metrología Dimensional en el cluster Metal-Mecánica se define mediante la investigación del tema, diagnóstico preliminar y planeación de la investigación, siendo la identificación del tema el primer paso para poder realizar el trabajo de la investigación; se deberá encontrar y plasmar un marco de referencia al que se circunscribe la investigación y el marco teórico que delimitará la acción de la propuesta.

3.1 TIPO DE ESTUDIO A REALIZAR

Se realizará una investigación documental y de campo debido a que se apoya en la recopilación de antecedentes a través de documentos gráficos, formales e informales en donde se fundamenta y complementa la investigación.

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento sencillo, claro y preciso (ENCUESTA), la cual va dirigida a las empresas pertenecientes al cluster Metal-Mecánica, con el objetivo de obtener un conocimiento claro de las expectativas de estas empresas, como un parámetro para el establecimiento de una propuesta.

MUESTREO

Es la aplicación de una técnica estadística en la elaboración de un trabajo de investigación que hace menos engorroso el análisis de datos, y se considera sumamente importante la aportación precisa de resultados.

El muestreo proporciona resultados más oportunos, dado que permite obtener rápidamente información sobre una característica poblacional que cambie y de alguna forma, la determinación de su estado en un momento dado.

Como se toma la muestra

Para tomar una muestra hay que seguir los siguientes pasos:

1. Definir primero la población en estudio, de acuerdo a la característica de interés.
2. Identificar el marco muestral, o sea, elaborar una lista de elementos de la población de la cual se toma la muestra.
3. Elegir el proceso para tomar el muestreo, estando éste íntimamente relacionado con el marco muestral, su tamaño y lo que el investigador necesita investigar.
4. Determinar el tamaño de la muestra.
5. Elegir las unidades elementales a estudiar.
6. Administrar la encuesta.

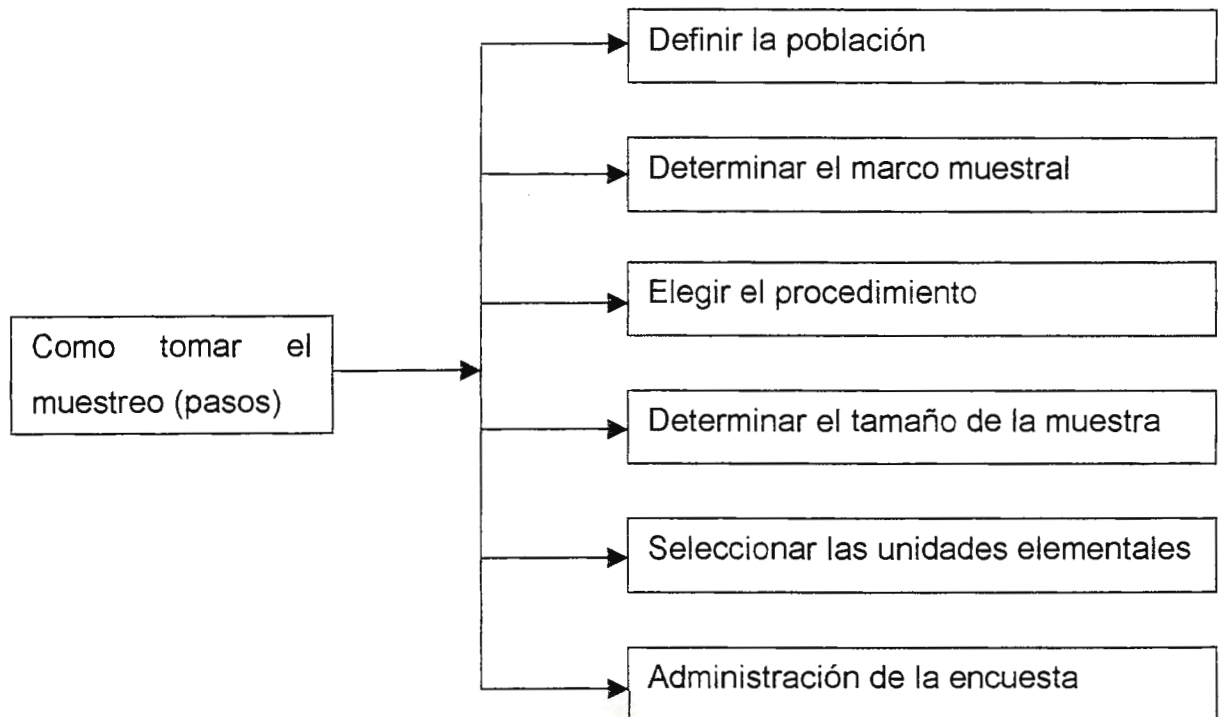


Figura 6. Pasos para tomar una muestra¹⁷

¹⁷ Fuente: Como hacer una Tesis de Graduación con Técnicas Estadísticas. Gildaberto Bonilla

Conceptos básicos del Muestreo

- **Diseño muestral:** establece el método para obtener la muestra. El diseño no especifica la forma para recolectar o medir los datos reales. El diseño sólo señala el método de recolección de los objetos que llevan implícita la o las características poblacionales objeto de estudio. Estos objetos se llaman elementos.
- **Elemento muestral:** es un objeto del cual se toma una medición. Los elementos pueden ocurrir individualmente o en grupos en la población. Un grupo de elementos, como por ejemplo, el grado de una escuela, un hogar, una caja de naranjas, etc., se llama unidad de muestreo.
- **Marco muestral:** es la lista de todas las unidades muestrales indispensables para seleccionar una muestra aleatoria.

Al llevar a cabo una encuesta por muestreo, la primera tarea consiste en la identificación de las unidades muestrales y en la construcción del marco que contiene la lista de dichas unidades.

De acuerdo al diseño muestral a utilizar, se selecciona aleatoriamente un número predeterminado de unidades muestrales de la población. La muestra está compuesta por los elementos contenidos en las unidades muestrales seleccionadas.

Tipos de diseños muestrales

Los diseños muestrales se dividen en dos grandes ramas:

1. Diseños probabilísticos y
2. Diseños no probabilísticos o determinísticos.

Los muestreos probabilísticos se caracterizan porque todos los elementos de la población tienen igual probabilidad de ser tomados en cuenta; mientras que los no probabilísticos están basados en el juicio personal del investigador.

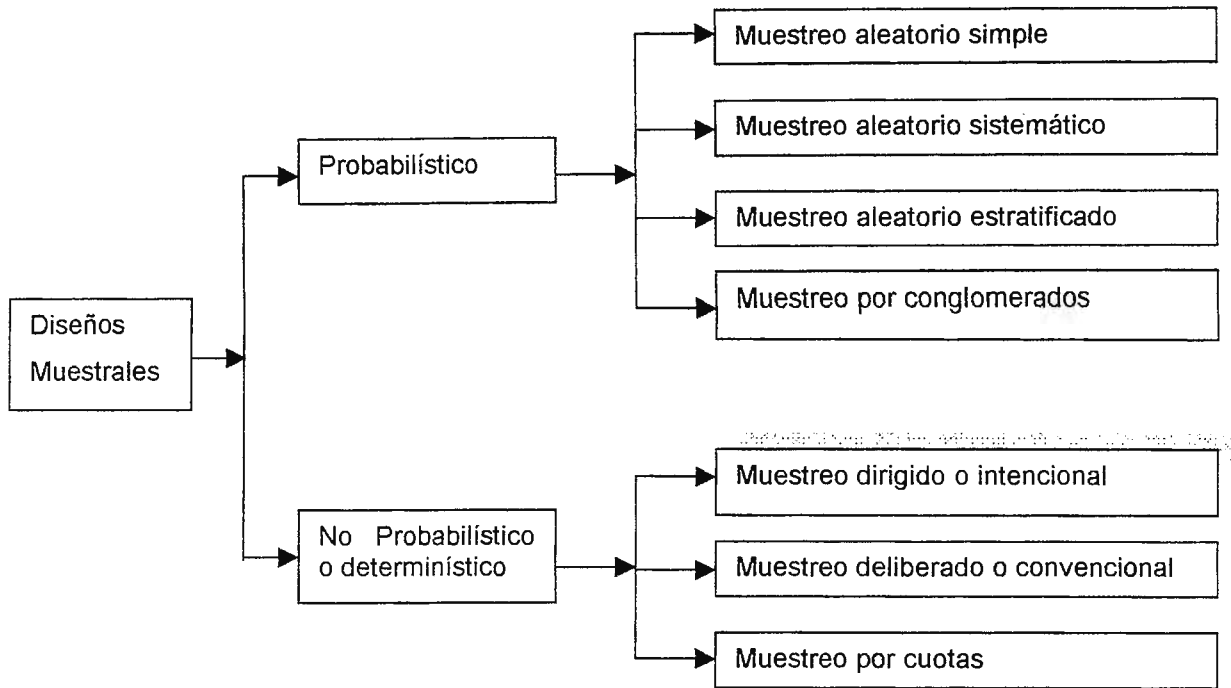


Figura 7. Tipos de Diseños Muestrales¹⁸

MUESTREO DIRIGIDO

Consiste en seleccionar las unidades elementales de la población, según el juicio de los investigadores, dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad. En el muestreo dirigido, la probabilidad de que una unidad elemental sea elegida es desconocida; en consecuencia, no se pueden construir intervalos de confianza para estimar el valor poblacional, sino que sólo se pueden hacer estimaciones puntuales. Tampoco se pueden aplicar los principios de esta teoría. Sin embargo, en muchas situaciones, resulta más ventajoso usar el muestreo dirigido.

El muestreo dirigido bien manejado puede ser de mucha utilidad. Es aconsejable usarlo para los estudios pilotos o sondeo. La confiabilidad de los resultados en éste depende, en gran medida, de la calidad de los conocimientos o del juicio del investigador.

¹⁸ Fuente: Como hacer una Tesis de Graduación con Técnicas Estadísticas. Gildaberto Bonilla

3.2 METODO DE RECOLECCION DE DATOS

Una vez que seleccionamos el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada de acuerdo con nuestro problema de estudio, la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación.

Recolectar los datos implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

- a. Seleccionar un instrumento de medición de los disponibles en el estudio del comportamiento o desarrollar uno (el instrumento de recolección de datos). Este instrumento debe ser válido y confiable, de lo contrario no podemos basarnos en sus resultados.
- b. Aplicar ese instrumento de medición. Es decir, obtener las observaciones y mediciones de las variables que son de interés para nuestro estudio.
- c. Preparar las mediciones obtenidas.

Para la obtención de datos pertinentes a la investigación se ha hecho uso de los siguientes métodos:

1. Investigación Bibliográfica
2. Investigación de Campo
 - 2.1 Diseño y estructura del instrumento de medición (Encuesta)
 - 2.2 Entrevistas personales y encuestas

3.2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRAFICA

Esta técnica consiste en seleccionar y analizar aquellos escritos que contienen datos de interés relacionados con el estudio y toda aquella documentación que pueda aportar información relevante a la investigación.

En todo estudio conviene hacer uso de toda documentación previa, relacionada con el estudio, ya que esto permite la fundamentación teórica del tema que se investiga.

3.2.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Este método de obtención de información permite la interacción directa con las empresas ligadas intrínsecamente con el tema en estudio, se estudiará a manera de caso práctico las empresas pertenecientes al cluster Metal-Mecánica.

En estas organizaciones se procurarán entrevistas con los gerentes de calidad y mantenimiento o si en alguno de los casos existen encargados en el área de Metrología, la entrevista se realizará directamente y de manera personal con ellos.

3.2.2.1 DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN (ENCUESTA)¹⁹

El método a utilizar será la técnica de la encuesta, siendo el cuestionario el instrumento para recolección de la información necesaria.

Para el mejor análisis de la información, se ha estructurado de manera porcentual para las preguntas cerradas y para las preguntas abiertas se realizará un listado de las diferentes expectativas de las empresas.

Un aspecto muy importante que es necesario mencionar, reside en que cuando se construye una encuesta al igual que otros instrumentos de medición se debe ser consistente en todos los aspectos.

¹⁹ Véase Apéndice A

3.2.2.2 ENTREVISTAS PERSONALES Y ENCUESTAS

Para la obtención de datos se realizarán visitas, entrevistas a los empresarios que conforman el cluster Metal-Mecánica:

- DISSUELA
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
- MAYPROD
- TALLERES DIVERSIFICADOS
- TALLER MUÑOZ S.A. DE C.V.
- TÉCNICOS MECÁNICOS S.A. DE C.V.

ENTREVISTAS PERSONALES

Esta herramienta consiste básicamente en reunirse con una o varias personas (en nuestro caso con empresarios que son parte del cluster Metal-Mecánica), y cuestionarlos en forma adecuada para obtener información. Este medio es el más usado y el que brinda información completa y precisa, puesto que el entrevistador, al tener contacto con el entrevistado, además de obtener respuestas, puede percibir actitudes y recibir comentarios.

ENCUESTAS

Este método implica la realización de entrevistas personales con base en una guía de preguntas elaboradas con anticipación. También se puede utilizar un cuestionario, a fin de que las entrevistas tengan un contenido homogéneo.

Las encuestas pueden ser aplicadas de diversas maneras:

Auto administrado. En este caso la encuesta se les proporciona directamente a los respondientes, quienes lo contestan. No hay intermediarios y las respuestas las marcan ellos.

Por entrevista personal. En esta situación, un entrevistador aplica la encuesta a los respondientes (entrevistados). El entrevistador va haciéndole las preguntas al respondiente y va anotando las respuestas. Las instrucciones son para el entrevistador.

Por entrevista telefónica. Esta situación es similar a la anterior, solamente que la entrevista no es cara a cara, sino a través del teléfono. El entrevistador le hace las preguntas al respondiente por este medio de comunicación.

Auto administrado y enviado por correo postal, electrónico o servicio de mensajería. En este caso también lo respondientes contestan directamente la encuesta, ellos marcan o anotan la respuesta, no hay intermediarios. Solamente que no se entregan las encuestas directamente a los respondientes (en propia mano) sino que se les envían por correo u otro medio, no hay retroalimentación inmediata, si los sujetos tienen alguna duda no se les puede aclarar en el momento.

3.2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se entiende por fuentes de información aquellos medios que se utilizan con el objeto de documentarnos con respecto a ciertas materias o cuestiones.

Pueden ser publicaciones científicas determinadas, el referencista de una biblioteca científica, un documentalista o informador de un centro de información, un colega de mayor experiencia, un archivo, documentos inéditos, un museo, etc. Los medios para conservar y transmitir o comunicar la información han variado considerablemente a través de la historia de la humanidad: la palabra oral; la palabra escrita (con el

surgimiento de la sociedad dividida en clases); los documentos impresos (con los inicios del capitalismo).

La clasificación fundamental de los documentos se basa en el contenido informático de estos. Se agrupan en **PRIMARIOS** y **SECUNDARIOS**.

3.2.3.1 FUENTES PRIMARIAS

Una **FUENTE PRIMARIA**, desde el punto de vista de la literatura de investigación, es la descripción del estudio por la persona que lo efectuó.

Es la resultante directa de la actividad de investigación científica o de diseño y proyección.

DOCUMENTOS PRIMARIOS: libros (excepto los de referencia), publicaciones periódicas, publicaciones técnicas especiales, informes científico técnicos, tesis o disertaciones, traducciones.

3.2.3.2 FUENTES SECUNDARIAS

La **FUENTE SECUNDARIA** es la descripción de un estudio o serie de los mismos que prepara una persona que no es el investigador original. Los artículos en revistas en que se resume literatura de determinado tema son fuentes secundarias.

Cuando se termina y escribe una revisión bibliográfica acerca de un tema, dicha presentación se considera una referencia secundaria. Si se obtienen nuevos datos acerca del mismo tema, como descripción de hipótesis, métodos o resultados del estudio, el cual constituye una fuente de referencia primaria para otras personas que efectúen una revisión bibliográfica.

DOCUMENTOS SECUNDARIOS: literatura de referencia, bibliografías, revistas de consulta, fichas de resúmenes, catálogos de bibliotecas, ficheros, índices bibliográficos, etc.²⁰

²⁰ Fuente: http://www.documento_científico.htm

3.3 TABULACION Y RESUMEN DE LA INFORMACIÓN

La tabulación y resumen de la información recabada a través de las encuestas se presentan en el Apéndice B.

3.4 ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Según la información recabada en las encuestas, las empresas que conforman al sector Metal-Mecánica requieren un fortalecimiento en el Área de Metrología, ya que la Metrología no es considerada como factor determinante en la cadena productiva hacia la competitividad y hacia la incorporación de mercados altamente exigentes (según los empresarios del Cluster Metal Mecánica), debido al desconocimiento que existe por parte de los empresarios, de los beneficios y la aplicación que tienen algunos principios metrológicos, como:

El garantizar dentro del sector Metal-Mecánica la confiabilidad de los instrumentos de medición que se utilizan en las diferentes actividades y operaciones que se llevan a cabo en la industria, como lo es la verificación de medidas y de forma, es un factor determinante que permite establecer que la magnitud dimensional es parte importante de la Metrología.

Respecto al aseguramiento y control de calidad se pudo constatar que son pocas las empresas que poseen laboratorio de control de calidad. Aunque todas están concientes de la importancia de la calidad en sus procesos, pero no hacen nada por tomarlo como una herramienta para enfrentar los efectos de la globalización, es decir, que está en segundo plano, ya que la implantación de la Calidad dentro de las organizaciones es considerada como un gasto y no como una inversión de la cual se obtienen resultados a mediano o largo plazo.

Es importante mencionar que algunas empresas que poseen manuales y documentos de Control de Calidad, no le dan la aplicabilidad necesaria.

En cuanto a las demás empresas que no poseen actualmente laboratorios de Control de Calidad se ha podido observar que aún no están concientes de la cultura de calidad que se debe tener, a pesar de existir mercados cada vez más rigurosos en lo que respecta a la selección de productos.

Además hoy en día la Calidad desempeña un papel esencial como factor de éxito y como medio para el aseguramiento del futuro. Por ello, el aseguramiento y la mejora de la calidad de los productos y servicios son objetivos importantes de la economía nacional.

Las empresas del sector Metal-Mecánica optan por subcontratar los servicios de calibración, por lo que no consideran necesario un Laboratorio de Metrología dentro de su organización, y además de requerir de una gran inversión lo que no tendría un balance con respecto a la magnitud de las empresas.

Por otra parte las capacitaciones son consideradas como un recurso de apoyo para orientar a todos los trabajadores hacia un mismo objetivo de trabajo.

Actualmente el grupo constituyente del Cluster Metalmecánica está trabajando de manera favorable, pero esto no asegura estabilidad en el futuro, según el especialista de clusters del Ministerio de Economía, ante tal situación se están formulando estrategias operativas del proyecto del Cluster Metalmecánica como lo son:

- Firma del convenio de asistencia, entre el ITCA-FEPADE y el ITESM (Tecnológico de Monterrey) para la transferencia de tecnología, la capacitación de las empresas del cluster y la implementación de un Centro de Capacitación y Servicio que le dará trascendencia al proceso.
- Apoyo de programas de asistencia técnica de expertos retirados en el área de desarrollo de mercados sistemas de comercialización y la coordinación de Centromype en la realización de planes de negocio.
- La formación de alianzas estratégicas entre proveedores de maquinaria, empresas arrendadoras y bancos que permitan el financiamiento del equipo

vía Leasing, a su vez, la formación de la Sociedad de Garantía Recíproca que brinde el aval correspondiente para el financiamiento y explorar las posibilidades con capital riesgo.

Es importante recalcar que en las empresas del sector Metalmecánica no se ha llevado a cabo ningún estudio de carácter metrológico, lo cual podría generar un fortalecimiento en el vínculo Universidad-Empresa.

CAPITULO IV

DIAGNOSTICO DE LA

METROLOGÍA EN EL AREA

DIMENSIONAL EN LA INDUSTRIA

METAL MECÁNICA

INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se establecen las consideraciones previas a la investigación, se analizan las normas relacionadas con la Metrología, con el soporte que brinda la investigación de campo, entrevistas a expertos en la rama de la Metrología y en el sector Metal Mecánica, se identifica el problema, se define y delimita.

Una vez se ha hecho el planteamiento del problema se describen los problemas técnicos y se determinan las alternativas de solución, las cuales son analizadas, para elegir una de ellas y desarrollarla como propuesta.

CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE LA METROLOGIA EN EL AREA DIMENSIONAL EN LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA

4.1 CONSIDERACIONES PREVIAS A LA INVESTIGACIÓN

El Salvador un país en vías de desarrollo, nace a la cultura Metrológica en el año de 1994 con la creación del laboratorio de Metrología Legal, ubicado en la Ciudad Universitaria, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador (U.E.S.). El laboratorio se administra y funciona a través de un convenio de cooperación entre la U.E.S. y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) suscrito en septiembre de 1996, que es el marco institucional que posibilita que se desarrolle como laboratorio de referencia para las actividades de Metrología Legal, de conformidad con las disposiciones contenidas en el Decreto Legislativo 287 del 10 de agosto de 1992, Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

En este contexto se ve reforzado por la conformación del Laboratorio de Metrología Industrial de la Universidad Don Bosco en el año 2000. Por iniciativa de la comunidad Salesiana y la ayuda de la República Alemana.

Ambos entes trabajan la magnitud longitud con patrones de trabajo y de referencia certificados y trazables a organismos internacionales, como el DKD de Alemania, NIST de Estados Unidos, Gustavo Colonnetti de Italia.

En cuanto a la industria Metal Mecánica la situación actual se resume en lo siguiente: La Metal Mecánica en El Salvador se caracteriza por apoyar a los demás sectores de la actividad económica del país, proporcionándoles piezas nuevas, reconstruidas, accesorios, dispositivos, herramientas, estructuras, maquinaria, equipos entre otros productos y servicios.

En la época del conflicto armado, la industria tuvo poco acceso a nuevas tecnologías y por el mismo hecho la inversión en el mejoramiento de sus equipos estuvo restringida a las condicionantes del país.

El año 2001, comenzó con la tragedia de los terremotos que dejaron para el cluster un inicio de año con más temores y desaliento que cualquiera de los años anteriores, el panorama económico era incierto, los empresarios no encontraban incentivo en reunirse como cluster cuando se enfrentaban a serios problemas para sacar a flote sus empresas.

Se presentó la oportunidad de obtener asistencia técnica con fondos y expertos provenientes de la Cooperación Taiwanesa; en reuniones con las diferentes misiones se concluyó el estudio del sector, donde se indicaban las áreas de mayor potencial e interés para orientar la cooperación.

Siendo estas áreas, la capacitación en sistemas computarizados para las empresas, la capacitación en operación de maquinaria CNC y la capacitación en la fabricación de utensilios de cocina con aluminio. Las dos primeras encajan perfectamente con los objetivos del Cluster. Se hicieron las gestiones correspondientes para cumplir con la documentación requerida por los taiwaneses, realizada por el Ing. José Silva, la cuál no fue adecuadamente canalizada por AMPES que fue la gremial intermediaria del proceso. Hasta el momento no se descarta retomar la cooperación bajo la intermediación de CONAMYPE; el cluster no puede recibir cooperación directa, si no cuenta con una fundación, ONG u otra figura adecuada para recibir fondos sin fines de lucro.

4.2 ANALISIS DE NORMAS RELACIONADAS CON LA METROLOGIA DIMENSIONAL

Como ya se ha mencionado la industria Metal Mecánica trabaja empíricamente, fabricando piezas nuevas, reconstruidas, accesorios, dispositivos, herramientas, estructuras y maquinaria.

La industria adolece de una estructura sistematizada para producir.

Es por lo anterior que se presenta un análisis de las normas que puede utilizar la industria en mención para optimizar la calidad.

4.2.1 EXIGENCIAS DE ISO 9000 REFERENTE A LA METROLOGIA

Lograr la certificación de calidad ISO 9000, está precedido del cumplimiento de muchos requisitos dentro de las industrias.

Específicamente en el área metrológica se hace una descripción de aquellas exigencias que deben cumplirse en lo relacionado al equipo y al accionar de las empresas, como requisito mínimo para lograr la certificación en esta área.

4.2.1.1 DEL CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA

- El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba, incluyéndole software de las pruebas utilizado, para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados. El equipo de inspección, medición y prueba se debe utilizar de tal manera que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y es consistente con la capacidad de medición requerida.
- Identificar el equipo de inspección, medición y prueba, calibrarlos y ajustarlos a intervalos preestablecidos.
- El equipo de medición debe tener las características metrológicas requeridas para el uso propuesto (por ejemplo exactitud, estabilidad, amplitud de medición especificada y resolución).
- Verificar la validez de los resultados de inspección y prueba cuando el equipo está fuera de calibración.
- Establecer la acción a seguir cuando los resultados de la calibración y verificación no son satisfactorios.

- Las inspecciones, mediciones y pruebas de los equipos se debe utilizar de tal manera que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y consistente con la capacidad de medición requerida.

4.2.1.2 DE LA ORGANIZACIÓN O EMPRESA

- La organización debe: controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados.
- La organización debe: conservar los registros de calibración, inspección, medición y prueba.
- La organización debe: calibrar y ajustar el equipo de medición, inspección y prueba.
- La organización debe establecer la frecuencia de tales verificaciones y debe mantener registros.
- Asegurar que las condiciones ambientales son adecuadas para las calibraciones, inspecciones, mediciones y pruebas que se realizan.
- Registrar los procesos de calibración, inspección y prueba del equipo.

La investigación se ha llevado a cabo a nivel bibliográfico, consultas con expertos y utilizando herramientas como la web.

Se presentan a continuación el conjunto de normas que según la investigación realizada se recomienda en Metrología Dimensional para el sector Metal Mecánica.

1. NORMAS INTERNACIONALES

ISO: Organización Internacional de Normas

OIML: Organización Internacional de Metrología Legal

2. NORMAS ALEMANAS

DIN: Norma Industrial Alemana

3. NORMAS JAPONESAS

JIS: Norma Industrial Japonesa

4. NORMAS MEXICANAS

NMX: Norma Mexicana Voluntaria

NOM: Norma Oficial Mexicana

5. NORMAS AMERICANAS

ASME: Sociedad Americana para Ingenieros Mecánicos

ANSI: Instituto de Normas Americanas

FED ESP: Especificación Federal

6. NORMAS BRITÁNICAS

BS: Norma Británica

7. NORMAS FRANCESAS

NF: Norma Francesa

Toda esta gama de normas puede contribuir a mejorar los procesos, manteniendo calibrados los equipos e instrumentos de medición.

El análisis parte de la necesidad de las empresas del cluster Metal Mecánica en calibrar instrumentos, micrómetros, calibrador universal o vernier, indicador de carátula, cinta métrica, metros y niveles.

En anexo IV se listan las normas relacionadas con la Metrología Dimensional.

4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El sector necesita mejorar en la capacitación, tecnología y los servicios de reparación que actualmente ofrecen.

También se encontró que los principales impedimentos para mejorar la competitividad en la Metal Mecánica son los siguientes:

- En su gran mayoría se depende de mano de obra barata no calificada y productos no especializados.
- La falta de productos sofisticados y de alta calidad conlleva al sector a permanecer en una posición relativa un tanto desfavorable.
- Es fundamental realizar un esfuerzo para atender al cliente. Una muestra clara de ello es que los talleres de servicio del país piensan que sus clientes les están exigiendo mejores precios cuando en realidad los usuarios de reparación están demandando mejor habilidad técnica y confianza.

ANÁLISIS FODA²¹

EL ANALISIS FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa y organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que resulta posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil sino imposible poder modificarlas.

²¹ <http://www.citynet.com.ar/estudio/foda.htm>

Fortalezas: son los recursos y capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada frente a la competencia.

Oportunidades: son aquellas posibilidades favorables que se deben reconocer o descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia.

Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

Tabla 2. Análisis FODA

	Positivos	Negativos
Internos	Fortalezas	Debilidades
Externos	Oportunidades	Amenazas

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES INTERNAS

FORTALEZAS

- Existe capacitación de los obreros de la industria en el uso de maquinaria CNC.
- Se efectúan revisiones aleatorias de los instrumentos de mayor uso.
- Mejoramiento e innovación continua de los productos.
- Las empresas poseen tanto equipos análogos como electro digitales.
- Inversión de nueva tecnología para mejorar los procesos de producción.

DEBILIDADES

- Falta de mano de obra calificada que no aporta mayor productividad y que podría especializarse en disciplinas como la Metrología.
- La mayor parte de la maquinaria es obsoleta.
- Falta de conocimiento real del costo de un curso de entrenamiento de Metrología.
- Necesidad de expertos en Metrología.
- Estándares de calidad no muy altos.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EXTERNAS

OPORTUNIDADES

- Atraer empresas extranjeras que se interesen en la industria de la fabricación de piezas y moldes.
- El principal y mayor demandante de los servicios de la industria de Metal Mecánica es la industria de alimentos de Centro América, por lo que la aplicación de la Metrología sería un valor agregado en los productos, con respecto a la confiabilidad de las mediciones.
- Para lograr atraer a las empresas maquiladoras en el corto plazo se destaca lo siguiente: adoptar mejores técnicas de producción (equipos de fabricación) y capacitar a los obreros de la industria en el uso de maquinaria CNC, para lo cual el cumplimiento de normas metrológicas aumenta la posibilidad de competir en mercados internacionales.
- Fabricación de piezas y moldes con maquinaria CNC.
- La industria Metal Mecánica Salvadoreña requiere de un apoyo para mejorar la calidad de sus bienes y servicios; por lo tanto, un proceso de control Metrológico sería de gran beneficio.
- El reto de enfrentar la globalización requiere de un enfoque científico y tecnológico que permita a los sectores productivos obtener ventajas competitivas.

- El Salvador requiere de inmediato, de una actualización y modernización de su legislación relacionada con Normalización y aspectos metroológicos en la industria, lo que constituye el primer peldaño en la construcción de una infraestructura que soporte y permita mejorar la calidad de los bienes y servicios.

AMENAZAS

- Mercados competitivos y apertura económica.
- No desarrollarse respecto a nuevas tecnologías.
- Los competidores extranjeros invierten en gran parte en la adquisición de maquinaria de punta, con alta precisión, proporcionando mayor confiabilidad por lo que son preferidos.
- La relación directa entre la Metrología y la calidad de los bienes y servicios producidos no es conocida con profundidad en el sector.
- Para sensibilizar a las altas autoridades en cuanto a la necesidad metroológica y sobre el papel que debe adjudicarse al estado como ente protector de su consumidor, se cuenta con escasos recursos.

4.3.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Para definir la problemática en estudio se parte del análisis de algunas variables externas que pueden contribuir en mayor o menor proporción a comprender que la industria Metal Mecánica posee factores adversos tanto a nivel interno como a nivel externo. Estos son:

- La falta de cultura metroológica en el sector Metal Mecánica.
- El desconocimiento en la calibración de instrumentos de medición.
- La credibilidad en la confiabilidad de las mediciones.

En este sentido podemos definir el problema de la siguiente manera:

“Dentro del sector Metal Mecánica no existe una adecuada tecnología de manufactura, entendiéndose esto como la renovación de sus equipos y capacitación

de la mano de obra para el desarrollo de los servicios de reparación de piezas y maquinaria en técnicas especiales como lo es la Metrología”.

DIAGRAMA CAUSA – EFECTO²²

Este diagrama muestra la relación entre las características y los factores causales, por lo cual se le ha denominado Diagrama Causa – Efecto, Diagrama de Ishikawa. Por su forma también ha recibido el apodo de Diagrama de Espina de Pescado.

El número de factores causales es infinito. Cualquiera que sea el trabajo o el proceso que escojamos, podemos identificar diez o veinte factores causales inmediatamente. Sería imposible controlarlos todos, y aún si fuera posible resultaría muy antieconómico.

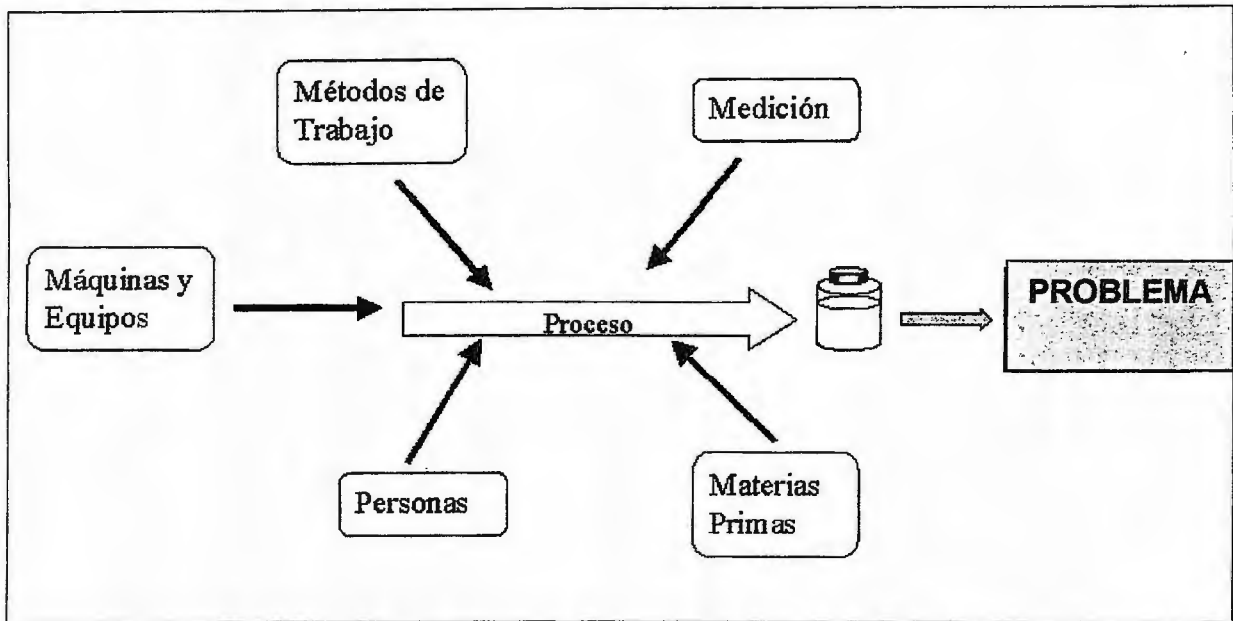
Aunque los factores causales son muchos los verdaderamente importantes, los que tendrán un impacto grande sobre los efectos no son muchos. Si se sigue el principio establecido por Wilfredo Pareto, todo lo que se tiene que hacer es normalizar dos o tres de los factores causales más importantes y controlarlos. Más lo primero es encontrar estos factores causales importantes.

CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

1. Decidir las características o efecto que se desea analizar.
2. Escribir la característica de calidad a la derecha, trazar una flecha gruesa de izquierda a derecha.
3. Indicar los factores más importantes que puedan causar el efecto o características que se analiza, trazando flechas secundarias en dirección a la principal.
4. Incorporar en cada una de estas ramas los factores detallados que se pueden considerar causas. Estas formarán las ramificaciones menores. En cada una de ellas incluir factores aún más pequeños. Si se tienen en cuenta estos elementos será imposible no dar con la causa del problema.

²² <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/diagramacausa-efecto.htm>

Figura 8. Estructura Diagrama Causa - Efecto



Fuente: Tomado de <http://www.umh.es>

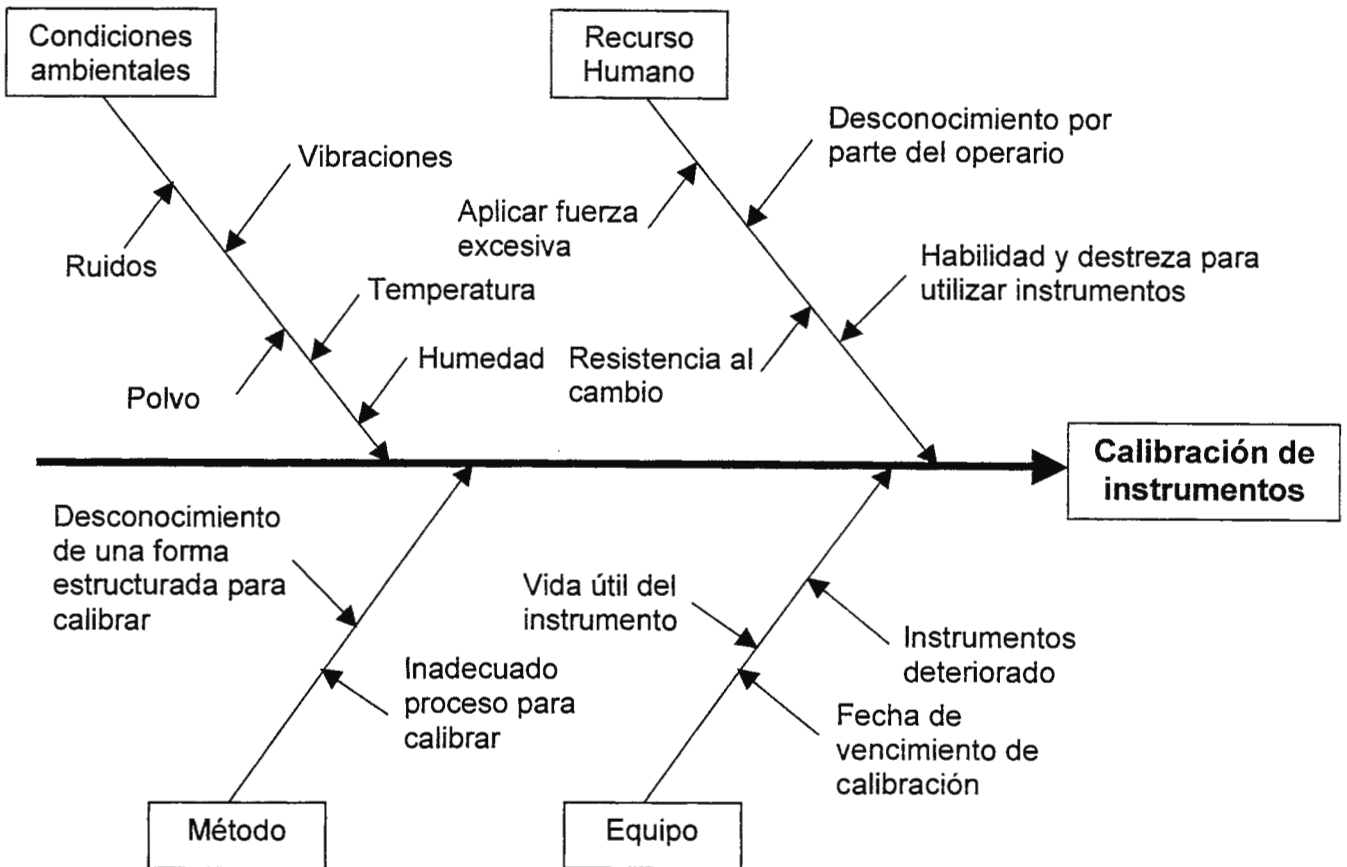
Bajo este contexto y para hacer una mejor definición del problema, se hace un análisis "Causa – Efecto" a través del cuál se identifican y describen claramente las principales causas que han generado los diferentes problemas técnicos en la industria Metal Mecánica.

ANÁLISIS CAUSA – EFECTO

PROBLEMA IDENTIFICADO: CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS

CAUSAS PRINCIPALES:

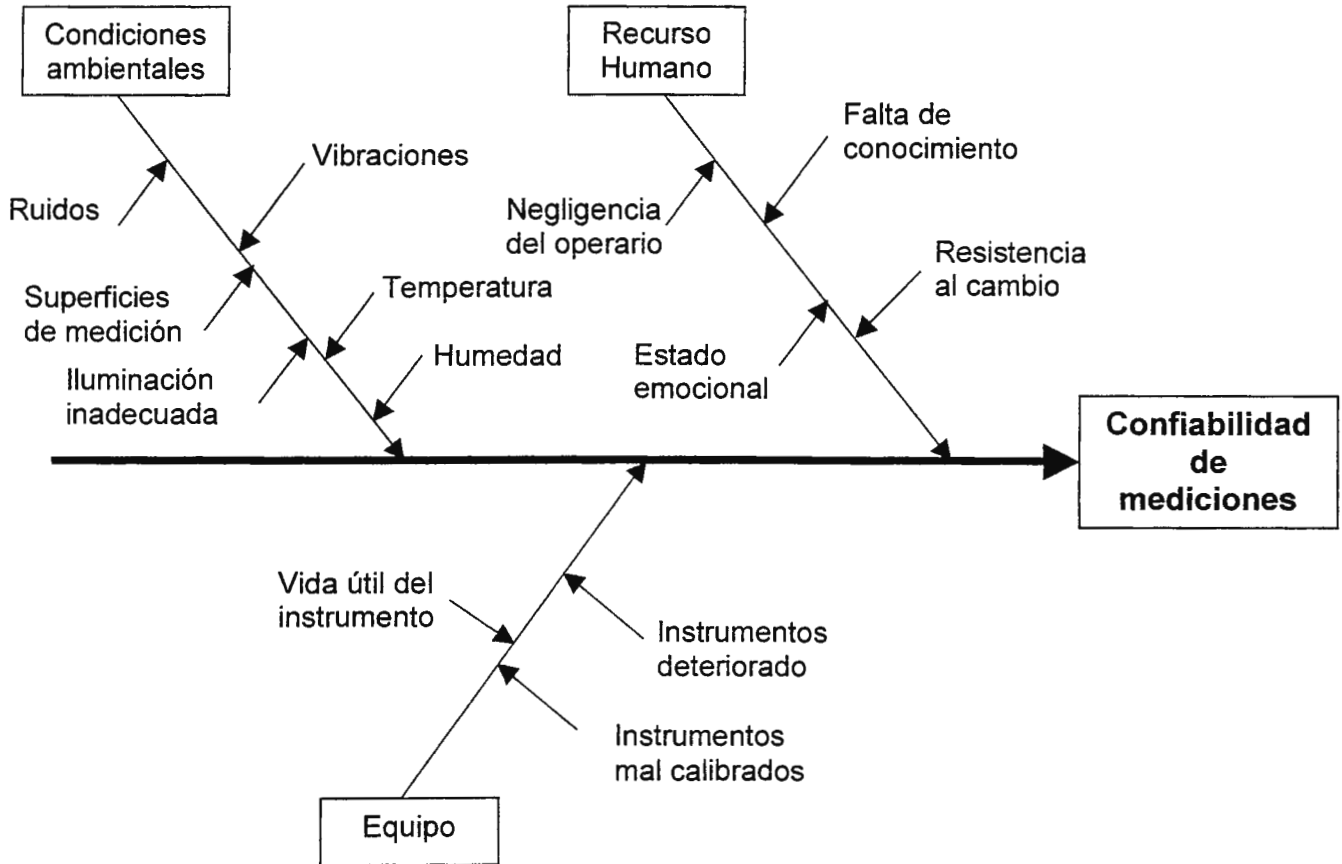
- Recurso Humano
- Condiciones ambientales
- Método
- Equipo



PROBLEMA IDENTIFICADO: CONFIABILIDAD DE MEDICIONES

CAUSAS PRINCIPALES:

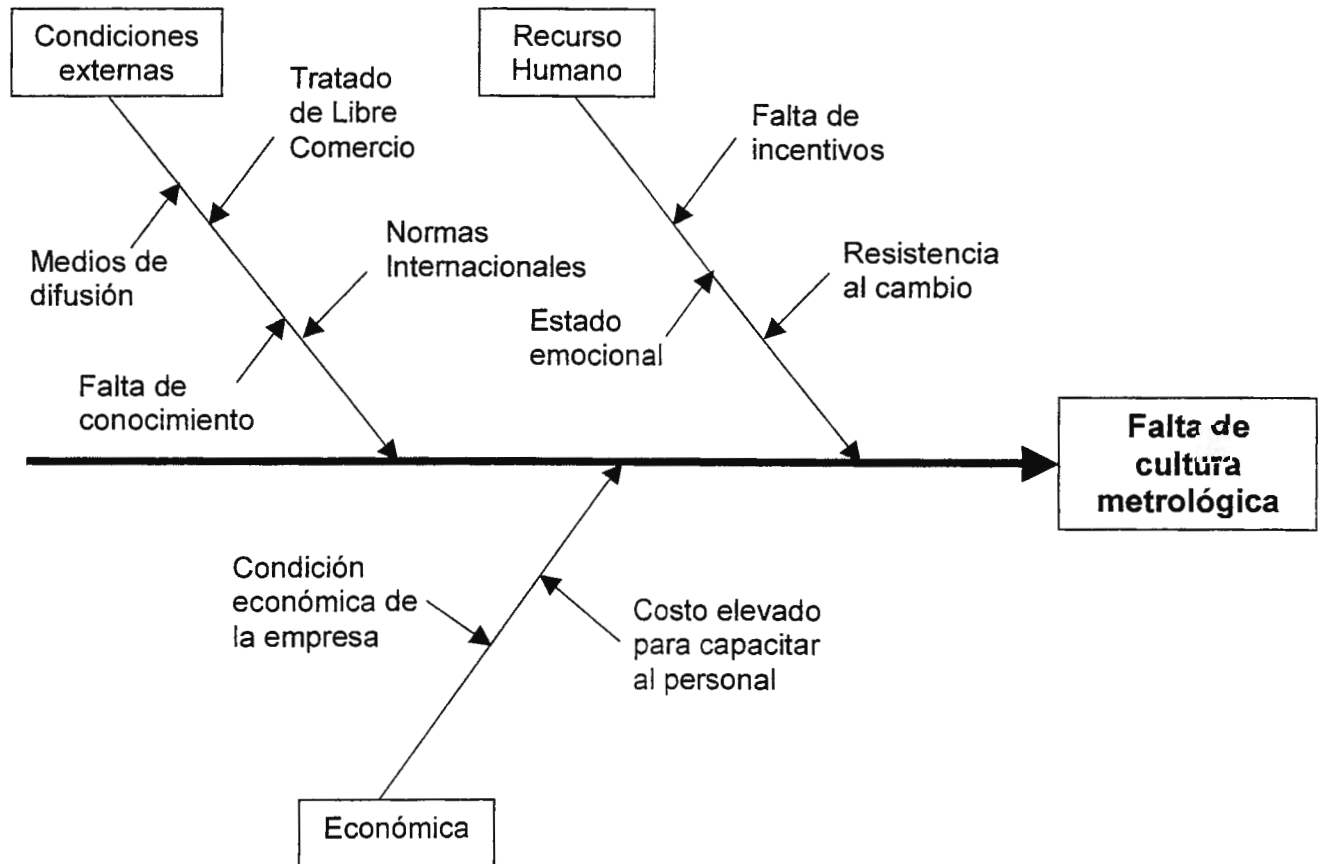
- Recurso humano
- Equipo
- Condiciones ambientales



PROBLEMA IDENTIFICADO: FALTA DE CULTURA METROLOGICA

CAUSAS PRINCIPALES:

- Recurso humano
- Económica
- Condiciones externas



4.3.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA

La fuerza productiva de la industria Metal Mecánica conoce la forma correcta de utilizar y manipular los diferentes instrumentos de medición; pero desconocen la disciplina de la Metrología Dimensional, la cual proyecta dos aspectos:

- Reconocimiento de la calibración y necesidad de ajuste de los instrumentos de medición por parte de los empleados del taller.
- Conocimiento de las normas en que fundamenta la misma.

Además el problema tiene su campo de acción en el ámbito nacional concretamente en cuanto a las actividades que realiza el cluster Metal Mecánica, en donde la Metrología Dimensional como un aspecto esencial de la Metrología juega un papel importante en el desarrollo de la industria moderna, ya que con ello se logra la intercambiabilidad de piezas y partes, reduciendo rechazos en las líneas de producción e incrementando los bienes y servicios.

4.4 DESCRIPCION DE PROBLEMAS TÉCNICOS EN EL TALLER

Los problemas técnicos fueron determinados mediante una inspección personal realizada en los talleres de algunas empresas objetivo del cluster Metal Mecánica, para lo cual se utilizó una encuesta²³ dirigida a los operarios de taller y según el análisis de resultados se encontraron los siguientes problemas:

A. No existe una programación para la calibración de instrumentos de medición.

La no calibración periódica de los instrumentos de medición genera rechazos en los productos que aparentemente no están dentro de las tolerancias, así como también aceptaciones de productos que no cumplen con las normas de calidad especificadas. Esto se traduce en la pérdida de confiabilidad del proceso de control.

²³ Véase Apéndice C y D: Encuesta de Taller, Tabulación y Resumen de la información

La periodicidad con que se calibra un instrumento de medición depende principalmente de tres factores:

- El uso del instrumento.
- Según la necesidad de la empresa.
- Cada seis meses o una vez al año como mínimo, según recomendaciones internacionales.

B. Existe confusión con el término de calibración.

Aparte de los números, hay muchos términos que se usan para describir las mediciones y calibraciones.

En algunos casos los términos son confusos, se les usa impropiaemente, o incluso se les desconoce en la rutina diaria del trabajo de taller, pero a veces es necesario ser preciso en aquello que se desea decir, por lo que conviene conocer esos términos y la forma como deben usarse propiamente.

C. Los instrumentos de medición no son utilizados para los fines para los cuales fueron creados.

En ocasiones para realizar operaciones de medición se requiere el uso específico de un tipo de instrumento.

Antes de realizar cualquier medición es necesario determinar cual es el instrumento o equipo de medición más adecuado para la aplicación de que se trate. Además se debe asegurar que el tipo, intervalo de medición, graduación y otras especificaciones del instrumento sean apropiadas para su aplicación.

D. Falta de mantenimiento y limpieza de instrumentos y equipos de medición.

Debido a que no existen programas de mantenimiento, limpieza de instrumentos y equipos de medición, la vida útil se ve afectada, como resultado de acumular partículas extrañas como: polvo, grasa, aceite y la carencia de lubricantes que influyen directamente en la obtención de mediciones confiables.

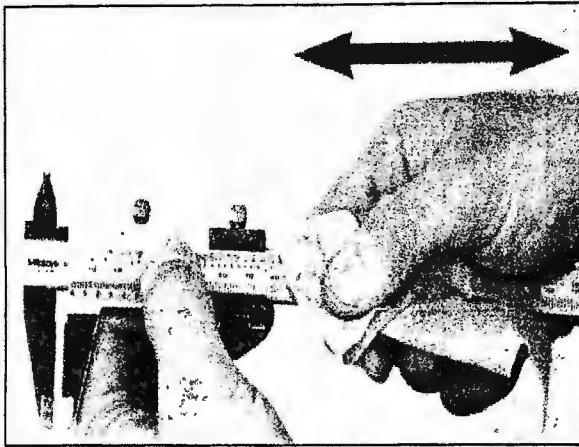


Figura 9. Cuidado y mantenimiento²⁴

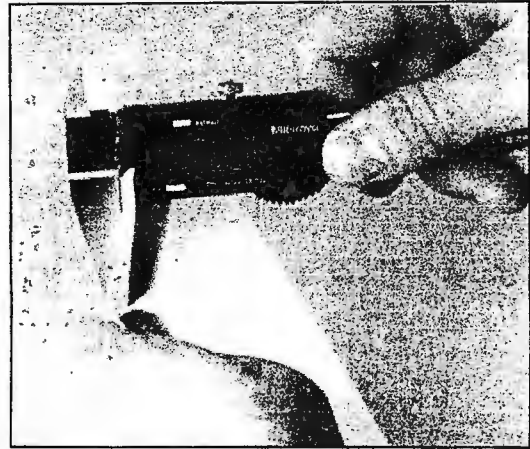


Figura 10. Limpieza de caras²⁵

E. Inadecuadas condiciones ambientales.

Los instrumentos de medición están expuestos a diferentes factores que afectan su adecuado funcionamiento, entre los cuales se encuentran las condiciones ambientales en que se hace la medición; entre las principales se destacan:

- Humedad
- Polvo
- Temperatura
- Vibraciones o interferencias (Ruido)

HUMEDAD

Debido a los óxidos que se pueden formar por humedad excesiva en las caras de medición del instrumento o en otras partes, o a las expansiones por absorción de humedad en algunos materiales, etc., se establece como norma una humedad relativa de $55\% \pm 10\%$.

POLVO

Los errores debidos a polvo o suciedad se observan con mayor frecuencia de lo esperado; algunas veces alcanzan el orden de 3 micrómetros. Para obtener medidas

²⁴ Fuente: Catálogo Mitutoyo

²⁵ Fuente: Catálogo Mitutoyo

exactas se recomienda usar filtros para el aire para limitar la cantidad y el tamaño de las partículas de polvo ambiental.

TEMPERATURA

En mayor o menor grado, todos los materiales que componen tanto las piezas por medir como los instrumentos de medición, están sujetos a variaciones longitudinales debido a cambios de temperatura. En algunos casos ocurren errores significativos. Para minimizar estos errores se estableció internacionalmente, desde 1932, como norma una temperatura de 20°C para efectuar las mediciones. También es buena práctica dejar que durante un tiempo se establezca la temperatura tanto de la pieza por medir como del instrumento de medición. El lapso depende de la diferencia de temperatura del lugar en que estaba la pieza y la sala de medición, así como del material y tamaño de la pieza.

VIBRACIONES (RUIDO)

Evitar los impactos y vibraciones fuertes. Las vibraciones normales del medio ambiente no presentan problemas. Si un instrumento de medición cae al piso o sufre una colisión brusca, verifique su exactitud de medición antes de volver a utilizarlo.

F. Método de medición inapropiado.

Cuando se realizan mediciones, deben considerarse varios factores en conjunto para asegurar que se efectúe correctamente.

Se debe tener una norma o estándar, un punto de referencia y una línea de medición.

Además se deben colocar y medir las piezas de trabajo tan cerca de la superficie de referencia como sea posible. Luego se tiene que asegurar que las superficies de las puntas de medición de exteriores estén en contacto uniforme con la pieza de trabajo. Algo que se pudo constatar en los talleres de las empresas es que no se cuenta con un método de medición estructurado o establecido para realizar las operaciones.

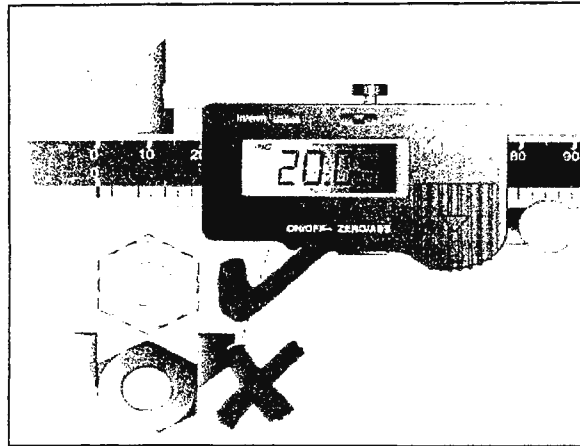


Figura 11. Medición externa²⁶

4.5 DETERMINACION DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN EN LA INDUSTRIA METAL MECANICA

En función de las necesidades detectadas en la industria Metal Mecánica se ha determinado como agentes de cambio tres alternativas de solución las cuales han sido analizadas y desarrolladas técnicamente, siendo descritas a continuación:

4.5.1 CONTRATACION DE SERVICIOS DE UN EXPERTO EN METROLOGIA DIMENSIONAL

Se requiere de una persona experta en Metrología que desarrolle y evalúe sistemas de calibración, que miden características de objetos, sustancias o fenómenos, tales como: longitud, masa, tiempo, temperatura, corriente eléctrica, intensidad luminosa y unidades derivadas de las medidas físicas o químicas.

Es importante mencionar que la Metrología Dimensional es parte fundamental de esta disciplina para identificar los atributos geométricos y controlar la calidad en los proceso para cumplir con las especificaciones de los productos, lo que conlleva a

²⁶ Fuente: Catálogo Mitutoyo

generar confiabilidad en las mediciones, reducción de rechazos en las líneas de producción y disminución en los costos.

Ante tal situación se detalla a continuación el desarrollo de esta alternativa de solución.

Consideraciones previas

Esta propuesta consiste en la contratación de un experto en Metrología Dimensional para que lleve a cabo el desarrollo de una capacitación técnica dirigida a las empresas del sector Metal Mecánica.

Un punto importante es detallar los honorarios del experto, así como los gastos de representación. Además se hace una descripción técnica del contenido del curso de capacitación tentativo, el objetivo, la metodología, el facilitador, fecha, horarios y lugar donde tendrá lugar dicha capacitación.

1. Descripción Técnica.

Para contratar los servicios de un experto Metrólogo de la región se han depurado algunas propuestas enviadas por empresas que prestan servicios de Metrología, dando como resultado la obtención de las siguientes alternativas:

A. METROLOGIA EN LA INDUSTRIA METAL MECANICA²⁷

Contenido

- Generalidades. Definir la metrología. Sistemas de unidades. Clasificación de los equipos y las mediciones.
- Bloques calibrados. Errores de medición.
- Tolerancia. Aplicación. Vínculo con juego, con referencia. Calibres fijos.
- Sistema Vernier. Principio de medición. Aplicación. Calibre de corredera. Distintos tipos.
- Pálmer. Principio de medición. Aplicación. Micrómetros. Distintos tipos.

²⁷ Fuente: <http://www.cenam.mx>

- Indicadores. Principio de medición. Aplicación. Tipos de amplificación. Indicadores con aplicación mecánica.
- Proyectores de perfiles. Principio de medición. Distintos tipos. Aplicación.
- Medición de ángulos. Goniómetro. Mesas de senos. Comparación con escuadra.
- Calidad superficial. Normas. Unidades. Aplicación.

Objetivo

Proveer capacitación teórico – práctica, para implementar adecuadas tecnologías en el control dimensional y geométrico de piezas producidas en forma unitaria y en serie.

Metodología

El facilitador proporcionará los fundamentos de la Metrología Dimensional en el sector Metal Mecánica, mediante exposiciones de manera alternada entre conceptos teóricos y prácticos.

Dirigido a:

Técnicos, profesionales y/o empresarios que necesiten implementar en sus empresas Sistemas de Calidad.

Facilitador:

Ing. Julio Mares Hernández.
Especialista en Metrología Dimensional.

Fecha y horario de impartición:

01-21 de mayo de 2002
De: 8:00 a.m. a 12:00 m.
Sólo días de semana.
Duración: 60 hs.

B. METROLOGIA GENERAL²⁸

Contenido

Primera parte

Metrología. Medición. Magnitud. Metrología general. Metrología aplicada. Metrología científica e industrial. Metrología legal. Metrología de la calidad. Sistemas de magnitudes. Magnitudes de base y magnitudes derivadas. Dimensión de una magnitud. Unidad de medida. Símbolo de la unidad. Sistemas de unidades. Definiciones de las unidades. El SI y las componentes físicas fundamentales. Valor de una magnitud. Valor verdadero. Exactitud de una medición. Reproducibilidad y repetibilidad. Desviación e Incertidumbre. Error aleatorio. Error sistemático. Patrón. Patrón internacional. Patrón nacional. Patrón primario. Patrón secundario. Patrón de referencia. Patrón de trabajo.

Trazabilidad. Pirámide de trazabilidad. Calibración. Material de referencia. Intervalos de calibración. Tolerancia. Relaciones de exactitud. Clasificación de errores de medición. Terminología para expresar la incertidumbre de medición de equipos. Ilustración de valores, error e incertidumbre. Tipos de incertidumbre. Métodos de medición.

Segunda parte

La organización metrológica a nivel internacional. BIPM. La CGPM. Organizaciones metrológicas europeas: EUROMET, WECC, WELMEC, etc.

Tercera parte

El sistema nacional de normas, calidad y certificación. La organización metrológica a nivel nacional. Antecedentes históricos. La ley metrológica. Atribución de responsabilidades. El Servicio Argentino de Calibración – SAAC. Acreditación de laboratorios de calibración. La Guía ISO 25. Norma ISO 9001 requisitos metrológicos.

²⁸ Fuente: <http://www.cenam.mx>

Objetivo

Conocer los requisitos de documentación, aseguramiento y calibración del equipo de medición, utilizados en la Metrología Dimensional. Conocer los fundamentos de Metrología, dominar el cálculo de error instrumental y de incertidumbre. Hacer que el personal adquiera los conocimientos necesarios sobre la calibración de instrumentos de medición y calibración.

Metodología

El facilitador proporcionará los fundamentos de la Metrología Dimensional en el sector Metal Mecánica, mediante exposiciones de manera alternada entre conceptos teóricos y prácticos.

Facilitador:

Ing. José Miguel Baires

Experto de CENAM.

Fecha y horario de impartición:

02-05 de abril de 2002

De: 4:00 p.m. a 6:00 p.m.

Duración: 8 hs.

2. Ventajas y Desventajas de la alternativa de solución.

Ventajas:

- Incentiva al rediseño y ajuste de la capacidad de medición para minimizar errores.
- Instruye personal de Ingeniería, Calidad, de laboratorio en el diseño, manufactura, evaluación, calibración de patrones de medición, instrumentos y sistemas de prueba para asegurar la selección de instrumentación aprobada.
- Desarrolla métodos y técnicas de calibración basados en principios de la ciencia de las mediciones.

- Adquisición de conocimientos de esta disciplina que pueden ser aplicados para el mejoramiento de métodos, procesos y calidad en las mediciones.

Desventajas:

- En muchos programas de capacitación los expertos nunca han trabajado en un taller y no tienen experiencia práctica.
- Los programas de capacitación son muy teóricos y poco prácticos.
- Al realizar algunos cursos de capacitación hay inasistencia por parte de los empleados, es decir no le toman la importancia debida.
- El alto costo que implica contratar a un experto en Metrología para desarrollar un curso de capacitación en el país.

3. Costos de la alternativa de solución

Los gastos generales en los que se incurren para la contratación de un experto en Metrología del CENAM se detallan a continuación:

Tabla 3. Gastos generales para la contratación de un experto metrólogo

Nº	DETALLE	PRECIO (\$)
1	Honorarios de experto	8 000 + IVA
2	Boletos (Ida y vuelta)	700
3	Alojamiento	600
4	Transporte	300
TOTAL		10 640

Fuente: Cotizaciones hechas a CENAM, TACA, BUDGET Rent a Car y Hotel Holliday Inn.

4.5.2 CAPACITACIÓN DE PERSONAL EN EL ÁREA DE METROLOGÍA EN EL EXTRANJERO.

Una de las alternativas que se ha analizado es la capacitación de personal en el área de Metrología en cualquiera de los organismos regionales o internacionales. La empresa interesada deberá elegir a la persona más destacada en su lugar de trabajo y con visión de aprovechar esta oportunidad al máximo para poder así transmitir todos los conocimientos adquiridos a sus demás compañeros de trabajo. Es así como se presenta a continuación en forma detallada todos los aspectos necesarios para el análisis de dicha propuesta.

Consideraciones previas

En este apartado se describen los aspectos que se deben tomar en cuenta a la hora de capacitar a las personas en el extranjero, ya que esto puede traer ventajas, así como presentar desventajas a causa de muchas variables.

Entonces se hace una descripción técnica de la propuesta, ventajas y desventajas de la misma y finalmente el planteamiento general de los costos.

1. Descripción técnica de la propuesta

Para el desarrollo de la capacitación de personal en el extranjero se han investigado y analizado varias alternativas o temas a fines que pueden despertar interés en las empresas (las cuales han sido tomadas de los servicios que presta CENAM)

Estas alternativas se describen a continuación:

A. CURSO TEORICO PRACTICO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL²⁹

OBJETIVO:

Proporcionar al participante los fundamentos de metrología dimensional, enfocado hacia calibradores tipo vernier y micrómetros, así como la determinación de la incertidumbre en las mediciones en esta magnitud.

²⁹ Fuente: <http://www.cenam.mx>

METODOLOGIA:

El instructor proporcionará los fundamentos de la metrología dimensional mediante exposiciones de manera alternada entre conceptos teóricos y prácticos que ayuden a reforzar los conocimientos adquiridos.

TEMARIO:

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Metrología dimensional industrial

1.2 Definición

1.3 Conceptos básicos

1.4 Diseminación de la unidad de longitud y la cadena de trazabilidad de las mediciones

1.5 Campo de aplicación de la metrología Geométrica

a) longitudes

b) ángulos

c) superficies

d) formas y posiciones

1.6 Clasificación de los instrumentos y aparatos de medición

a) lineal

b) angular

1.7 Clasificación de los instrumentos de medición por su principio de funcionamiento

a) mecánicos

b) ópticos

c) neumáticos

d) eléctricos y electrónicos

2. SESIÓN EN LABORATORIO

- 2.1 Calibración de instrumentos de medición tipo vernier
- 2.2 Calibración de instrumentos de medición micrómetros

3. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

- 3.1 Incertidumbre y fuentes de incertidumbre
- 3.2 Principales causas de los errores en la medición
 - a) errores por operador o por el método de medición
 - b) errores por el instrumento o equipo de medición
 - c) errores por condiciones ambientales
- 3.3 Reporte de resultados

4. BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LAS MEDICIONES EN LA MAGNITUD DE DIMENSIONAL

- 4.1 Limpieza, ajuste e inspección de instrumentos
- 4.2 Rectificación de zonas de contacto

5. PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES EN LA MAGNITUD DE DIMENSIONAL

- 5.1 Control Estadístico del Proceso (CEP)
- 5.2 Objetivo
- 5.3 Cartas de Control Estadístico de Proceso
- 5.4 Elaboración de Cartas de Control
- 5.5 Gráficos de Control
- 5.6 Aplicación del Control Estadístico de Proceso (CEP), Aseguramiento Metrológico en dimensional

6. CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE PATRÓN EN LA MAGNITUD DE DIMENSIONAL

6.1 Tipos de Patrones (selección)

6.2 Clase de exactitud

6.3 Normas de Referencia

6.4 Criterios de Aceptación

INSTRUCTOR:

Ing. Carlos A. Arámburo Botello
Especialista en Metrología Dimensional

FECHAS Y HORARIOS DE IMPARTICIÓN :

05 al 07 de Mayo del 2002.

De 16:00 a 20:00 horas.

Sólo de Miércoles a Viernes.

LUGAR: CIATEC A.C.

Omega 201, Fracc. Industrial Delta

León Gto. A.P. 890, C.P. 37540 México.

PRECIO POR PARTICIPANTE: \$2,970.00 + IVA.

INCLUYE: Carpeta con las memorias del curso y diploma de participación.

B. CURSO INTEGRAL DE METROLOGÍA (INCERTIDUMBRES Y SU ESTIMACIÓN)³⁰

OBJETIVO:

Proporcionar al participante una visión clara de la relación entre Metrología y Calidad. Así como, su aplicación en la determinación de la incertidumbre en los procesos de medición pertenecientes a sistemas de aseguramiento de la calidad.

METODOLOGIA:

El instructor proporcionará una base de conocimientos mediante exposiciones, con la ayuda de esquemas, modelos matemáticos, dibujos y diagramas. Posteriormente se procederá a aplicar esos conocimientos en ejercicios prácticos donde el participante realizará la detección de necesidades metroológicas y cálculos en la determinación del valor de la incertidumbre, supervisado por el instructor.

