

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LAS MEDICIONES
EN UNA ORGANIZACIÓN. APLICACIÓN PARCIAL EN LA
EMPRESA DE CIGARROS LÁZARO PEÑA, HOLGUÍN**

**Tesis presentada en opción al título académico de
Máster en Ingeniería Industrial
Mención Calidad**

Autor: Lic. Wilfredo Suárez Piña
Tutor: Dr C Reyner Pérez Campdesuñer



**UNIVERSIDAD
DE HOLGUÍN**
OSCAR LUCERO MOYA

Holguín, 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LAS MEDICIONES
EN UNA ORGANIZACIÓN. APLICACIÓN PARCIAL EN LA
EMPRESA DE CIGARROS LÁZARO PEÑA, HOLGUÍN**

**Tesis presentada en opción al título académico de
Máster en Ingeniería Industrial
Mención Calidad**

Autor: Lic. Wilfredo Suárez Piña



Holguín, 2014

AGRADECIMIENTOS

Agradecer por nombres, resultaría atrevido, ya que se puede cometer el error de omisiones involuntarias, gracias a los que me acompañaron en este empeño y confiaron en mi, estimulándome a continuar adelante. A aquellos que contribuyeron al menos mostrando su interés por la marcha de este trabajo, y en especial a las personas que han tributado a mis conocimientos, valores y experiencias.

A mi tutor, a mis profesores, a mis compañeros de aula, a mi profesora Mayra, en fin a todos.

RESUMEN

La deficiente gestión de las mediciones a nivel organizacional, constituye un riesgo que afecta la calidad de las producciones y servicios y por ende la economía de las empresas. La norma NC ISO 10012: 2007, establece requisitos para los procesos y equipos de medición en las organizaciones productivas y de servicios, sin embargo no explicita las herramientas para su aplicación.

El presente trabajo aborda como objeto de la investigación la gestión de las mediciones, proponiéndose como objetivo elaborar y aplicar parcialmente una metodología para la gestión de las mediciones como parte de los sistemas de gestión implantados en las empresas.

La metodología propuesta comprende 4 etapas básicas y 10 pasos, así como 1 etapa transversal para la formación de los recursos humanos; basada en el enfoque de procesos y el ciclo PHVA.

Su aplicación parcial en la empresa de cigarros "Lázaro Peña" de Holguín, permitió establecer la estructura y contenido del sistema de gestión de las mediciones confirmando el alcance propuesto para el mismo; se definió el soporte documental requerido para su aplicación incluyendo su distribución y el seguimiento para detectar desviaciones y realizar los ajustes necesarios. Se determinaron los procesos de medición, se identificaron las variables de proceso y se realizó la selección de los instrumentos necesarios para la medición en el proceso.

SUMMARY

The faulty administration of the mensurations at organizational level constitutes a risk that affects the quality of the productions and services and for the economy of the companies. The norm NC ISO 10012: 2007, it establishes requirements for the processes and mensuration teams in the productive organizations and of services, however not explicit the tools for their application.

The present work approaches like object of the investigation the administration of the mensurations, intending as objective to elaborate and to apply a methodology partially for the administration of the mensurations like part of the implanted administration systems in the companies.

The proposed methodology understands 4 basic stages and 10 steps, as well as 1 traverse stage for the formation of the human resources; based on the focus of processes and the cycle PHVA.

Their partial application in the company of cigarettes "Lázaro Peña" of Holguín, allowed to establish the structure and content of the system of administration of the mensurations confirming the reach proposed for the same one; he was defined the required documental support for their application including their distribution and the pursuit to detect deviations and to carry out the necessary adjustments. The mensuration processes were determined; the process variable were identified and was carried out the selection of the necessary instruments for the mensuration in the process.

ÍNDICE

CONTENIDO	<u>“Pág.”</u>
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO PRÁCTICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.1 La gestión de las mediciones	9
1.1.1 Características metrológicas de las mediciones	12
1.1.2 Calidad de las mediciones	15
1.2 Sistema de gestión	16
1.2.1 Sistema de gestión de la calidad	16
1.2.2 Sistema de gestión ambiental	19
1.2.3 Sistemas de gestión de la de la seguridad y salud en el trabajo	20
1.3 Sistema de gestión de las mediciones en la organización	21
1.4 Integración del sistema de gestión de las mediciones a los sistemas de gestión implantados en la Fábrica de Cigarros “Lázaro Peña”.	26
2. METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LAS MEDICIONES EN UNA ORGANIZACIÓN	29
2.1 Descripción de la metodología	29
2.1.1 Etapa 1 Diseño del sistema de gestión metrológico	30
2.1.2 Etapa 2 Documentación e implantación del SGM	37
2.1.3 Etapa 3 Evaluación del SGM	39
2.1.4 Etapa 4 Revisión y mejora del SGM	42
2.2 APLICACIÓN PARCIAL DE LA METODOLOGÍA EN LA FÁBRICA DE CIGARROS “ LÁZARO PEÑA”	45
2.2.1 Caracterización de la organización objeto de estudio	45
2.2.2 Etapa 1 Diseño del sistema de gestión metrológico	45
2.2.3 Etapa 2 Documentación e implantación del SGM	56

CONTENIDO	<u>“Pág.”</u>
2.2.4 Etapa 3 Control al SGM	59
2.2.5 Etapa 4 Revisión y mejora del SGM	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	70
ÍNDICE DE FIGURAS	
Figura 1.1 Hilo conductor para la construcción del marco teórico práctico referencial de la investigación	9
Figura 2.1 Metodología para la gestión de las mediciones en una organización	29
ÍNDICE DE TABLAS	
Tabla 2.1 Para determinar las etapas del proceso	33
Tabla 2.2 Identificación de variables	33
Tabla 2.3 Determinación de las variables críticas	34
Tabla 2.4 Tolerancia de las variables en el proceso	35
Tabla 2.5 Selección de los instrumentos de medida	36
Tabla 2.6 Registro de los instrumentos de medición de la organización	37
Tabla 2.7 Indicadores de eficacia para la gestión metrológica	41
Tabla 2.8 Actividades de capacitación para la formación de los recursos humanos	43
Tabla 2.9 Especificaciones de calidad de los cigarrillos según la norma NEAG 01: 2004	50
Tabla 2.10 Variables del proceso	50

Tabla 2.11 Frecuencia de las variables del proceso	51
Tabla 2.12 Determinación de las variables críticas	51
Tabla 2.13 Tolerancia de las variables en el proceso	53
Tabla 2.14 Selección de los instrumentos de medida	55
Tabla 2.15 Instrumentos de medición de la empresa	56
Tabla 2.16 Listado de procedimientos elaborados y documentos unificados al sistema integrado de gestión	57

INTRODUCCIÓN

Los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, aprobados en el VI congreso del Partido Comunista de la República de Cuba (PCC), plantean una nueva actualización del modelo de gestión económica en Cuba, reconociendo y promoviendo a la empresa estatal socialista, como la forma principal de la economía nacional, que debe contribuir a elevar la eficiencia de este. Entre las metas a alcanzar por la aplicación de este nuevo modelo económico y social se encuentra el de lograr que el sistema empresarial del país esté constituido por empresas eficientes, bien organizadas y eficaces, obteniendo nuevas organizaciones superiores de dirección empresarial¹

La elevación de la calidad en la producción de bienes y servicios, tanto para el consumo nacional como para la exportación, promueve la inserción competitiva de los productos y servicios en el mercado. Pero ésta se asegura a partir de garantizar que los mismos respondan y cumplan con las normas de especificaciones de calidad exigidas en los mismos, y por consiguiente, las mediciones que se realizan para lograr y demostrar ésta, estén en correspondencia con el estado de los estándares de calidad a nivel mundial.

El consumidor final de los bienes y servicios cuenta con la garantía de que lo que adquiere se corresponde fielmente con la promesa del productor y del vendedor; lo que se asegura a través del ejercicio cotidiano de las acciones metrológicas y de protección al consumidor. En este sentido se inserta la metrología en las perspectivas de la economía cubana.

Las mediciones desempeñan un papel relevante en las actividades técnicas, productivas, científicas y de servicios de la economía nacional en cualquier país². Son ejemplos de ello:

- La cantidad de operaciones de medición en cualquier proceso sobrepasa en muchos casos a la de las restantes operaciones tecnológicas
- Las mediciones son las principales fuentes de información sobre las propiedades y características de las materias primas y los artículos de consumo, y sobre la eficiencia de los procesos tecnológicos
- Las mediciones brindan las evidencias necesarias para certificar la calidad de la ejecución de todas las operaciones tecnológicas de la producción, y del producto terminado
- Las mediciones constituyen la base sobre la cual se fundamentan todas las transacciones comerciales. Las mediciones desempeñan un papel decisivo en la protección e higiene del trabajo, y en la protección del medio ambiente.

¹ Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, abril 2011, p.8

² "Metrology - in short" 3ª edición, Julio 2008, 2ª edición en español. Consultado en www.euramet.org

Lo anterior permite identificar la gran importancia de lograr una buena organización de la actividad metrológica en la empresa socialista cubana, de ahí que el presente trabajo se fundamente en la gestión y el control integral de las mediciones como elemento estratégico en las empresas.

El período especial, comenzado a principios de los años 90 del siglo pasado, tuvo un impacto negativo en la vida metrológica del país. Por una parte, en muchas empresas se “racionalizaron” las plazas de especialista en metrología, con la consecuente afectación de la disciplina tecnológica en aquellas que lo habían logrado. Por otra parte, la crisis financiera mundial impidió la adquisición sistemática de equipos de medición, en especial los instrumentos de medición necesarios para garantizar el aseguramiento metrológico de las producciones y los procesos productivos, los servicios y las investigaciones.

A esto se suma la falta de visión e interés de no pocos empresarios para los cuales la actividad de metrología se limita a si los instrumentos de medición que pertenecen al campo de la metrología legal tienen el sello o no que los habilita como aptos para el uso, y más por cuidarse de la acción coercitiva de los funcionarios de la Metrología legal que por el entendimiento y razonamiento de la importancia de establecer un sistema de gestión de las mediciones.

En no pocas empresas se desconoce cuáles son las tolerancias de los puntos críticos de medición existentes en los diferentes procesos tecnológicos. Sin embargo éste es un elemento imprescindible para la gestión del proceso de fabricación (Beltrán, 2004), y que transita además por realizar la evaluación de la incertidumbre de la medición para valorar la calidad de las mediciones efectuadas y por consiguiente del punto de medición como tal. Los recursos humanos relacionados con la gestión de los procesos de medición carecen de formación para un mejor desarrollo de su trabajo, y lo que es peor el personal técnico que gestiona estos procesos no han logrado implementar un enfoque estratégico y sistemático para el correcto desarrollo de esta actividad. Esto se evidencia en las frecuentes violaciones y afectaciones de calidad de los productos y servicios que se ofertan a la población, detectados en las supervisiones metrológicas efectuadas por el departamento de inspección – supervisión estatal de la Oficina Territorial de Normalización de Holguín.

Las supervisiones metrológicas se realizan todos los años según directivas orientadas por la Oficina Nacional de Normalización y las necesidades de la dirección del gobierno en la provincia, estas van orientadas a la revisión del funcionamiento del sistema de aseguramiento metrológico en las empresas. Estas supervisiones metrológicas también forman parte de los controles y recontroles gubernamentales dirigidos por la Contraloría General de la República que se hacen en los territorios a los diferentes ministerios.

Para este trabajo se analizaron las supervisiones metrológicas efectuadas por el Departamento de inspección – supervisión estatal en el período comprendido entre el año 2009 hasta septiembre del 2013, Anexo 1.