TEMARIO:

1. INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA

- 1.1 Metrología y Calidad
- 1.2 Tipos de Metrología
- 1.3 Actividades Metroológicas

2. VOCABULARIO DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES

- 2.1 Magnitudes y Unidades
- 2.2 Mediciones
- 2.3 Resultados de Mediciones
- 2.4 Instrumentos de Medición
- 2.5 Características de los Instrumentos de Medición

³⁰ Fuente: <http://www.cenam.mx>

- 2.6 Patrones
- 2.7 El concepto de Trazabilidad,
- 2.8 Diferencia entre Certificación y Acreditación
- 2.9 El Concepto de Calibración y Verificación

3. SISTEMA GENERAL DE UNIDADES

- 3.1 Las Unidades del Sistema Internacional
- 3.2 Definiciones
- 3.3 Unidades Base y Derivadas
- 3.4 Prefijos
- 3.5 Reglas Generales de Escritura
- 3.6 Redondeo de Cifras

4. SISTEMA METROLÓGICO INTERNACIONAL

- 4.1 Antecedentes
- 4.2 Jerarquía Metrológica Internacional

5. INCERTIDUMBRE

- 5.1 Conceptos de Estadística
- 5.2 Distribución de Probabilidad aplicada a la Metrología
 - a) Distribución Normal
 - b) Distribución Uniforme
 - c) Distribución Triangular
 - d) Distribución "t" de Student
- 5.3 Estimación de la Incertidumbre
 - a) Incertidumbre Tipo "A"
 - b) Incertidumbre Tipo "B"
 - c) Incertidumbre Combinada
 - d) Incertidumbre Expandida

6. LA METROLOGÍA EN LOS SISTEMAS DE CALIDAD

6.1 Normatividad ISO/ QS 9000

6.2 Norma ISO 9001: 2000/ NMX-CC-9001:” Sistemas de Gestión de la Calidad”

a) Punto 7.6 “ Control de los dispositivos de seguimiento y medición” antes

b) Punto 4.11 Control de equipos de inspección medición y prueba

6.3 Norma ISO 10012-1:1992/ NMX-CC-017/1:1995 “Requisitos de Aseguramiento de la Calidad para Equipo de Medición y Prueba”

a) Sistemas de Confirmación

b) Sistemas de Confirmación Metrológica para el Equipo de Medición

c) Requisitos de Calibración

d) Lapsos de Confirmación

e) Equipo no conforme

f) Registros

g) Etiquetado y Sellado

h) Condiciones Ambientales

6.4 Beneficios de la Metrología en los Sistemas de Calidad

INSTRUCTORES:

Ing. Juan Manuel López

Ing. Carlos Aramburo Botello.

Ing. Elvia Funes Rodríguez

FECHAS Y HORARIOS DE IMPARTICIÓN :

16 de Mayo al 01 de Junio 2002.

De 16:00 a 20:00 horas.

LUGAR: CIATEC A.C.

Omega 201, Fracc. Industrial Delta

León Gto. A.P. 890, C.P. 37540 México.

PRECIO POR PARTICIPANTE: \$6,550.00 + IVA.

INCLUYE: Carpeta con las memorias del curso y diploma de participación.

Además 12 horas de capacitación en la magnitud que el participante elija de acuerdo con sus necesidades específicas, nuestras opciones son: masa, temperatura, volumen, dimensional y/o densidad (en las fechas estipuladas en nuestro programa institucional), lo anterior sin costo adicional alguno.

2. Ventajas y desventajas de la solución

Ventajas:

- Se logrará la especialización de personas en temas actuales referentes a la Metrología.
- Se podrán hacer intercambios de experiencias laborales.
- Es un elemento de mejora continua tanto para la empresa como para el operario.
- Incentivo para la persona beneficiada para trabajar con mayor efectividad y a la vez que se identifique con la empresa.

Desventajas:

- La especialización puede llegar a ser un arma de doble filo, por el hecho que se puede conocer lo más actual referente a Metrología, pero a la vez se puede dar el caso que esta persona no tenga la capacidad de poder transmitir lo aprendido a sus compañeros
- Al no poder obtener los beneficios esperados a un corto plazo la inversión en las capacitaciones se vuelve un gasto para la empresa.
- Por problemas de organización dentro de la empresa la persona capacitada no se desempeña en un área relacionada con su especialización.
- El costo que implica una capacitación es muy elevado para algunas empresas.

3. Costos de la alternativa de solución

Este tipo de capacitaciones implica una serie de gastos para la empresa, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 4. Gastos generales para capacitación de personal*

Nº	DETALLE	PRECIO (\$)
1	Gastos de obtención de pasaporte	10
2	Boletos	550
3	Estadía	1500
4	Transporte	300
5	Alimentación	400
6	Viáticos	200
	TOTAL	2 960

*No incluye precio del curso

Fuente: Cotizaciones hechas a CENAM, MEXICANA, y Hotel Plaza del Libertador

4.5.3 CREACIÓN DE UN MANUAL DE ENTRENAMIENTO EN METROLOGÍA PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA.

La necesidad de contar con manuales en las organizaciones es imperativa debido a la complejidad de su estructura, volumen de sus operaciones, recursos que se asignan, demanda de productos por parte de los clientes, así por la adopción de tecnología avanzada para atender la forma adecuada la dinámica organizacional.

Es por eso que a continuación se describe en forma detallada dicha propuesta de solución para dar respuesta a los problemas técnicos y operativos derivados de las malas prácticas que se utilizan en los procesos de manufactura, cuantificación de productos y uso de instrumentos de medición.

Consideraciones previas

En la propuesta se describe la manera de llevar a cabo las acciones formativas en cuanto a Metrología se refiere, para lograr así crear en el cluster Metal Mecánica una cultura metrológica y que trabajen con base a especificaciones de producto (norma de producto) y consideraciones de mercado.

Se hace una descripción técnica de la propuesta, un planteamiento general de costos necesario, finalmente se establece un análisis de las ventajas y desventajas de dicha propuesta.

1. Descripción técnica de la propuesta

Para el desarrollo de las acciones formativas se ha creado un manual de entrenamiento en Metrología para la industria Metal Mecánica, en donde se detalla el perfil de la capacitación, la cual contiene algunos temas de interés como:

- A)** Introducción a la Metrología o Metrología Básica
- B)** Principales instrumentos de medición
- C)** Metrología y Calidad

A) Introducción a la Metrología o Metrología básica

En primera instancia se especifican conceptos básicos en Metrología, clasificación, sus campos y la importancia de la metrología dimensional en el sector metalmecánica.

En este sentido el concepto de Metrología es de vital importancia para la industria, debido a que con ello se logra cuantificar los procesos de manufactura, servicio y respaldar la calidad de los mismos.

La Metrología Dimensional también se refiere al proceso para lograr el aseguramiento metrológico de las características geométricas que pueden afectar la confiabilidad de las mediciones dimensionales básicas y la adecuada funcionalidad de las partes en movimiento o ensambladas.

Por ejemplo la aplicación de la Metrología Dimensional en un taller gira en torno a la inspección de partes, máquinas, herramientas, fabricación de dispositivos, inspección de instrumentos de medición, montajes de herramientas de corte.

En la Metrología Dimensional, se realizan diferentes pruebas: Exactitud, Repetibilidad, Planitud, Paralelismo, las cuáles traducidas a características cuantitativas, permiten conocer mejor al instrumento de trabajo.

B) Principales instrumentos de medición

La medición es la forma para determinar el tamaño, la cantidad o la extensión de algo. Es la manera en donde se describe un objeto mediante números. Casi todo lo que un mecánico tiene que hacer, requiere alguna clase de medición; por tanto deben entender las reglas y conocer las herramientas que se utilizan para realizar mediciones de precisión.

En un taller mecánico la mayoría de las mediciones se hacen para uno de los dos propósitos siguientes: El primero consiste en encontrar el tamaño exacto, por ejemplo, mediante la medición de una parte durante una operación de maquinado. En este caso se trata de obtener un tamaño dimensionado y por tanto puede determinarse la cantidad que aún debe ser maquinada.

El segundo propósito es la inspección la cuál es un proceso que consiste en determinar si una dimensión medida se conserva o no se conserva dentro de los límites especificados en el plano. En todo caso el resultado de la medición exacta es una parte que satisface todos los requerimientos y especificaciones.

La exactitud de las mediciones es un factor importante en el desarrollo de un país porque incide en la calidad de los productos fabricados, garantiza el correcto desenvolvimiento comercial y el mejor aprovechamiento de sus recursos naturales.

Ante tal situación se proporcionan los conocimientos básicos sobre los principales instrumentos de medición que son comúnmente utilizados en la industria metalmeccánica (micrómetro, calibrador, indicador de carátula, bloques patrón y escuadras ajustables). Además se presentan las principales partes, usos, cuidados, tipos y lineamientos sobre la calibración de instrumentos.

C) Metrología y calidad

En la actualidad la competencia por los mercados ha ocasionado que los fabricantes se cuestionen sobre su necesidad de realizar inspecciones y reinspecciones como un medio de obtener calidad en los productos que fabrican. Los fabricantes quieren producir calidad en sus productos en el momento que éstos son elaborados, en lugar de depender de inspecciones para eliminar los productos de menor calidad.

Los fabricantes han utilizado el Control Estadístico de Proceso (SPC) para determinar y controlar las variaciones en los productos durante el proceso de fabricación; esto permite un mejoramiento continuo de los procesos y bienes. Sin embargo, solamente el SPC de éstos no asegura que la medición del producto sea la correcta. En realidad las mediciones que se realizan en los productos tienen errores ocultos, los cuales en la medición son los errores instrumentales, humanos y debido a la influencia ambiental en las mediciones.

Típicamente, el producto es inspeccionado por el personal de línea, luego reinspeccionado por el departamento de calidad. El departamento de calidad usualmente revisa el producto con un instrumento de medición diferente, diferente persona y en un área diferente.

En la actualidad, con las exigencias de calidad dentro del nuevo esquema de globalización de la economía y la formación de bloques comerciales, esta disciplina resulta imprescindible, porque asegura que la producción sea confiable y competitiva en el mercado nacional e internacional.

La infraestructura de calidad actual en los países de la región centroamericana se limita a unos pocos laboratorios de servicio de Control de Calidad y Metrología que operan según normas internacionales.

Para obtener los beneficios de la globalización y competir con éxito en el mercado interno y de exportación las empresas deben mejorar la calidad de sus productos, lo cual se logra en parte aplicando normas técnicas, metrología, pruebas y ensayos en los diferentes proceso productivos.

En este sentido se detalla la importancia de la Metrología y Calidad. El por qué es relevante calibrar los instrumentos de medición como requisito de las normas ISO 9000 y la periodicidad en que se debe hacer.

2. Ventajas y desventajas de la solución

Ventajas

- Se logra la adquisición de nuevos conocimientos que pueden ser aplicados en la industria metalmecánica.
- Es un elemento de mejora continua tanto para el operario como para la empresa.
- Se crea mayor conciencia de calidad
- Se logra la especialización de los procesos, métodos y operaciones en lo que a metrología se refiere.
- Se mejora o asegura la confiabilidad de sus productos lo que al final en una ventaja competitiva.
- Se logra establecer el concepto de calidad en El Salvador, garantizando el correcto desenvolvimiento industrial y comercial a través de la exactitud de las mediciones.
- El aprendizaje es autodidacta, debido a que se cuenta con este recurso de entrenamiento de fácil comprensión.

Desventajas

- Que el procedimiento para llevar a cabo la capacitación no sea claro y por lo tanto no se logre obtener una completa aplicabilidad del mismo.
- No se obtienen beneficios a corto plazo
- No existe una cultura dentro del sector para establecer procedimientos de este tipo
- La persona encargada en llevar a cabo la capacitación dentro de la estructura de la empresa puede ocasionar pérdida de tiempo por su falta de experiencia, lo cual puede generar discrepancia de ideas o apatía al tema.

- Debido a la resistencia al cambio se da el caso que el manual solo es archivado y no se pone en práctica
- Inasistencia de los empleados a los programas de capacitación

3. Costos de la alternativa de solución

Debido a que se cuenta con un manual de entrenamiento de fácil comprensión y utilización para la industria metalmecánica, se establecen las guías fundamentales para proporcionar el conocimiento acerca de esta disciplina como lo es la metrología. Como esfuerzo de parte del grupo se brindó un ciclo de capacitaciones a algunas de las empresas que conforman el cluster, siendo este el primer paso para crear una cultura metrológica y de ésta forma se puede dar seguimiento a los manuales.

Ante tal situación este proceso de capacitación no tendrá ningún costo adicional para la empresa que haga uso del mismo.

4.5.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Con base a la delimitación del problema se desarrollaron las posibles alternativas de solución, las cuales son las siguientes:

- 1) CONTRATACION DE SERVICIOS DE UN EXPERTO EN METROLOGIA DIMENSIONAL.
- 2) CAPACITACIÓN DE PERSONAL EN EL AREA DE METROLOGÍA EN EL EXTRANJERO
- 3) CREACIÓN DE UN MANUAL DE ENTRENAMIENTO EN METROLOGÍA PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

Las alternativas de solución 1 y 2 requieren de una gran inversión para las empresas, (\$10640 y \$2960 sin incluir el precio del curso respectivamente); las cuales corren el riesgo de no recuperar un cien por ciento de dicha inversión, por lo tanto estas alternativas quedan descartadas, siendo la más viable a criterio del grupo **LA CREACIÓN DE UN MANUAL DE ENTRENAMIENTO EN METROLOGÍA PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA**, esto debido a que las empresas sólo tendrán que cubrir algunos gastos en la reproducción del manual y material didáctico.

Entonces, los integrantes del grupo como agentes de cambio se involucraron a través del diseño de un manual que contiene el desarrollo de capacitaciones técnicas dirigidas a los empleados de taller del cluster.

La capacitación que se llevó a cabo por parte del grupo es el primer esfuerzo para poder crear conciencia de Calidad y Metrología a los empleados, siendo responsabilidad de la organización de las empresas dar seguimiento a esta actividad con base a la documentación estructurada.

CAPITULO V

PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA

LA APLICACIÓN DE LA

METROLOGÍA DIMENSIONAL EN

EL CLUSTER METAL MECÁNICA

INTRODUCCIÓN

En el capítulo V, primeramente se hace un esbozo general del sector, además se presentan los objetivos de la propuesta y las ventajas para la industria en estudio.

De igual forma se establece la forma para llevar a cabo la aplicación de la propuesta, la cual consiste en el desarrollo de un manual de entrenamiento en el área de Metrología.

CAPITULO V: PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA METROLOGÍA DIMENSIONAL EN EL SECTOR METAL-MECÁNICA

5.1 GENERALIDADES

En la actualidad la mayoría de las empresas de la industria Metal Mecánica enfrenta una serie de amenazas, entre ellas y la más relevante es el establecimiento de la competencia internacional, las cuales poseen una organización idónea de acuerdo a sus necesidades, muy buena capacidad financiera y su capacidad instalada está acorde a la proyección de metas y objetivos, estas ventajas le permiten aprovechar las economías de escala, fabricar productos de calidad con bajo costo de producción y por ende competir a nivel internacional.

Ante esta situación el sector no podrá competir si no adopta nuevas técnicas que le permitan posicionarse a un nivel de la competencia. En este sentido el punto medular de la propuesta se basa en crear una infraestructura metrológica de calidad mediante el desarrollo de un programa estructurado de capacitaciones en forma de manual, contribuyendo así en gran parte con el sector.

5.2 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a la industria Metal Mecánica la metodología y las herramientas necesarias para la fácil comprensión y utilización del manual de capacitación en Metrología.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollo de la temática de Metrología Básica, Principales instrumentos de medición, Metrología y Calidad.
- Concientizar a los empleados de la importancia que tiene la aplicación de la formación en Metrología para aumentar la competitividad.
- Reforzar los conocimientos de los empleados.
- Hacer que el personal de las empresas involucrado en sistemas metroológicos adquieran los conocimientos que les permitan mejorar los sistemas de medición que poseen, además de interpretar los resultados que obtengan de las mediciones.
- Proporcionar al participante o al empleado una visión clara de la relación entre Metrología y Calidad.

5.3 VENTAJAS PARA EL SECTOR METAL MECÁNICA

La propuesta de la creación de un manual de entrenamiento en Metrología para el sector, posee las siguientes ventajas:

- Adquisición de conocimientos en Metrología que pueden ser aplicados en la industria Metal Mecánica para mejorar la confiabilidad de las mediciones.
- El aprendizaje es autodidacta en el sentido en que se cuenta con un manual de entrenamiento de fácil comprensión y utilización.
- Generación de ventajas competitivas debido a que al mejorar o asegurar la calidad de los productos se reducen los rechazos en las líneas de producción y a la vez cumplir con los estándares de calidad exigidos internacionalmente.
- Se logra la especialización en cuanto a procesos, métodos y procedimientos que se realizan en la industria.

- Se establece el concepto de calidad en El Salvador garantizando el correcto desenvolvimiento en las actividades comerciales e industriales que tienen lugar en el sector a través de la exactitud en las mediciones.
- Constituye un elemento de mejora continua para el desarrollo y crecimiento formativo.

5.4 APLICACIÓN DE LA METROLOGÍA EN EL CLUSTER METAL MECANICA

El seguimiento a la propuesta consiste en la estructuración de capacitaciones dentro de un manual de entrenamiento, el cuál se presenta en el Apéndice F.

Además el cronograma de las acciones formativas que se llevaron a cabo en las empresas del sector se detalla en el Apéndice G.

5.5 METODOS DE CALIBRACIÓN APLICABLES A LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

A través de una exhaustiva investigación con los contactos de las empresas que prestan servicios de Metrología a nivel Regional (CENAM) se pudo acceder a una gran variedad de información de la cuál se obtuvo el detalle de los **Métodos de Calibración**³¹ para los siguientes instrumentos: calibrador, micrómetro, indicador de carátula y bloques patrón. Debido a las necesidades detectadas en el sector estos métodos pueden ser aplicados en las operaciones de taller.

5.6 RECURSOS PARA LLEVAR A CABO LA EJECUCION DE LA PROPUESTA

Para llevar a cabo la realización de las acciones formativas se reconocieron cuatro tipos de recursos, los cuales fueron identificados tanto para las empresas a ser capacitadas en Metrología como para el equipo de tesis.

³¹ Véase Apéndice E

Estos recursos son: Recursos Económicos, Recursos Audiovisuales, Recurso humano y Recurso Tecnológico.

5.6.1 RECURSOS ECONOMICOS

5.6.1.1 EMPRESA

En este apartado se describen todos los recursos económicos en los que la empresa incurrió al aceptar que se efectúen dentro de sus instalaciones las acciones formativas en Metrología.

Estos recursos son los siguientes:

- Reproducción del material (fotocopias)
- Papel Bond
- Fólder
- Fastener
- Lapiceros
- Refrigerios
- Plumones, pizarra
- Varios (tirro, tachuelas)

5.6.1.2 EQUIPO DE TESIS

El equipo de tesis esta formado por tres estudiantes que han sido capacitados durante un año en el área de la ciencia de las mediciones (METROLOGÍA), y cuyo trabajo de graduación se basa en la aplicación de esta disciplina en las empresas que conforman el cluster Metal Mecánica.

De esta forma, se detallan a continuación cada uno de los recursos en que se incurrió al llevar a cabo la capacitación.

Tabla 5. Costos del equipo de tesis.

Nº	CONCEPTO	PRESUPUESTADO			COSTO REAL			
		Cantidad	Unitario	Total	Cantidad	Unitario	Total	
1	Manual de entrenamiento	124	¢0.30	¢37.2				
2	Hojas de papel Bond carta	150	¢0.10	¢15.0				
3	Anillado pequeño	4	¢7.00	¢28.0				
4	Acetatos reproducidos	70	¢3.00	¢210				
5	Pastas para anillado	4	¢2.00	¢8.0				
6	Diplomas	4	¢20.00	¢80.0				
7	Honorarios expositor 1 (Costos por hora)	4	¢60.00	¢240				
8	Honorarios expositor 2 (Costos por hora)	4	¢60.00	¢240				
9	Honorarios expositor 3 (Costos por hora)	4	¢60.00	¢240				
TOTAL					¢1098			

Fuente: Cotización al laboratorio de Metrología Industrial

5.6.2 RECURSOS AUDIOVISUALES

En cuanto a los recursos audiovisuales, éstos fueron proporcionados por la Universidad Don Bosco como apoyo al sector Metal Mecánica.

Entre estos recursos se tienen los siguientes:

- Computadora
- Cañón
- Proyector de acetatos
- Pantalla para cañón

Este equipo pudo haber sido alquilado por las empresas, pero ello implicaba gastos muy elevados, en este sentido se corría el riesgo que los empresarios rechazaran la propuesta.

5.6.3 RECURSOS HUMANOS

El recurso humano (facilitadores), con que se contó para llevar a cabo la ejecución de la propuesta a través de las acciones formativas esta constituido por los siguientes estudiantes:

1. Jaime René Castro Rauda
2. Julio Alfredo Mejía Díaz
3. Luis Emilio Membreño Velásquez

Jaime René Castro Rauda

Estudiante egresado de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Don Bosco, especializado en:

- Normalización: por el Ing. Jonathan Rodríguez.
- Metrología en el área de **Instrumentos de medición** y temas a fines, siendo capacitado durante el período de seis meses en la misma institución por la Inga. Carolina Nuila.
- Control de Calidad: por la Inga. Rosa Ángela Sosa.

Correo electrónico

jaimecrauda@yahoo.es

Julio Alfredo Mejía Díaz

Estudiante egresado de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Don Bosco, especializado en:

- Normalización: por el Ing. Jonathan Rodríguez.
- Metrología en el área de **Metrología Básica** y temas a fines, siendo capacitado durante el período de seis meses en la misma institución por la Inga. Carolina Nuila.
- Control de Calidad: por la Inga. Rosa Ángela Sosa.

Correo electrónico

xjamd@yahoo.com

Luis Emilio Membreño Velásquez

Estudiante egresado de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Don Bosco, especializado en:

- Normalización: por el Ing. Jonathan Rodríguez.
- Metrología en el área de ***Metrología y Calidad*** y temas a fines, siendo capacitado durante el período de seis meses en la misma institución por la Inga. Carolina Nuila.
- Control de Calidad: por la Inga. Yanira Castro

Correo electrónico

luis_membreño@yahoo.com

5.6.4 RECURSO TECNOLÓGICO

El recurso tecnológico a utilizar para la ejecución de la propuesta es la creación de una página web que contenga el Manual de Entrenamiento en Metrología, la cual será enlazada con el sitio cibernético de la Universidad Don Bosco, para que el empresario pueda tener acceso a ella por medio de esta tecnología, además se incluye un archivo con extensión PDF, siendo este el canal que proporcionará al empleado de taller las bases necesarias para la formación de una cultura metrológica.

La dirección en la que se puede obtener el Manual es:

http://www.manual_de_entrenamiento_metrológico.htm

Y el nombre del archivo es:

manual_de_entrenamiento_metrológico.pdf

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se establecen las conclusiones, que se exponen como los resultados obtenidos en relación directa con los objetivos planteados y además se presentan algunas recomendaciones para el sector que fue estudiado así como para algunos entes que de alguna u otra manera tienen relación con la Metrología.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La estructuración de capacitaciones técnicas dentro de un manual de entrenamiento es el plan de acción para la ejecución de la propuesta, además es el primer paso de un proceso sistemático para poder desarrollar la Metrología como una disciplina, dentro de uno de los sectores de la economía del país como lo es el de Metal Mecánica el cual apoya a las demás industrias partícipes en el desarrollo de la actividad económica nacional.
- La fiabilidad de las mediciones en el sector Metal Mecánica, dependen en gran medida del factor personal e instrumental. A pesar de la experiencia que pueda tener el técnico en el taller para tomar una medición, siempre está en la posibilidad de tomar una lectura errónea, ya sea por el método que utilice para efectuar la operación o por factores como la posición de la persona para tomar la medida y leerla. El factor instrumental está relacionado directamente con la correcta calibración de los instrumentos, así como el buen estado de éstos. Además factores como el ambiente en que se opera pueden ocasionar una desconfianza en la toma de datos por ejemplo trabajar fuera de rango de las temperaturas definidas como óptimas para que no ocurra la dilatación térmica que pueda afectar directamente al instrumento de medición.
- Hoy en día la calidad desempeña un papel esencial como factor de éxito y aseguramiento en el mundo competitivo de la industria Metal Mecánica. El Salvador siendo un país exportador debe poseer adecuados sistemas de certificación de calidad ya que esto sirve como respaldo a las empresas para que sus productos no sean rechazados por los clientes. Todas las empresas que fueron estudiadas consideran que los aspectos que más afectan en la calidad son la capacidad que posee el técnico en mediciones y el equipo de medición mal calibrados.

- De todas las empresas del cluster que fueron objeto de estudio, todas disponen del equipo necesario para realizar mediciones, sin embargo, ninguna cuenta con equipo para calibrar sus instrumentos, ni hacen uso de los servicios de calibración de un laboratorio de Metrología.
- Investigaciones de este tipo son el primer paso para desarrollar bases científicas sólidas, las cuales son de gran necesidad para el desarrollo del país y de los ciudadanos, ya que se trata de formar una conciencia orientada al cambio. En donde el reto está constituido por el uso de nuevas tecnologías y técnicas especiales como la disciplina de Metrología.
- El uso incorrecto de los instrumentos de medición tiene consecuencias graves, como rechazo del producto por no cumplir con las especificaciones técnicas preestablecidas, además se corre el riesgo de desperdiciar materiales.
- Los diversos sectores económicos del país requieren de un gran apoyo para enfrentar la globalización, debido a que esta exige cambios para propiciar un clima adecuado a la inversión nacional y extranjera, así como mejorar la infraestructura física y económica para ser competitivos ante la apertura de nuevos mercados.
- Una de las ventajas del cluster es que permite disminuir los costos de producción, mejorar su calidad, acceder a mejores y nuevos mercados y comprar insumos a precios más bajos.
- La Metrología está encaminada a buscar un control y verificación de calidad, requiere de normas, reglas técnicas y conceptos modernos de certificación y acreditación que permiten evaluar los procesos y los productos.
- Para obtener una confiabilidad metrológica que garantice la calidad técnica de los procesos de producción con eficacia y en beneficio de todos, se necesita de una infraestructura de laboratorios metrológicos, en los cuales se realice la calibración de equipos de medida y asegurarse que los técnicos involucrados directamente en las mediciones tengan la capacidad para evaluar metrológicamente los resultados.

- Para la industria de El Salvador la certificación de sus equipos de medición representa una ventaja para mejorar o asegurar la calidad y confiabilidad de sus productos.
- Aunque la acreditación es voluntaria, en estos tiempos en que se habla de globalización, calidad total, servicio al cliente y de firmar tratados de libre comercio, las miradas de los empresarios visionarios se está volviendo hacia la acreditación, como una respuesta para el logro de una mayor rentabilidad al ser más competitivos.
- La Metrología Dimensional como parte importante de la ciencia de las mediciones, es considerada una disciplina en la cual se tienen muchas expectativas positivas a mediano plazo en nuestro país, debido a su carácter científico y a la aplicabilidad que ésta tiene en cada uno de los procesos productivos en los sectores industriales de El Salvador, ya que además de crear en los empleados una cultura de calidad y Metrología, se logra asegurar la confiabilidad en la calidad de los productos, procesos, métodos, operaciones y mediciones.

En este sentido existe la necesidad de desarrollar un sistema de medición que pueda proteger la salud y la seguridad de la población; el requerimiento de la industria por un sistema de mediciones que ayude a mejorar su eficiencia y competitividad.

6.2 RECOMENDACIONES

- El cluster de Metal Mecánica además de identificarse por su interés en la fabricación de piezas y moldes con equipo de Control Numérico Computarizado (C.N.C), orientadas a la exportación y otras, como industria de apoyo en procesos con maquinaria y equipo convencional debe buscar el mejoramiento de su productividad, la disminución de costos y la confiabilidad en las mediciones para eliminar o reducir los rechazos en las líneas de producción, a través del desarrollo de la Metrología en el sector en toda su estructura organizacional.
- El cluster Metal Mecánica en primera instancia debe contratar los servicios de calibración de instrumentos de medición utilizados en los talleres por los operarios, a un laboratorio de Metrología industrial, el cual proporcionará un certificado de calibración que contiene datos sobre el comportamiento de dichos instrumentos y si se encuentra dentro de tolerancias permitidas para brindar al usuario confiabilidad en las mediciones que realiza.
- El cluster Metal Mecánica debe mantener registros históricos, crónicas o memorias que permitan monitorear los resultados obtenidos mediante la creación de una infraestructura metrológica.
- Los empresarios deben adoptar el concepto de calidad como parte de los procesos productivos del país, para ayudar a mejorar el nivel de competitividad en el ámbito nacional e internacional, ya que son muchos los factores que hay que tener en cuenta a fin de impulsar la calidad como valor agregado para la generación de una cultura nacional que puede adicionarse a la imagen que se tiene en el ámbito mundial de los salvadoreños, personas laboriosas.

- Es indispensable que los empresarios sean el canal o el medio por el cual los empleados del taller desarrollen una cultura metrológica, a través de la implementación de acciones formativas en la ciencia de las mediciones (METROLOGÍA), para lo que existe ya una estructuración definida, contenida en un manual de entrenamiento en donde se contempla un curso de fácil entendimiento y aplicación en esta disciplina.
- El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) debe esforzarse en la promulgación y divulgación de la Metrología a nivel nacional, resaltando la importancia de la Metrología Dimensional en el sector industrial.
- El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) debe desarrollar una infraestructura metrológica para apoyar las actividades productivas del país y garantizar la confiabilidad de los instrumentos de medición utilizados en el comercio, protección de la salud y control de acato a leyes.
- El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como ente normalizador, debe coordinar a través de los comités técnicos de normalización, la elaboración, adopción y adaptación de los diferentes reglamentos técnicos y normas metrológicas aplicables a nuestro país.
- La industria salvadoreña requiere, de inmediato, de una modernización relacionada con los Sistemas de Metrología, Normalización , Pruebas y Calidad (MNPC), lo que constituirá el primer peldaño en la construcción de una infraestructura que soporte y permita mejorar la calidad de los bienes y servicios producidos.
- El desarrollo metrológico de El Salvador, debe ser relevante tanto a las necesidades industriales, de ciencia y tecnología como al bienestar y mejoramiento de calidad de vida de sus habitantes.
- En la medida en que el sector productivo trabaje con base a normas de productos y regulaciones de mercado, tendrán mayores posibilidades de cumplir los requisitos exigidos en los mercados regionales o internacionales, lo que aumentaría el volumen de sus transacciones con el correspondiente aumento de su rentabilidad.

- La Universidad Don Bosco como una institución que brinda servicios cualificados debe dar mayor énfasis en la difusión de la disciplina de metrología, por ser la única en poseer un Laboratorio de Metrología Industrial en el país.
- La Escuela de Ingeniería Industrial, en aras de que se está llevando a cabo en la actualidad una revisión curricular debe promover la introducción de la cátedra de metrología a todas las carreras técnicas de la institución, debido a la aplicabilidad que esta tiene en todas las áreas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- CENTENARIO DE LA CONVENCION DEL METRO, Roberto Rivas
Edición Conmemorativa del Primer Centenario de la Convención del Metro,
1975, Madrid, España.
- COMISION NACIONAL DE METROLOGIA Y METROTECNIA, Roberto Rivas
Edición Conmemorativa del Primer Centenario de la Convención del Metro,
1975, Madrid, España.
- COMO HACER UNA TESIS DE GRADUACIÓN CON TÉCNICAS
ESTADÍSTICAS, Gildaberto Bonilla
Colección Textos Universitarios, Volumen 18. Segunda edición 1995
UCA Editores, El Salvador.
- CONSTRUYENDO LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DE EL SALVADOR,
FASE V
Monitor Company Inc., Noviembre, 1998
- CURSO DE METROLOGIA DIMENSIONAL, Javier Carro de Vicente-Portela
Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros
Industriales, 1978, Madrid, España.
- EL SALVADOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA, Revista.
CONACYT 2001
- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Roberto Hernández Sampieri
Editorial Mc-Graw Hill, 1994.
- METROLOGIA DIMENSIONAL, Inga. Carolina Nuila, Ing. Jonathan Rodríguez
Universidad Don Bosco, Noviembre, 1999.
- METROLOGIA, Carlos Gonzales Gonzales – Ramón Zeleny Vásquez
Editorial Mc.Graw-Hill, 1999, segunda edición, México.
- PORTAFOLIOS DE LA CATEDRA METROLOGIA
Universidad Don Bosco, 2001, Soyapango
- Proyecto ELS 90/004 "Fortalecimiento del Ministerio de Economía para el
Programa de Ajuste Estructural"
Consultor: Jorge Pivel

- Tesis sobre Cluster. Universidad Tecnológica. Varios autores.
El Salvador 2001
- www.asi.com.sv
- www.cenam.com.mx
- www.conacyt.gob.sv
- www.oiml.org/publicaciones.htm
- www.onum.com.cr
- www.inmetro.gov.br
- www.copant.org
- www.mici.gob.pa

VII. GLOSARIO

Ajuste: operación de ubicar un instrumento de medición en un estado de funcionamiento adecuado para su uso.

Calibración: conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicadas por un instrumento de medición o por un sistema de medición, o los valores representados en una medida materializada o por un material de referencia y valores correspondientes determinados por medio de los patrones.

Calibrar: es comparar un instrumento con un patrón.

Calidad: conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que le confieren su actitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas.

Cluster: unión de productores de un mismo artículo, bien de consumo o servicio, con sus proveedores y todo sector relacionado con su rubro económico.

Cultura Metrológica: Está enmarcada en la determinación de las necesidades nacionales de medición y de las capacidades que tiene el país para responder a éstas y finalmente, en la identificación de los recursos humanos, tecnológicos incluyendo también los económicos siendo los objetivos de ésta mejorar la capacidad metrológica, orientar su concurso para el desarrollo del comercio, la producción y el nivel educativo, además de difundir la aplicación del Sistema Internacional de Unidades.