En este período se realizaron 735 supervisiones metrológicas, de ellas resultaron conformes 650 para un 88 % de conformidad del servicio metrológico que prestan las distintas organizaciones económicas de la provincia. Asimismo, se pudo constatar que el 12 % que resultaron no conformes en el cumplimiento de la metrología legal fueron reflejados en los siguientes sectores:

En la salud pública se inspeccionaron hospitales, policlínicos, farmacias, laboratorios y locales del médico de la familia, los cuales prestan servicios a la población, comprobándose las principales deficiencias en:

- Instrumentos de medición con carácter legal sin verificar o con la fecha de verificación vencida (manómetros, esfigmomanómetros, instrumentos de pesar, equipos de laboratorios clínicos, etc) lo que afecta la calidad de los servicios con posibles diagnósticos erróneos o poco fiables, atentando contra la salud y seguridad de las personas

Por otra parte, en el comercio y la gastronomía se visitaron cafeterías, restaurantes, bodegas, agromercados, bares, para evaluar la calidad del servicio con destino al consumo social, relacionando las principales irregularidades:

- Deficiente control y aseguramiento metrológico por la no existencia de planes de verificación, mantenimiento y registros de los instrumentos de medición, provocando el uso de instrumentos sin evidencias de su verificación / calibración, con la verificación vencida o el uso de instrumentos de medición No Aptos, así como la venta de líquidos a granel con medidas patrones sin aforar, afectando la adecuada protección al consumidor y propiciando la ocurrencia de hechos y delitos por desvíos de recursos destinados a la población

En el sector industrial se destacan las empresas de elaboración de alimentos:

- En las industrias donde se elaboran productos pre- empacados se encuentra con frecuencia que la calidad del producto se ve afectado por la falta de verificación o calibración de los instrumentos que componen las máquinas dosificadoras, las cuales en algunas ocasiones son de una exactitud tal que no encuentran trazabilidad en nuestros laboratorios
- En las empresas azucareras es significativo destacar la existencia de instrumentos en muy malas condiciones técnicas por los años de explotación a que han sido sometidos y esto mismo ocurre en la red de comercio minorista donde los instrumentos de medición tienen alrededor de 25 o 30 años de explotación y son sometidos frecuentemente a reparaciones sin la posterior verificación, y además no ofrecen los resultados de las mediciones en las unidades del Sistema Internacional.

De la tabla anterior es significativo destacar en el período evaluado un alto nivel de aplicación de decretos de contravenciones: se impusieron 153 acciones, desglosadas en 64 obligaciones de hacer y 89 multas. Además es significativo destacar que en las inspecciones estatales a la calidad en el año 2013 de las 28 multas aplicadas, 13 fueron por incumplimientos en la metrología.

La norma cubana NC ISO 10012:2007³, establece un conjunto de requisitos a cumplir por las diferentes entidades para garantizar los elementos de las mediciones que tienen incidencia directa en la calidad del producto. Según ese propio documento normalizativo *“Un sistema eficaz de gestión de las mediciones asegura que el equipo y los procesos de medición son adecuados para su uso previsto y es importante para alcanzar los objetivos de la calidad del producto y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos”*. Además señala que *“El objetivo de un sistema de gestión de las mediciones es gestionar el riesgo de que los equipos y procesos de medición podrían producir resultados incorrectos que afecten a la calidad del producto de una organización”*.

Al valorar solamente aquellos equipos de medición que tienen incidencia en la calidad del producto deja fuera de la gestión a aquellos instrumentos y puntos de medición que no cumplen con este requisito. Sin embargo siempre existen instrumentos en la entidad que no tienen relación directa, y en ocasiones ni siquiera indirecta, con la calidad del producto pero sí son objetos por su campo de aplicación de la metrología legal la cual establece la verificación obligatoria, y existen otros que tampoco pertenecen al campo de la metrología legal pero sí tienen una incidencia directa en la eficiencia del proceso de producción.

El impacto que tienen las condiciones “fuera de tolerancias” en los procesos de medición (Pennella, 2002) traen consigo consecuencias tales como:

- Costos asociados por utilizar instrumentos de medición “fuera de tolerancia”, es decir, con errores por encima del máximo permisible o ausencia de una estimación de la incertidumbre de la medición
- Incremento de las horas – hombre perdidas para verificar la exactitud de los equipos de medición y para la reinspección de productos o servicios que fueron inspeccionados durante los procesos, así como en las operaciones de inspección final
- Elevación de los costos y gastos por concepto de inspección del producto o servicio; ya sea en las instalaciones del cliente o del proveedor.

³ NC ISO 10012:2007 Sistema de gestión de las mediciones- Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición, 20 p, 2007

Por otra parte la NC ISO 10012 no tiene carácter obligatorio, no es certificable y establece además un sistema documental que se constituye en freno y desestímulo para su aplicación en la práctica, por lo que es indispensable lograr la inserción de los requisitos de gestión de esta norma dentro de los requisitos del sistema de gestión de la calidad, fundamentado en estudios realizados que demuestran la factibilidad de la implementación de los sistemas integrados de gestión en las empresas cubanas (Meizoso, 2009).

Como parte de la estrategia para “sacar al país de la crisis económica”, en el modelo económico propuesto se establecen un conjunto de cambios en el sistema empresarial, en lo referido a la organización y a sus facultades y funciones. Se ha logrado además en los últimos años un impulso al proceso de certificación de la calidad de los sistemas y productos estableciendo diferentes estrategias para lograr su perfeccionamiento, contenidos en el Decreto No. 281⁴, en su artículo 55 se especifican los sistemas que componen el sistema de dirección y gestión. En todos ellos la atención al aseguramiento y al control metrológico es de vital importancia. En la provincia Holguín existen 106 empresas que aplican el perfeccionamiento empresarial y de ellas solamente 68 poseen la certificación del sistema de gestión de la calidad por la NC ISO 9001:2008. En este lento avance la organización de la gestión de las mediciones ha tenido una incidencia directa.

El presente trabajo se desarrolla en la empresa de cigarrillos “Lázaro Peña” de la provincia de Holguín, la cual está ubicada en el reparto Villa Nueva. Dentro del territorio es dirigida por la Delegación del Ministerio de la Agricultura y a nivel nacional por el grupo empresarial Tabacuba del mismo ministerio; la entidad tiene implantado el sistema de perfeccionamiento empresarial, por acuerdo No. 4464 de fecha 2002.07.02, del comité ejecutivo del Consejo de Ministros y actualmente se encuentra certificada por las normas NC ISO 9001:2008, NC ISO 14001:2004 y la NC 18001:2005 con un sistema de gestión integrado teniendo como base el sistema de gestión de la calidad.

Esta empresa produce y comercializa cigarrillos negros y rubios de alta calidad para el consumo nacional en moneda nacional. Desde su creación, ha sido líder en el territorio oriental en cuanto a la implantación de sistemas de gestión, teniendo identificado los parámetros para un sistemático control de los procesos, y establecido los indicadores para evaluar su eficacia.

En el año 2013 el cumplimiento de las normas de consumo se ven afectadas en un 5 % de rechazo, por la mala calidad de la materia prima (dureza, resistencia de la hebra, humedad), y el comportamiento eficiente de las máquinas, por lo que no se ha logrado la eficiencia

⁴Decreto No. 281 Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal”.

necesaria para llegar a explotar al máximo la capacidad instalada para lo cual fue construida. Unido a esto, en ocasiones se han recibido inconformidades por la calidad final del producto, por estos motivos es de interés para la alta gerencia conocer hasta qué punto la entidad podrá mejorar esta situación.

Es por ello que se necesita implantar un mecanismo que permita lograr un mejor control sobre el sistema de mediciones presente en todo el ciclo de vida del producto, permitiendo gestionar los aspectos fundamentales de la estrategia de la organización, destinadas a lograr los niveles de competitividad exigidos por el mercado nacional, ampliar su capacidad de producción y niveles de rendimiento acorde a los alcanzados a nivel mundial.

Los temas de seguridad y salud ocupacional, de la protección al consumidor, de la eficacia de los procesos, de la gestión medioambiental, del perfeccionamiento empresarial y de la gestión de la calidad según las normas de la familia ISO 9000 enfocan la metrología de los procesos tecnológicos hacia la metrología legal, hacia la eficacia y la eficiencia de los procesos tecnológicos y sus producciones y hacia la obtención de la calidad de los productos.

Los elementos anteriormente descritos y específicamente en la entidad objeto de estudio permiten identificar un **problema científico** que se manifiesta en la **insuficiente organización de la gestión de las mediciones en las empresas** como complemento de los sistemas de gestión implantados.

El **objeto de estudio de la investigación** se puede definir como la gestión de las mediciones donde el **objetivo general** consistirá en elaborar y aplicar una metodología para la gestión de las mediciones como parte de los sistemas de gestión implantados en las empresas.

Para cumplir el objetivo general, se establecieron los **objetivos específicos** siguientes:

1. Construir el marco teórico - práctico - referencial de la investigación a partir de los análisis de la gestión de las mediciones, sus particularidades e importancia en las empresas con sistemas de gestión implantados, y los principales enfoques metodológicos asociados a esta temática
2. Elaborar una metodología para la gestión de las mediciones sobre la base de los procesos, que permita la integración a los sistemas de gestión implantados en la empresa
3. Aplicar parcialmente la metodología en la empresa de cigarrillos "Lázaro Peña"

El **campo de acción** es el proceso de desarrollo de gestión de las mediciones en las empresas con sistema de gestión implantados del sector industrial del municipio Holguín.

Para dar solución al problema científico expuesto se plantea como **idea a defender** lo siguiente: la elaboración y la aplicación de una metodología para la integración de la gestión

de las mediciones al proceso de desarrollo de las empresas con sistemas de gestión implantados contribuirá en la mejora de los resultados de la organización.

Se utilizan los métodos empíricos y teóricos del conocimiento, los cuales están dialécticamente relacionados. Como **métodos teóricos** el diseño del sistema de gestión de las mediciones, sus elementos, su interacción e integración, y el diseño estratégico. El histórico-lógico para la construcción del marco teórico y práctico de la investigación, el cual permite conocer el comportamiento actual y las tendencias de los sistemas en el tiempo, el estudio de la situación problemática, su evolución histórica, caracterización y conceptualización de la gestión de las mediciones, y lógica seguida en la investigación. El método de análisis-síntesis, para el análisis de la bibliografía y el estudio de los procesos; permite el tratamiento y resumen de la información, determinar características, resultados, buscar relaciones entre componentes y elaborar conclusiones parciales y finales, además de establecer los nexos internos, el orden lógico y las principales características derivadas del análisis.

Como **métodos empíricos se realizan** entrevistas a trabajadores y cuadros para constatar los niveles de conocimientos de los diferentes sistemas, su apreciación del proceso que se lleva a cabo, entre otras cuestiones, la observación participante del desempeño de trabajadores y cuadros en su desempeño en la entidad., la revisión documental de aspectos teóricos en literatura especializada, además en registros, manuales y procedimientos establecidos, y los métodos estadísticos: para el análisis y procesamiento de los datos.

El **aporte** de la investigación consistirá en elaborar y aplicar una metodología para la gestión de las mediciones, que permita la inclusión de los procesos de medición de la empresa a los sistemas de gestión implantados, a partir de los conceptos y métodos seleccionados, y adaptados a las condiciones y requisitos de las empresas.

Para la presentación de los resultados el trabajo se ha estructurado en: introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. El primer capítulo resume el marco teórico práctico referencial para la investigación. El segundo aborda una metodología para la gestión de las mediciones en una organización y los resultados parciales de la aplicación de esta en la empresa de cigarros” Lázaro Peña del municipio Holguín”.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO PRÁCTICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este capítulo es analizar las tendencias de la gestión de las mediciones, a partir de su definición su caracterización e importancia. Los diferentes sistemas de gestión relacionados con la gestión de la calidad, la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, y la gestión ambiental. Se aborda finalmente la integración de la gestión de las mediciones a los diferentes sistemas de gestión implantados en una empresa. Todo en correspondencia con la estrategia que se muestra en la figura 1.1.