Error de la medición: resultado de una medición menos un valor verdadero de la magnitud por medir.

Error de un instrumento de medición: indicación de un instrumento de medición menos un valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente.

Exactitud de la medición: cercanía del acuerdo entre el resultado de una medición y un valor verdadero de la magnitud por medir.

Exactitud de un instrumento de medición: aptitud de un instrumento de medición para dar respuestas cercanas a un valor verdadero.

Incertidumbre: parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir.

ISO 9000: conjunto de normas que indican lineamientos generales para la administración de sistemas de calidad.

Just in time: técnica que consiste en la eliminación de fuentes de pérdida industrial, consiguiendo la cantidad correcta de material en bruto y produciendo la cantidad adecuada de productos en el lugar correcto y en el momento correcto.

Magnitud: característica o cualidad que tienen un cuerpo, sustancia o cualquier otra manifestación de la naturaleza que nos pueda permitir darles una calidad y un valor cuando la expresemos.

Medición: conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar el valor de una magnitud.

Medir: comparar dos objetos de acuerdo a una característica física que los distinga y asignarle un valor numérico a dicha comparación.

Metal-Mecánica: es una diversa colección de industrias relacionadas con la producción, servicio y exportación de productos de metal.

Metrología: ciencia de la medición, la metrología incluye aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones. Los métodos de medición se pueden calificar en diversas formas tales como: método de sustitución, método de comparación, método diferencial, etc.

Metrología Legal: es la rama de la Metrología que se encarga de la vigilancia del sistema de unidades, conservación de los prototipos nacionales, autorización de modelo de los instrumentos para medir, verificación de tolerancias en los contenido netos, autorización, conservación y control de los patrones, servicios de acreditamiento y evaluaciones técnicas.

Metrología Industrial: es la rama de la Metrología que se encarga de prestar servicios a la industria validando sus mediciones a patrones nacionales o internacionales.

Metrología Dimensional: se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes lineales y angulares y a la vez incluye la posición en el espacio.

Metrología Científica: es la rama de la Metrología que se encarga de la investigación para generar nuevos o mejorar los actuales métodos de medición y cuantificación de las magnitudes.

Normalización: actividad que fija las bases para el presente y el futuro, esto con el propósito de establecer un orden para el beneficio y con el concurso de todos los interesados. Es el proceso de elaboración y aplicación de normas; son herramientas de organización y dirección.

Patrón: medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o una o más valores de una magnitud que sirva como referencia.

Precisión: es el grado en que se puede repetir un proceso de medición.

Rango: conjunto de valores limitado por las indicaciones de los extremos.

Repetibilidad: Especifica la habilidad del instrumento para entregar la misma lectura en aplicaciones repetidas del mismo valor de la variable medida. Así, por ejemplo, si a una misma presión de 25 p.s.i.g., un manómetro de precisión de 1 p.s.i., entrega las lecturas de 25,5; 26; 24,3; y 24 p.s.i.g. su operación es repetible; una lectura de 27 p.s.i.g. indicaría un problema de repetibilidad del instrumento.

Reproducibilidad: Se refiere a la capacidad del instrumento de mantener una misma lectura cuando el valor de la especie sensada está a valor constante. También se utiliza este término para describir la capacidad de entregar el mismo valor medio y desviación estándar al medir repetidamente un mismo valor.

Sistema de Medición: conjunto completo de instrumentos de medición y otros dispositivos ensamblados para efectuar mediciones específicas.

Trazabilidad: propiedad del resultado de una medición, o del valor de un patrón, en virtud de la cual ese resultado se puede relacionar con referencias estipuladas, generalmente patrones nacionales o internaciones, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones que tengan todas incertidumbres determinadas.

Unidad de medida: una magnitud en particular, definida y adoptada por convención, con la cual se comparan otras magnitudes de la misma naturaleza, con el propósito de expresar sus cantidades en relación con esa magnitud.

Verificación: es la aprobación de si los instrumentos para medir están conformes a normas o a disposiciones reglamentarias.

VIII. GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

ALIDES: Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible
AMPES: Asociación de Medianos y Pequeños Empresarios
ASI: Asociación Salvadoreña de Industriales
ASIMETAL: Asociación de Industriales Metal-Mecánicos y Metalúrgicos de El Salvador
BANAFI: Banco Nacional de Fomento Industrial
BID: Banco Interamericano de Desarrollo
BIPM: Bureau Internacional de Pesas y Medidas
BMI: Banco Multisectorial de Inversiones
CCE: Comité de Cooperación Económica Centroamericana
CEPAL: Comisión Ejecutiva Para América Latina
CEP o SPC: Control Estadístico de Proceso
CGPM: Conferencia General de Pesas y Medidas
CIATEC: Centro de Innovación y Actualización de Tecnología
CIIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CNC: Control Numérico por Computadora
CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAMYPE: Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa
COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas
DKD: Servicio de Calibración Alemana
EUROMET: Organización de Metrología Europea
FODA: Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
IAAC: Asociación Interamericana de Acreditación
ICAITI: Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial
INCAE: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
INSAFOP: Instituto Salvadoreño de Fomento de la Producción
ISO: Organización Internacional para la Estandarización
ITCA: Instituto Tecnológico Centro Americano
LATU: Laboratorio Tecnológico de Uruguay

MNPC: Sistema de metrología, Normalización, Pruebas y Calidad
NIST: Instituto Nacional de Normas y Tecnología
OIML: Organización Internacional de Metrología Legal
OMC: Organización Mundial del Comercio
ONG: Organización No Gubernamental
ONNUM: Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida de Costa Rica
PNCES: Programa Nacional de Competitividad de El Salvador
SAAC: Servicios de Calibración y Acreditación Argentino
SI: Sistema Internacional
SIM: Sistema Internacional de Metrología
UES: Universidad de El Salvador
WECC: Western Engineering Conference and Competition
WELMEC: Corporación Europea de Metrología Legal

APENDICES

ÍNDICE DE APENDICES

APÉNDICE A	
ENCUESTA	154
APÉNDICE B	
TABULACION Y RESUMEN DE LA INFORMACIÓN	159
APÉNDICE C	
ENCUESTA DE TALLER	174
APÉNDICE D	
TABULACION Y RESUMEN DE LA INFORMACIÓN	177
APÉNDICE E	
METODOS DE CALIBRACIÓN	184
APÉNDICE F	
MANUAL DE ENTRENAMIENTO	213
APÉNDICE G	
CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES	245

APÉNDICE A ENCUESTA



ENCUESTA



OBJETIVO: “Conocer las prácticas Metroológicas que se realizan en el Cluster Metal-Mecánica en El Salvador y las necesidades en la disciplina Metroológica de estas empresas”.

I. DATOS GENERALES:

1. Nombre de la empresa:

2. Ubicación de la empresa:

II. CONTROL Y SISTEMA DE CALIDAD:

3. ¿Existe cultura de calidad en su empresa?

Si

No

4. ¿Poseen manuales y documentos referentes a la calidad?

Si

No

5. ¿Existe aplicabilidad de estos manuales y documentos en su entorno empresarial?

Si

No

6. ¿Cuenta su empresa con un laboratorio de Control de Calidad?

Si

No

7. ¿Sabe usted qué es la Metrología?

Si

No

Si la respuesta anterior es afirmativa, defínala:

8. ¿Qué control se realiza para cumplir con las especificaciones del producto?

Verificación de dimensiones

Verificación de las especificaciones de materia prima

Verificación de forma

9. ¿Considera importante la magnitud dimensional como parte de la Metrología dentro de su empresa?

Si

No

10. ¿Es la capacitación un recurso utilizado por la empresa para dar a conocer aspectos referentes a su buen funcionamiento?

Si

No

11. ¿Considera que los conocimientos son asimilados en la capacitación?

Si

No

12. ¿Qué tipos de capacitaciones se han proporcionado en su empresa?

Seminarios

Cursos

Charlas

III. SISTEMA DE METROLOGIA

13. ¿Posee su empresa un departamento de Metrología?

Si

No

14. ¿Existen auditorías de tipo metrológico dentro de la empresa?

Si

No

15. ¿Para usted, que es Calibración?

16. ¿Qué tipo de equipo de medición posee o tiene la empresa?

Mecánico (Análogo)

Electrónico (Digital)

Eléctrico

Todos

Otros

17. ¿Cuáles son los instrumentos de medición y calibración que posee su empresa?

Calibrador Bloques
Micrómetro Reglas
Comparador de reloj

18. ¿Qué factores influyen en la fiabilidad de las mediciones?

Personal Instrumental
Método Condiciones ambientales

19. ¿Qué aspectos afectan la calidad de los productos relacionados con la magnitud dimensional (longitudes, ángulos, superficies y formas)?

Equipo en mal estado Falta de controles de calidad
Capacidad del personal Instrumentos mal calibrados

20. ¿Qué tipo de problemas técnicos se originan en las mediciones por el uso incorrecto de los instrumentos de medición?

Errores en la lectura Errores en la medición
Rechazos de productos Desperdicio de materia

21. ¿Considera que calibrar instrumentos es una:

Ventaja Fortaleza Ambas

22. ¿Conoce las guías de observación de taller?

Si No

23. ¿Son aplicadas estas guías de observación de taller dentro de su empresa?

Si No

24. ¿Cuántos estudios de este tipo se han realizado en su empresa?

0 – 2 2 – 5 5 – 10 10 – 20

25. ¿Estaría usted dispuesto a que su empresa sea capacitada en esta disciplina que es la Metrología?

Si No

26. Indique cuales de los siguientes temas son de su interés:

Metrología Básica

Metrología Dimensional

Metrología y Calidad

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

APÉNDICE B TABULACION Y RESUMEN DE LA INFORMACIÓN

TABULACION Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION

I. IDENTIFICACIÓN

1. Nombre de la empresa

Objetivo: Conocer la entidad que está siendo investigada.

- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
- MAYPROD S.A. DE C.V.
- DISSUELA
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- TÉCNICOS MECÁNICOS
- TALLERES DIVERSIFICADOS
- TALLERES MUÑOZ

2. Ubicación de la empresa

Objetivo: Conocer la actual ubicación geográfica de la empresa encuestada.

- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
Dirección: 12 Av. Sur, #132, San Salvador
- MAYPROD S.A. DE C.V.
Dirección: 10 Av. Sur, #1723, Col. América, San Salvador
- DISSUELA
Dirección: Calle L – 3, Av. L – E, Pol. H – 14, Antiguo Cuscatlán
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
Dirección: Col. Maralli, calle Principal, #11 – A, Soyapango
- TÉCNICOS MECÁNICOS
Dirección: 23 calle Ote., #243, 1 cuadra al Ote. del Colegio María Auxiliadora

- TALLERES DIVERSIFICADOS

Dirección: Col. El Rosal Sur, Calle Los Almendros, #27, San Salvador

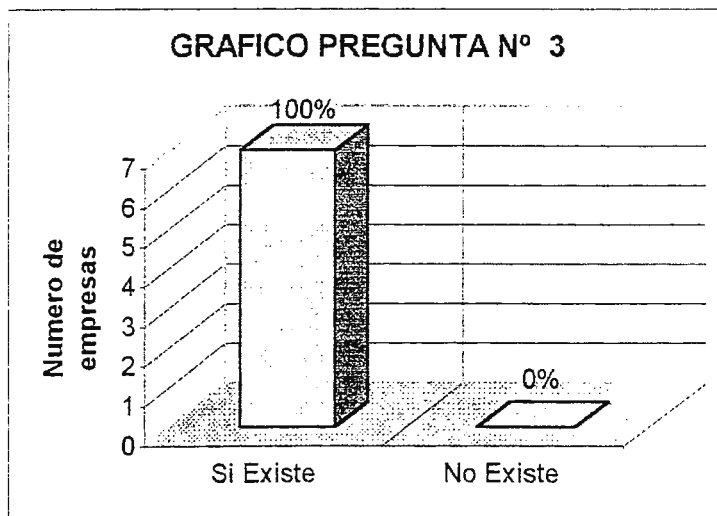
- TALLERES MUÑOZ

Dirección: Km. 99 1/2, carretera a San Salvador, Col. Santa María, Ahuachapán

II. CONTROL Y SISTEMA DE CALIDAD

3. ¿Existe cultura de calidad en su empresa?

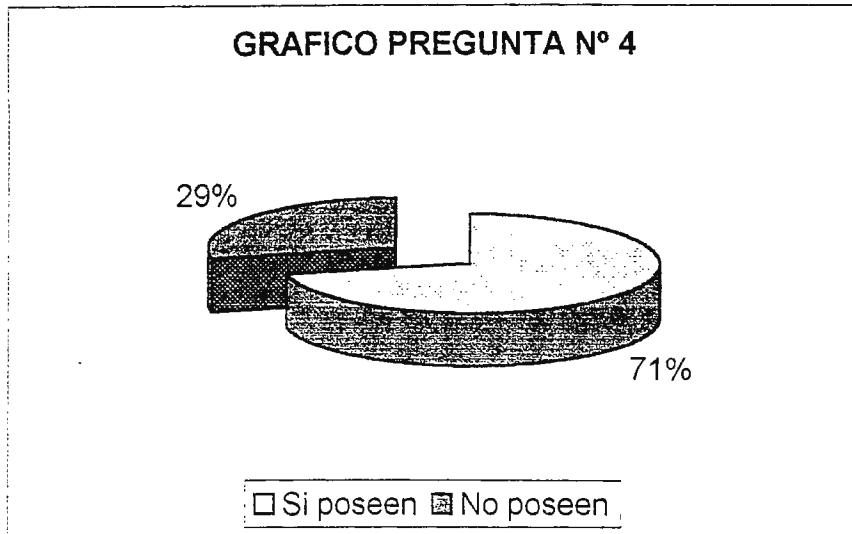
Objetivo: Conocer las bases en lo que respecta a sistemas de calidad dentro de la empresa.



Comentario: Todas las empresas están consientes de la importancia de la calidad en todos sus procesos y lo que esto significa para enfrentar los procesos de globalización.

4. ¿Poseen manuales y documentos referentes a la calidad?

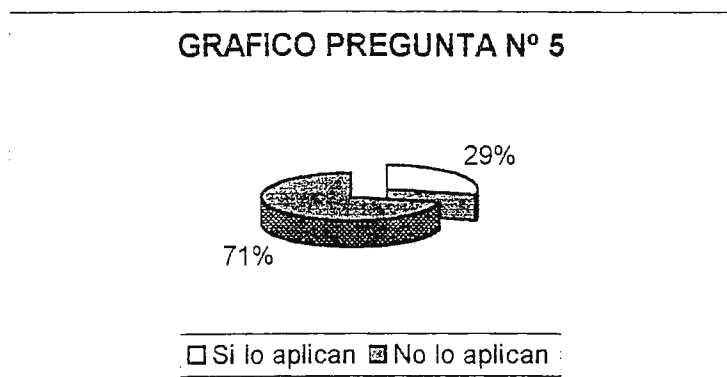
Objetivo: Conocer el grado de organización existente dentro de la empresa.



Comentario: La mayoría de las empresas expresaron poseer manuales y documentos referentes a la calidad. lo que indica un proceso de mejora dentro de las organizaciones.

5. ¿Existe aplicabilidad de estos manuales y documentos en su entorno empresarial?

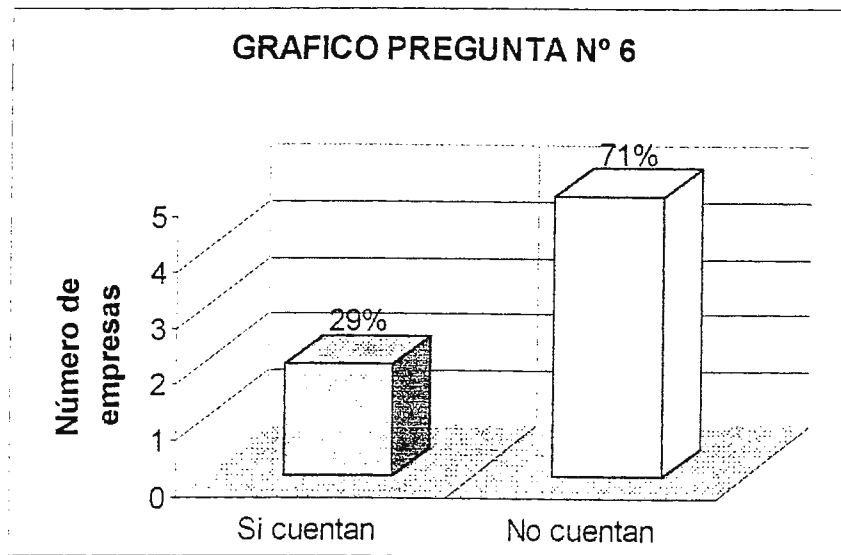
Objetivo: Determinar el porcentaje de aplicabilidad que se tiene de estos manuales y documentos técnicos dentro de la empresa.



Comentario: La mayor parte de las empresas creen que no existe aplicabilidad de estos documentos y manuales de calidad, debido a que se apegan más a las prácticas empíricas y no así a un documento bien estructurado.

6. ¿Cuenta su empresa con un laboratorio de Control de Calidad?

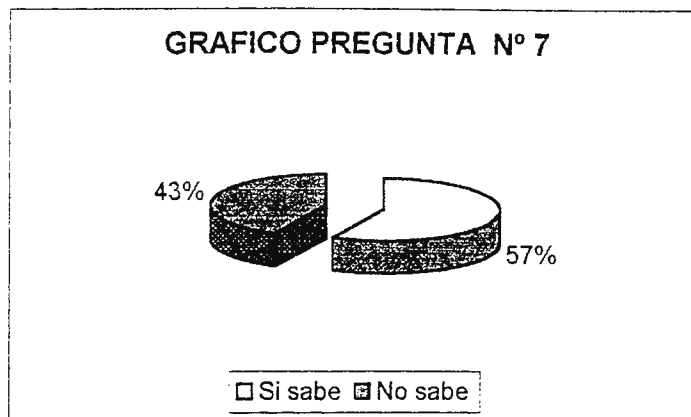
Objetivo: Constatar que dentro de la empresa se realizan pruebas de calidad, insumos y productos terminados.



Comentario: El 29% de las empresas poseen un laboratorio de control de calidad. debido a que son empresas de tamaño considerable.

7. ¿Sabe usted qué es la Metrología?

Objetivo: Determinar el grado de cultura y conocimiento sobre esta disciplina.



Comentario: Más de la mitad de las empresas encuestadas conocen el concepto de Metrología, lo cual indica que esta disciplina está dejando de ser un tópico nuevo en el medio empresarial y se está comenzando a tener una cultura metrológica.

8. ¿Qué control se realiza para cumplir con las especificaciones del producto?

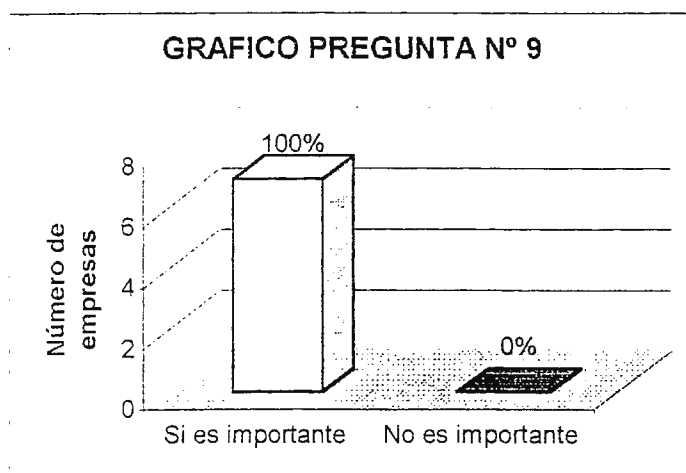
Objetivo: Conocer los procedimientos y métodos que la empresa realiza para cumplir con las especificaciones del producto.



Comentario: Todas las opciones son consideradas como parte del control que se realiza para cumplir con las especificaciones del producto.

9. ¿Considera importante la magnitud dimensional como parte de la Metrología dentro de su empresa?

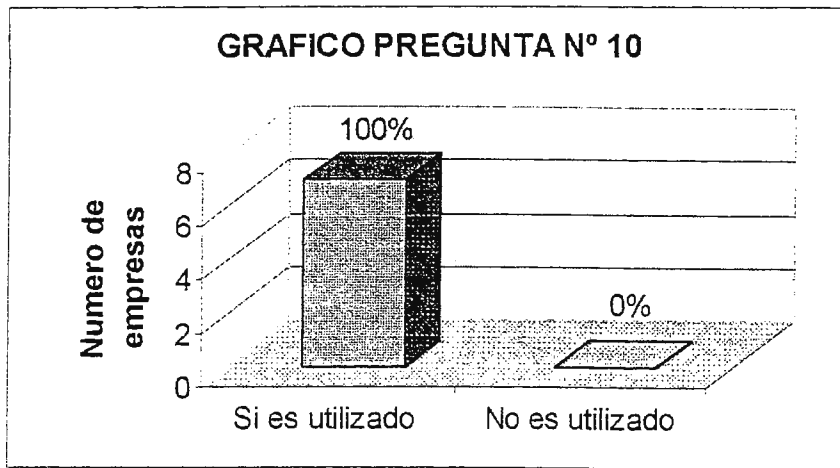
Objetivo: Conocer la influencia de la Metrología Dimensional dentro de los procesos de la empresa.



Comentario: El 100% de las empresas considera que la magnitud dimensional es importante dentro de su sector, esto debido a las actividades y operaciones que se desarrollan como lo es: la verificación de medidas (diámetros, longitudes, superficies, ángulos, etc.).

10. ¿Es la capacitación un recurso utilizado por la empresa para dar a conocer aspectos referentes a su buen funcionamiento?

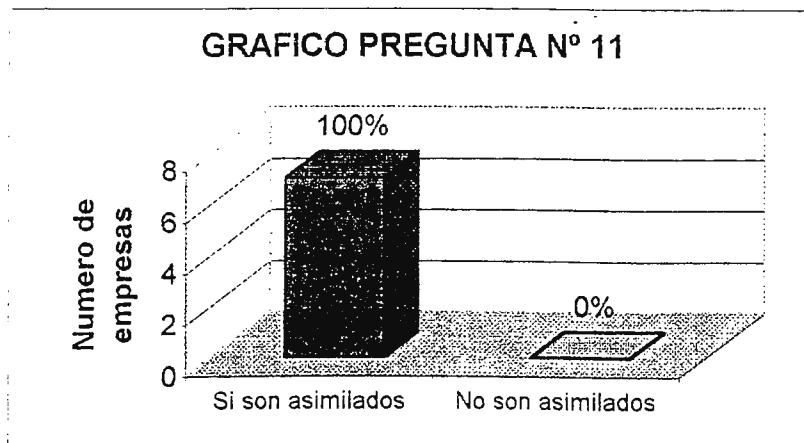
Objetivo: Conocer la importancia que la empresa da al recurso de la capacitación.



Comentario: Todas las empresas consideran que la capacitación es uno de los recursos que más se utilizan para dar a conocer a sus operarios nuevas técnicas, políticas, normas, reglamentos, etc.

11. ¿Considera que los conocimientos son asimilados en la capacitación?

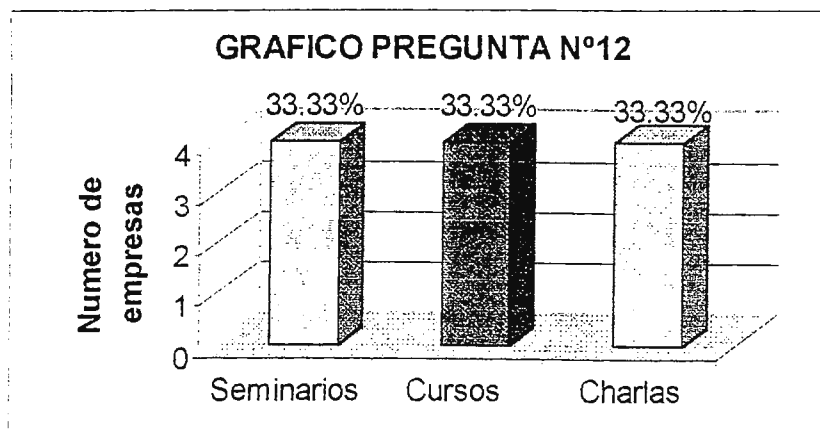
Objetivo: Determinar que tanto podrían ser asimilados los conocimientos adquiridos en la capacitación.



Comentario: El 100% de las empresas encuestadas creen que el conocimiento impartido es asimilado, pero no de igual forma por todos los empleados ya que unos empleados asimilan todos los conocimientos, mientras que otros asimilan sólo un 25%, 50% o 75%.

12. ¿Qué tipos de capacitaciones se han proporcionado en su empresa?

Objetivo: Conocer la tendencia sobre la clase de capacitación que estarían dispuestos a recibir las empresas.

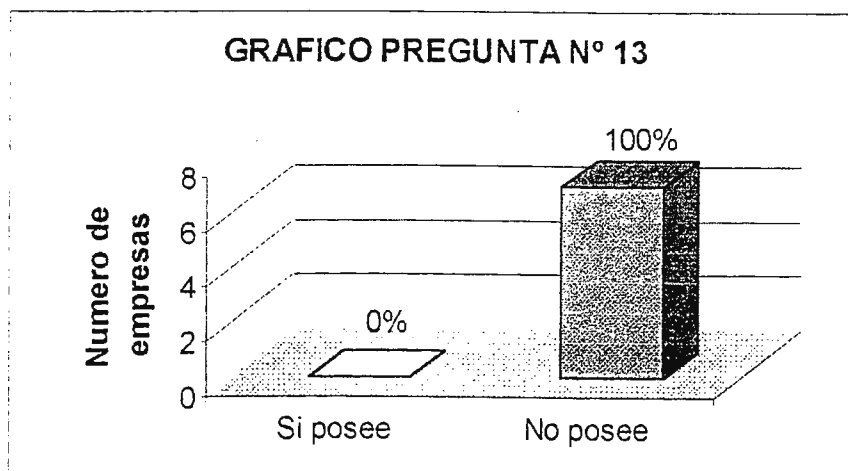


Comentario: Las empresas encuestadas han sido a través de los diferentes medios como lo son: seminarios, cursos y charlas.

III. SISTEMA DE METROLOGIA

13. ¿Posee su empresa un departamento de Metrología?

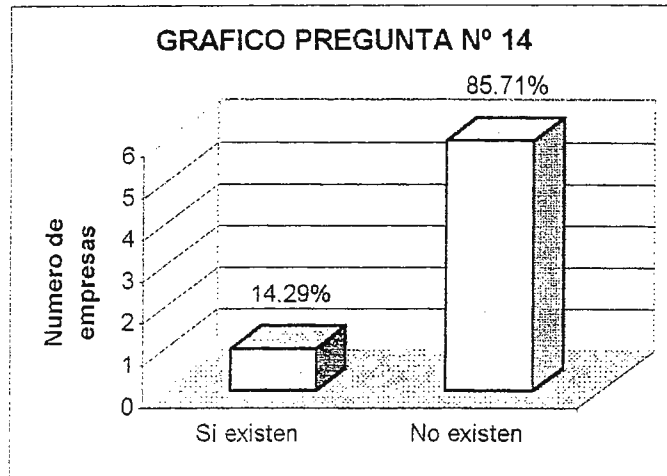
Objetivo: Saber si dentro de la organización existe un departamento Metrológico.



Comentario: Todas las empresas del sector no cuentan con un laboratorio de Metrología, esto debido a la magnitud de las empresas, es decir que no son lo suficientemente grandes para contar con un laboratorio de Metrología. Además optan por subcontratar los servicios de Metrología.

14. ¿Existen auditorias de tipo metrológico dentro de la empresa?

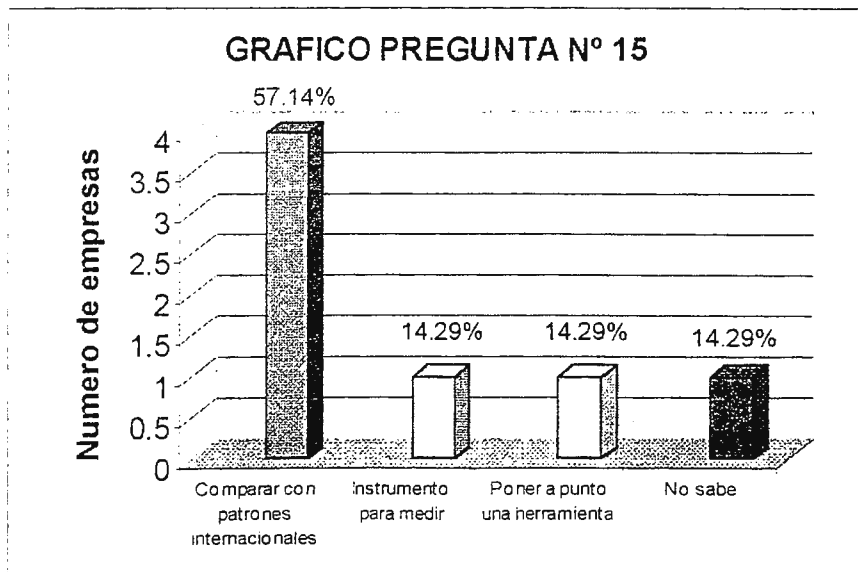
Objetivo: Determinar la cultura metrológica y la calidad que existe dentro de la organización.



Comentario: Solamente en una de las empresas se pudo constatar que se realizan auditorias de tipo metrológico.

15. ¿Para usted, que es Calibración?

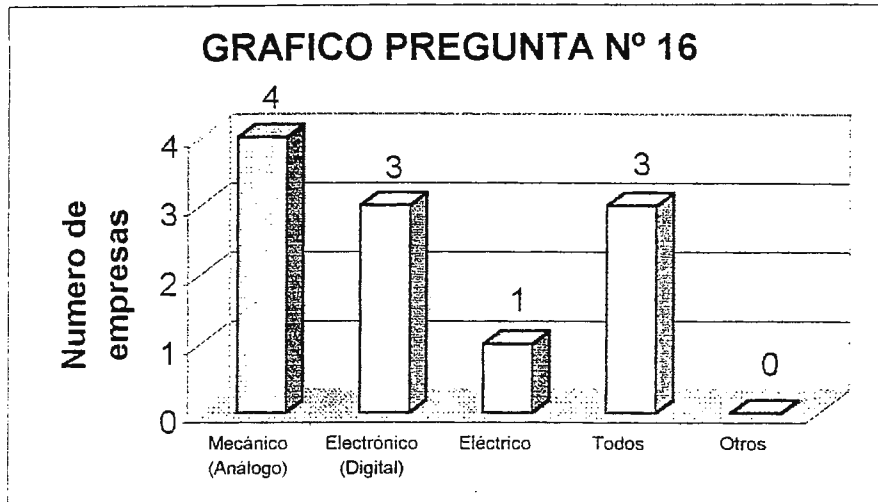
Objetivo: Verificar el nivel de conocimiento de este término.



Comentario: La mayoría de las empresas coinciden con el verdadero concepto de calibración. Lo cual indica que existe un esfuerzo por parte de las mismas por culturizarse y saber más sobre nuevas técnicas.

16. ¿Qué tipo de equipo de medición posee o tiene la empresa?

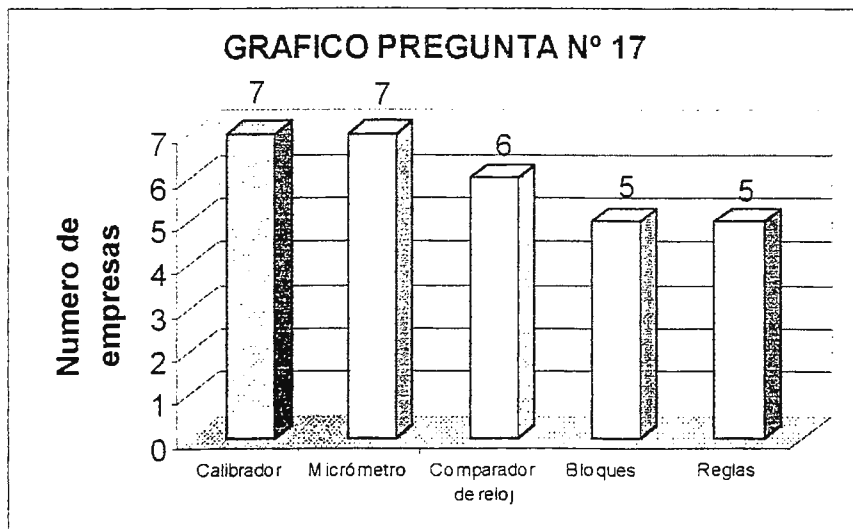
Objetivo: Verificar el grado de tecnología que tienen las organizaciones en cuanto al uso de equipo de medición.



Comentario: La mayoría de las empresas cuentan aún con equipos obsoletos (Mecánicos-Análogos) para efectuar sus mediciones, lo cual indica que sus medidas no son precisas.

17. ¿Cuáles son los instrumentos de medición y calibración que posee su empresa?