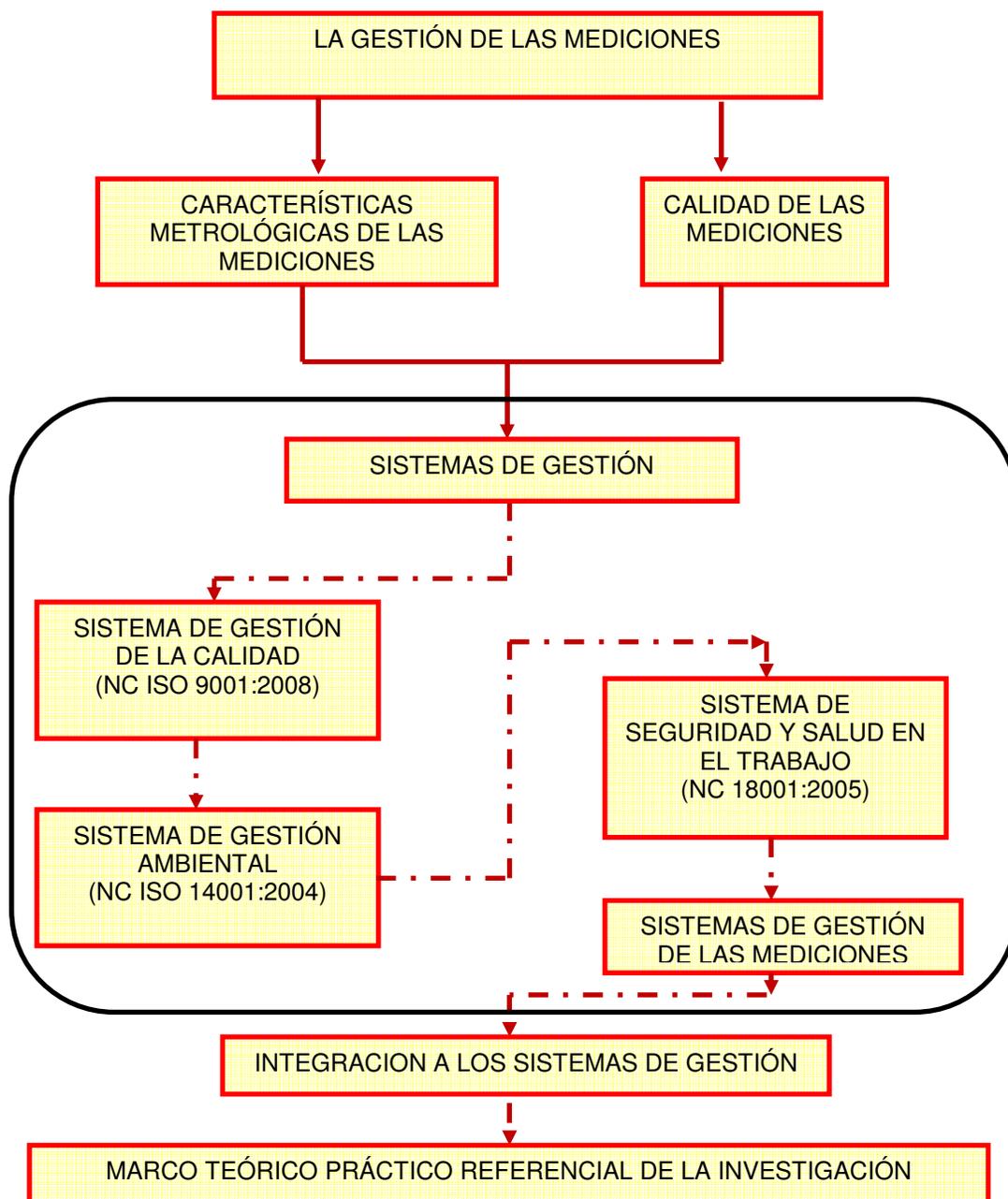


Figura 1.1: Hilo conductor para la construcción del marco teórico práctico referencial de la investigación

1.1 La gestión de las mediciones

El término “medición” está definido como *“la asignación de números a objetos materiales para representar las relaciones entre ellos con respecto a propiedades particulares”*. Esta definición fue dada por primera vez por (Eisenhart, 1963).

Según el Vocabulario Internacional de términos básicos y generales utilizados en metrología, un proceso de medición se define como *“conjunto de operaciones para determinar el valor de una magnitud”*⁵.

De estas definiciones se desprende que un proceso de medición debe ser visto como un proceso de manufactura que produce números (datos) para sus salidas. Entender un sistema de medición en esta forma es útil porque permite coherencia conceptual, filosófica y herramientas que han demostrado su utilidad en el área del control estadístico de proceso.

Por otra parte para abordar el concepto de gestión de las mediciones, debemos necesariamente referirnos al concepto de Gestión. (Hernández, 1997) plantea que: *“la gestión es el proceso mediante el cual se formulan objetivos y luego se miden los resultados obtenidos para finalmente orientar la acción hacia la mejora permanente de los resultados”*.

(Pérez, 2004), plantea que *la gestión es un proceso dinámico, interactivo, eficiente y eficaz; consistente en planear, organizar, liderar y controlar las acciones en la entidad, desarrollado por un órgano de dirección que cuenta con grupos de personas, recursos y autoridad para el establecimiento, logro y mejora de los propósitos de constitución de la organización, sobre la base del conocimiento de las leyes y principios de la sociedad, la naturaleza humana y la técnica, así como de información en general*.

Según NC ISO 9000:2005 se define gestión como actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. (Salas, 2010) acota *“Entiéndase por gestión, las acciones que contribuyan a tomar decisiones orientadas a alcanzar los objetivos trazados, medir los resultados obtenidos, para finalmente, orientar la acción hacia la mejora permanente del sistema”*.

Se puede entonces concebir a la gestión de las mediciones como un conjunto de elementos interrelacionados, o que interactúan, necesarios para lograr el control continuo de los procesos de medición, utilizados por una organización que lleva a cabo mediciones como parte de su sistema de gestión global.

La metrología es una de las ciencias más antigua del mundo. *“Los que olvidaban o descuidaban su deber de calibrar el patrón de longitud las noches de luna llena, se enfrentaban*

a la pena de muerte”⁶. Ese era el peligro que corrían el grupo de arquitectos reales, responsables de la construcción de templos y pirámides en el antiguo Egipto de los Faraones, 3000 años A.N.E. El primer codo real fue definido como la longitud del antebrazo del Faraón, desde el codo hasta el extremo del dedo medio, teniendo la mano extendida. La medida original fue transferida y materializada en granito negro. En los lugares de construcción, los trabajadores poseían copias en granito o madera, siendo responsabilidad de los arquitectos su mantenimiento. Esta práctica se mantiene hasta nuestros días, de otras maneras.

El conocimiento sobre la aplicación de la metrología es una necesidad fundamental en la práctica de todas las profesiones con sustrato científico ya que la medición permite conocer de forma cuantitativa, las propiedades físicas y químicas de los objetos.

El progreso en la ciencia siempre ha estado íntimamente ligado a los avances en la capacidad de medición. Las mediciones son un medio para describir los fenómenos naturales en forma cuantitativa. Las mediciones suponen un costo equivalente a más del 1 % del Producto Interno Bruto (PIB) combinado, con un retorno económico equivalente de entre el 2 % y el 7 % del PIB⁷. Ya sea café, petróleo y sus derivados, electricidad o calor, todo se compra y se vende tras efectuar procesos de medición y ello afecta a las economías privadas. Los radares (cinemómetros) de las fuerzas de seguridad, con sus consecuencias económicas y penales, también son objeto de medición. Horas de sol, tallas de ropa, porcentaje de alcohol, peso de las cartas, temperatura de locales, presión de neumáticos, etc., es prácticamente imposible describir cualquier objeto sin referirse a la metrología. El comercio, el mercado y las leyes que los regulan dependen de la metrología y del empleo de unidades comunes.

En una economía moderna caracterizada por un intenso intercambio internacional, lo que hace próspero a un país es su ventaja competitiva. No sólo lo que se hereda, sino lo que se hace con los recursos, con la mano de obra, lo que se hace con el petróleo, con la energía; es la capacidad de competir con destrezas y sofisticación crecientes. Bajo este nuevo modelo se hace urgente replantearse el rol que hasta ahora ha tenido la metrología en Cuba.

El estándar de vida de una nación (riqueza) está determinado por la productividad con la cual usa su capital humano y sus recursos naturales. Desde este punto de vista se podría decir que la productividad depende entre otros factores de:

- El valor de los productos y servicios (calidad)

⁵ NC-OIML V2: 2012, Vocabulario internacional de metrología — Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM) (OIML V2: 2010, IDT)

⁶ Carlos González., Ramón Zeleny, Mc Graw- Hill Historia de la Metrología , México 1995

⁷ “Metrology - in short” 3ª edición, Julio 2008, 2ª edición en español. Consultado en www.euramet.org

- La eficiencia con la cual son producidos

Lo anterior lleva a que no importa qué industrias compiten en una nación, sino cómo las empresas compiten en esas industrias y esto en consecuencia conduce necesariamente al tema de la calidad y el papel de la metrología en todo sistema de calidad. Los países en desarrollo, tradicionalmente han desestimado la importancia de la ciencia y la tecnología de las mediciones como arma para lograr el desarrollo industrial.

En los países ricos y avanzados industrialmente, la ciencia de la metrología evoluciona más rápidamente, tanto en su alcance como en su precisión, y es en estos países donde los conceptos de control de calidad en la producción industrial, el aseguramiento de la calidad, la protección del consumidor, la inspección y la prueba de preembarco, las pruebas ambientales, entre otros, se establecieron por primera vez.

En contraste, en los países subdesarrollados, la ciencia de la medición parece estancada, y lo que es más desafortunado, no han logrado comprender adecuadamente la importancia de la metrología para la producción industrial y su avance material. Estos países exportan materias primas no elaboradas e importan productos terminados de otros países más desarrollados. Difícilmente comprenden que, estableciendo algunos sistemas y métodos de prueba, pueden mejorar la calidad de sus productos no elaborados y en consecuencia, tener mejores ventajas competitivas. Por la misma razón, no verifican o prueban la calidad de los productos importados. En Cuba hay numerosos ejemplos donde la falta de recursos de verificación y prueba han sido aprovechados por los países industriales para vender productos de baja calidad o para reclamar a las industrias el que se les haya despachado menor cantidad de producto del que han comprado.

Según la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), las áreas importantes donde la metrología juega un papel preponderante son:

En la industria:

- Innovación tecnológica
- Diseño competitivo
- Mejora y validación de procesos
- Aseguramiento de la calidad
- Seguridad Industrial

En el Comercio:

- Equidad de transacciones
- Certificación reconocida por el comercio internacional
- Eliminación de barreras técnicas

Otros:

- Ahorro de la energía
- Mejoramiento del ambiente
- Salud
- Seguridad y defensa
- Ciencia, investigación y desarrollo

Pero las limitaciones en la Isla cuando enfrentó el período especial y en la actualidad, la falta de prioridad dada al tema de la metrología por los organismos, cierto relajamiento en la disciplina y débil control propiciaron que la mayoría de las entidades eliminaran los departamentos de Normalización Metrología y Control de la Calidad (NMCC) y con ellos el personal que se dedicaba a esta actividad. No se llegaron a aplicar completamente los programas de implantación del sistema internacional de unidades (SI) para el cual se había dado un plazo de 20 años a partir de 1982 cuando fue aprobado el Decreto Ley 62. Por esa razón aún se utilizan a gran escala unidades de medida que debían dejarse de usar y sustituirse por las del SI (Ejemplo: en el comercio minorista todavía se despacha la canasta básica de alimentos en libras, onzas, galones, entre otros).

En gran medida y por desconocimiento, las empresas incumplen con lo que está establecido en el Decreto Ley 183 “de la metrología” sobre la aprobación de modelos y se someten a hacer inversiones millonarias sin consulta previa con los especialistas en el tema, importando equipos e instrumentos de medición cuyos modelos no están aprobados para su uso en el país y luego no se les puede dar el aseguramiento metrológico adecuado por falta de trazabilidad, y cuando se hace el estudio o diagnóstico la exactitud de estos instrumentos es muy superior a la necesaria en el proceso de producción o de servicio.

En la mayoría de los casos la exactitud es mayor que la de los patrones con que cuentan los centro metrológicos del país y se ven en serias dificultades a la hora de verificar o calibrar los instrumentos.

1.1.1 Características metrológicas de las mediciones

Las características metrológicas de un equipo de medición pueden ser muy variadas y dependiendo del proceso de medición en que vaya actuar es que se define cuáles son las decisivas. Entre las características metrológicas en general podemos citar:

- a. rango de medición
- b. resolución
- c. linealidad
- d. histéresis
- e. repetibilidad
- f. clase de exactitud

- g. error máximo permitido (EMP)
- h. incertidumbre de calibración
- i. estabilidad a corto plazo y a largo plazo
- j. magnitudes de influencia
- k. condición nominal y límites de funcionamiento

No siempre los fabricantes ofrecen todas las características metrológicas y por otra parte en muchos casos a través del error máximo permisible (EMP) se engloba las características (c), (d), (e) y (f). Por otra parte la incertidumbre de la medición depende entre otros elementos de las características (b) hasta la (k).

El objetivo de una medición es determinar el valor de la magnitud específica a medir, denominada mensurando. Durante la realización de una medición intervienen una serie de factores que determinan su resultado⁸.

- El objeto de medición
- El procedimiento de medición
- Los instrumentos de medición
- El ambiente de medición
- El observador
- El método de cálculo.

Además del propio mensurando, el resultado de la medición está afectado por las denominadas magnitudes influyentes. En un sentido amplio se considera que las magnitudes influyentes incluyen no sólo las que se refieren a las condiciones ambientales, como son la temperatura, la presión barométrica y la humedad, sino también fenómenos tales como las fluctuaciones breves de los instrumentos de medición, valores asociados con patrones de medición y datos de referencia de los cuales puede depender el resultado de la medición.

Una medición comienza con una especificación apropiada del mensurando, del método de medición y de los procedimientos de medición. La secuencia lógica de operaciones, en términos genéricos, usada en la mayoría de las mediciones de acuerdo con un principio dado se le denomina método de medición y al conjunto de operaciones en términos específicos, utilizadas en la ejecución de mediciones particulares de acuerdo a un método dado se le denomina procedimiento de medición (NC-OIML V2: 2012).El procedimiento de medición se

⁸ Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición. (1993, corregido de 1995) (publicado por ISO en nombre del BIPM, CEI, FICC, OIML, IUPAC y la IUPPA)

registra en un documento y contiene un grado suficiente de detalles, que le permite a un operador realizar la medición sin información adicional.

En general, todo procedimiento de medición tiene imperfecciones que dan lugar a un error en el resultado de la medición, lo que provoca que este último sea sólo una aproximación o estimado del valor del mensurando. El error de la medición (error absoluto ΔX) se considera entonces como la diferencia entre el resultado de una medición (x) y el valor del mensurando (X). (ver ecuación 1.1)

$$\Delta X = x - X \qquad 1.1$$

Toda medición que se realice siempre contiene un error asociado a ésta, cuyo valor no será posible conocer exactamente puesto que es imposible determinar el valor del mensurando, es decir, es imposible conocer ambas cosas, el valor del mensurando y el error de la medición. Este aspecto de la medida que afecta la aptitud de medir, es lo que hace de la misma “*el arte de medir*”, puesto que coleccionar una serie de aparatos, conectarlos entre sí y tomar lecturas, no puede considerarse, en un sentido estricto, medir.

El error de medición tiene dos componentes, denominadas error aleatorio y error sistemático. De hecho, los errores aleatorios pueden disminuirse aumentando el número de mediciones y los errores sistemáticos pueden disminuirse a partir de la aplicación de correcciones o factores de corrección.

Prácticamente es imposible establecer reglas absolutas para revelar y disminuir los errores sistemáticos, puesto que son demasiado variados los procedimientos para medir magnitudes físicas diferentes. Sólo el conocimiento y el análisis minucioso del principio de medición y los instrumentos de medición utilizados, podrán sacar a la luz las diferentes causas de errores sistemáticos y de esa forma, poder tomar las medidas para evitar que su presencia afecte de forma significativa el resultado de la medición.

De lo dicho puede parecer, que la exactitud de las mediciones, realizadas con determinados instrumentos y en condiciones dadas, puede aumentarse ilimitadamente y obtener en el límite, el valor del mensurando. Sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes observaciones, (Pennella, 2002):

- Cada instrumento de medición tiene un límite por debajo del cual es imposible disminuir su error de indicación (umbral de discriminación). Entonces, para disminuir el error de la medición por debajo de ese límite, sería necesario utilizar instrumentos de medición de mayor exactitud
- El costo de un instrumento y los requerimientos de las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento son proporcionales a la exactitud del mismo

- Aunque se trate de lograr la mayor exactitud posible con un instrumento de medición dado, aumentando la cantidad de mediciones realizadas y disminuyendo los errores sistemáticos mediante correcciones o métodos de medición más sofisticados, no debemos olvidar que esto significa un aumento del tiempo y esfuerzo de medición y, por tanto, un aumento de su costo, que pudiera no estar justificado.

Por todo esto el autor es de la opinión, que el aumento de la exactitud de una medición, implica en todos los casos un aumento de su costo y se justificaría sólo cuando sea necesario de acuerdo con la utilización posterior del resultado de la medición.

Los valores exactos de las contribuciones al error de la medición debido a variaciones aleatorias en las observaciones (efectos aleatorios), determinación inadecuada de correcciones por efectos sistemáticos y conocimiento incompleto de ciertos fenómenos físicos (que son también efectos sistemáticos) son desconocidos y no se pueden conocer, por el carácter aproximado de nuestro conocimiento o por su propia naturaleza, pero las incertidumbres asociadas con estos efectos aleatorios y sistemáticos que dan lugar al error pueden ser evaluadas. Para caracterizar cualitativamente la calidad de una medición se utiliza el término exactitud.

1.1.2 Calidad de las mediciones

La calidad de una medición está estrechamente ligada a:

- Adecuación de los equipos de medición a las necesidades reales de los procesos de la empresa
- Funcionamiento correcto de los instrumentos de medición
- Trazabilidad de los instrumentos de medición con los patrones nacionales

Una organización solamente garantizará la gestión de la calidad si conoce con profundidad:

- El estado de funcionamiento de sus instrumentos de medición
- Sus campos de utilización
- Su comportamiento en el tiempo.

La calibración de un instrumento es una condición necesaria para el aseguramiento de la calidad de las mediciones, la misma será suficiente cuando exista compatibilidad entre las condiciones y los métodos de empleo de esos instrumentos con la exactitud que se pretende en la medición⁹.

⁹ Manual de implementación. C. Robert Pennella. Metrología.. México 2002.

Es una función metrológica de la empresa evaluar las condiciones reales de los instrumentos de medición y dirigir o encauzar la acción de los mismos a satisfacer las necesidades claramente definidas y periódicamente actualizadas de la exactitud de las mediciones. (Arias, 2005).

(Harrington, 1993), establece las acciones que debe establecer la empresa en relación a los instrumentos de medición, para garantizar la confiabilidad de las mediciones:

- Selección
- Uso
- Calibración
- Reparación y ajuste de los instrumentos de medición.

Para la satisfacción de las necesidades técnicas se tomará en cuenta el siguiente aspecto:

Adecuar el funcionamiento y la exactitud de los instrumentos de medición a los requisitos tecnológicos de la empresa de acuerdo con las exigencias de la puesta en uso y de su utilización (magnitudes influyentes, mantenimiento, alimentación sí es necesario, agresividad del objeto a medir o del medio ambiente, etc.).

1.2 Sistemas de gestión

1.2.1 Sistemas de gestión de la calidad

Para llegar a la definición de sistema se analizarán algunas definiciones que aparecen en diferentes textos.

Sistema: conjunto de principios sobre una materia, enlazados entre sí, formando un cuerpo de doctrina. Conjunto ordenado de cosas que contribuyen a un fin (Aristos, 1980)

Uno de las más recientes es la que aparece en la NC-ISO 9000:2005 donde se expone que sistema es un conjunto de elementos mutuamente relacionados que interactúan.

Los elementos que plantea la definición anterior pueden considerarse en cualquier actividad, o conjunto de ellas, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso.

Sistema: conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. (Encarta, 2012)

Aunque es desde mediados del siglo XX que se realizan intensos estudios en la esfera del enfoque sistémico y la teoría general de los sistemas, el concepto de sistema tiene una larga historia y en la antigüedad se formuló ya la tesis de que el todo, es mayor que la suma de las partes. Su misión no es explicar o demostrar sino coordinar y unir. Los materiales dispersos reciben del sistema nueva fuerza de cohesión que asegura su persistencia.

El sistema no se caracteriza sólo por la existencia de conexiones y relaciones entre sus elementos, basado en determinado grado de organización, sino también por una unidad indisoluble con el medio.

Como puede observarse en todos los casos, la definición de sistema coincide. Se desea hacer la consideración de que sistema es una estructura dinámica integrada por una determinada cantidad de elementos y que según esto al sistema le serán inherentes relaciones entre el todo y cada una de las partes componentes y no al contrario.

(Harrington, 1993) uno de los autores que ha trabajado la organización en procesos plantea que sistema son controles que se aplican a un proceso para tener la seguridad de que éste funciones eficiente y eficazmente, con cuya definición no se está de acuerdo ya que un sistema de calidad apto para gestionar es mucho más que los controles que se aplican a los procesos que lo forman como se demostrará más adelante.

(Amozarrain, 1999) otro autor que ha trabajado la organización por procesos para integrar las gestiones, plantea que sistema es una estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar una gestión determinada como por ejemplo la gestión de la calidad, la gestión del medio ambiente o la gestión de la prevención de riesgos laborales. Normalmente están basados en una norma de reconocimiento internacional que tiene como finalidad servir de herramienta de gestión en el aseguramiento de los procesos.

A pesar que lo anterior se ajusta a lo que se establece para los sistemas de gestión, este autor considera como más adecuada la definición de la NC-ISO 9000:2005 ya que permite más flexibilidad, dependiendo de la tecnología básica que se tenga instalada en la empresa en cuestión a la cual se le desee diseñar su sistema.

La norma NC ISO 9001: 2008 posee el requisito 7.6 Control de los dispositivos de seguimiento y medición, donde se trata lo referido a las mediciones y se expresa lo siguiente:

“La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar y los equipos de seguimiento y medición necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.”

“La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.”

“Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- a) calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacional o internacional; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación*
- b) ajustarse o reajustarse según sea necesario*
- c) identificarse para poder determinar el estado de calibración*
- d) protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición*
- e) protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento*

“Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación.”

“Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario.”

El autor es del criterio que lo que aparece en este requisito, dada la complejidad de los aspectos que contempla la gestión de las mediciones, está tan escueto, que tiende a la ambigüedad, trayendo consigo que cada persona lo interprete de una manera diferente a la hora de elaborar el sistema de gestión de la calidad, por lo cual sería conveniente la existencia

de un documento, donde se puntualicen más los aspectos como lo hacía la versión del año 1994 de la misma norma, que sin decir el cómo, detallaba más las exigencias solicitadas.

Considera además, que debido a la amplia gama y elevada exigencias planteadas por las normas de la familia ISO 9000 y a su obligada implementación por las empresas, motivadas por las exigencias de los mercados en esta época y las barreras técnicas impuestas, uno de los sistemas más y mejor documentados que existen actualmente en Cuba es el sistema de gestión de la calidad, por lo cual sería conveniente, tomarlo como base para insertar sobre él, otros sistemas de gestión incluyendo el de gestión de las mediciones.

1.2.2 Sistema de gestión ambiental

Actualmente en el mundo, organizaciones de todo tipo están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental mediante el control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente, acorde con su política y objetivos ambientales. Lo hacen en el contexto de una legislación cada vez más exigente, del desarrollo de políticas económicas y otras medidas para fomentar la protección ambiental, y de un aumento de la preocupación expresada por las partes interesadas por los temas ambientales, incluido el desarrollo sostenible.

Muchas organizaciones han emprendido "revisiones" o "auditorías" ambientales para evaluar su desempeño ambiental. Sin embargo, esas actividades, por sí mismas, pueden no ser suficientes para proporcionar a una organización la seguridad de que su desempeño no sólo cumple, sino que continuará cumpliendo los requisitos legales y de su política. Para ser eficaces, necesitan estar desarrolladas dentro de un sistema de gestión que esté integrado en la organización (NC ISO 14001:2004).

La familia de normas internacionales sobre gestión ambiental tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión ambiental (SGA) eficaz que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión, para ayudar a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas.

Para llevar a cabo la gestión ambiental se deben medir el contenido de los vertimientos, que pueden generar las empresas, por lo cual, también es necesaria, y muy importante la gestión de las mediciones. La norma NC ISO 14001 la tiene prevista en su requisito "4.5.1 Seguimiento y medición" donde se expresa: *"la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características*

fundamentales de sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización.”

“La organización debe asegurarse de que los equipos de seguimiento y medición se utilicen y se mantengan calibrados o verificados, y que se conserven los registros asociados.”

Al comparar lo planteado anteriormente con lo exigido en la norma NC ISO 9001:2001, se concluye que existe similitud entre ambas exigencias, por lo cual se consideró que ambos requisitos son perfectamente integrables.