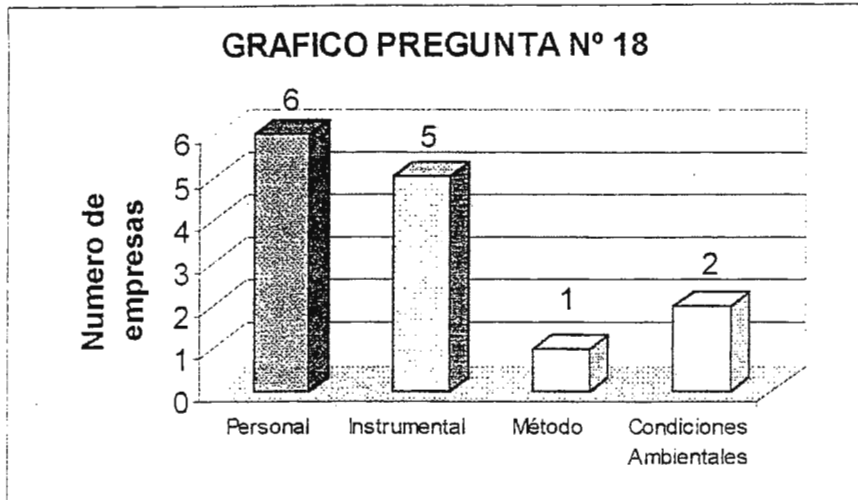
Objetivo: Conocer la variedad de instrumentos que posee la empresa.



Comentario: De todas las empresas que fueron encuestadas la mayoría cuentan con equipo necesario para realizar mediciones.

18. ¿Qué factores influyen en la fiabilidad de las mediciones?

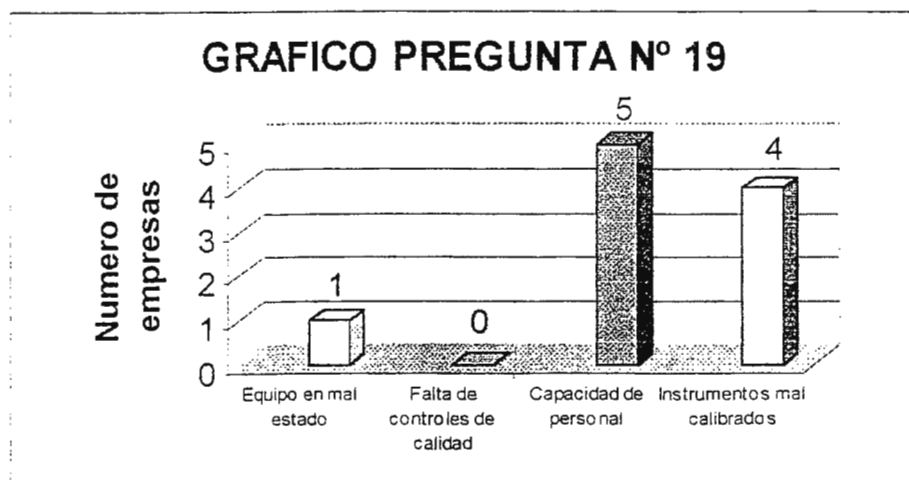
Objetivo: Determinar cuáles son los factores que influyen en la exactitud de la medición.



Comentario: La mayor parte de las empresas encuestadas coincidieron que el factor personal e instrumental son los mas influyentes en la fiabilidad de las mediciones.

19. ¿Qué aspectos afectan la calidad de los productos relacionados con la magnitud dimensional (longitudes, ángulos, superficies y formas)?

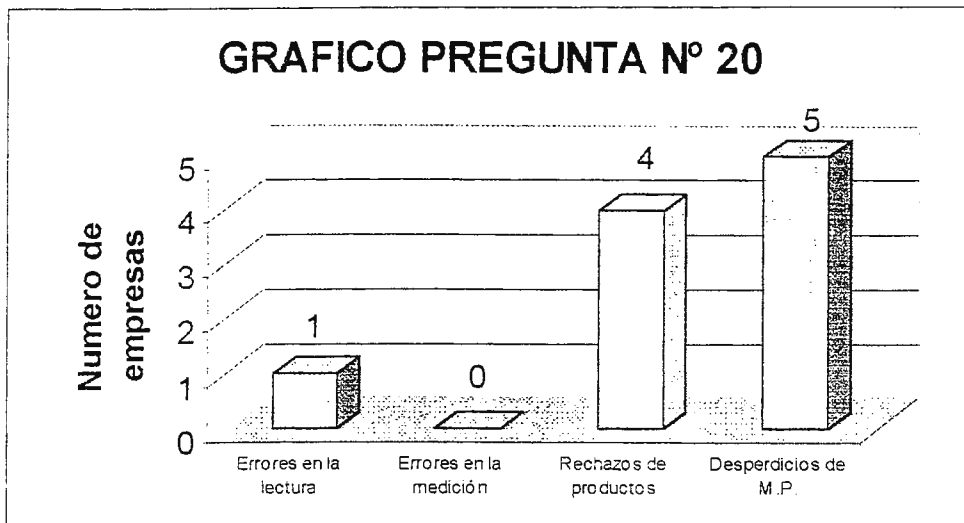
Objetivo: Definir los aspectos que afectan la calidad de los productos terminados relacionado con la magnitud en estudio.



Comentario: La mayoría de las empresas consideran que los aspectos que más afectan en la calidad de los productos son la capacidad que posee actualmente el personal y por contar con equipos e instrumentos mal calibrados.

20. ¿Qué tipo de problemas técnicos se originan en las mediciones por el uso incorrecto de los instrumentos de medición?

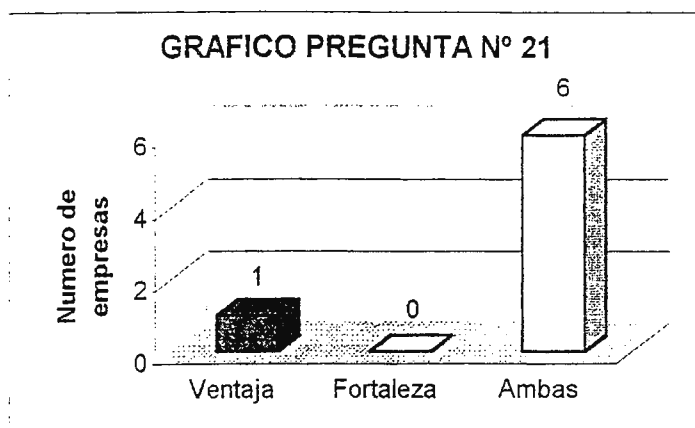
Objetivo: Determinar los problemas técnicos en las mediciones que son causa del uso incorrecto de los instrumentos.



Comentario: El rechazo de productos y el desperdicio de materiales son considerados algunos de los problemas técnicos mas resaltantes que se originan por el uso incorrecto de las mediciones.

21. ¿Considera que calibrar instrumentos es una ventaja o fortaleza?

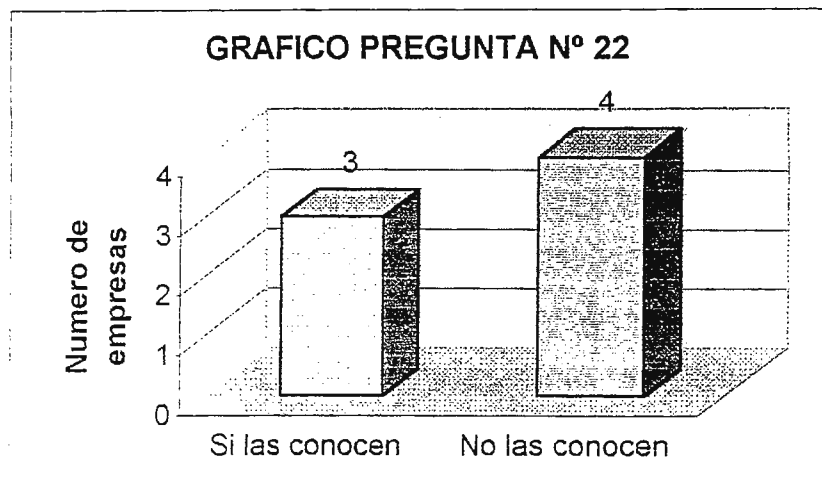
Objetivo: Conocer cuál es la connotación que tiene el encuestado sobre el calibrar instrumentos.



Comentario: La operación de calibrar instrumentos de medición es considerada por la mayoría de empresas como una ventaja y fortaleza.

22. ¿Conoce las guías de observación de taller?

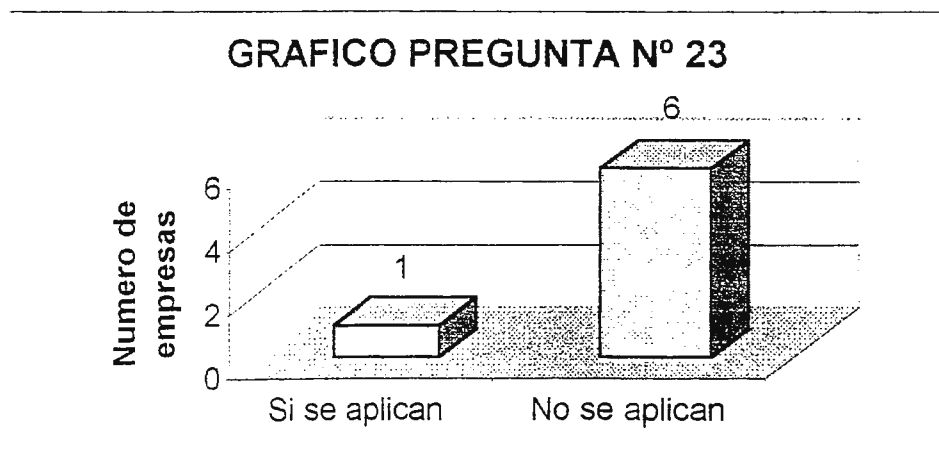
Objetivo: Determinar en que grado el encuestado conoce sobre esta técnica.



Comentario: El 57% de las empresas no conoce lo que es una guía de observación de taller.

23. ¿Son aplicadas estas guías de observación de taller dentro de su empresa?

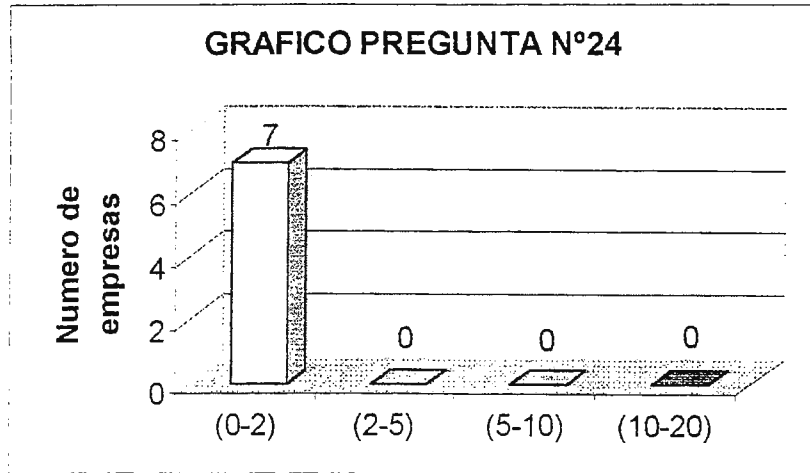
Objetivo: Determinar el grado de aplicabilidad que esta guía de observación tiene en la empresa.



Comentario: Solamente una de las empresas aplica las guías de observación de taller como una técnica que es útil para obtener y recopilar información acerca del buen funcionamiento y el estado actual de las empresas.

24. ¿Cuántos estudios de este tipo se han realizado en su empresa?

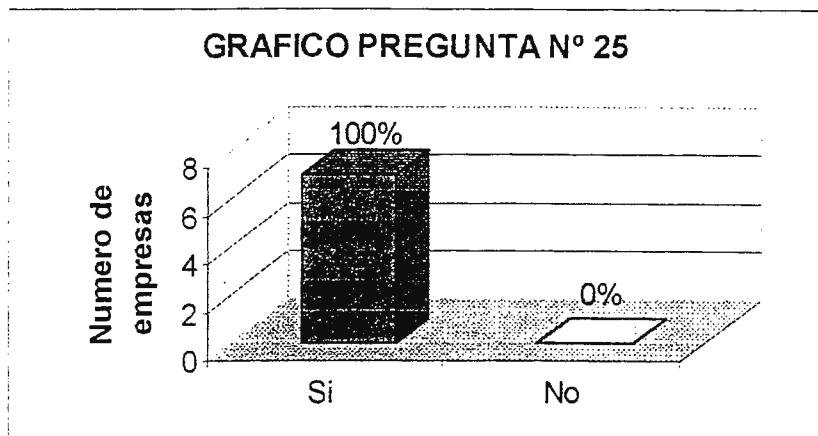
Objetivo: conocer el numero de estudios similares que se han realizado en la empresa.



Comentario: El 100% de las empresas expresó que no se ha realizado ningún tipo de estudio de carácter metrológico.

25. ¿Estaría usted dispuesto a que su empresa sea capacitada en esta disciplina que es la Metrología?

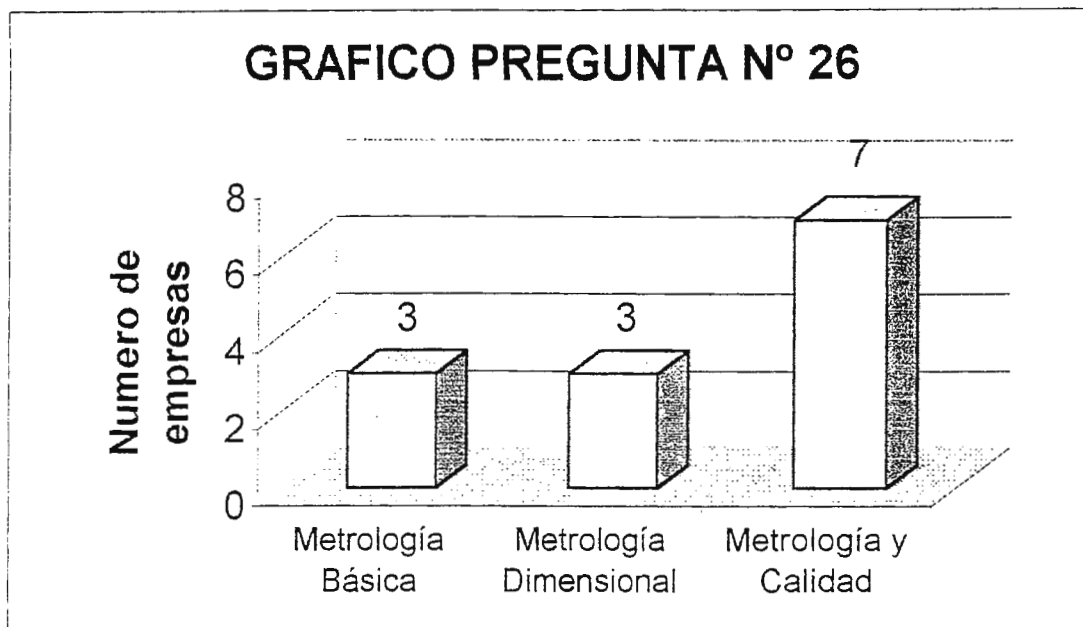
Objetivo: Determinar el grado de aceptación que tendría la empresa al proporcionársele capacitaciones sobre esta disciplina.



Comentario: El 100% de las empresas están de acuerdo que se les proporcione una capacitación en esta disciplina que es la Metrología.

26. Indique cuales de los siguientes temas son de su interés

objetivo: Verificar cual es la preferencia de temas específicos que se puede tener en la empresa.

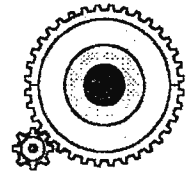


Comentario: Todas las empresas coinciden en que el tema de Metrología y Calidad es bastante atractivo y de interés para que sea impartido.

APÉNDICE C

ENCUESTA DE

TALLER



ENCUESTA DE TALLER

OBJETIVO: " Conocer las prácticas metroológicas y los problemas técnicos que se generan en el desempeño de las operaciones que se realizan en el taller.

I. DATOS GENERALES

1. Nombre de la empresa: _____
2. Nombre del puesto: _____

II. PROCEDIMIENTOS

3. Actividades que realiza:

- | | | | | | |
|---------------|--------------------------|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| Torneado | <input type="checkbox"/> | Esmerilado | <input type="checkbox"/> | Rectificado | <input type="checkbox"/> |
| Fresado | <input type="checkbox"/> | Troquelado | <input type="checkbox"/> | Afilado | <input type="checkbox"/> |
| Obra de banco | <input type="checkbox"/> | Taladrado | <input type="checkbox"/> | | |

4. ¿Qué tipo de instrumentos utiliza para efectuar sus operaciones?

- | | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| Calibrador universal | <input type="checkbox"/> | Cinta Métrica | <input type="checkbox"/> |
| Micrómetro | <input type="checkbox"/> | Reglas | <input type="checkbox"/> |
| Indicador de carátula | <input type="checkbox"/> | | |

III. ASPECTOS METROLOGICOS

5. ¿Para usted qué es calibración?

6. ¿Calibra usted los instrumentos de medición que utiliza?

- Si No

7. ¿Cada cuanto realiza las calibraciones en los instrumentos de medición?

- Nunca Cada seis meses Una vez al año

8. ¿Qué tipo de mantenimiento y limpieza da a los instrumentos que utiliza para efectuar las mediciones?

Limpieza antes y después de utilizar el instrumento

Lubricación de instrumentos

Aplicación de líquidos antioxidantes

Utilización de estuches

9. ¿Poseen un método de medición establecido o estructurado para efectuar sus operaciones?

Si

No

10. Considera importante la metrología dimensional para el desarrollo y crecimiento de su taller.

Si

No

11. Cree usted que una capacitación técnica sobre metrología ayudaría a mejorar las prácticas de taller.

Si

No

GRACIAS POR SU COLABORACION

APÉNDICE D TABULACION Y RESUMEN DE LA INFORMACIÓN

ENCUESTA DE TALLER

OBJETIVO: Conocer las prácticas metrológicas y los problemas técnicos que se generan en el desempeño de las operaciones que se realizan en el taller.

I. DATOS GENERALES

1. Nombre de la empresa

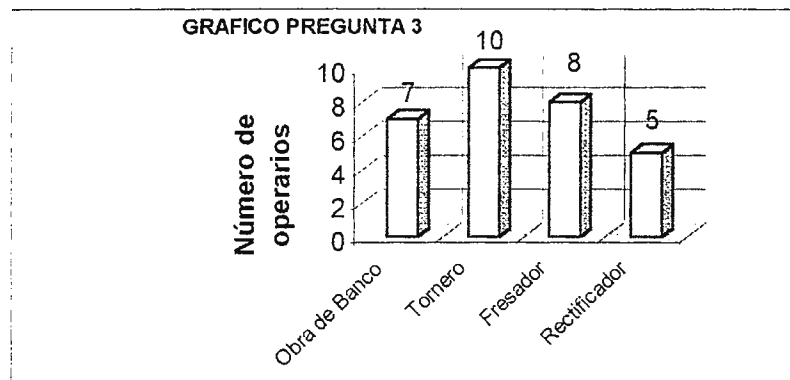
Objetivo: Conocer la entidad que está siendo investigada y el número de empleados por cada empresa que fueron entrevistados.

I

EMPRESA	N° DE EMPLEADOS DE TALLER
Industrias READI	8
Tecnimotores	8
HUSIL IND.	7
Centro Técnico Industrial	7

2. Nombre del puesto

Objetivo: Conocer el tipo de puesto en el que se desenvuelve el empleado en el taller de la empresa.

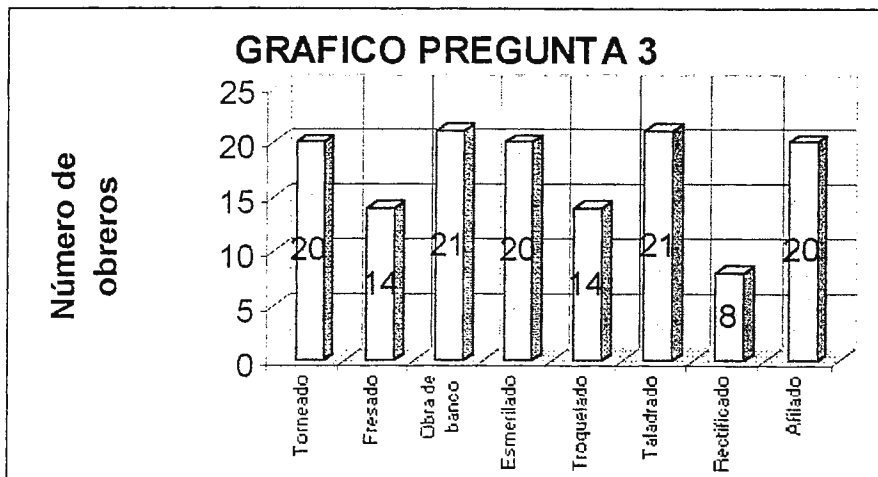


Comentario: La mayoría de empresas posee operarios que trabajan en cuatro áreas básica de taller

II. PROCEDIMIENTOS

3. Actividades que realiza:

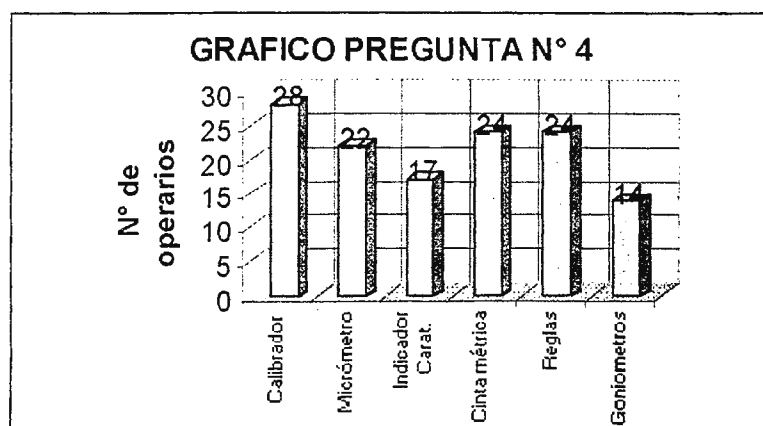
OBJETIVO: Constatar que dentro de las empresas los operarios realizan diversas funciones, además de las que tiene que desarrollar en su puesto específico de trabajo.



Comentario: El porcentaje de operarios encuestados desarrollan diversas funciones en el taller, debido a su basta experiencia en cada una de estas áreas y a su versatilidad para poder adaptarse a los diferentes actividades.

4. Qué tipo de instrumentos utiliza para efectuar sus operaciones de medición

OBJETIVO: Verificar la variedad de instrumentos de medición que poseen las empresas, como además determinar la cantidad de instrumentos que son utilizados por un empleado de taller para efectuar sus operaciones.

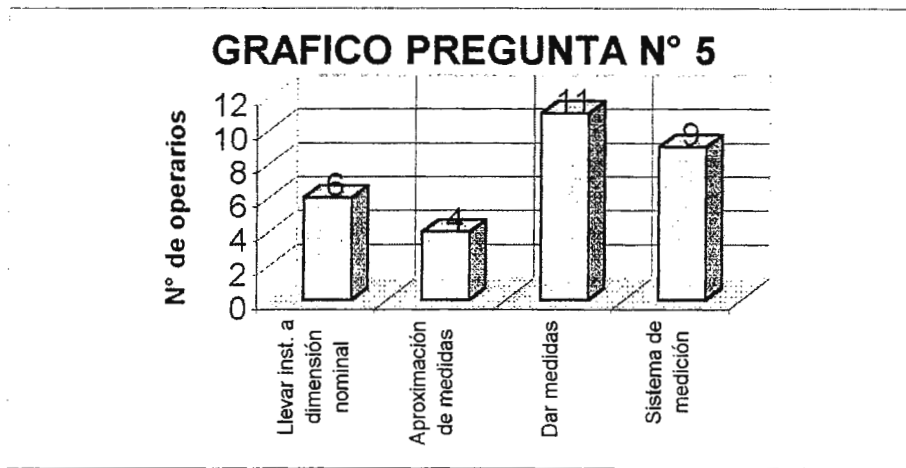


Comentario: De todas las empresas que fueron encuestadas la mayoría cuentan con el equipo necesario para realizar las mediciones. Así también se constató que los empleados de taller utilizan y tienen conocimiento de todos los instrumentos que son comúnmente empleados en la industria Metalmeccánica.

III. ASPECTOS METROLÓGICOS

5. ¿Para usted qué es calibración?

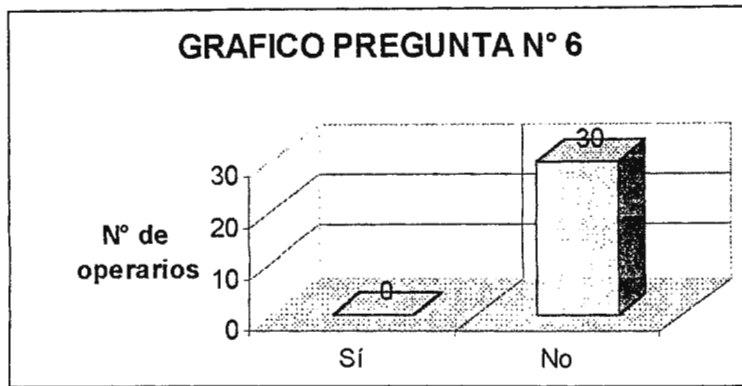
OBJETIVO: Verificar el nivel de conocimiento de este término por parte de los empleados de taller.



Comentario: La mayoría de empleados de taller no coinciden con el verdadero concepto de calibración.

6. ¿Calibra usted los instrumentos de medición que utiliza, ocupando los servicios de un laboratorio de metrología industrial?

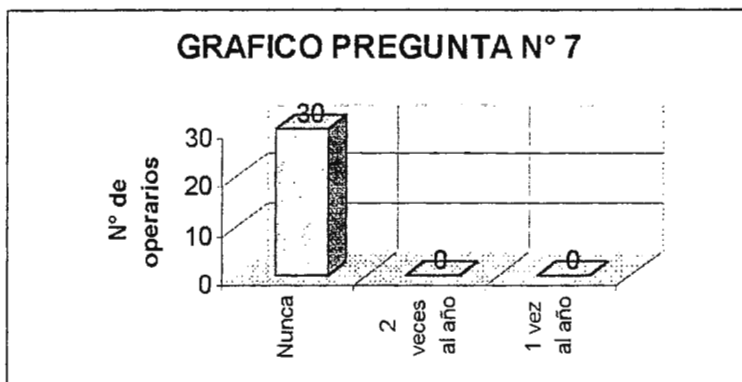
OBJETIVO: Determinar si se realizan calibraciones con patrones trazados internacionalmente.



Comentario: El 100% de las empleados de taller encuestados comentan que los instrumentos de medición no son calibrados por un laboratorio especializado.

7. Cada cuanto se realizan las calibraciones en los instrumentos de medición

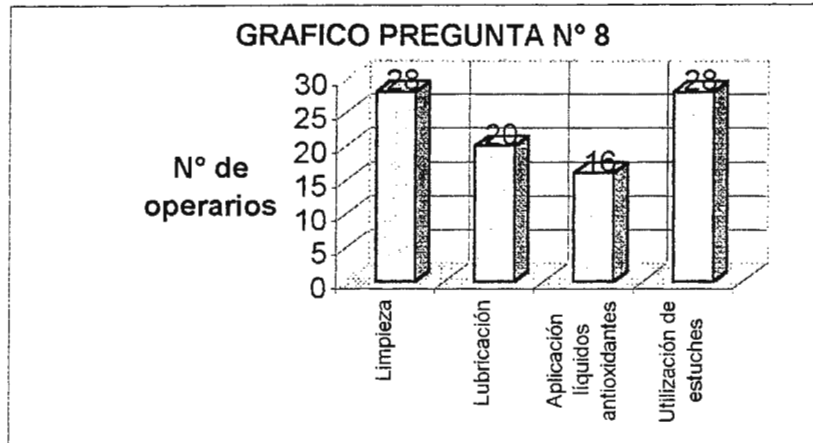
OBJETIVO: Conocer la periodicidad con que se calibran los instrumentos de medición.



Comentario: Todos los empleados de taller dicen que nunca se realizan calibraciones.

8. ¿Qué tipo de mantenimiento y limpieza da a los instrumentos que utiliza para efectuar las mediciones?

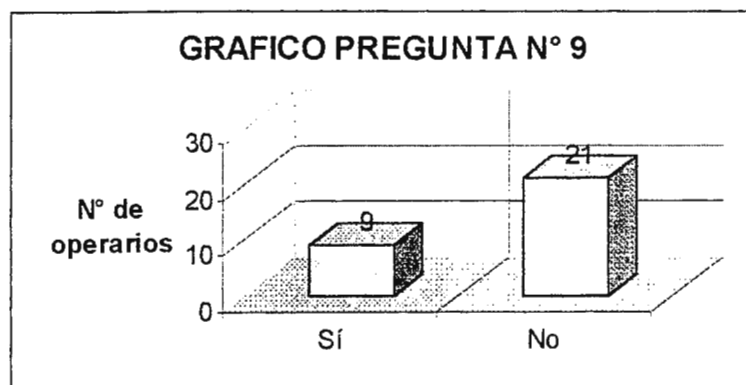
OBJETIVO: Conocer el tipo de usos y cuidados que se dan a los instrumentos que se utilizan para efectuar las mediciones.



Comentario: Los empleados del taller expresaron que si dan mantenimiento a los instrumentos , aunque se puede observar que muchos de ellos no cumplen con los usos y cuidados como debería de ser.

9. ¿Poseen un método establecido o estructurado para efectuar sus operaciones de medición?

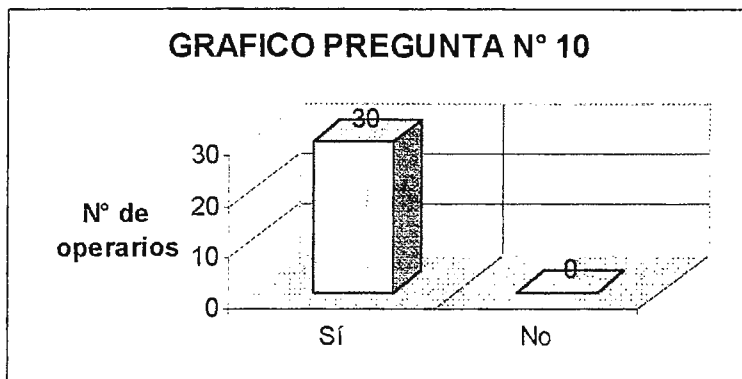
OBJETIVO: Verificar si existe dentro de las empresas un método de medición establecido y estructurado para que los empleados puedan llevar a cabo sus operaciones.



Comentario: La mayoría de operarios de taller expresaron no tener un método estructurado para realizar sus operaciones de medición.

10. Considera importante la metrología dimensional para el desarrollo y crecimiento de su taller.

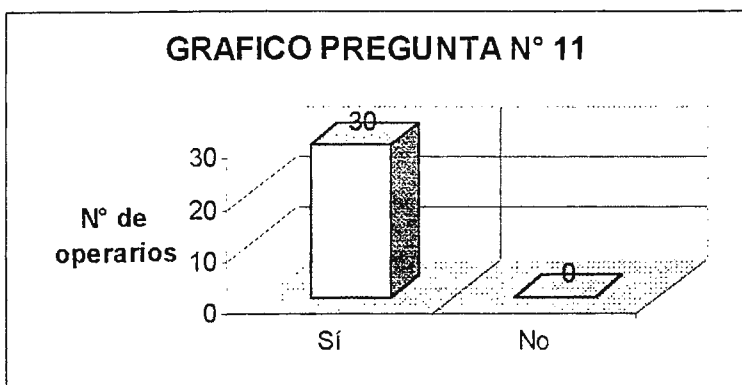
OBJETIVO: Conocer la influencia de la Metrología dimensional dentro de los procesos, métodos y operaciones que se realizan en el taller.



Comentario: El 100% de los empleados considera que la metrología dimensional es importante para que el taller mejore los proceso y métodos.

11. Cree usted que una capacitación técnica sobre metrología ayudaría a mejorar las prácticas de taller.

OBJETIVO: Determinar el grado de aceptación que tienen las capacitaciones dentro del taller.



Comentario: El 100% de los empleados de taller consideró importante que se les proporcione una capacitación.

APÉNDICE E METODOS DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración de calibradores universales de tipo vernier

Objetivo:

Calibración de "Calibradores Universales tipo Vernier"

Alcance :

Este procedimiento se limita a calibrar Calibradores Universales Vernier de 0-300 mm con lectura mínima de 0,1-0,05 y 0,02 mm.

Normas de referencia:

ISO 3599, ISO 6906, JIS B 7507- (1993)

Terminología:

· Calibrador Vernier:

Un instrumento de medición con capacidad de leer una distancia entre cada superficie de medición con la escala principal y la escala del vernier o de escala de la carátula, deslizando a lo largo del cuerpo principal un cursor que tiene puntas de medición con superficies paralelas a las del cuerpo principal, que tiene puntas con superficies de medición para mediciones externas e internas en un extremo, o electrónicos con indicación digital.

· Escala vernier:

Es una escala para leer en forma subdividida la escala del cuerpo principal, que es obtenida dividiendo la escala del vernier ($n-1$) de la escala principal en partes iguales de n ó $n/2$. Esta es llamada también sub- escala.

· Electrónico con indicación digital

Una indicación digital siendo expresada, detectando la cantidad del desplazamiento del cursor en la base del cuerpo principal y contándola por medio de circuitos electrónicos.

Aparatos:

Bloques patrón, micrómetro calibrado, soporte de sujeción, accesorios de bloques patrón, material de limpieza, etc.

Preparación de equipos e instrumento:

- Limpiar con precaución y adecuadamente todo el equipo que se usa para la calibración.
- Se utiliza tela de algodón blanca y limpia, gamuza de cuero, gasa, etc., se humedece en alcohol etílico (tipo reactivo), la tela y se limpian los equipos de la grasa protectora.
- Se utilizan guantes de algodón para realizar la limpieza.
- Una vez que se termina de limpiar, se deja estabilizar a la temperatura del laboratorio todo el equipo que utilizará ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), por espacio de 180 minutos como mínimo.
- Los bloques patrón que se usarán para la calibración deben estar perfectamente limpios de grasa y polvo, colocados en un área donde queden protegidos de algún accidente, ya que las caras de medición son sensibles a ralladuras, oxidación, corrosión, etc. se tocan los bloques patrón únicamente usando guantes de algodón limpios puestos en las manos.

Resumen del método:

Recepción:

Al momento de la recepción del instrumento a calibrar, se procede a tomar los datos más relevantes y características del instrumento, para poderlo identificar. Ejemplo:

Instrumento: _____
Intervalo: _____
Resolución: _____
No. de Serie: _____
Marca: _____
Modelo: _____ (etc.)

Inspección:

Se realiza una inspección visual del estado físico del o los calibradores Vernier, lo más común de observar en dicha inspección es:

- Golpes y rayaduras
- Legibilidad en las escalas de medición
- Desgaste excesivo en las caras de medición
- En caso de ser calibrador universal digital, verificar que tenga adecuada carga de la batería de energía, etc.

En caso de encontrar deficiencias grandes o muy marcadas en las condiciones físicas del instrumento, se reporta en el informe de calibración, para que se tomen las consideraciones correspondientes, antes de empezar la calibración.

Referencia Inicial "puesta a cero"

Una vez limpio el calibrador Vernier a examinar, se empieza a deslizar el cursor con cuidado aproximadamente $\frac{2}{3}$ partes del intervalo de medición, y enseguida se cierra.

Se observa si la lectura coincide en cero y se anotan las lecturas en un formato, se repite la operación un mínimo de cinco (5) veces.

Medición de Paralelismo.

La verificación de paralelismo de las caras de medición para interiores y exteriores del calibrador Vernier, se realiza de la siguiente forma:

Paralelismo de caras de medición de interiores.

- Se utiliza un micrómetro calibrado
- Se limpia el micrómetro y se sujeta en el soporte de sujeción.
- Se abre el micrómetro a las longitudes proporcionales, 5, 15 y 30 mm etc., y se procede a tomar las lecturas en tres puntos diferentes del calibrador Vernier, (preferentemente en el extremo superior, parte media y extremo inferior) de las caras de medición.
- Se repite esta operación para cada intervalo seleccionado, cinco veces como mínimo, y se anotan los resultados.

Paralelismo de caras de medición de exteriores.

- Se utiliza bloques patrón de 5, 15, 30, 50, 75, 100 y 150 mm en el caso de 300 se sigue la secuencia hasta cubrir el intervalo. Se procede a tomar las lecturas en tres puntos diferentes del calibrador Vernier (preferentemente en el extremo superior, parte media y extremo inferior), de las caras de medición.

- Se repite esta operación para cada intervalo cinco veces como mínimo, se anotan los resultados.

Calibración de la exactitud de las caras de medición de exteriores del calibrador Vernier.

- Se selecciona una serie de bloques patrón que cubran todo el intervalo de medición del calibrador Vernier.
- Se utiliza un mínimo de 10 bloques patrón.
- Se toma el primer bloque patrón y se coloca entre las caras de medición extremas del calibrador Vernier.
- Se procede a medir cada bloque patrón del intervalo seleccionado 5 veces como mínimo.
- Cada vez que se termina de examinar la serie de mediciones para cada bloque patrón, se comprueba que se está empezando adecuadamente en la referencia inicial (cero)
- Se anotan los resultados obtenidos en el formato correspondiente.

Cálculos:

- Cálculo de la mejor estimación del valor de calibración:

La mejor estimación de incertidumbre es el promedio (\bar{X}) de las mediciones de cada bloque basándose en la fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \text{ donde: } \sum x_i = \text{Suma de los valores medidos del bloque.}$$

$n = \text{Número de mediciones de cada bloque.}$

Al concluir los cálculos verificar que los valores de desviación no rebasen los límites establecidos por la norma utilizada.

Cálculo de incertidumbres:

El cálculo de incertidumbres involucra las contribuciones de temperatura, cuenta mínima, repetibilidad, mediciones de caras interiores y exteriores, y la contribución que le agregan los patrones del laboratorio de metrología industrial de la Universidad Don Bosco, trazables a CENAM. Para su realización es utilizado una hoja de cálculo en excel.

Resultados:

Los resultados obtenidos se entregan en un informe, o certificado de medición o de calibración, según sea lo efectuado al instrumento.

Se deben poner especial atención y cuidado en la elaboración del informe de calibración, particularmente en lo que respecta a la presentación de los datos de la medición y su facilidad de comprensión por el lector.

Laboratorio de Metrología Dimensional
 Colector de Resultados
 Para calibradores universales de tipo vernier.
 Datos generales:

Instrumento.	
Solicitante:	
No. de calibración	
Equipo:	
Marca:	
Serie:	
Modelo:	
No. de inventario:	
Intervalo de medición:	
Cuenta mínima:	
Patrón.	
Patrón utilizado:	
No. de serie:	
No. de certificado:	
Condiciones Ambientales.	
Temperatura °C:	
Humedad relativa % RH:	
Procedimiento utilizado.	
Normas de referencia:	

Inspección preliminar: estado general inicial, funcionamiento, notas.

Referencial puesta a cero, verificación del cero.

Valor nominal	Mediciones.					
mm	X1	X2	X3	X4	X5	promedio
0,0						

Mediciones de paralelismo.
 Caras de medición interiores.

Longitud de verificación	X1	X2	X3	X4	X5	Promedio	Diferencia (parte superior - parte inferior) mm
Parte Superior							
Parte Inferior							
Parte Superior							
Parte Inferior							
Parte Superior							
Parte Inferior							
Parte Superior							
Parte Inferior							
						Valor máximo	

	Valores permitidos por la Norma	Valores obtenidos
Repetibilidad		
Paralelismo (Caras Externas)		
Paralelismo (Caras Internas)		
Exactitud		
Cumple con las especificaciones de la norma		
Sí	Parcialmente	No

Incertidumbre de medición (en mm ó μm): \pm _____
 Factor de cobertura: $k = 2$.

Valores permisibles de error de calibradores vernier. Unidad: mm según JIS B 7507

Longitud de medición	Lectura mínima	Lectura mínima
	0.005	0.02 ó 0.01
50 ó menor	0.05	0.02
Mayor a 50 hasta 100	0.06	0.03
Mayor a 100 hasta 200	0.07	0.03
Mayor a 200 hasta 300	0.08	0.04

Informe:
LABORATORIO DE METROLOGIA INDUSTRIAL
 Certificado de calibración

Nombre del cliente:
 Customer's name

Dirección:
 Address

No. de Certificado:
 Certificate number

Fecha de medición:
 Measurement date

Instrumento :
 Instrument

Marca:
 Manufacturer

Modelo:
 Model/Type

No. de serie:
Serial number

Resultado de Medición:
Measurement result

Incertidumbre:
Uncertainty

Factor de Cobertura: -
Coverage Factor

Nivel de Confianza: -
Confidence level

Condiciones ambientales de medición:
Environmental conditions of measurement

Procedimiento utilizado:
Procedure

Resultados de la medición
Observaciones de recepción
Inspección
Patrones de referencia

Valor nominal de bloque, mm	Nº de identificación

Pruebas
Verificación del cero
Medición de paralelismo
Prueba de exactitud de las caras de medición de exteriores

Ultima Página del certificado o informe:

El presente certificado o informe sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones en que se realizaron. El Laboratorio de Metrología no otorga ninguna característica diferente al instrumento de las descritas en este documento.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento.

Observación:

Cada pagina del informe lleva al pie de pagina la siguiente información:

Calibró

Nombre y cargo del responsable

Aprobó

Nombre y cargo del jefe de laboratorio

Fecha de emisión

Número de servicio

Numeración de paginas del certificado.

El certificado adquiere validez con el reporte de incertidumbre y con las firmas y sello de los responsables de la calibración.

Procedimiento de calibración de micrómetros de exteriores

Objetivo:

Calibración de "Micrómetros de Exteriores".

Alcance:

Este procedimiento se limita a calibrar micrómetros de exteriores con topes planos, intervalo de medición de 0-250 mm y cuenta mínima de 0,01 mm Tipo tambor, electrónicos, digitales y analógicos.

Normas de referencia :

Norma ISO 3611-1978, JIS B 7502-1994.

Terminología:

. Micrómetro para medición externa:

Un instrumento de medición capaz de medir una dimensión externa mediante lectura de la distancia entre ambas caras de medición, fijando un tope que tenga una cara de medición en un lado de un arco semicircular o en forma de U, y teniendo una cara de medición paralela confrontando, con la cara de medición fijada sobre el husillo, el cual viaja en dirección vertical a la cara de medición, y equipado con un cilindro y un tambor teniendo la correspondiente graduación al movimiento del husillo.

. Indicación tipo mecánica.

Indicación numérica mediante giro de dígitos de rueda, amplificando la longitud recorrida del husillo mediante engranes o equivalente.

. Indicación tipo electrónica:

Indicación numérica mediante detección de la longitud recorrida del husillo eléctricamente, y contando con esto mediante un circuito electrónico.

Aparatos:

Bloques patrón grado 0, soporte de micrómetros, balanza, accesorios de bloques patrón, juego de paralelas ópticas y material de limpieza.

Preparación de equipo e instrumentos:

Limpieza de equipo e instrumentos:

- Limpiar con precaución y adecuadamente todo el equipo que se usa para la calibración.
- Humedecer con alcohol etílico (tipo reactivo) tela de algodón blanca y limpia, gamuza, algodón, gasa, etc., y limpiar los equipos de la grasa protectora.
- Utilizar guantes de algodón para realizar la limpieza.
- Una vez que se termine de limpiar, se deja estabilizar a la temperatura del laboratorio todo el equipo que se utilizará ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), por espacio de 180 minutos como mínimo.

Los bloques patrón que usarán para la calibración deben estar perfectamente limpios de grasa y polvo, colocados en un área donde queden protegidos de algún accidente, ya que las caras de medición son sensibles a rayaduras

Resumen del método:

Recepción:

Al momento de la recepción del instrumento a calibrar, se procede a tomar los datos más relevantes y características del instrumento, para poderlo identificar.

Instrumento: _____

Intervalo: _____

Resolución: _____

No. de Serie: _____

Marca: _____

Modelo: _____

Inspección:

Se realiza una inspección visual del estado física del o los micrómetros, lo más común de observar en dicha inspección es:

- Golpes.
- Rayaduras.
- Funcionamiento de freno, matraca y tambor.
- Legibilidad en las escalas de medición.
- Desgaste excesivo en las caras de medición.
- En caso de ser micrómetro digital, que tenga adecuada carga la batería de energía.
- Adecuada concordancia de referencia inicial ("puesta a cero"), etc.

En caso de encontrar deficiencias grandes o muy marcadas en las condiciones físicas del instrumento reportarlo en el informe de calibración, antes de empezar la calibración.

Ajuste "puesta a cero"

Se realiza el ajuste de referencia inicial (puesta a cero), utilizar en caso de proceder, la llave de ajuste del micrómetro, se ajusta en donde coincidan las escalas de medición móvil y fija en el cero inicial.

Medición de Planitud y Paralelismo.

Planitud.

La verificación de planitud de las caras de medición del micrómetro de exteriores, se realiza de la siguiente forma:

- Se toma un plano óptico de cristal, se limpia con papel para limpieza de ópticas en sus superficies de medición.
- Se sujeta el micrómetro a calibrar y se revisa que no tenga rebabas o filos maltratados en las superficies de medición, principalmente en todo el contorno del diámetro del husillo y tope.
- Se abre el micrómetro a 20 mm y se coloca el plano óptico sobre cada una de las superficies de medición del husillo y del tope, se observa bajo luz monocromática las franjas.
- Se coloca el plano óptico de tal forma que se obtenga el menor número de franjas o bandas de interferencia.
- El número y forma de franjas y bandas de interferencia indican el grado de planitud de la superficie de medición del micrómetro.
- Empieza a contar el número de bandas que puedas ver sobre cada una de las superficies de medición del micrómetro.

- Las lámparas de luz monocromática comerciales por lo general oscilan en una longitud de onda de aproximadamente $0,3 \mu\text{m}$ ($\lambda/2$).
- El máximo número de franjas permisibles no deben ser mayor a 3, ya que la planitud normativa no debe exceder de $1 \mu\text{m}$.
- Si se encuentra más de cuatro franjas, se repite la operación de planitud desde el principio y se comprueba el procedimiento y los resultados.
- Los resultados de la planitud serán los valores encontrados entre el yunque y el husillo del micrómetro, de los cuales se reportará lo siguiente:
Husillo = (No. de bandas o franjas de interferencia) $0,000 \mu\text{m}$.
Yunque = (No. de bandas o franjas de interferencia) $0,000 \mu\text{m}$.

Paralelismo.

La verificación de paralelismo de las caras de medición del micrómetro se realiza de la siguiente forma:

- Se utilizan el juego de cuatro paralelas ópticas que son exclusivas para la verificación de micrómetros.
- Se limpian igual que como se realizó con el plano óptico. También se limpian las caras de medición del micrómetro.
- Se coloca una paralela óptica entre las superficies de medición del micrómetro bajo la luz de la lámpara monocromática.
- Se cuenta el número de franjas o bandas de interferencia visibles que aparecen en las superficies del husillo y yunque. Se suman estos valores y se reporta el valor más alto encontrado de las cuatro paralelas.
- Se repite la misma operación para cada paralela óptica.
- La máxima tolerancia normativa que se debe de encontrar es de $2 \mu\text{m}$.
- Si se encuentra más de $2 \mu\text{m}$, se repite la operación confrontando los resultados.
- Los resultados del paralelismo serán los valores encontrados entre el yunque y el husillo del micrómetro, de los cuales se reportará lo siguiente:
Husillo = (No. de bandas o franjas de interferencia) $0,000 \mu\text{m}$.
Yunque = (No. de bandas o franjas de interferencia) $0,000 \mu\text{m}$.

Suma total del valor más alto del husillo y yunque = (No. de bandas o franjas de interferencia).

Fuerza de medición del micrómetro.

- La verificación de la fuerza de medición del micrómetro de exteriores, en el mecanismo de trinquete será en base a lo estipulado en las normas oficiales, y debe ser entre 5 y 15 N.
- Se utiliza un soporte de apoyo de micrómetros, una balanza, y el micrómetro a calibrar.
- Se sujeta con el soporte el micrómetro, en posición vertical con el tambor hacia arriba, a una altura de modo que la superficie de medición del husillo quede lo más cercano a la plataforma de la balanza.
- Se coloca un balín entre la platina de la balanza y la superficie de medición del husillo, gira el mecanismo de trinquete, de forma que el husillo ejerza presión en la balanza.
- Se observa cuando la lectura de la balanza permanezca constante y el tambor quede inmóvil, y el trinquete gire libremente, es en ese momento cuando se toma la lectura de la balanza.

- Se efectúa esta operación por lo menos 3 veces anotando las lecturas, se reporta la media aritmética de los valores obtenidos convirtiéndolos en unidades de fuerza (N).

Calibración de la exactitud del micrómetro de exteriores:

Por último la calibración de exactitud del micrómetro de exteriores se realiza utilizando los siguientes accesorios: Bloques patrón, accesorios de bloques patrón y soporte de sujeción de micrómetros.

- Se limpia perfectamente las superficies de las caras de medición del micrómetro de exteriores y las caras de medición de los bloques patrón.
- Se seleccionan los bloques patrón de tal forma que se pueda abarcar todo el intervalo de medición del micrómetro de exteriores.
- La selección de los bloques patrón deben corresponder a distancias sobre las cuales el micrómetro de giros completos del husillo, y consecutivos al giro del siguiente desplazamiento.
- Se coloca firmemente el micrómetro a calibrar en el soporte y verifica que la referencia inicial quede en ceros.
- Se toma el primer bloque patrón seleccionado y se coloca con cuidado entre las superficies de las caras de medición del micrómetro, se registra la lectura, se repite la operación cinco veces como mínimo.
- Se realiza para cada uno de los siguientes bloques patrón, la operación similar al punto anterior.
- El error máximo permitido por norma es $4 \mu\text{m}$, para micrómetros menor o igual a 25mm
- Cálculo de la mejor estimación del valor de calibración:

La mejor estimación es el promedio (\bar{X}) de las mediciones de cada bloque:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{donde } \sum x_i = \text{Suma de los valores medidos del bloque}$$

$n = \text{Número de mediciones de cada bloque}$

Una vez que obtienes los resultados del valor promedio de cada uno de los bloques patrón, debes de calcular la desviación del instrumento respecto al patrón; de acuerdo a:

$$d = \bar{X} - r \quad \text{donde } d = \text{Desviación}$$

$\bar{X} = \text{Promedio de las mediciones}$
 $r = \text{Valor de diferencia en esta caso del bloque patrón con respecto al certificado de calibración.}$

Al conducir los cálculos verificar que los valores de desviación no rebasen los límites establecidos por la norma utilizada.

Cálculo de incertidumbres:

Se utiliza una hoja en Excel para encontrarla, sumando las participaciones de temperatura, cuenta mínima, repetibilidad, planitud, bloques patrón, fuerza.

Resultados:

Los resultados obtenidos se entregan en un informe o certificado de calibración que debe tener los siguientes datos mínimos:

- Nombre y razón social de la empresa.
- Número de serie del instrumento
- Nombre del cliente
- Fecha
- Descripción del instrumento calibrado
- Resultados
- Norma y método
- Descripción del equipo utilizado como referencia
- Condiciones ambientales durante la calibración
- Gráfica de calibración (cuando proceda)
- Nombre y firma del responsable técnico
- Nombre y firma del jefe de área o laboratorio.

Se debe poner especial atención y cuidado en la elaboración del informe o certificado de calibración, particularmente en lo que respecta a la presentación de los datos de la medición y su facilidad de comprensión por el lector.

Laboratorio de metrología dimensional Colector de resultados Para Micrómetros de exteriores

Datos generales:

Instrumento.	MICROMETRO DE EXTERIORES
Solicitante:	
Departamento:	
No. De calibración:	
Tipo de instrumento:	
Marca:	
Serie:	
Modelo:	
No. De inventario:	
Intervalo de medición:	
Cuenta Mínima:	
Patrón:	
Patrón (es) utilizado (s):	
No. De serie (s):	
No. De certificado (s):	
Condiciones ambientales:	
Temperatura °C:	
Humedad relativa % RH:	
Referencias y normas:	
Procedimiento utilizado:	
Norma de referencia:	

Inspección preliminar:

Estado general inicial: funcionamiento, notas

Resultados:

Cumplimiento de especificaciones: (Con respecto a la norma .)

	Valores permitidos por la Norma	Valores obtenidos
Repetibilidad		
Planitud		
Paralelismo		
Fuerza de medición		
Exactitud		

Cumple con las especificaciones de la norma de referencia:

Si: ____, Parcialmente: ____, No: ____.

INCERTIDUMBRE DE MEDICION (en mm o μm): \pm _____

Factor de cobertura: $k = 2$.

Informe:

LABORATORIO DE METROLOGIA INDUSTRIAL

Certificado de calibración

Nombre del cliente:

Customer's name

Dirección:

Address

No. de Certificado:

Certificate number

Fecha de medición:

Measurement date

Instrumento :

Instrument

Marca:

Manufacturer

Modelo:

Model/Type

No. de serie:

Serial number

Resultado de Medición:

Measurement result

Incertidumbre:

Uncertainty

Factor de Cobertura: -
Coverage Factor

Nivel de Confianza: -
Confidence level

Condiciones ambientales de medición:
Environmental conditions of measurement

Procedimiento utilizado:
Procedure

Resultados de la medición
Observaciones de recepción
Inspección
Patrones de referencia

Pruebas
Verificación del cero
Medición de paralelismo
Medición de planitud
Fuerza de medición.
Exactitud del micrómetro

Ultima Página del certificado o informe:

El presente certificado o informe sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones en que se realizaron. El Laboratorio de Metrología no otorga ninguna característica diferente al instrumento de las descritas en este documento.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento.

Observación:

Cada pagina del informe lleva al pie de pagina la siguiente información:

Calibró

Nombre y cargo del responsable

Aprobó

Nombre y cargo del jefe de laboratorio

Fecha de emisión

Número de servicio

Numeración de paginas del certificado.

El certificado adquiere validez con el reporte de incertidumbre y con las firmas y sello de los responsables de la calibración.

Procedimiento de calibración de Indicadores de cuadrante

Objetivo:

Calibración de "indicadores de cuadrante".

Alcance:

Este procedimiento se limita a calibrar indicadores de cuadrante, intervalo de medición de xxx mm y cuenta mínima de mm, en pulgadas, y de tipo electrónico y analógico.

Normas de referencia:

Norma ISO TC3/SC3, N 124 e ISO/ R463

Terminología:

- Indicador de cuadrante
- Indicador de reloj
- Comparador de reloj

Aparatos:

Bloques patrón grado 0, soporte universal, accesorios de bloques patrón, y material de limpieza.

Preparación de equipo e instrumentos:

Limpieza de equipo e instrumentos:

- Limpiar con precaución y adecuadamente todo el equipo que se usa para la calibración.
- Humedecer con alcohol etílico (tipo reactivo) tela de algodón blanca y limpia, gamuza, algodón, gasa, etc., y limpiar los equipos de la grasa protectora.
- Utilizar guantes de algodón para realizar la limpieza.
- Una vez que se termine de limpiar, se deja estabilizar a la temperatura del laboratorio todo el equipo que se utilizará ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), por espacio de 180 minutos como mínimo.
- Los bloques patrón que usarán para la calibración deben estar perfectamente limpios de grasa y polvo, colocados en un área donde queden protegidos de algún accidente, ya que las caras de medición son sensibles a rayaduras.
- Con respecto al indicador de carátula se debe tener cuidado con el palpador.

Resumen del método:

Recepción

Al momento de la recepción del instrumento a calibrar, se procede a tomar los datos más relevantes y características del instrumento, para poderlo identificar.

Instrumento: _____

Intervalo: _____

Resolución: _____

No. De Serie: _____

Marca: _____

Modelo: _____

Inspección

Se realiza una inspección visual del estado físico del indicador de cuadrante, lo más común de observar en dicha inspección es:

- Golpes.
- Rayaduras.
- Funcionamiento de husillo sin atorarse en el intervalo de recorrido
- Que no tenga rozamiento la aguja indicadora con la carátula del indicador
- Legibilidad en las escalas de medición
- Desgaste excesivo en las caras de medición.
- En caso de ser indicador de cuadrante, digital, que tenga adecuada carga la batería de energía.
- Adecuada concordancia de referencia inicial ("puesta a cero"), etc.

En caso de encontrar deficiencias grandes o muy marcadas en las condiciones físicas del instrumento reportarlo en el informe de calibración, antes de empezar la calibración.

- Se empieza sujetando firmemente el indicador de cuadrante(sujetarlo sobre el vástago), en un soporte sobre una mesa de planitud.
- Se selecciona una serie de bloques patrón de acuerdo al intervalo del indicador de cuadrante a calibrar.
- Se verifica que el indicador de cuadrante una vez puesto sobre el soporte que no se obstruya el husillo móvil, ni tampoco que haya rozamiento en la manecilla con la carátula, o cualquier otra anomalía en el indicador de cuadrante que pueda estropear el proceso de calibración.

Ajuste "puesta a cero"

Se realiza el ajuste de referencia inicial, puesta a cero, en donde coinciden las escalas de medición móvil(carátula) y fija (husillo) en el cero inicial.

Por lo general la referencia inicial se encuentra cerca de la posición vertical de la manecilla y se puede mover la carátula en donde sea más fácil la puesta a cero.

Repetibilidad de lectura de medición

La repetibilidad de cada medición será calculada de acuerdo a la dispersión de las lecturas de los datos obtenidos y no deben exceder de los valores de la siguiente tabla

Valores máximos de desviación de los indicadores de cuadrantes

Tipo de requisito	0.01 mm	0.002 mm	0.001 in
Banda de histéresis	0.003	0.001	0.0003 in
Error de repetibilidad	0.003	0.0005	0.0003 in
Error de indicación			
- Dentro de 1/10 de revolución	-0.005	-0.001	- 0.0003 in
- Dentro de 1/2 de revolución	-0.0080	-0.003	-0.0004 in
- Dentro de 1 revolución	-0.01	-0.004	-0.0005 in
- Dentro de 2 revoluciones	-0.015	-0.006	-0.00075 in
- Dentro del intervalo total de medición.	-0.02	-0.018	-0.001 in

Se realizan por lo menos cinco mediciones para cada bloque.

Fuerza de medición del indicador de cuadrante

La fuerza de medición requerida del indicador de cuadrante, es muy pequeña y esta será sobre la base de lo estipulado en la norma oficial ISO, la cual establece que dicha fuerza debe ser de 1.5 n para indicadores de cuadrante de resolución 0.01 mm y de 2 n para indicadores de cuadrante con resolución de 0.002 mm

La variación para ambos casos no debe exceder de 0.6 n en cualquier punto del intervalo de la escala del husillo

Para realizar esta medición se tiene que utilizar balanza calibrada

Sobre la superficie de medición de la balanza se coloca la punta de contacto del indicador de cuadrante (previamente sujeto a un soporte), se empieza a acercar la punta de contacto del indicador de cuadrante a la superficie de medición de la balanza y en el momento en que la manecilla del indicador empieza a moverse ligeramente se toma la lectura que se obtiene en la balanza.

Se efectúa esta operación por lo menos 3 veces anotando las lecturas, se calcula la media aritmética de estos valores convirtiéndolos en unidades de fuerza.

Calibración de la exactitud del indicador de cuadrante

Se realiza con bloques patrón, accesorios de los bloques, soporte de sujeción, y mesa de planitud.

Se limpia perfectamente la superficie, la punta de contacto del indicador de cuadrante y las caras de medición de los bloques

Se seleccionan los bloques patrón de tal forma a que se pueda abarcar todo el intervalo de medición del indicador de cuadrante

Se coloca firmemente el indicador de cuadrante a calibrar en el soporte y se verifica o en su caso se ajusta para que la referencia inicial quede en ceros, colocarlo todo sobre la mesa de planitud.

Se toma el primer bloque patrón seleccionado y se coloca con cuidado entre la punta de contacto del indicador de cuadrante, la superficie de medición de la mesa de planitud, se registra la lectura y se realiza la operación cinco veces como mínimo.

Se realiza para cada uno de los siguientes bloques patrón, la operación similar al punto anterior, de arriba hacia la mesa de planitud, de ida y regreso.

Es indispensable realizarlo de la forma anterior, para poder obtener los valores de medición de la banda de histéresis.

Error de indicación:

Los errores de indicación permitidos son estipulados en la tabla y estos son independientes de las mediciones efectuadas en el recorrido de ida y regreso, del intervalo de mediciones del indicador de cuadrante.

Banda de Histéresis

El valor de la banda de histéresis es evaluado de los valores obtenidos en la calibración de la exactitud del indicador de cuadrante y esta será la máxima diferencia encontrada en el recorrido (ida y regreso.)

Los valores obtenidos en cada recorrido de medición serán graficados para poder encontrar el error de indicación, la banda de histéresis y la repetibilidad y estos se encuentran en el momento de estar realizando la calibración de la exactitud.

- Cálculo de la mejor estimación del valor de calibración:

La mejor estimación es el promedio (\bar{X}) de las mediciones de cada bloque:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{donde } \sum x_i = \text{Suma de los valores medidos del bloque}$$

$n = \text{Número de mediciones de cada bloque}$

Una vez que obtienes los resultados del valor promedio de cada uno de los bloques patrón, debes de calcular la desviación del instrumento respecto al patrón; de acuerdo a:

$$d = \bar{X} - r \quad \text{donde } d = \text{Desviación}$$

$\bar{X} = \text{Promedio de las mediciones}$
 $r = \text{Valor de diferencia en esta caso del bloque patrón con respecto al certificado de calibración.}$

Al conducir los cálculos verificar que los valores de desviación no rebasen los límites establecidos por la norma utilizada.

Cálculo de incertidumbres:

Se utiliza una hoja en Excel para encontrarla, sumando las participaciones de temperatura, cuenta mínima, repetibilidad, bloques patrón, fuerza.

Resultados:

Los resultados obtenidos se entregan en un informe o certificado de calibración que debe tener los siguientes datos mínimos:

- Nombre y razón social de la empresa.
- Número de serie del instrumento
- Nombre del cliente
- Fecha
- Descripción del instrumento calibrado
- Resultados
- Norma y método
- Descripción del equipo utilizado como referencia
- Condiciones ambientales durante la calibración
- Gráfica de calibración (cuando proceda)
- Nombre y firma del responsable técnico
- Nombre y firma del jefe de área o laboratorio.

Se debe poner especial atención y cuidado en la elaboración del informe o certificado de calibración, particularmente en lo que respecta a la presentación de los datos de la medición y su facilidad de comprensión por el lector.

Laboratorio de Metrología Dimensional
Colector de resultados
Para Indicador de cuadrante

Datos generales:

Instrumento.	Indicador de cuadrante
Solicitante:	
Departamento:	
No. de calibración:	
Tipo de instrumento:	
Marca:	
Serie:	
Modelo:	
No. de inventario:	
Intervalo de medición:	
Cuenta Mínima:	
Patrón:	
Patrón (es) utilizado (s):	
No. de serie (s):	
No. de certificado (s):	
Condiciones ambientales:	
Temperatura °C:	
Humedad relativa % RH:	
Referencias y normas:	
Procedimiento utilizado:	
Norma de referencia:	

Inspección preliminar

Estado general inicial: funcionamiento, notas, pruebas

Referencia inicial "puesta a cero", verificación del cero.

Valor Nominal	Mediciones										
mm	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Promedio
0,0											

Medición de planitud y paralelismo.

Fuerza De medición

Nº de lectura	Lecturas en g	Lecturas en N
X1		
X2		
X3		
promedio		
desv. estándar		

(Dividir los g en 1 000 y multiplicar por 9.81, para convertir a N)

Prueba de Exactitud

Valor nominal del patrón	X1 IDA	X1 R	X2 IDA	X2 R	X3 IDA	X3 R	X4 IDA	X4 R	X5 IDA	X5 R	PROMEDIO IDA	PROM REGRESO	1	2

Informe:

LABORATORIO DE METROLOGIA INDUSTRIAL

Certificado de calibración

Nombre del cliente:

Customer's name

Dirección:

Address

No. de Certificado:

Certificate number

Fecha de medición:

Measurement date

Instrumento:

Instrument

Marca:

Manufacturer

Modelo:

Model/Type

No. de serie:

Serial number

Resultado de Medición:

Measurement result

Incertidumbre:

Uncertainty

Factor de Cobertura: -
Coverage Factor

Nivel de Confianza: -
Confidence level

Condiciones ambientales de medición:

Environmental conditions of measurement

Procedimiento utilizado:
Procedure

Resultados de la medición
Observaciones de recepción

Inspección
Patrones de referencia

Pruebas

Verificación del cero
Fuerza de medición
Prueba de exactitud

Ultima Página del certificado o informe:

El presente certificado o informe sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones en que se realizaron. El Laboratorio de Metrología no otorga ninguna característica diferente al instrumento de las descritas en este documento.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento.

Observación:

Cada pagina del informe lleva al pie de pagina la siguiente información:

Calibró

Nombre y cargo del responsable

Aprobó

Nombre y cargo del jefe de laboratorio

Fecha de emisión

Número de servicio

Numeración de paginas del certificado.

El certificado adquiere validez con el reporte de incertidumbre y con las firmas y sello de los responsables de la calibración.

Procedimiento de calibración de bloques calibre

Objetivo:

Calibración de bloques calibre

Alcance:

Este procedimiento se limita a describir la calibración de bloques rectangulares, ya sea en sistema inglés o en sistema internacional. Con una longitud desde 0.5 mm hasta 250 mm
En sistema internacional bloques grado: 0, 1, 2
En sistema inglés: 2, 3.

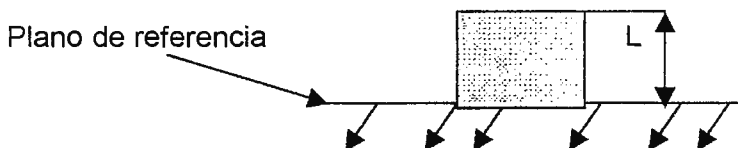
Normas de referencia:

Norma Industrial japonesa JIS B7506-1989

Terminología :

- Bloque patrón:
Un bloque de medición de sección rectangular hecho de material durable con un par de superficies de medición mutuamente paralelas, las cuales tienen características de buena adherencia a otros bloques patrón.
- Adherencia : propiedad de las caras de medición de un bloque patrón que les permite adherirse a otros bloques o superficies equivalentes mediante fuerzas moleculares.
- Longitud del bloque patrón:

La distancia L entre un punto sobre una cara de medición de un bloque patrón y un plano de referencia de un material uniforme y teniendo un acabado superficial uniforme que se adhiera adecuadamente a la otra cara de medición.



- Longitud Central del bloque patrón:
La L_c medida a través de los puntos centrales de las caras de medición del bloque patrón
- Paralelismo de bloques patrón:
La diferencia P entre la máxima longitud y la mínima longitud de las longitudes de un bloque patrón.

Aparatos:

Bloques patrón para realizar la calibración, comparador de bloques, material de limpieza.

Preparación de equipo e instrumento:

- Se procede a limpiar los bloques patrón y los bloques que van a ser calibrados.
- Luego se limpia el comparador de bloques y la mesa auxiliar
- Se dejan estabilizando térmicamente por lo menos tres horas
- Todo el conjunto: bloques patrón, bloques a calibrar y comparador debe estar cerca.