1.2.3 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Otro sistema de gestión que se está aplicando actualmente en el mundo, incluyendo Cuba, es el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, que se basa en lo especificado por las normas de la familia OHSAS 18000, acogidas en Cuba como NC 18000.

Entre los grupos que pueden tener un legítimo interés en un enfoque de la organización respecto de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se encuentran empleados, usuarios, clientes, proveedores, la comunidad, así como también las autoridades competentes.

La importancia de la gestión de SST ha sido destacada en los diferentes medios y está recibiendo un impulso creciente en la legislación cubana.

Las organizaciones deben dar la misma importancia al logro de altos niveles en la gestión de SST como lo hacen con otros aspectos claves de sus actividades de negocios. Ello implica la adopción de un adecuado enfoque estructurado hacia la identificación de peligros y a la evaluación y control de los riesgos relacionados con el trabajo. (NC 18001: 2005)

La norma NC 18001: 2005 está dirigida a apoyar a las organizaciones en el desarrollo de un enfoque de la gestión de seguridad y salud en el trabajo, de manera que se proteja a los empleados y a terceros, cuya seguridad y salud pueda ser afectada por las actividades de la organización.

Muchas de las características de una efectiva gestión de seguridad y salud en el trabajo no se distinguen de las prácticas de gestión únicas propuestas por los defensores de la excelencia en la calidad y en los negocios. Esta norma está basada en los principios generales de la buena

gestión y está diseñada para permitir la integración de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo dentro de un sistema global de gestión. Su enfoque ha sido diseñado para basar el sistema de la seguridad y salud en el trabajo en un enfoque concordante con el de la Norma NC ISO 14001: 2004, para sistemas de gestión ambiental, pues se identifican áreas comunes en ambos sistemas de gestión. Las directrices presentadas en el enfoque son esencialmente las mismas, la diferencia significativa sería el orden de la presentación; este enfoque podría usarse también para incorporar la gestión de seguridad y salud en el trabajo dentro de un sistema integrado de gestión (OHSAS 18001:2005).

El requisito 4.5.1 Medición y seguimiento del desempeño de la norma NC 18001: 2005 expresa: *“la organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para hacer el seguimiento y medir regularmente el desempeño en SST. Estos procedimientos deben incluir retroalimentación a través de la medición y en una de sus placas refiere que si se requiere equipo para efectuar la medición y el seguimiento del desempeño, la organización debe establecer y mantener procedimientos para calibrarlo y mantenerlo. Se debe conservar los registros de las actividades de mantenimiento y calibración y sus resultados”*.

Al comparar lo expuesto en el requisito, con los de la NC ISO 9001:2008 y NC ISO 14001: 2004, también se concluye que los tres, pueden ser integrados.

Este sistema también hay que tenerlo presente dada la orientación y exigencia respecto a su aplicación, por parte del Ministerio del Trabajo y la Seguridad Social. Actualmente se está llevando a cabo un proceso de capacitación para todas las organizaciones y algunas de ellas han implementado este sistema.

1.3 Sistema de gestión de las mediciones en la organización

La argumentación del enfoque de sistema para la gestión, se debe a que los sistemas de gestión pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción del cliente, y sobre todo para que las empresas puedan aumentar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables. Es una visión sistémica, donde todos los elementos se interrelacionan y por tanto donde todos, con mayor o menor grado de responsabilidad, tienen que ver con lo que sucede. Si no se posee un sistema adecuado no se puede gestionar las actividades o procesos de la empresa.

Los clientes necesitan productos y servicios con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Como las necesidades y expectativas de los clientes son cambiantes, y debido

a las presiones competitivas y a los avances tecnológicos, las organizaciones deben mejorar continuamente sus productos y procesos; si cuentan con un sistema donde todos los elementos están interrelacionados los cambios necesarios se implementan más fácilmente y en menos tiempo. (Fernández, 1998); (Dirección de Certificación ONN, 1999),(Caetano, 1999).

Las empresas que trabajan con un sistema de gestión, este les puede conducir a un aumento de la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas y al éxito de la organización, porque una organización que adopte el enfoque de sistema, genera confianza en la capacidad de sus procesos para producir productos con la calidad requerida por sus clientes y crea las bases para la mejora continua. (BUREAU VERITAS, 2003)

Por otra parte, (Amozarrain, 1999) considera que las empresas son eficientes en la misma medida en que lo son sus procesos, por lo cual, la mayoría de las empresas que han tomado conciencia de esto, han potenciando el concepto del proceso, con un foco común y trabajando con una visión de objetivo en el cliente; reaccionado ante la ineficiencia que representan las organizaciones departamentales, cuya estructura presenta una inercia excesiva ante los cambios. Este propio autor toma en consideración la existencia de diferentes tipos de proceso, y así define¹⁰:

Proceso: el conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida...*”los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos”.*

Proceso relevante: es una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada, para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los objetivos, las estrategias de una organización y los requerimientos del cliente. Una de las características principales que normalmente intervienen en los procesos relevantes es que estos son interfuncionales, siendo capaces de cruzar vertical y horizontalmente la organización.

Proceso clave: son aquellos procesos extraídos de los procesos relevantes que inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos y son críticos para el éxito del negocio.

Subprocesos: son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

¹⁰ AMOZARRAIN, M . La gestión por procesos. España. 1999

Según (Trischler, 1998), para elevar la competitividad de las empresas, es preciso tener en cuenta dos planteamientos fundamentales: el enfoque de la gestión basado en procesos y la eliminación de los despilfarros derivados de dichos procesos cuando no aportan valor añadido.

Las Normas NC-ISO 9000:2005 y NC- ISO 9004:2009, plantean con respecto al *enfoque basado en procesos* que un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como tal; reforzando lo planteado anteriormente. Plantean como beneficios claves:

- Reducción de costos y tiempos mediante el uso eficaz de los recursos
- Resultados mejorados, coherentes y predecibles
- Permite que las oportunidades de mejora estén centradas y priorizadas.

Para alcanzar lo que plantean las normas ISO 9000 es preciso no solamente enfocarse en procesos, sino también cambiar la forma de organizar la empresa, ya que ésta debe concentrar su actividad de dirección a través de los procesos.

La norma NC ISO 10012: 2007, también tiene en cuenta el enfoque basado en procesos, y expresa...*”los procesos de medición deberían considerarse como procesos específicos cuyo objetivo es apoyar la calidad de los productos elaborados por la organización”*.

El autor considera que dentro de la gestión de las mediciones pueden existir procesos y subprocesos en dependencia de las características y complejidad de la organización que se trate. El término subproceso será utilizado en la investigación para diferenciar los procesos internos que ocurren dentro del proceso de medición.

La norma NC ISO 10012: 2007 proporciona orientación para la gestión de los procesos de medición y para la confirmación metrológica del equipo de medición utilizado para apoyar y demostrar el cumplimiento de los requisitos metrológicos. Especifica los requisitos de gestión de la calidad de un sistema de gestión de las mediciones que puede ser utilizado por una organización que lleva a cabo mediciones como parte de su sistema de gestión global, y para asegurar que se cumplen los requisitos metrológicos.

Un sistema de gestión de las mediciones eficaz asegura que el equipo y los procesos de medición son adecuados para su uso previsto y es importante para alcanzar los objetivos de la calidad del producto y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos. El objetivo de un sistema de gestión de las mediciones es gestionar el riesgo de que los equipos y

procesos de medición pudieran producir resultados incorrectos que afecten a la calidad del producto de una organización.

La norma es aplicable a cualquier tipo de organización, la misma establece cinco grupos de requisitos mínimos que son genéricos, y pretende que se apliquen por las organizaciones. Los grupos se muestran a continuación:

- Requisitos generales. En este grupo se definen los requisitos generales a tener en cuenta para el diseño del sistema y para que éste se gestione adecuadamente. Parte del alcance que tendrá el sistema de gestión de las mediciones enfatiza en que el sistema debe hacer que se cumpla con los requisitos exigidos por los clientes. A partir de la investigación se llega a la conclusión de que, para garantizar el cumplimiento de los requisitos de los clientes, lo primero que la organización debe hacer es determinar las mediciones que son necesarias y los instrumentos de medición, para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con esos requisitos solicitados por los clientes
- Responsabilidad de la dirección. Se establecen los requisitos que debe tener en cuenta la dirección de la organización para gestionar su sistema de gestión de las mediciones. Contempla las decisiones a tomar por la dirección y la definición de la persona que llevará a cabo la función metrológica en la empresa, las consideraciones a realizar para garantizar que el sistema está enfocado al cliente, la determinación de los objetivos de la calidad del sistema de gestión de las mediciones y los aspectos a tener en cuenta para realizar la revisión del sistema por la dirección
- Gestión de los recursos. En cuanto a recursos humanos, enfatiza en la definición y documentación de las responsabilidades de todo el personal involucrado en el sistema, así como en la necesidad de que el personal demuestre su aptitud para la función que realiza. Se hace referencia a las acciones necesarias relacionadas con los recursos de información y recursos materiales necesarios para garantizar que el sistema funcione adecuadamente
- Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición. Se enumeran los requisitos asociados al proceso de confirmación metrológica y a la realización de los procesos de medición, desde su planificación hasta la entrega del producto al cliente, incluyendo la evaluación de la incertidumbre de las mediciones y la garantía de la trazabilidad de las mediciones. Este aspecto resulta clave y decisivo para elaborar un buen sistema de gestión, porque es donde menos experiencia existe. Sólo lo contempla éste sistema y tiene exigencias que en la actualidad no se tienen en cuenta en muchas organizaciones

- Medición, análisis y mejora. Este grupo está asociado con las mediciones que es necesario realizar a cada proceso del sistema y al sistema como tal, la recopilación y análisis de la información para la retroalimentación de los procesos y su mejora. Sus exigencias son similares a las de otros sistemas.

El modelo propuesto por la norma de un sistema de gestión de las mediciones basado en procesos ilustra los vínculos entre todos los procesos.

Según esta norma, un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de las mediciones comprende diferentes etapas tales como:

- determinar las necesidades y expectativas de los clientes
- establecer los objetivos de la calidad del sistema de gestión de las mediciones de la organización
- determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad
- determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad
- establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso
- determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas
- establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de las mediciones.

Una vez cumplimentadas estas etapas es necesario evaluar el sistema para comprobar su eficacia a través de evaluaciones, auditorías, revisiones por parte de la dirección o autoevaluaciones, buscando generar confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de las mediciones.

Durante la investigación se comprobó, que la norma NC ISO 10012: 2007, a diferencia de otras, no contiene el anexo con una matriz, donde se señala la correspondencia de cada uno de sus requisitos con los de la norma NC ISO 9001:2001, por lo que sería conveniente elaborarla con el mismo formato empleado en el resto de las normas, para agilizar el proceso de integración de los sistemas de gestión que proponen cada una de ellas. Además se comprobó que la norma NC ISO 10012: 2007 ha tenido escasa utilización en Cuba, no solo por su desconocimiento en las organizaciones sino por su estructura genérica la cual establece los requisitos a cumplir, pero no la forma explícita de aplicación de estos.

1.4 Integración del sistema de gestión de las mediciones a los sistemas de gestión implantados en la empresa de cigarros “Lázaro Peña”.

Para lograr facilitar la integración a los sistemas de gestión, un aspecto fundamental a tener en cuenta es comprobar que los aspectos contemplados en los documentos que rigen esos sistemas son compatibles entre sí.

En las evaluaciones del comportamiento de los elementos básicos de la gestión de la calidad que aseguran la calidad del producto a la empresa, realizados por el departamento de inspección estatal de la Oficina Territorial de Normalización en Holguín (OTNH) en los años 2010, 2011, 2012, se detectan no conformidades asociadas con la no existencia en la entidad del equipamiento requerido para la realización de los ensayos químicos y no contar en el país con un laboratorio con las condiciones y la competencia técnica requerida para la ejecución de dichos ensayos. La organización no ha podido proyectarse de manera objetiva, en el sentido de la certificación de al menos un producto, lo cual le otorgaría mayor reconocimiento, con las consiguientes ventajas económicas y competitivas.

Además del uso de materiales logísticos de calidad no idóneos que afectan el proceso productivo, al incrementar los niveles de rechazos e incidencia en la eficiencia productiva, como son marquillas, pegamento y sellos fundamentalmente, así como también la humedad en la hebra, los problemas de mediciones eléctricas en las máquinas, por el alto tiempo de explotación a que ha sido sometida la tecnología, agravado todo esto por un ineficiente abastecimiento de piezas de repuesto necesarias para ejecutar reparaciones, sustituir instrumentos de medición y realizar un mantenimiento adecuado, entre otros.