- Se monta sobre el comparador de bloques la platina apropiada según sea la serie de bloques a calibrar.
- Se dispone de una perilla para soplar tanto al comparador de bloques como a los bloques antes de realizar la calibración.

Resumen del método:

Exactitud dimensional: longitud, paralelismo y planitud

Capacidad de adherencia con otros bloques y buen acabado superficial

Coefficientes de expansión térmica.

Resistencia a la corrosión

Las pruebas que se realizan a los bloques son las siguientes:

- Longitud : las tolerancias en la longitud de los bloques patrón serán como especifica la siguiente tabla, esto consiste en calcular la desviación permisible de la longitud real desde la longitud nominal.

Tolerancia de longitud y valores permisibles de paralelismo. Unidad (um)

Longitud nominal mm	Grado 00		Grado 0		Grado 1		Grado 2		
	Más de	Hasta incluir	Tol de longitud	Valor permisible	Tol de longitud	Valor permisible	Tol de longitud	Valor permisible	Tol de longitud
0.5	10	0.06	0.05	0.12	0.10	0.20	0.16	0.45	0.30
10	25	0.07	0.05	0.14	0.10	0.30	0.16	0.60	0.30
25	50	0.10	0.06	0.20	0.10	0.40	0.18	0.80	0.30
50	75	0.12	0.06	0.25	0.12	0.50	0.18	1.00	0.35
75	100	0.14	0.07	0.30	0.12	0.60	0.20	1.20	0.35
100	150	0.20	0.08	0.40	0.14	0.80	0.20	1.60	0.40
150	200	0.25	0.09	0.50	0.16	1.00	0.25	2.00	0.40
200	250	0.30	0.10	0.60	0.16	1.20	0.25	2.40	0.45
250	300	0.35	0.10	0.70	0.18	1.40	0.25	2.80	0.50
300	400	0.45	0.12	0.90	0.20	1.80	0.30	3.60	0.50

Valores de tolerancia de longitud unidad. Micro pulgadas

Longitud nominal	Grado 1		Grado 2		Grado A y B	
1 o menos	+1	-1	+2	-2	+8	-4
2 o menos	+2	-2	+4	-4	+16	-8
3 o menos	+3	-3	+5	-5	+20	-10
4 o menos	+4	-4	+6	-6	+24	-12
5 o menos	-	-	+7	-7	+28	-14

- Paralelismo: Convencionalmente, para comprobar el paralelismo se toman cuatro mediciones de longitud, determinándose una diferencia entre la longitud mayor y la longitud menor, debiendo estar dentro de los límites especificados
- Planitud: se determina con planos ópticos.

Después de limpiar la superficie del bloque, el plano óptico se coloca sobre la cara de medición y se ejerce una ligera presión en uno de sus extremos para que quede ligeramente inclinado y entonces aparecerán franjas de interferencia. La curvatura de las

frangas se utiliza para determinar el valor de la planitud de la superficie inspeccionada donde la planitud esta dada por la relación longitud e onda por ancho de la franja entre dos veces su inclinación.

Adherencia:

Una de las mas importantes características de los bloques es que cualquier dimensión puede obtenerse adhiriéndolos unos con otros, el principio de adherencia ISO lo define como fuerza intermolecular. La fuerza de adherencia varía según el liquido utilizado, grasa o vaselina neutra son utilizadas para este propósito.

El error de adherencia normalmente es menor a 0.01 μm , pero hay casos en los que algunas ralladuras sobre las caras de medición lo incrementan. Para obtener la dimensión que se requiere hay disponibles muchas combinaciones de bloques patrón.

Los pasos son:

- Utilizar el mínimo de números de bloques patrón para forma la medida deseada.
- Seleccionar bloques gruesos siempre que sea posible
- Seleccionar bloques patrón empezando con uno que tenga el mínimo dígito significativo requerido y entonces seleccione secuencialmente dígitos mas significantes
- Evitar utilizar bloques patrón de 5 mm y sus múltiplos siempre que sea posible

Acabado superficial

La norma JIS, estipula que la rugosidad superficial no debe exceder 0.06 μm , para los grados k y 0 y 0.08 μm para los grados 1 y 2. en tanto la norma federal

Especifica que para el grado 1 es 0.7 μm y 1.10 para los grados 2 y 3.

Coefficiente de expansión térmica

Los bloques patrón se utilizan como referencia en la medición comparativa y como se usan sobre todo en la industria metal mecánica, el coeficiente de expansión térmica debe ser tan cercano al del acero como sea posible.

De acuerdo con la norma JIS debe estar dentro del rango $11.5 \pm 1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Resistencia a la corrosión.

Resultados:

Los resultados obtenidos se entregan en un informe, o certificado de medición o de calibración, según sea lo efectuado al instrumento.

Se deben poner especial atención y cuidado en la elaboración del informe de calibración, particularmente en lo que respecta a la presentación de los datos de la medición y su facilidad de comprensión por el lector.

Informe:

LABORATORIO DE METROLOGIA INDUSTRIAL

Certificado de calibración

Nombre del cliente:

Customer's name

Dirección:

Address

No. de Certificado:

Certificate number

Pruebas

Ultima Página del certificado o informe:

El presente certificado o informe sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones en que se realizaron. El Laboratorio de Metrología no otorga ninguna característica diferente al instrumento de las descritas en este documento.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento.

Observación:

Cada pagina del informe lleva al pie de pagina la siguiente información:

Calibró

Nombre y cargo del responsable

Aprobó

Nombre y cargo del jefe de laboratorio

Fecha de emisión

Número de servicio

Numeración de paginas del certificado.

El certificado adquiere validez con el reporte de incertidumbre y con las firmas y sello de los responsables de la calibración.

APÉNDICE F MANUAL DE ENTRENAMIENTO



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

“CLUSTER METAL MECÁNICA”

- Industrias READI
- MAYPROD
- Centro Técnico Industrial
- Tecnimotores
- HUSIL IND
- ITCA - FEPADE
- BMI

Justificación: con base a la alternativa de solución planteada en el trabajo de graduación:

**“PROYECTO DE DESARROLLO
METROLÓGICO EN EL CLUSTER METAL
MECÁNICA EN LA MAGNITUD
DIMENSIONAL”**

Presentado por:

- Jaime René Castro Rauda
- Julio Alfredo Mejía Díaz
- Luis Emilio Membreño Velásquez

Ciudadela Don Bosco, Marzo 2002

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 2/31

Fecha: 03/02

INTRODUCCIÓN

En el presente manual se detalla el perfil de la Capacitación dirigida a las empresas que conforman el cluster Metal Mecánica, el cual contiene algunos tópicos de interés como:

Módulo I: Introducción a la Metrología o Metrología Básica

Módulo II: Principales instrumentos de Medición

Módulo III: Metrología y Calidad

Estos temas son el inicio en la formación de la disciplina Metrológica.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 3/31

Fecha: 03/02

OBJETIVOS DEL MANUAL

Objetivo General:

Proporcionar a la industria Metal Mecánica la metodología y las herramientas necesarias para la fácil comprensión y utilización del manual de capacitación en Metrología.

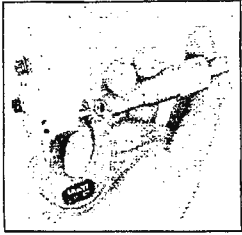
Objetivos Específicos:

- Desarrollo de la temática de Metrología Básica, Principales instrumentos de medición y Metrología y Calidad.
- Concientizar a los empleados de la importancia que tiene la aplicación de la formación en Metrología para aumentar la competitividad.
- Reforzar los conocimientos de los empleados.
- Hacer que el personal de las empresas involucrado en sistemas metrológicos adquieran los conocimientos que les permitan mejorar los sistemas de medición que poseen, además de interpretar los resultados que obtengan de las mediciones.
- Proporcionar al participante o al empleado una visión clara de la relación entre Metrología y Calidad.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 4/31

Fecha: 03/02

VENTAJAS DEL MANUAL

- Es un documento de consulta que pertenecerá a las empresas que conforman el cluster Metal Mecánica.
- Es un documento previo al desarrollo de un Manual de Calidad, este último permitirá a las empresas solicitar la certificación ante el CONACYT.
- Es una herramienta clara, sencilla y precisa para los empleados.
- Constituye un elemento de mejora continua para el desarrollo y crecimiento formativo.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 5/31

Fecha: 03/02

MODULO I INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA O METROLOGÍA BASICA

En esta parte se darán a conocer los conceptos básicos de la Metrología, su clasificación y la importancia de la Metrología Dimensional en el sector Metal-Mecánica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer el concepto de Metrología y su importancia dentro del sector industrial (Metal-Mecánica), con la finalidad de ampliar los conocimientos en esta disciplina, debido a que con ello se logra cuantificar la producción, respaldar la calidad de producción, asegurar la intercambiabilidad de piezas y partes, etc.
- Definir la clasificación de la Metrología, para conocer cuales son los campos que abarca esta disciplina, puesto que uno de estos campos de la Metrología se encarga de proporcionar servicios de calibración de instrumentos y equipos a las diferentes empresas, con el fin de asegurar la calidad de los productos finales y en proceso.
- Determinar la importancia de la Metrología Dimensional en la industria Metal-Mecánica, ya que con ésta se logra el desarrollo de la industria moderna y su funcionalidad, la intercambiabilidad de partes, la reducción de rechazos en la línea de producción y muchos otros factores de calidad.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 6/31

Fecha: 03/02

INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA

DEFINICIÓN DE LA METROLOGÍA

Metrología: es la ciencia de las mediciones. La Metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones, independientemente de la incertidumbre y de la rama de la ciencia o la tecnología donde ellas ocurran.

METROLOGÍA. ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde la aparición del ser humano sobre la tierra surgió la necesidad de contar y medir. No es posible saber cuando surgen las unidades para contar y medir, pero la necesidad de hacerlo aporta ingredientes básicos que requiere la Metrología, como mínimo, para desarrollar su actividad fundamental como ciencia que estudia los sistemas de unidades, los métodos, las normas y los instrumentos para medir.

Existen evidencias y está por escrito en diferentes libros el uso de unidades e instrumentos para medir desde hace 6000 o 7000 años.

La Metrología ha estado presente en los eventos más significativos relacionados con las ciencias y la técnica, inclusive en aquellos de tipo económico y de mercado, es decir, para realizar las actividades comerciales es necesario contar y medir basándose por completo en la Metrología.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª
Página: 7/31
Fecha: 03/02

IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA

IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA

- Cuantifica las magnitudes físicas, parámetros técnicos, etc., durante las investigaciones científicas en los experimentos.
- Es la base de las mediciones que se realizan para el control de los procesos tecnológicos de producción, en el transporte y la comunicación.
- Es la base de los conocimientos científicos, del desarrollo de la tecnología, la automatización de la industria y la estandarización.
- Respalda la calidad de la producción, debido a la reducción de rechazos de los productos.
- Asegura la intercambiabilidad de las piezas y partes.
- Protege la salud y la seguridad del ciudadano.
- Protege los intereses del consumidor y del país.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE METROLOGÍA LEGAL

En lo que respecta a la metrología legal, a nivel mundial el organismo internacional encargado de promoverla es la OIML. Esta se instituyó en 1995 y se dedica a la creación y desarrollo de estructuras técnicas que funcionen como guía de elaboración de requerimientos nacionales o regionales, los cuales controlen el uso de instrumentos y unidades de medición, en el campo de la metrología legal.

Dicta las normas a las cuales deben ceñirse tanto los laboratorios como las empresas y la vez especifican límites y tolerancias de los instrumentos.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 8/31

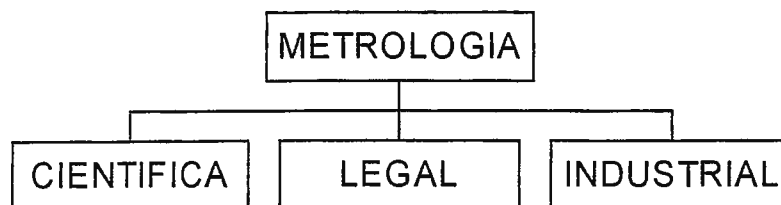
Fecha: 03/02

SITUACIÓN DE LA METROLOGÍA EN EL SALVADOR

El CONACYT-UES, apoyado por El Gobierno posee un laboratorio de Metrología Legal. La U.D.B, Institución Salesiana, posee un laboratorio de Metrología Industrial.

Se sabe que existe un SISTEMA INTERNACIONAL para medir, pero aún en la actualidad se utilizan unidades regionales, indígenas y de otros sistemas tales como: botellas, pipada, cuartillero, longímetro, etc.

CAMPOS DE LA METROLOGÍA



Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 9/31

Fecha: 03/02

La Metrología Científica. Esta relacionada con la investigación y desarrollo de nuevos patrones de medición, así como de mejorar los métodos e instrumentos de medición. En El Salvador no se realiza Metrología Científica, pero si se lleva a cabo en : Canadá, Estados Unidos, México, Argentina, Brasil, etc.

La Metrología Legal. El rol principal es constituirse en garante de los patrones de medida de las magnitudes oficiales (legales) del país, y garantizar la utilización de estos para apoyar las actividades comerciales e industriales del país, así como garantizar los derechos del consumidor. En El Salvador el laboratorio de Metrología Legal CONACYT – UES desempeña esta función.

La Metrología Industrial. Se encarga de la calibración de instrumentos de medición de las empresas mediante la utilización de patrones de mayores exactitud, con lo cual se asegura la calidad metrológica de las lecturas de los instrumentos y equipos, que al final resulta en una mejor calidad de los productos. Esta es desarrollada por varios entes extranjeros y dos nacionales (La U.D.B. y Víctor Aragón y Asociados).

CLASIFICACIÓN DE LA METROLOGÍA INDUSTRIAL

La Metrología Industrial trabaja generalmente 6 magnitudes:

- Masas y Balanzas
- Presión
- Temperatura
- Volumen
- Mediciones eléctricas
- **Dimensional**

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 10/31

Fecha: 03/02

METROLOGÍA DIMENSIONAL

La Metrología Dimensional se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes líneas y angulares (longitudes y ángulos).

También se refiere al proceso para lograr el aseguramiento metrológico de las características geométricas que pueden afectar la confiabilidad de las mediciones dimensionales básicas y la adecuada funcionalidad de las partes en movimiento o ensambladas.

La Metrología Dimensional se refiere no solo a la medición de longitudes y ángulo, también incluye la posición en el espacio.

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS

DIRECTA: El valor de la medida se obtiene directamente de los trazos o divisiones de los instrumentos; por ejemplo: regla graduada.

INDIRECTA: Cuando es necesario compararla con alguna referencia; por ejemplo un comparador óptico.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 11/31

Fecha: 03/02

CAMPO DE APLICACIÓN DE LA METROLOGÍA DIMENSIONAL

Longitud

Interiores, exteriores, profundidad

Ángulos

Ángulos cualesquiera

Superficies

Rugosidad

Forma

- Formas por elemento: recto, planitud, circularidad, cilindridad,
- Orientación por elementos asociados: paralelismo, perpendicularidad, inclinación.

CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS

- Lineales
- Angulares

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 12/31

Fecha: 03/02

DEFINICIONES BASICAS

MEDICIÓN: conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar el valor de una magnitud.

ERROR DE MEDICIÓN: es el resultado de una medición menos el valor verdadero de una magnitud por medir.

UNIDAD DE MEDIDA: valor de una magnitud para la cual se admite por convención que su valor numérico es igual a uno, ejemplo: el metro, el segundo, los gramos, etc.

CALIBRACIÓN: Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición o un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia (bloque).

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: Dispositivo destinado a realizar una medición, solo o en conjunto con equipos auxiliares.

EQUIPO DE MEDICIÓN: Todos los instrumentos de medición, patrones de referencia, aparatos auxiliares e instrucciones que son necesarios para llevar a cabo una medición.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 13/31

Fecha: 03/02

MODULO II PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

En este apartado se proporcionarán los conocimientos básicos sobre los principales instrumentos de medición que son comúnmente utilizados en la industria Metal-Mecánica (Micrómetro, Calibrador, Indicador de Carátula, Bloques Patrón y Escuadras ajustables). Además se presentarán las principales partes, usos, cuidados, tipos y lineamientos sobre la calibración de instrumentos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Dar a conocer cuales son los cuidados de algunos instrumentos de medición, para aumentar la confiabilidad en las mediciones y su durabilidad.
- Definir el uso correcto de cada instrumento de medición para lo cuál fueron creados.
- Proporcionar lineamientos sobre la calibración de los instrumentos de medición con la finalidad de asegurar que la incertidumbre de la medición se conozca y se mejore la confiabilidad de las mediciones (precisión).

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 14/31

Fecha: 03/02

PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN CALIBRADOR UNIVERSAL

CONCEPTO: es un instrumento de medición directa constituido fundamentalmente por un vernier, un cuerpo con escala principal y caras de medición, capaz de indicar la distancia entre cada superficie de medición con la escala principal y el vernier.

PARTES PRINCIPALES:

- Puntas de medición de exteriores
- Puntas de medición de interiores
- Escala vernier
- Escala principal
- Barra de profundidad
- Tornillo de fijación
- Botón del cursor

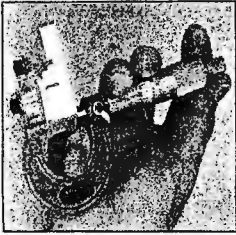
USOS DEL CALIBRADOR

MEDICIÓN DE EXTERIORES: en este caso se debe colocar y medir la pieza de trabajo tan cerca de la referencia como es posible. Asegurando además que las superficies de las puntas de medición de exteriores estén en contacto uniforme con la pieza de trabajo.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 15/31

Fecha: 03/02

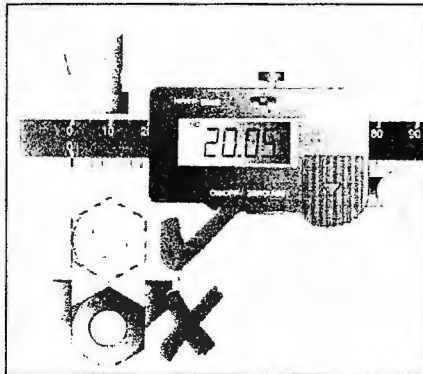


Figura 1. Medición de exteriores

MEDICIÓN INTERNA: aquí se toma la medición cuando los puntos de medición estén lo más adentro posible de la pieza a medir. Por ejemplo cuando se mide un diámetro interno y se utiliza un vernier electrodigital se tiene que leer la escala cuando el valor indicado está en su lectura máxima.

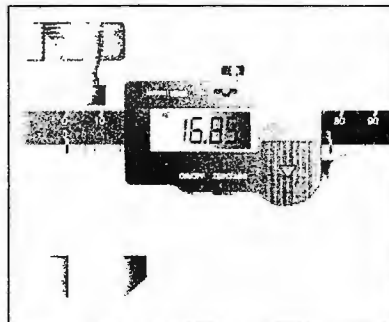


Figura 2. Medición de interiores

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 16/31

Fecha: 03/02

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD: se toma la medición cuando la cara inferior de la escala principal está en contacto uniforme con la pieza de trabajo.

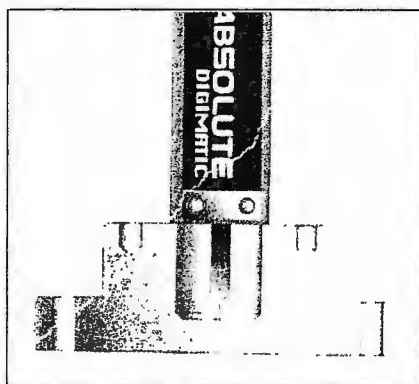


Figura 3. Medición de profundidad

MEDICIÓN DE PELDAÑO: se toma la medición cuando las superficies para medición de peldaño estén en contacto uniforme con la pieza de trabajo.

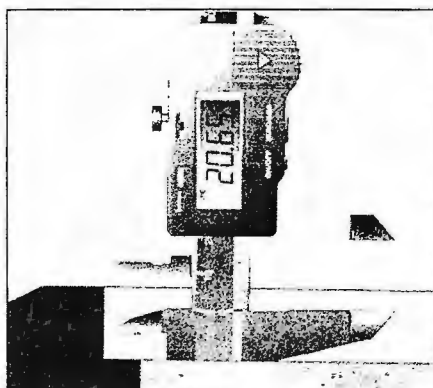


Figura 4. Medición de peldaño

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 17/31

Fecha: 03/02

CUIDADOS:

- No dejarlo caer ni golpearlo
- No utilizarlo como martillo
- No dañar las puntas de medición para interiores, no utilizarlo como compás o rayador
- Eliminar polvo o suciedad antes de usarlo
- Revisar que el cursor se mueva suavemente
- Medir al centro
- Medir interiores recto

TIPOS DE CALIBRADOR

- Calibrador Vernier tipo M estándar
- Calibrador de carátula
- Calibrador electrodigital
- Calibrador Vernier tipo CM
- Calibrador de altura
- Calibrador de diente de engrane

LECTURA DEL CALIBRADOR

La lectura de una medición haciendo uso de un calibrador se lleva a cabo tomando en cuenta la suma del valor de la escala principal más el valor de la escala del nonio.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 18/31

Fecha: 03/02

MICROMETRO

CONCEPTO: el micrómetro es un instrumento que mide el desplazamiento del husillo cuando éste es movido mediante el giro de un tornillo. El desplazamiento lineal del husillo es amplificado por la rotación del tornillo y del diámetro del tambor.

PARTES PRINCIPALES:

- Tope fijo
- Tope móvil
- Cilindro interior
- Tambor
- Tornillo guía
- Tuerca de ajuste
- Trinquete
- Husillo
- Freno del husillo

LECTURA DEL MICROMETRO

La lectura de una medición haciendo uso de un micrómetro se lleva a cabo tomando en cuenta la suma del valor del tambor más el valor del cilindro.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 19/31

Fecha: 03/02

USOS DEL MICROMETRO:

- Mediciones de longitud externa e interna

CUIDADOS DEL MICROMETRO:

- Eliminar polvo y aceite de la superficie de la medición.
- Verificar que el tambor gire suavemente, que no se pegue al cilindro, que el freno sea efectivo.
- El micrómetro o debe estar sujeto a cambios bruscos de temperatura, luz y calor.
- Nunca medir una pieza que este en movimiento.
- No girar el tambor cuando este puesto el freno.
- No aplicar fuerza excesiva.
- Cuando lo monte en un soporte debe quedar sujeto al centro.

TIPOS DE MICROMETRO:

- Micrómetros de exteriores
- Micrómetros de interiores
- Micrómetros de profundidades

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 20/31

Fecha: 03/02

INDICADOR DE CARÁTULA

CONCEPTO: los indicadores de carátula son instrumentos de precisión utilizados para medir la diferencia en tamaño o localización que existe entre una pieza de trabajo y una norma de referencia. Aunque son capaces de proporcionar mediciones lineales, se usan por lo general para efectuar mediciones por comparación. Por ejemplo alineamiento de una pieza de trabajo en un torno.

PARTES PRINCIPALES:

- Manecilla
- Eje
- Punto de contacto
- Bisel
- Caja
- Carátula
- Sujetador de Bisel
- Vástago

LECTURA DEL INDICADOR DE CARATULA

La lectura de una medición haciendo uso de un indicador de carátula se lleva a cabo tomando en cuenta la suma del valor de la lectura de la carátula más el valor del contador de revoluciones.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 21/31

Fecha: 03/02

USOS DEL INDICADOR DE CARÁTULA:

- Puede ser utilizado como comparador mecánico
- Medición de profundidades de agujeros, surcos y ranuras
- En gran diversidad de aplicaciones en la medición

CUIDADOS DEL INDICADOR DE CARÁTULA:

- No aplicar fuerza excesiva al indicador
- Reemplazar las puntas de contacto gastadas
- Eliminar cualquier clase de polvo o suciedad antes de utilizarlo
- Leerlo desde el frente
- Aceitarlo
- Utilizar la palanca del indicador para levantar el husillo

TIPOS DE INDICADOR:

- Indicador de prueba
- Indicador de tipo embolo buzo
- Calibrador de profundidad de carátula
- Indicador de barreno de carátula
- Calibrador de espesores de carátula

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 22/31

Fecha: 03/02

BLOQUES PATRÓN

CONCEPTO: los bloques patrón se utilizan para la calibración de instrumentos, son prismas rectangulares de material resistente y pulidos en dos superficies las que son paralelas entre sí y forman planos de medición.

CARACTERÍSTICAS:

- Forma: (cuadrado, rectangular y cilíndricos)
- Material: (aceros duro, carburos, cerámicos, cuarzo fundido)
- Valor nominal
- Número de serie

USOS DE LOS BLOQUES:

- Verificar y calibrar instrumentos de medición
- Calibrar las dimensiones de piezas de trabajo

CUIDADOS DE LOS BLOQUES:

- Limpiar cuidadosamente con precaución antes y después de su uso
- Utilizar siempre guantes de algodón o de algún material similar al manipular bloques

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 23/31

Fecha: 03/02

CUIDADOS DE LOS BLOQUES:

- Asegúrese de no golpearlo uno con otro
- No dejarlos caer al piso
- Utilizar un número mínimo de bloques para formar la medida deseada
- Utilizar todas las superficies para que el desgaste sea uniforme
- Evitar golpear los bordes

TIPOS DE BLOQUES PATRÓN:

- Bloques rectangulares
- Bloques Cilíndricos
- Bloques calibres
- Planoparalelos
- Longitudinales
- Calas

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 24/31

Fecha: 03/02

ESCUADRAS AJUSTABLES

CONCEPTO: es un instrumento resultado de la combinación de una regla de acero básica con cabezas móviles para verificar la cuadratura y hacer mediciones.

PARTES PRINCIPALES:

- Regla de acero
- Punzón
- Tuerca de sujeción
- Cabeza de escuadra
- Nivel

USOS DE ESCUADRAS:

- Verificación de ángulos
- Verificación de nivel
- Verificación de cuadratura
- Medición
- Alineación

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 25/31

Fecha: 03/02

CUIDADOS DE ESCUADRAS:

- Utilice la regla apropiada para cada trabajo
- Selección de la escala apropiada
- No dejar sobre una mesa o banco de trabajo
- Debe mantenerse limpia y ligeramente aceitada cuando no se esté usando
- Mantener lejos de máquinas portadoras en movimiento

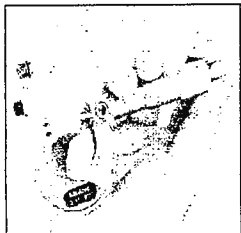
TIPOS DE ESCUADRAS:

- Calibrador de profundidades
- Calibrador tipo vernier
- Calibrador de punto de taladro

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 26/31

Fecha: 03/02

SUPERFICIES PLANAS DE REFERENCIA

CONCEPTO: es una superficie de referencia cuya característica le otorga confiabilidad al proceso de medición a una gran cantidad de instrumentos de medición, así como las piezas que se desee verificar.

IMPORTANCIA: Proporciona una base que asegura la estabilidad de los objetos colocados sobre ella y tiene la característica de planitud, es decir mantiene todos los elementos sobre ella en el mismo plano.

CUIDADOS:

- Utilizar todas las superficies para que el desgaste sea uniforme.
- La superficie de referencia no debe sobrecargarse.
- Colocar únicamente lo necesario.
- Evitar golpear los bordes.
- No dejar objetos metálicos más tiempo de lo necesario.

MATERIALES: las superficies de referencia pueden estar hechas de los siguientes materiales:

- Acero
- Hierro
- Hierro fundido
- Granito

NOTA IMPORTANTE: la construcción de las superficies de referencia debe hacerse sobre una plataforma antivibratoria.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 27/31

Fecha: 03/02

MODULO III METROLOGÍA Y CALIDAD

En esta parte se detalla la importancia de la Metrología y la Calidad. El porqué es importante calibrar los instrumentos como requisito de las normas ISO 9000 y con qué frecuencia o periodicidad se debe hacer para aprovechar al máximo los recursos.

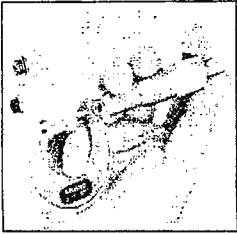
OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer la importancia de la Metrología en la Calidad de los procesos, con la finalidad de crear una cultura de calidad e infraestructura de calidad.
- Definir la frecuencia con que se deben calibrar los instrumentos.
- Conocer cuáles son los entes que ofrecen servicios de calibración a nivel nacional.
- Conocer los certificados de calibración, ya que con estos se ofrece una garantía al consumidor al producir en base a especificaciones técnicas de productos y a las regulaciones del mercado.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 27/31

Fecha: 03/02

MODULO III METROLOGÍA Y CALIDAD

En esta parte se detalla la importancia de la Metrología y la Calidad. El porqué es importante calibrar los instrumentos como requisito de las normas ISO 9000 y con qué frecuencia o periodicidad se debe hacer para aprovechar al máximo los recursos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer la importancia de la Metrología en la Calidad de los procesos, con la finalidad de crear una cultura de calidad e infraestructura de calidad.
- Definir la frecuencia con que se deben calibrar los instrumentos.
- Conocer cuáles son los entes que ofrecen servicios de calibración a nivel nacional.
- Conocer los certificados de calibración, ya que con estos se ofrece una garantía al consumidor al producir en base a especificaciones técnicas de productos y a las regulaciones del mercado.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 28/31

Fecha: 03/02

METROLOGÍA Y CALIDAD

CONCEPTO DE CALIDAD

La calidad es la satisfacción continua de las necesidades cambiantes de nuestros clientes a través de nuestros productos y servicios.

IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

Al medir logramos:

- Controlar los procesos de fabricación
- Tomar decisiones objetivas y correctas a la hora de medir
- Obtener especificaciones deseadas en los productos
- Demostrar las características de productos y servicios
- Certificar los sistemas de calidad

¿QUÉ ES CALIBRACIÓN?

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición o un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia (bloque).

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1ª

Página: 30/31

Fecha: 03/02

PERIODICIDAD CON QUE SE CALIBRA UN INSTRUMENTO

La periodicidad con que se calibra un instrumento depende de:

- El uso del mismo, sobre todo cuando se desconfía de la exactitud de la medición.
- De la necesidad de la empresa, es decir según la actividad que se vaya a realizar.
- Cada seis meses o una vez al año por lo menos según organismos internacionales de normas.

CERTIFICACIÓN

La certificación es la acción llevada a cabo por una entidad reconocida como independiente por las partes interesadas (proveedor y cliente), mediante la que se manifiesta que se dispone de la confianza adecuada en que un producto, proceso o servicio debidamente identificado es conforme con los requisitos especificados en una norma. En El Salvador el único ente que certifica es el CONACYT.

IMPORTANCIA DE LA CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD

Para la industria de El Salvador la certificación de los equipos de medición representa una ventaja para mejorar o asegurar la calidad y confiabilidad de sus productos, lo que al final se traduce en una ventaja competitiva.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:



MANUAL DE ENTRENAMIENTO

Edición: 1^a

Página: 31/31

Fecha: 03/02

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

Es el documento que resume y difunde el trabajo realizado por el laboratorio emisor, debe presentar de una forma clara, exacta y sin ambigüedades los resultados de la calibración o las mediciones efectuadas y cualquier otra información útil.

Todo instrumento calibrado por un laboratorio de Metrología acreditado, será provisto de un certificado de calibración emitido por este, el cual deberá contener todas y cada una de las especificaciones que se indican en este documento de acuerdo con el formato.

El número con que se identifica el certificado de calibración deberá ser el mismo de la calcomanía de calibración que se utilizará para marcar el instrumento. Este número será único y servirá para registrar la calibración o medición en el sistema de laboratorio.

Los certificados serán emitidos por lo menos en original y copia que llevarán el nombre y firma del profesional o técnico que realizó la calibración y la del jefe del laboratorio.

No se emitirán certificados de calibración de elementos averiados o que, por cualquier otra razón, el laboratorio estime que no están en condiciones de ser calibrados.