Es por ello que resulta estratégico para la organización tener una herramienta que gestione los procesos de medición que se desarrollen en la misma, tener establecidos los límites de tolerancia y capacidad de estos procesos, así como definidos los criterios de desempeño objetivos y su control.

Por otra parte es importante tener en cuenta que al elaborar un sistema de gestión de las mediciones basado en los requisitos de la norma NC ISO 10012, se deben incluir los requisitos de las normas NC ISO 9001, NC ISO 14001 o ISO 18001 actualmente implantados en la empresa mediante un sistema de gestión integrado certificado. Por ello, podemos afirmar que puede ser utilizada, y de esta forma se logra la compatibilidad de los requisitos referidos a las mediciones en esos sistemas de gestión y por lo tanto existe la posibilidad de lograr la integración de todos estos sistemas en uno.

Conclusiones parciales del capítulo I

1. El desconocimiento por las empresas de la legislación aplicable en Cuba conlleva a la compra de instrumentos y equipos de medición sin consulta previa para la aprobación de modelo, por lo que no se aseguran metrológicamente en el país.
2. Al realizarse la gestión de las mediciones en una organización, se debe tener en cuenta la magnitud específica a medir y las características metrológicas de los instrumentos de medición con vistas a seleccionar adecuadamente los equipos a utilizar y la trazabilidad de los mismos con los patrones nacionales.
3. La aplicación de un sistema de gestión de las mediciones en una empresa posibilita que el equipo y los procesos de medición sean los adecuados para su uso previsto, siendo estos importantes en alcanzar los objetivos de calidad del producto final y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos que afecten dicha calidad.
4. Resulta estratégico para la organización tener una herramienta que gestione los procesos de medición que se desarrollen en la misma. A partir de lo que aparece en los requisitos metrológicos exigidos por las normas NC ISO 9001: 2008, NC ISO 1400: 2004, y NC 18001: 2005, implantados en la empresa de cigarros mediante un sistema de gestión integrado es posible adecuar a estos la gestión de las mediciones tomando como base la NC ISO 10012: 2007.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LAS MEDICIONES EN UNA ORGANIZACIÓN

2.1 Descripción de la metodología

Con la finalidad de solucionar el problema científico planteado en esta investigación y sobre la base de las conclusiones parciales resultantes de la construcción del marco teórico-práctico referencial, se expone en este capítulo la propuesta de una metodología para la gestión de las mediciones en una organización.

Como premisas para aplicar esta metodología, la organización debe tener como mínimo un sistema de gestión implantado u otro similar que exija la gestión de las mediciones, además debe trabajar bajo el enfoque de procesos, con requisitos para ello y los productos resultantes claramente definidos.

Esta metodología es coherente con el ciclo conocido como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). Jurán & Gryna [1995]. Para definir la misma se propone en principio seguir la siguiente secuencia:

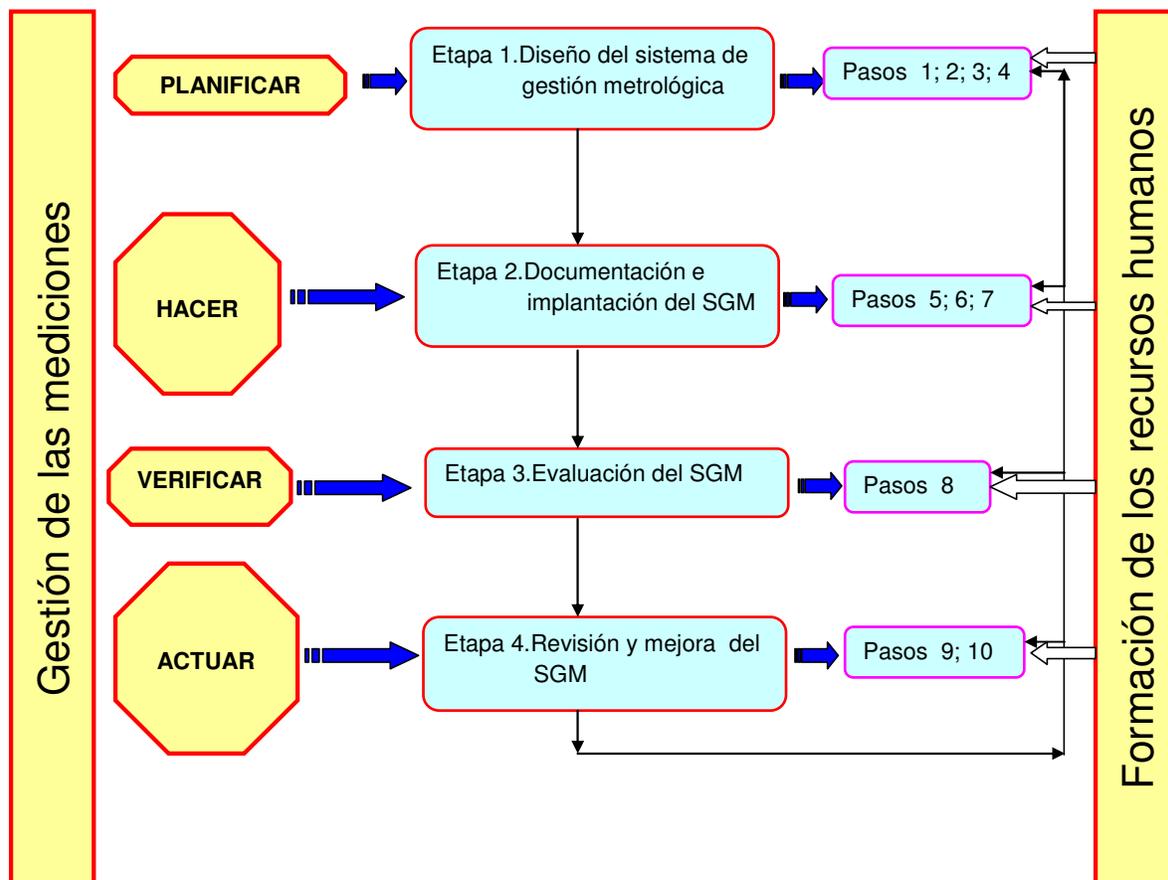


Figura 2.1 Metodología para la gestión de las mediciones en una organización

La metodología comprende 4 etapas básicas que se despliegan a través de pasos en cada una de ellas (Figura 2.1) y una etapa de formación de los recursos humanos, presentes a lo largo de todas las etapas básicas de desarrollo

A continuación se explican cada una de las etapas de la metodología, y las tareas a realizar.

2.1.1 Etapa 1 Diseño y planeación del sistema de gestión metrológica

El objetivo de esta etapa es establecer la estructura y contenido del sistema de gestión de las mediciones (SGM), asegurar el compromiso de la alta dirección, así como las actividades necesarias para su ejecución a partir de la confirmación del alcance propuesto. Para el logro del objetivo se desarrollarán los pasos siguientes:

Paso 1. Determinación de las responsabilidades de la dirección ante el sistema de gestión de las mediciones.

La alta dirección de la organización es la que asegura la disponibilidad de los recursos necesarios para la implementación del SGM, con la participación consecuente de los trabajadores, así como define la función metrológica y el personal responsable que guiará el proceso.

Es recomendable concentrar esta función metrológica en el departamento técnico que supervisa el proceso productivo dentro de la organización o en el departamento de sistemas, y designar mediante resolución de la dirección general la dirección de la función metrológica a su máximo responsable. Esta información se dará a conocer a todos los miembros del consejo de dirección (CD) y a los trabajadores involucrados para su aprobación y conocimiento.

Entre las responsabilidades de la función metrológica se identifican las siguientes para su uso por la organización:

Establecer, documentar y mantener el SGM y mejorar continuamente su eficacia.

1. Con un enfoque al cliente debe asegurarse de que:

- Los requisitos de medición del cliente se determinen y se conviertan en requisitos metrológicos
- El sistema de gestión de las mediciones cumpla los requisitos metrológicos de los clientes
- Pueda demostrarse el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente

2. Funcionar como contrapartida de los procesos productivos siendo sus controladores desde la óptica de la gestión de las mediciones.

3. Sobre los objetivos de calidad debe:

- Definir y establecer objetivos medibles para el sistema de gestión de las mediciones

4. Elaborar e implantar procedimientos para los procesos de medición, así como para su control.

Paso 2. Adecuación de los requisitos del proceso de gestión de las mediciones a los requisitos de gestión comunes en el sistema integrado.

La especificación completa de cada uno de los procesos de medición debe incluir la identificación de todos los equipos pertinentes, procedimientos de medición, software para la medición, condiciones de uso, aptitud del operador y todos los factores que afecten a la fiabilidad del resultado de la medición. El control de los procesos de medición deberá llevarse a cabo de acuerdo con procedimientos documentados.

El método de representación del proceso de medición, de forma integrada a los demás procesos, deberá considerar la manera en la que cada proceso afecta o influye en la satisfacción de los clientes (a través de la conformidad de los productos), de las personas (a través de la existencia de situaciones de peligro contra la salud) y de la sociedad (a través de la existencia de aspectos ambientales en el ámbito del proceso).

El alcance de un SGM abarca a todos los procesos dentro de la organización donde se realicen mediciones, esos pueden ser los procesos principales o claves (procesos de realización del producto) y los procesos de apoyo o logística que requieren mediciones vinculados al ambiente o a la seguridad y salud en el trabajo (por ejemplo, funcionamiento de calderas, equipos a presión, control de emisiones, flujos etc.)

Todo lo anterior lleva a inferir que integrar la gestión de las mediciones sobre la base de los procesos implica que en el ámbito de cada proceso se disponga del conocimiento adecuado para ejercer el control operacional necesario, para medir apropiadamente el desempeño del mismo en calidad, en medio ambiente y en seguridad y salud en el trabajo, y para la toma de decisiones acerca del mismo.

Se debe considerar la necesidad de dar respuesta a las exigencias sobre las mediciones que establecen las normas que se deseen integrar; estas son:

- La norma NC-ISO 9001: 2008, en su apartado 7.6: Control de los equipos de seguimiento y medición, establece los requisitos que son necesarios documentar e implantar a nivel de la organización para garantizar que los equipos de medición proporcionen resultados confiables durante su funcionamiento, lo que repercute en un mejor control sobre los procesos de medición, permitiendo en los casos que se requiera obtener las evidencias necesarias de la conformidad del producto con los requisitos especificados
- La norma NC ISO 14001:2004, en su apartado 4.5.1: Seguimiento y medición, señala que la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de

sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización. La organización debe asegurarse de que los equipos de seguimiento y medición se utilicen y mantengan calibrados o verificados, debiéndose conservar los registros asociados

- La norma NC 18001:2005, en el apartado 4.5.1: Medición y seguimiento del desempeño expone que si se requiere equipo para efectuar la medición y el seguimiento del desempeño, la organización debe establecer y mantener procedimientos para calibrarlo y mantenerlo. Se deben conservar los registros de las actividades de mantenimiento y calibración, así como sus resultados

Todas las normas referidas anteriormente, poseen un anexo que contiene una matriz, donde se señala la correspondencia de cada uno de sus requisitos con los de la norma NC ISO 9001:2008. La norma NC ISO 10012: 2007 de gestión de las mediciones, no posee la referida matriz. Para facilitar la integración con el sistema de gestión implantado en la organización se establece una matriz de correspondencia entre el SGM y los sistemas de gestión incluidos en el sistema integrado según se muestra en el anexo 2.

Paso 3. Determinación de los procesos necesarios para la gestión de las mediciones y definición de los puntos de control en los flujos del proceso tecnológico.

La regulación de los procesos tecnológicos se basa en las mediciones. Un aspecto clave en el SGM lo constituye la determinación de los procesos tecnológicos, definiendo los puntos internos de medición con sus correspondientes tolerancias y las mediciones intermedias para el control del proceso. Por ello desde la etapa de diseño de proceso tecnológico hasta la consecución del producto se debe tener en cuenta el acoplamiento de los procesos de medición acorde con lo que se requiera para mantener el control. En algunas tecnologías se debe tener en cuenta las etapas que contemplen hasta el retiro o consumo total del producto.

En correspondencia con el enfoque de proceso adoptado en el presente proyecto, mediante el trabajo de la función metrológica, utilizando a los especialistas tecnológicos de cada uno de ellos se determinan los procesos de realización del producto. A continuación se propone una secuencia detallada por pasos para la realización de esta tarea:

Tarea 1. Para desarrollar, definir y entender el proceso productivo se recomienda realizar un diagrama de flujo, el mismo ayudará a identificar aquellas partes del proceso que amerite un mayor control y monitoreo, separando las actividades que no tienen un valor agregado en la producción.

Tarea 2. Una vez identificados los procesos de realización del producto, se procede a determinar las variables de medida que se aplican para asegurar la calidad del producto y los objetivos desde el punto de vista del aseguramiento de la medición. Se recomiendan utilizar las siguientes tablas para cumplir con esta tarea:

Tabla 2.1 Para determinar las etapas del proceso

PROCESO	VARIABLES DE MEDIDA	OBJETIVOS
---------	---------------------	-----------

En la columna 1 (Proceso). Se deben colocar las diferentes etapas del producto y proceso de producción desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado.

En la columna 2 (Variables de medida). Se debe colocar las variables de medida que se utilizan en cada etapa del producto y procesos de producción. (Ejemplo: diámetro, largo, peso etc.)

En la columna 3 (Objetivos). Se especifican los objetivos que se quieren alcanzar para cumplir con las especificaciones del producto y proceso productivo.

La tabla 3 indica las variables a medir y su frecuencia en cada proceso, para ello se elabora un inventario de todos los instrumentos y equipos que participan.

Tabla 2.2 Identificación de variables

Proceso	Variables metrológicas a medir (frecuencia)					
	Masa	Longitud	Presión	Humedad	Fuerza	Otras

Frecuencia

Para conformar esta tabla se marca con X donde se identifique que variable metrológica se utiliza y determinar la frecuencia para cada variable, la cual corresponde al número de veces que se mide la variable. Esto da un indicio de las variables de mayor presencia y una idea inicial de la variable más crítica, sin embargo este procedimiento no garantiza que las variables determinadas sean críticas, pero ayuda a tener una idea clara de que variables son las que más se utilizan y por lo tanto tratar de capacitar o adquirir equipos para verificar internamente esa variable y reducir los costos por recalibración. El método para determinar variables críticas es el que se recomienda en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Determinación de las variables críticas

Proceso	Variables metrológicas			Criterios de aceptación			Número de prioridad de riesgo (NPR)
	Masa	Longitud	Otras	Gravedad	Ocurrencia	Detección	

Para determinar las variables críticas se proponen utilizar los parámetros gravedad, ocurrencia y detección, apoyados en los criterios de aceptación y rechazo propuestos en la Guía MetAs. (Evaluación de Consistencia Metrológica. MetAs & Metrólogos Asociados, México, 2002), (ver ecuación 2.1)

$$\text{NPR} = \text{Gravedad (G)} * \text{Ocurrencia (O)} * \text{Detección (D)} \quad 2.1$$

Donde:

Gravedad: Mide las consecuencias que se pueden producir

3 Puede tener consecuencias en la salud del consumidor

2 Puede tener consecuencias económicas

1 No tiene ninguna de las consecuencias anteriores

Ocurrencia: Mide la probabilidad en que falle

3 Puede producirse un fallo en un corto plazo < 3 meses

2 Puede producirse un fallo a mediano plazo < 6 meses

1 Puede producirse un fallo a largo plazo

Detección: Mide la probabilidad de detectar un fallo en el sistema

3 Probabilidad nula por no existir control

2 Probabilidad media, existe control pero no es adecuado

1 Probabilidad alta, existe control y es adecuado

Los criterios de aceptación o rechazo analíticos serían entonces los siguientes:

NPR (número de prioridad de riesgo)

NPR menor o igual a 4 no se considera como variable crítica

NPR mayor o igual que 5 y menor igual que 12 se debe realizar un análisis de la variable

NPR mayor o igual que 13 se considera variable crítica

Tarea 3 Determinación de las tolerancias de las variables en el proceso

Para determinar las tolerancias exigidas en el proceso se recomienda utilizar normas técnicas de productos estándar de fabricación, o cualquier documento que ayude a determinar estas tolerancias. Con el objetivo de tener datos cuantitativos se recomienda elaborar la siguiente tabla.

Tabla 2.4 Tolerancia de las variables en el proceso

Proceso	Variables (Tolerancia)					
	Masa	Longitud	Presión	Humedad	Fuerza	Otras

Tolerancia Mínima

En esta tabla se recomienda colocar las tolerancias correspondientes en cada variable que se mida en el proceso, considerando la mínima tolerancia en la parte inferior, la que ayudará a definir la clase y resolución de los equipos que necesitamos para detectar correctamente la medida.

Tarea 4. Selección de los instrumentos de medición.

De acuerdo con lo referido en el epígrafe 1.1.1, las características metrológicas de un equipo de medición pueden ser variadas y dependen del proceso de medición. Para seleccionar los instrumentos de medición apropiados, resulta necesario estudiar por procesos las características metrológicas de los equipos de medición utilizados en el mismo, mediante la relación adecuada entre los conceptos de incertidumbre de medición y la tolerancia de las características cuantitativas de las variables del proceso tecnológico y el producto (Tabla 2.4).

Para determinar la incertidumbre producida por los sistemas de medición se recomienda utilizar la guía para la expresión de la incertidumbre de las mediciones referida en la bibliografía.

El criterio propuesto en esta metodología para seleccionar los instrumentos de medición es el basado en el documento internacional emitido por la ISO en el 2009 "Evaluación de los datos de las mediciones", JCGM-106, donde se define a la relación de incertidumbres entre el instrumento de medición a utilizar y el instrumento de medición patrón utilizado en su calibración TUR de la siguiente manera:

$$TUR = \frac{T}{U_m}$$

2.2

Donde:

T es la tolerancia del parámetro en el punto de medición

U_m la incertidumbre expandida de la medición.

Un método rápido para seleccionar los instrumentos de medición consiste en utilizar de acuerdo a la definición un instrumento que garantice un comportamiento de su incertidumbre de calibración en una relación entre 4 y 10 del TUR.

Se recomienda elaborar la siguiente tabla para la selección de los instrumentos de medición:

Tabla 2.5 Selección de los instrumentos de medida

Punto de medición	Instrumento de medición	Instrumentos seleccionados				Criterio de selección (0,1 a 0,25) $U_i \leq TUR$ se acepta
		Tolerancia en el punto de medición (T)	Incertidumbre expandida de la medición (U_m)	Relación de incertidumbres para el punto de medición (TUR)	Incertidumbre del instrumento (U_i)	

Paso 4 Determinar las necesidades de recursos para el SGM

Para la gestión de los recursos dentro del SGM se pueden establecer dos grandes grupos. No se incluye el recurso humano ya que este lleva un proceso de formación a lo largo de todo el desarrollo de la metodología, por lo que su función se verá de manera independiente más adelante

Recursos de información: Los procedimientos y registros del proceso de medición se adecuan al sistema de gestión integrado de la organización, mediante la revisión del sistema documental existente e implantado. Se establecen los registros para demostrar el cumplimiento de los requisitos de los procesos de medición y los datos pertinentes obtenidos de los controles del proceso de medición, incluyendo cualquier información relacionada con la incertidumbre de la medición.

Recursos materiales: Se identifican y cuantifican mediante un registro único, los instrumentos y equipos de medición disponibles en la organización, tabla 2.6.

Tabla 2.6 Registro de los instrumentos de medición de la organización

Magnitud	Cantidad	Verificados	Calibrados	Almacenados
Presión				
Temperatura				
Masa				
Volumen				
Tiempo				
Radio				
Longitud				
Ángulo				
Electricidad				
Cinemática				
Físico - Químico				

En caso que sea necesario registrar las condiciones ambientales que afecten las mediciones, se establece el método de registro diario y el procedimiento establecido se identifica como procedimiento específico del SGM.

Realizando una revisión del procedimiento de compras de productos y servicios se especifican los requisitos para la compra de instrumentos de medición, como criterio fundamental se utilizará el establecido en la selección del instrumento de medición expuesto en la tarea anterior, no obstante se realiza el análisis económico de los costos y beneficios.

2.1.2 Etapa 2: Documentación e implementación del SGM

El objetivo de esta etapa es dotar al SGM de un adecuado soporte documental y de fácil utilización, con la finalidad de posibilitar una eficiente y eficaz ejecución de las funciones para la confirmación metrológica y la realización de los procesos de medición dentro del SGM, además de poner en práctica, de forma controlada y supervisado por la dirección de la función metrológica la documentación elaborada y las orientaciones para su aplicación y conocimientos que faciliten el cumplimiento con lo establecido en el SGM.

Paso 5. Elaboración de la documentación.

La dirección de la función metrológica, conjuntamente con la dirección y los especialistas técnicos del proceso tecnológico, identificarán, documentarán y comunicarán las funciones, responsabilidades y autoridades de los miembros de la organización involucrados con el SGM y sus interrelaciones dentro de la organización.

En este paso se elaboran en conjunto por los responsables de los procesos y el gestor de la función metrológica los procedimientos específicos del SGM que den respuesta a los requisitos de los instrumentos de medición, procedimientos sobre el control y registro de las condiciones ambientales, desarrollo de software, confirmación metrológica y realización de los procesos de medición y los procedimientos para evaluar la incertidumbre de las mediciones.

A los procedimientos generales del sistema integrado de gestión se deben adecuar los requisitos del SGM concernientes a la gestión de la documentación, formación y desarrollo de la competencia, la gestión de compras, las revisiones por la dirección, auditorías internas al SGM y las no conformidades, las acciones correctivas y preventivas. Todos estos procedimientos generales y específicos conforman la base documental que soportaría el SGM.

En caso de documentos ya existentes en el sistema de gestión implantado en la organización, se adecuarán a estos, cumpliendo los requisitos establecidos, para evitar duplicidad en los mismos.

Se debe considerar que la documentación no sólo abarca los documentos generados por la propia organización sino otros de origen externo tales como documentos del fabricante de los instrumentos, documentos de los clientes, documentos normativos y documentos legales y reglamentarios aplicables.

Paso 6. Distribución y control de la documentación.

La dirección de la función metrológica asegurará la distribución de los documentos elaborados. La posibilidad de utilización de redes informáticas en la organización facilita la tarea de distribución y control de los documentos. En la medida que se vayan aprobando documentos se procederá a su implantación, para lo cual se comunicará y capacitará a las personas involucradas en su aplicación, acciones de las cuales se dejarán evidencias documentadas.

Como técnica fundamental se aplicará la modalidad de capacitación en el puesto de trabajo, para lo cual se responsabilizará a los jefes de cada área o proceso tecnológico con el desarrollo de la acción de formación con sus colaboradores, asegurando que su personal sea consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos del SGM.

Paso 7. Seguimiento para detectar desviaciones y realizar los ajustes necesarios.

Los jefes de cada área o proceso tecnológico desarrollan el seguimiento a las acciones y operaciones de los procesos para verificar progresivamente que los mismos son comprendidos y facilitan la comunicación de los propósitos de la organización, así como que las acciones y operaciones se pueden realizar de forma coherente en las condiciones especificadas para cumplir con el proceso tecnológico.

Mediante el análisis de los registros avalúan el resultado de las acciones emprendidas y su eficacia, la competencia y desempeño del personal que ejecuta las acciones, la provisión y aprovechamiento de los recursos y la infraestructura requerida para el logro de los objetivos.

En los casos en que se detecte que algunas de las condiciones especificadas dificultan el cumplimiento de los objetivos o se verifica en la práctica la posibilidad de su realización de forma más simple y eficaz, se realizan los ajustes necesarios a la documentación en correspondencia con las nuevas prácticas propuestas.

La confirmación metrológica debe ser vista como un proceso que debe ser diseñado e implementado por la organización para asegurar que las características metrológicas del equipo de medición cumplan los requisitos metrológicos del proceso de medición. Este proceso se puede diseñar e implantar para grupos de equipos de medición afines y para un equipo en particular. La forma en que se diseñe e implante en una entidad depende del tamaño y la complejidad de los procesos tecnológicos de la entidad.