Elaboró:

Revisó:

Autorizó:

APÉNDICE G

CRONOGRAMA DE

CAPACITACIONES

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES

Nº	EMPRESA	CONTACTO	Nº OPERARIOS	FECHA	HORARIO
1	Industrias READI S.A.	Ing. Jorge Díaz	8	01/03/02	4 – 6 p.m.
2	TECNIMOTORES	Ing. Atilio Flores	8	04/03/02	4 – 6 p.m.
3	Centro Técnico Industrial	Ing. José Anzora	7	07/03/02	2 – 4 p.m.
4	HUSIL IND.	Ing. José Silva	7	06/03/02	2 – 4 p.m.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	
CLASIFICACIÓN DE LA ASI-METAL	249
ANEXO II	
CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS POR PRODUCTO	254
ANEXO III	
RECORTES DE PERIODICO SOBRE EL CLUSTER	262
ANEXO IV	
NORMAS RELACIONADAS CON LA METROLOGÍA DIMENSIONAL	267
ANEXO V	
SISTEMAS DE UNIDADES	269

ANEXO I

CLASIFICACIÓN DE

LA ASI-METAL

LISTADO DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR METAL MECANICA

CLASIFICACION INDUSTRIAL DE LAS ACTIVIDADES ECONOMICAS CIU

DIVISION : 37
INDUSTRIAS METALICAS BASICAS

AGRUPACION:

3710

INDUSTRIAS BASICA DE HIERRO Y ACERO

3720

INDUSTRIAS BASICAS DE METAL NO FERROSO

INDUSTRIA BASICA DE HIERRO Y ACERO

- ACERO CENTRO AVILES S.A. DE C.V. (ACAVISA DE C.V)
- ACEROS DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V. (ACEDE)
- ASOCIACION CENTROAMERICANA DE FABRICANTES DE HIERRO, ACERO Y DERIVADOS (ACEFAD)
- AUTOMOTRIZ EVER
- BOIRA DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V.
- BONDANZA INDUSTRIAL S.A. (BONINSA)
- CABOGAR S.A. DE C.V.
- CONSORCIO INTERNACIONAL S.A. DE C.V. (PROACES)
- CORPORACION INDUSTRIAL CENTROAMERICANA S.A. DE C.V. (CORINCA)
- CORTIMETAL S.A. DE C.V.
- CLOSETS ELEGANCE S.A.
- CLOSETS PANTRIES SANTA MONICA S.A.
- DISSUELA
- ESTRUCTURAS METALICAS SANCHEZ
- EXTRACTORES S.A. (EXTRASA)
- FERROMECANICA S.A. DE C.V.
- GALVANIZADORA INDUSTRIAL SALVADOREÑA S.A. DE C.V. (GALVANISSA)
- GERARDO ANTONIO ARGUETA SANCHEZ (SERINAR)
- H. BARON S.A. DE C.V.
- HERRAMIENTAS CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (HECASA)
- HIERROS Y BRONCES S.A. DE C.V. (HIBRONSA)
- IMPLEMENTOS AGRICOLAS CENTROAMERICANOS S.A. DE C.V. (IMACASA)
- INDUSTRIAS EL ÉXITO S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS MECANICAS ESPECIALIZADAS
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INDUSTRIAS MECANICAS 2000 S.A.
- INDUSTRIAS METALICAS (INDUMETAL)
- INDUSTRIAS METALICAS FERNANDO E IMPORT CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (IMFICA)
- INDUSTRIAS METALICAS MARENCO (IMMSA)
- INDUSTRIAS METALICAS S.A. DE C.V. (INDUMETSA)
- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
- INVERSIONES CALMA S.A. DE C.V. (INVERCALMA)
- INVERSIONES INTERCONTINENTALES S.A. DE C.V. (INVINTER)
- MANUFACTURING TOOL COMPANY S.A.S. (MATCO)
- MAQUINAS Y ESTRUCTURAS (M&E)
- MASTER DE CENTROAMERICA
- MATRISA S.A. DE C.V.
- MATRICERIA INDUSTRIAL ROXY S.A. DE C.V.
- MAYPROD S.A. DE C.V.
- MECANICA E INDUSTRIA SALVADOREÑA S.A. DE C.V. (MEISA)
- MECANICA INDUSTRIAL S.A.
- METALES TROQUELADOS S.A. DE C.V. (METALTRO S.A. DE C.V.)
- METALURGICA SARTI S.A. DE C.V.
- MHL S.A. DE C.V.
- M. J. INTER S.A. DE C.V.
- MOLDES INDUSTRIALES DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V.

-
- MONOLIT DE EL SALVADOR S.A. DE C.V. (MONOLIT)
 - MONTAJES PROFESIONALES INDUSTRIALES S.A. DE C.V. (MOPRINSA)
 - MOTOR SERVICE S.A. DE C.V.
 - OSCAR ALBERTO CARMONA AVILA,(INDUSTRIAS RICHARD)
 - PROYECTOS Y SERVICIOS ELECTROMECHANICOS S.A. DE C.V.
 - SERVICIOS VARIOS DE MECANICA INDUSTRIAL
 - TACOPLAST TALLERES
 - TALLER BIOLLO
 - TALLER DE RECTIFICACIONES S.A. DE C.V. (TARE)
 - TALLER DE SERVICIOS DIVERSIFICADOS
 - TALLER GARCIA
 - TALLER GUEVARA
 - TALLER INDUSTRIAL CHIQUILLO
 - TALLER INDUSTRIAL PANIAGUA
 - TALLER JERUSALEM
 - TALLER MOLDTOK
 - TALLERES MUÑOZ S.A. DE C.V.
 - TALLER ORELLANA
 - TALLER PACAS S.A. DE C.V.
 - TALLER PALMERAS
 - TALLERES SARTI S.A. DE C.V.
 - TECNICOS MECANICOS S.A. DE C.V.
 - TECNIMOTORES S.A. DE C.V.
 - TRICO S.A. DE C.V.

INDUSTRIA BASICA DE METALES NO FERROSOS

- ALUMICENTRO DE EL SALVADOR S.A. DE C.V.
- ALUMINIOS CENTROAMERICANOS S.A. DE C.V. (ALCAM S.A. DE C.V.)
- ALUMINIO DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V. (ALDECA)
- ALUMINIO DE EL SALVADOR S.A. (ALSASA)
- ALUMINIOS INTERNACIONALES S.A. DE C.V.
- ALUMISOL
- CAST PRODUCTS (GRUPO SOLAIRE)
- FABRICA DE ALUMINIO, VIDRIO S.A. DE C.V. (FAVISA)
- HIERROS Y BRONCES S.A. DE C.V. (HIBRONSA)
- INDUSTRIAS CONSOLIDADAS S.A. DE C.V. (INCO)
- INDUSTRIAS METALICAS FERNANDO E IMPORT CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (IMFICA S.A. DE C.V.)
- MASTER DE CENTROAMERICA
- MAYPROD S.A. DE C.V.
- PROYECTOS Y SERVICIOS ELECTROMECHANICOS S.A. DE C.V.
- SOLAIRE S.A. DE C.V.
- TOROGOZ S.A. DE C.V. (DIVISION DE MADERAS Y METALES S.A. DE C.V.)
- UNIMETAL (GRUPO SOLAIRE)

ANEXO II

CLASIFICACIÓN DE

EMPRESAS POR

PRODUCTO

**CLASIFICACION POR
ASOCIATIVIDAD
GAMECA-CLUSTER**

GRUPOS ASOCIATIVOS

GAMECA :

GRUPO ASOCIATIVO METAL- MECANICA

- ELECTRODEPOSITOS DE CENTROAMERICA
- INDUSTRIAS METALICAS S.A. DE C.V. (INDUMETSA)
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
- MAQUINAS Y ESTRUCTURAS (M&E)
- SERINAR (GERARDO ANTONIO ARGUETA SANCHEZ)
- TALLER DE RECTIFICACIONES S.A. DE C.V. (TARE)
- TALLER JERUSALEM

CLUSTER SECTOR METAL MECANICA

- DISSUELA
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INDUSTRIAS READI S.A. DE C.V.
- MAYPROD S.A. DE C.V.
- TALLERES DIVERSIFICADOS
- TALLERES MUÑOZ S.A. DE C.V.
- TECNICOS MECANICOS S.A. DE C.V.

INDICE DE EMPRESAS POR PRODUCTO

ANGULOS, PERFILES, CANALES

- INVERSIONES CALMA S.A. DE C.V. (INVERCALMA)

BATERIAS Y UTENSILIOS PARA COCINA, DE ACERO INOXIDABLE

- ALUMINIOS CENTROAMERICANOS S.A. DE C.V. (ALCAM S.A. DE C.V.)
- INDUSTRIAS EL ÉXITO S.A. DE C.V.

BATERIAS Y UTENSILIOS PARA COCINA, DE ALUMINIO

- ALUMINIOS CENTROAMERICANOS S.A. DE C.V. (ALCAM S.A. DE C.V.)
- ALUMINIO DE EL SALVADOR (ALSASA)
- ALUMINIOS INTERNACIONALES S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS EL ÉXITO S.A. DE C.V.

CROMADO Y GALVANIZADO

- ELECTRODEPOSITOS DE CENTROAMERICA (EDECA)

ESTRUCTURAS METALICAS

- AUTOMOTRIZ EVER
- ESTRUCTURAS METALICAS SANCHEZ
- INDUSTRIAS METALICAS (INDUMETAL)
- INDUSTRIAS METALICAS S.A. DE C.V. (INDUMETSA)
- MECANICA E INDUSTRIA SALVADOREÑA S.A. DE C.V. (MEISA)
- TALLERES SARTI S.A. DE C.V.

FABRICACION DE CORTINAS Y PUERTAS METALICAS DE HIERRO

- CORTIMETAL S.A. DE C.V.
- CLOSETS ELEGANCE S.A.
- CLOSETS PANTRIES SANTA MONICA S.A.
- TALLERES SARTI S.A. DE C.V.

FABRICACION DE ENVASES METALICOS

- INDUSTRIAS MECANICAS ESPECIALIZADAS
- METALES TROQUELADOS S.A. DE C.V. (METALTRO S.A. DE C.V.)

FABRICACION DE ESCALERAS, PUERTAS, VENTANAS Y MUEBLES DE ALUMINIO Y VIDRIO

- ALUMICENTRO DE EL SALVADOR S.A. DE C.V.
- ALUMINIOS INTERNACIONALES S.A. DE C.V.
- ALUMISOL
- FABRICA DE ALUMINIO, VIDRIO S.A. DE C.V. (FAVISA)
- INDUSTRIAS CONSOLIDADAS S.A. DE C.V. (INCO)
- SOLAIRE S.A. DE C.V.

FABRICACION DE HERRAMIENTAS PARA LA INDUSTRIA

- BOIRA DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V.
- HERRAMIENTAS CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (HECASA)
- IMPLEMENTOS AGRICOLAS CENTROAMERICANOS S.A. DE C.V. (IMACASA)
- MANUFACTURING TOOL COMPANY S.A. (MATCO S.A.)

FABRICACION DE MOLDES Y TROQUELES

- CABOGAR S.A. DE C.V.
- DISSUELA
- H. BARON S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- MATRICERIA INDUSTRIAL ROXY S.A. DE C.V.
- MECANICA E INDUSTRIA SALVADOREÑA S.A. DE C.V. (MEISA)
- MOLDES INDUSTRIALES DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V.
- TACOPLAST TALLERES
- TECNICOS MECANICOS S.A. DE C.V.

FABRICACION DE MUEBLES METALICOS

- HERRAMIENTAS CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (HECASA)
- INDUSTRIAS METALICAS (INDUMETAL)
- MASTER DE CENTROAMERICA
- OSCAR ALBERTO CARMONA AVILA (INDUSTRIAS RICHARD)

FABRICACION Y REPARACION DE PIEZAS PARA LA INDUSTRIA

- AICSA DE C.V.
- BONDANZA INDUSTRIAL S.A. (BONÍNSA)
- FERROMECHANICA S.A. DE C.V.
- GERARDO ANTONIO ARGUETA SANCHEZ (SERINAR)
- H.BARON S.A. DE C.V.
- HIERROS Y BRONCES S.A. DE C.V. (HIBRONSA)
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INDUSTRIAS MECANICAS 2000 S.A.
- INDUSTRIAS METALICAS ALED S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS READI S.A.
- MAQUINAS Y ESTRUCTURAS (M&E)
- MATRISA S.A. DE C.V.
- MECANICA E INDUSTRIA SALVADOREÑA S.A. DE C.V. (MEISA)
- MECANICA INDUSTRIAL S.A.
- MHL S.A. DE C.V.
- M.J. INTER S.A. DE C.V.
- MONTAJES PROFESIONALES INDUSTRIALES S.A. DE C.V. (MOPRINSA)
- MOTOR SERVICE S.A. DE C.V.
- PROYECTOS Y SERVICIOS ELECTROMECHANICOS S.A. DE C.V.
- SERVICIOS VARIOS DE MECANICA INDUSTRIAL
- TALLER DE RECTIFICACIONES S.A. DE C.V. (TARE)
- TALLER DE SERVICIOS DIVERSIFICADOS
- TALLER GARCIA
- TALLER GUEVARA
- TALLER INDUSTRIAL CHIQUILLO
- TALLER INDUSTRIAL PANIAGUA
- TALLER JERUSALEM
- TALLER MOLDTROK
- TALLERES MUÑOZ S.A. DE C.V.
- TALLER ORELLANA
- TALLER PACAS S.A. DE C.V.
- TALLER PALMERAS
- TALLERES SARTI S.A. DE C.V.
- TECNICOS MECANICOS S.A. DE C.V.
- TECNIMOTORES S.A. DE C.V.

FIGURAS DECORATIVAS

- TOROGOZ S.A. DE C.V. (DIVISION DE MADERAS Y METALES S.A. DE C.V.)

FUNDICIONES

- HIERROS Y BRONCES S.A. DE C.V. (HIBRONSA)
- INDUSTRIAS MECANICAS RAF
- INVERSIONES INTERCONTINENTALES S.A. DE C.V. (INVINTER)
- METALURGICA SARTI S.A. DE C.V.
- TALLER BIOLLLO
- TALLERES SARTI S.A. DE C.V.

IMPLEMENTOS AGRICOLAS

- EXTRACTORES S.A. (EXTRASA)
- HERRAMIENTAS CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (HECASA)
- IMPLEMENTOS AGRICOLAS CENTROAMERICANOS S.A. DE C.V. (IMACASA)
- INDUSTRIAS METALICAS ALED S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS METALICAS MARENCO S.A. (IMMSA)

LAMINA DE ACERO

- CONSORCIO INTERNACIONAL S.A. DE C.V. (PROACES)

LAMINAS DE ALUMINIO

- UNIMETAL (GRUPO SOLAIRE)

LAMINA DE HIERRO

- CONSORCIO INTERNACIONAL S.A. DE C.V. (PROACES)

MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE EQUIPO INDUSTRIAL

- BONDANZA INDUSTRIAL S.A. (BONINSA)
- FERROMECANICA S.A. DE C.V.
- GERARDO ANTONIO ARGUETA SANCHEZ (SERINAR)
- H. BARON S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS MECANICAS 2000 S.A.
- INDUSTRIAS READI S.A.
- MHL S.A. DE C.V.
- M.J. INTER S.A. DE C.V.
- MONTAJES PROFESIONALES INDUSTRIALES S.A. DE C.V. (MOPRINSA)
- MOTOR SERVICE S.A. DE C.V.
- TALLER DE RECTIFICACIONES S.A. DE C.V. (TARE)
- TECNICOS MECANICOS S.A. DE C.V.

MATERIAL ELECTRICO Y TUBERIAS CONDUIT

- INDUSTRIAS METALICAS FERNANDO E IMPORTACIONES CENTROAMERICANAS S.A. DE C.V. (IMFICA S.A. DE C.V.)
- TRICO S.A. DE C.V.

MATERIALES PARA FERRETERIA, BISAGRAS, CERRADURAS Y OTROS

- INVERSIONES CALMA S.A. DE C.V. (INVERCALMA)
- SERVICIOS VARIOS DE MECANICA INDUSTRIAL

OPERADORES, CHAPAS PARA VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO

- ALUMISOL
- CAST PRODUCTS (GRUPO SOLAIRE)

SUMINISTRO DE HIERRO Y MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION

- ACEROS DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V. (ACEDE)
- ASOCIACION CENTROAMERICANA DE FABRICANTES DE HIERRO, ACERO Y DERIVADOS (ACEFAD)
- CORPORACION INDUSTRIAL CENTROAMERICANA S.A. DE C.V. (CORINCA)
- GALVANIZADORA INDUSTRIAL SALVADOREÑA S.A. DE C.V. (GALVANISSA)

SUMINISTRO DE MATERIA PRIMA Y EQUIPO PARA LA INDUSTRIA

- ACERO CENTRO AVILES S.A. DE C.V (ACAVISA DE C.V.)
- MONOLIT DE EL SALVADOR S.A. DE C.V. (MONOLIT)

SUMINISTRO DE MATERIALES Y COMPONENTES PARA LA INDUSTRIA DE ALUMINIO

- ALUMINIO DE CENTROAMERICA S.A. DE C.V. (ALDECA)

SUMINISTRO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y COMPONENTES PARA LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE METAL MECANICA

- MAYPROD S.A. DE C.V.

VARILLAS DE ACERO

- CORPORACION INDUSTRIAL CENTROAMERICANA S.A. DE C.V. (CORINCA)
- INVERSIONES INTERCONTINENTALES S.A. DE C.V. (INVINTER)

ANEXO III

RECORTES DE

PERIODICO SOBRE

EL CLUSTER

RESUMEN CITAS DE PERIÓDICOS

- Las plantas, miel y aluminio ya tienen "cluster"
Sección Economía
Fecha: 29/07/98, La Prensa Gráfica

- Capacitarán Salvadoreños en "Clusters"
Sección Economía
Fecha: 10/08/98, La Prensa Gráfica

- Industria Metalmeccánica comienza alianzas estratégicas.
Sección Economía
Fecha: 13/08/98, La Prensa Gráfica

- Desarrollarán Industria Metalmeccánica
Sección Negocios
Fecha: 04/11/98, El Diario de Hoy

- Monitor presentó balance de los "clusters"
Sección Negocios
Fecha. 19/11/98, El Diario de Hoy



INFORMA

Boletín Agosto

SE FORMA EL CLUSTER DE LA INDUSTRIA METALMECANICA

EL INDUSTRIAL
DEL SIGLO XXI

58-98

10 años
ASI

Funcionarios y ejecutivos de la Asociación Salvadoreña de Industriales, ASI, Asociación Salvadoreña de la Industria Metalmeccánica y el Programa Nacional de Competitividad dieron a conocer la formación del Cluster de Metalmeccánica el jueves 13 de agosto.

El Ing. Juan Ramón Peralta, presidente de ASIMETAL, dijo que este es el primer cluster industrial que se forma "bajo la sombrilla de la ASI" y podría marcar el inicio de la reactivación de dicho sector, que por el momento se encuentra en un momento bastante difícil, debido a las dificultades para acceder a créditos bancarios, altas tasas de interés, competencia externa, falta de materia prima, etc.

En la industria metalmeccánica existe el sector formal que son las grandes empresas como Imacasa, Prometca, Meiproducto y otras, y el sector informal, que son aquellos pequeños talleres que se colocan

en la aceras y garages que fabrican puertas, defensa Conservadoramente, entre el formal y el informal generan a de 10 mil puestos de trabajo directos.

La idea de formar el cluster está sustentado en la fabrica herramientas manuales y con ello se pretende crear m posibilidades de fuentes de trabajo en dicha área y entrar a en el concierto mundial y por supuesto elevar el nivel de los trabajadores.

Representantes del Programa Nacional de Competitividad que el sector metalmeccánico es un grupo de industrias relacionadas con la producción, servicio y exportación de productos de. Con la formación del cluster se pretende desarrollar al sector el propósito de mejorar su competitividad y hacer que este sea sostenible en el largo plazo.

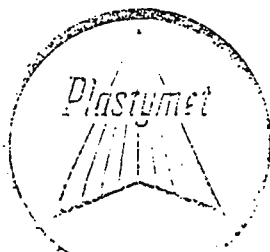
Hasta el momento se cuenta con la participación de los integrantes de la gremial ASIMETAL y de empresas como Imacasa, Pro y Meiproducto que han prestado su total apoyo al proyecto, entidades que han mostrado interes son el Instituto Tecnológico Centroamericano (ITCA) y CONACIT, las cuales desearán participar al proceso de formación del cluster.

Las industrias seleccionadas actualmente son las de herramientas agrícolas y servicios de metalmeccánica. Se considera que tendrán implicaciones para todo el sector.

Los cluster que se han formado hasta ahora son el café, tur comunidad inmigrante, confección, artesanías, entre

INDICE

Aduanas armonizan horarios Pág. 2º	Inflación para julio fue 0.5% Pág. 2º	Ruedas de negocios Pág. 3º	Ferias en el mundo Pág. 3º	Exoneran pago en aduanas Pág. 4º	La ASI e los medic Pág. 4º
---------------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------



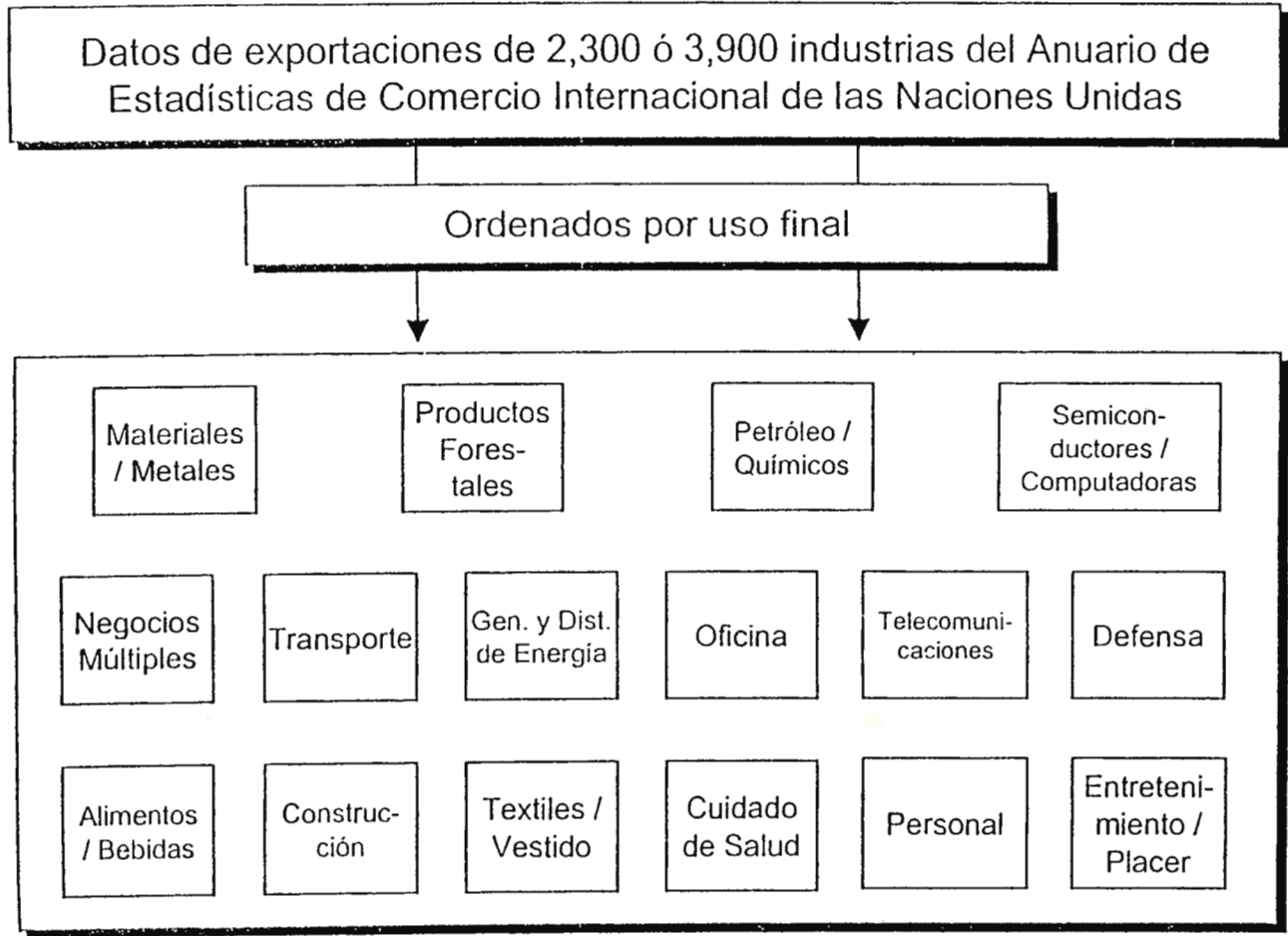
En Producto Plástico:

EXCELENCIA PARA EL HOGAR

Tel.: 293-1522 293-1530 293-1517

La Importancia de la Industria de Metalmeccánica

Clasificación por Clusters Generales



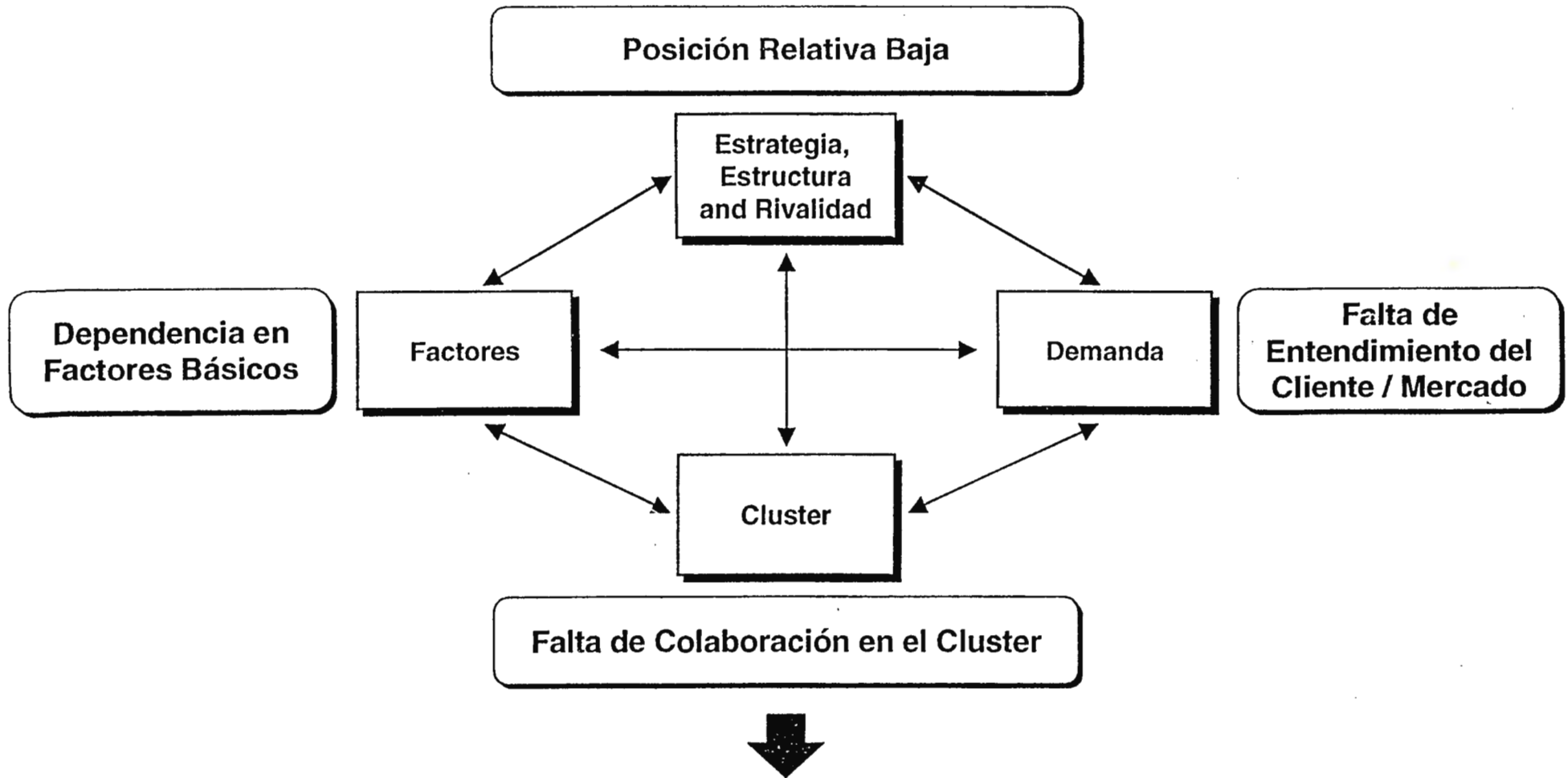
Uniformidad entre países
Uniformidad en el tiempo

Tipo de Uso Final / Fuente de ventaja

- Industrias Básicas**
- Insumos para productos en muchas otras industrias
 - Ventajas en recursos naturales
- Funciones Industriales y de Apoyo**
- Productos a menudo comprados por negocios
 - Ventajas tecnológicas
- Bienes de Consumo Final y Servicios**
- Productos comprados por consumidores
 - Recursos Naturales
 - Ventajas en mano de obra barata

Impedimentos para la Competitividad en Metalmeccánica

La Plataforma Competitiva



Existen distintos patrones en el Cluster de Metalmeccánica que aparentemente están impidiendo construir ventajas competitivas. Estos patrones deben trabajarse para mejorar el ambiente competitivo de Metalmeccánica en El Salvador

ANEXO IV

NORMAS

RELACIONADAS CON

LA METROLOGÍA

DIMENSIONAL

Normas relacionadas con Metrología Dimensional.

Instrumento	Internacionales	Alemanas	Japonesas	Mexicanas	Americanas	Británicas	Francesas
Bloques Patrón	ISO 3650	DIN 861/1	JIS B 7506	NMX CH-86	ANSI/ASME B89.1.9M FED.ESP.GGGG- 15c	BS 888 BS 4311	NF11-010
Calibrador Vernier	ISO 3599, ISO 6906	DIN 862	JIS B 7507	NMX CH-54 NMX CH-02	FED.ESP.GGG- 111a	BS 887	NFE11-091
Cinta de Acero para Medición	OIML 35		JIS B 7512	NOM-046- 1998			
Indicador de Carátula		DIN 878, 878/1,3	JIS B 7503, 7509		ANSI B89.1.10M	BS 907,1054	NFE-050
Indicador de Carátula de Palanca		DIN 2270	JIS B 7533		MIL-I-1842D		E11-053
Lainas		DIN 874/2	JIS B 7524				
Micrómetro para Exteriores	ISO 3611	DIN 863/1,3	JIS B 7502	NMX CH-99	FED. ESP. GGG-C- 105c	BS 870, 1734	NFE11- 090.095
Nivel de Exactitud		DIN 877,2276/1	JIS B 7511			BS 958	NFE11-301

ANEXO V

SISTEMAS DE

UNIDADES

Múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI

El metro, unidad fundamental del sistema, corresponde a la escala de lo que mide el hombre en la vida diaria; por ejemplo, casas, edificios, y distancias cortas. Sin embargo, aunque con menos frecuencia, tienen que medirse otras longitudes para las que el metro resulta demasiado pequeño o demasiado grande. Por ejemplo, el metro es muy pequeño para expresar la distancia entre la Ciudad de San Salvador y París, ya que se requeriría una cifra demasiado grande; en cambio, resulta muy grande para expresar el diámetro de un cabello. Ocurre lo mismo con todas las unidades del SI.

Considerando lo anterior, se decidió establecer múltiplos y submúltiplos comunes a todas las unidades y expresarlos con prefijos convencionales de aceptación universal. Para evitar confusiones, del griego se tomaron los prefijos para formar los múltiplos (kilo, mega, giga, etc.) y del latín los prefijos para formar los submúltiplos (mili, micro, nano, etc.).

Estos prefijos se agregan a la unidad y forman palabras fáciles de identificar para designar a los múltiplos y a los submúltiplos. Por tanto, se tiene como múltiplos del metro, el kilómetro, equivalente a 1 000 metros; el megámetro, equivalente a 1 000 000 metros; el gigámetro, equivalente a 1 000 000 000 metros, etc. Los submúltiplos del metro son el milímetro, equivalente a la milésima parte de un metro; el micrómetro, equivalente a la millonésima parte de un metro, etc. Lo interesante de los prefijos es que son comunes o aplicables a todas las unidades del SI, por lo que puede hablarse de miligramos, mililitros, miliamperes, milipascales, etc.

Los múltiplos comunes con el prefijo kilo y submúltiplos comunes con el prefijo mili, bastan para la medición de las magnitudes más grandes y la más pequeña que la mayoría de la gente necesita. Los científicos y los técnicos requieren prefijos adicionales porque en ocasiones se ocupan de magnitudes extremadamente grandes, como las dimensiones interplanetarias y las masas de las estrellas, o de magnitudes en extremo pequeñas, como el tamaño de un átomo o de un protón.

Prefijos, equivalencia y símbolos

Existe también el denominado sistema inglés, que en la actualidad es empleado en forma casi exclusiva en Estados Unidos, aunque por su influencia se usa en otros países. Sin embargo, en Estados Unidos para usos oficiales ya ha sido adoptado el SI, pero dado el uso generalizado del sistema inglés, transcurrirán varios años antes de que se generalice el uso del SI, principalmente por la industria y el comercio. Aún en los países que han adoptado oficialmente el SI, se continúan usando unidades de otros sistemas. (Ejemplo: EL SALVADOR)

Sistema Internacional de Unidades, SI

Esta sección tiene como objetivo presentar una versión abreviada del Sistema Internacional de Unidades, conocido como SI en todos los idiomas, que fueron adoptado en 1960 por la Conferencia General de Pesas y Medidas, máxima autoridad internacional en metrología.

UNIDADES BASICAS

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Temperatura Termodinámica	Kelvin	K
Intensidad de Corriente Eléctrica	Ampere	A
Intensidad Luminosa	Candela	cd
Cantidad de Sustancia	mol	mol

UNIDADES DERIVADAS MÁS COMUNES

Magnitud	Unidad	Definición	Símbolo
Superficie	Metro Cuadrado	m.m	m ²
Volumen	Metro Cúbico	m.m.m	m ³
Velocidad	Metro por Segundo	m/s	m/s
Aceleración	Metro por Segundo al Cuadrado	m/s ²	m/s ²
Fuerza	Newton	kg.m/s ²	N
Presión	Pascal	N/m ²	Pa
Densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³	kg/m ³
Inductancia	Henry	Wb/A	H
Inducción Magnética	Tesla	Wb/m ²	T
Potencia	Watt	J/s	W
Diferencia de Potencial	Volt	W/A	V
Resistencia Eléctrica	Ohm	V/A	Ω
Conductancia Eléctrica	Siemens	A/V	S
Capacidad Eléctrica	Farad	C/V	F
Momento de una Fuerza	Newton metro	N.m	N.m
Momento de Inercia	kilogramo metro cuadrado	kg.m.m	kg.m ²
Trabajo Energía	Joule	N.m	J
Dosis Absorbida	Gray	J/kg	Gy
Flujo Magnético	Weber	V.s	Wb
Actividad Nuclear	Becquerel	1/s	Bq
Frecuencia	Hertz	1/s	Hz
Carga Eléctrica	Coulomb	s. A	C
Flujo Luminoso	Lumen	cd.sr	lm
Luminosidad	Lux	lm/m ²	lx