El proceso de confirmación metrológica comprende dos acciones fundamentales:

- Calibración de los equipos de medición
- Verificación metrológica de los equipos de medición

Conjuntamente con las acciones fundamentales hay un conjunto de acciones complementarias como la realización y control de ajustes a equipos, realización y control de las reparaciones, identificación del estado de confirmación y la implantación y revisión de los Intervalos de confirmación. En el procedimiento específico elaborado para la confirmación metrológica y la realización de los procesos de medición, estos requisitos deben estar presentes.

La calibración de los equipos de medición puede efectuarse por un proveedor de servicios externo o por el propio laboratorio de control de la calidad de la organización, en el caso de la verificación metrológica, esta se considera una actividad legal si el equipo de medición se encuentra en los campos de aplicación de la metrología y se debe realizar con un órgano del servicio nacional de metrología.

En el anexo 3, se sugiere un modelo para la realización de la confirmación metrológica establecido en la NC ISO 10012:2007.

2.1.3 Etapa 3. Evaluación al sistema de gestión metrológica

El objetivo de esta etapa es asegurar la evaluación sistemática de la conformidad y eficacia del SGM.

Este objetivo se logra a través de la realización de auditorías internas y seguimiento planificado para determinar la adecuación y eficacia del SGM. Se medirá la satisfacción de las partes

interesadas mediante la incorporación de encuestas a clientes internos (responsables del proceso) y entrevistas a clientes externos importantes.

Paso 8. Control de las no conformidades

La dirección de la función metrológica planificará la realización de auditorías al SGM para asegurarse de su continuo y eficaz implementación y cumplimiento de los requisitos especificados. Estas pueden planificarse como parte de las auditorías al sistema de gestión de la organización

La función metrológica dentro de la organización realiza el seguimiento de los procesos de confirmación metrológica y de medición de acuerdo a lo planificado en el procedimiento específico elaborado para su realización. El seguimiento debe prevenir las desviaciones de los requisitos mediante la rápida detección de deficiencias y las oportunas acciones para su corrección.

Además en esta etapa, se establecerán indicadores para evaluar la eficacia del sistema de gestión de las mediciones, dado que no se puede descuidar el impacto que puede producir el hecho de no medir la gestión, por esto se proponen indicadores de gestión para que los responsables de cada proceso agreguen valor al propósito de la gestión metrológica, de acuerdo con la tabla 2.7:

Tabla 2.7 Indicadores de eficacia para la gestión metrológica

Denominación	Descripción	Forma de cálculo	Valor de referencia (%)	Criterio	Tendencia	Frecuencia	Responsable
Equipos no conformes por el mal uso (ENC)	Relaciona números de equipos no conformes atribuibles al mal uso (ENCMU) y número total de equipos bajo responsabilidad del usuario (ERU)	$ENC = \frac{ENCMU}{ERU} \times 100$	2	$ENC \leq 2$	Disminuir	Mensual	Jefe del proceso
Equipos fuera de especificaciones (EFE)	Relaciona número de equipos encontrados fuera de especificaciones y ajustados (EFEA) y número total de equipos bajo responsabilidad del área (ERA)	$EFE = \frac{EFEA}{ERA} \times 100$	2	$EFE \leq 2$	Disminuir	Mensual	Jefe del proceso
Producto involucrado en control de producto no conforme por mediciones (PCPNC)	Relaciona cantidad de producto involucrado en control de producto no conforme por mediciones (CPNC) y número total de producto producido (TPP)	$PCPNC = \frac{CPNC}{TPP} \times 100$	5	$PCPNC \leq 5$	Disminuir	Mensual	Jefe del proceso

EVALUACIÓN FINAL: El proceso se declara EFICAZ, cuando se cumple la condición deseada para el indicador 3 y el comportamiento de los indicadores 1 y 2 no sobrepasen el 50 % del valor propuesto para cada uno de ellos

La función metrológica dentro de la organización mediante el seguimiento al SGM debe asegurarse de la detección de cualquier no conformidad y de tomar acciones inmediatas, los elementos no conformes deben identificarse para prevenir su uso involuntario, esto se logrará mediante planes de trabajo alternativos hasta que las acciones correctivas hayan sido implementadas. A cualquier proceso de medición del cual se sepa o se sospeche que genera resultados de medición incorrectos, debe ser adecuadamente identificado y no debe ser utilizado hasta que se hayan tomado las acciones apropiadas. Cuando se identifique un proceso de medición no conforme se determinan las consecuencias potenciales, se hacen las correcciones necesarias y se toman las acciones correctivas apropiadas, se recomienda como herramientas de seguimiento al proceso identificado como no conforme, el análisis de los gráficos de control, análisis de gráficos de tendencia, inspecciones posteriores, auditorías internas y retroalimentación del proceso.

Cualquier equipo de medición confirmado del cual se sospeche que esté dañado, haya sido sometido a sobrecarga, funcione o produce resultados incorrectos debe ser retirado del servicio e identificado también como no conforme mediante una marca o etiqueta. A este equipo se le deben comprobar sus características metrológicas y luego debe ser confirmado, si luego de haberse comprobado nuevamente continúa no conforme, puede optarse por retirarse o cambiar su uso previsto definitivamente. En el procedimiento general de la organización sobre control de no conformidades se adecuará el tratamiento a las no conformidades del SGM.

2.1.4 Etapa 4 Revisión y mejora del SGM

El objetivo de esta etapa es asegurar el perfeccionamiento del SGM a través de la evaluación sistemática de su eficacia y el aprovechamiento de las oportunidades de mejora que se identifican.

Su cumplimiento incluye las siguientes tareas:

Paso 9. Realización de revisiones por la dirección

Una vez implantado el SGM, éste será evaluado periódicamente por la dirección como parte del proceso estratégico de revisión por la dirección, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continua. Donde se evalúan oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios.

Se definen los elementos de entrada para la revisión y como resultados se esperan acuerdos vinculados con la mejora de los productos, la mejora de la eficacia del SGM y la necesidad de recursos para lograr los propósitos definidos. El procedimiento general de la organización referido a la revisión del sistema integrado de gestión deberá adecuarse su alcance con vistas a incluir los requisitos del SGM.

En todos los casos sus resultados serán analizados en reunión con el consejo de dirección.

Paso 10. Aplicación de acciones correctivas, preventivas y (o) de mejora.

Durante el funcionamiento del SGM, la función metrológica puede identificar no conformidades a las cuales se deben aplicar las correcciones procedentes con el fin de prevenir su ocurrencia o mitigar su impacto.

Los resultados de estas acciones deben ser registrados y evaluada la eficacia de las mismas informando periódicamente a la dirección sobre su comportamiento. La adopción de estas acciones tendrá incidencia en la introducción de modificaciones o el perfeccionamiento de elementos vinculados al diseño del SGM.

Mediante la aplicación de procedimiento documentado en el sistema integrado de gestión se dará tratamiento a las no conformidades potenciales de mediciones o confirmaciones.

2.1.5 Etapa de formación de los recursos humanos.

El objetivo de esta etapa es asegurar que el personal involucrado en las mediciones asimile los conocimientos fundamentales y adquiera conciencia sobre la pertinencia e importancia de sus actividades en la aplicación progresiva de la metodología.

Como etapa transversal, mediante la cual se realiza acciones en todas las etapas de la metodología propuesta. Contempla la formación a través de las modalidades de cursos, talleres, conferencias, charlas como se refleja en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Actividades de capacitación para la formación de los recursos humanos

Etapa	Contenido de la actividad	Modalidad	Duración	Dirigida a
Etapa No. 1 Diseño del SGM	Motivación para la aceptación y conocimiento de la actividad metrológica en la empresa	Conferencia	1h	Consejo de dirección y jefes de proceso
	La gestión de las mediciones en la empresa	Curso	24 h	Jefes de proceso, operarios y técnicos
	SGM, Significado para la organización y los trabajadores	Charlas (2)	20 min c/u	Todos los trabajadores
Etapa No. 2 Documentación e implementación del SGM	Documentación de los SGM	Curso	20 h	Técnicos, jefes de proceso, especialistas
	Implantación del SGM	Capacitación en los puestos de trabajo (según se publican los documentos)	2 h	Todos los trabajadores
Etapa No. 3 Evaluación del SGM	Gestión por procesos	Curso	24 h	Técnicos, jefes de proceso, especialistas
	Indicadores de desempeño y eficacia	Taller	4 h	Técnicos, jefes de proceso, especialistas
Etapa No. 4 Revisión y mejora del SGM	Formación de auditores internos	Curso	40 h	Personal seleccionado

Un ejemplo del contenido programático de los cursos incluidos se puede apreciar en el anexo 5. En los recursos humanos, se asegura la competencia y formación de todo el personal involucrado en el SGM, este personal debe poseer formación mínima en metrología, sistema internacional de unidades; debe conocer sobre los procesos de medición que se realizan en la organización, pasar una experiencia práctica en la ejecución de los procedimientos de medición, manejar los softwares específicos de su área, contar con capacidad de interpretar instrucciones de medición, también la capacidad para interpretar la información de medición generada (comprobación de datos de calibraciones, certificados u otros), capacidad para evaluar las incertidumbres de la medición en el área de su competencia, además de sus responsabilidades y deberes con el SGM, la honestidad y disposición para cumplimentar en tiempo y forma los registros de la gestión de las mediciones que le correspondan. La competencia y formación del personal se precisará en los procedimientos de capital humano definidos por la organización.

Conclusiones parciales

1. Se diseñó una metodología que permite la gestión de las mediciones en una organización considerando la integración a los demás sistemas de gestión implantados. La metodología propuesta adopta el enfoque basado en procesos y basa la integración en el ciclo PHVA.
2. A partir de la determinación de los puntos de medición, la tolerancia y la incertidumbre de medición en el punto, se establece la relación óptima para seleccionar los instrumentos de medición adecuados en cada punto determinado del proceso.
3. La metodología propuesta asegura la gestión de las mediciones y permite que el equipo y los procesos de medición sean los adecuados para su uso previsto, para alcanzar los objetivos de calidad del producto y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos.
4. Se establecieron indicadores de eficacia que permiten obtener la información necesaria de entrada para la revisión por la dirección, la cual facilitará la comparación con períodos precedentes o valores planificados, el análisis de tendencias, así como la adopción de acciones para el mantenimiento o el perfeccionamiento del SGM.

2.2 APLICACIÓN PARCIAL DE LA METODOLOGÍA EN LA EMPRESA DE CIGARROS “LÁZARO PEÑA”

En este epígrafe se exponen los resultados de la aplicación parcial de la metodología en la empresa seleccionada desde Julio del 2013 hasta la fecha; algunas tareas para terminar su ejecución total demandan de mucho más tiempo de aplicación.

2.2.1 Caracterización de la organización objeto de estudio

La empresa de cigarros “Lázaro Peña” de la provincia de Holguín, perteneciente al Ministerio de la Agricultura., es dirigida por la delegación del Ministerio de la Agricultura y a nivel nacional por el grupo empresarial Tabacuba del mismo ministerio.

Su misión es: satisfacer el más exigente gusto de los consumidores, mediante la producción y comercialización mayorista de cigarrillos negros y rubios, con la calidad que le confieren las mejores mezclas del tabaco cubano, con una elevada gestión de los recursos humanos, financieros y cumpliendo con la legislación ambiental vigente.

La visión de esta organización se encuentra dirigida a la producción y comercialización de cigarrillos negros y rubios que cubra más de un 52 % de la demanda nacional, manteniendo la certificación de los sistemas de gestión certificables por normas, con la integración de los restantes que componen el decreto No. 281/2007, incrementando progresivamente los niveles de utilidades hasta 7,5 millones con una estable posición financiera.

La entidad tiene implantado el sistema de perfeccionamiento empresarial, por acuerdo 4464 de fecha 2002.07.02, del comité ejecutivo del Consejo de Ministros. Además desde el 2009, tiene certificado un Sistema Integrado de Gestión (SIG), por Resolución 062/ 2009 de la Oficina Nacional de Normalización (ONN). En estos momentos tiene implantado un sistema de gestión de capital humano (SGICH), según la NC 3000: 2007.

A continuación se muestran las soluciones prácticas concebidas, por etapas, en conformidad con los pasos y tareas propuestas.

2.2.2 Etapa 1 Diseño del sistema de gestión metrológica

Paso 1. Determinación de las responsabilidades de la dirección ante el sistema de gestión de las mediciones

En febrero del 2013 en reunión con el director técnico de la empresa y el director de la calidad, se presentaron las primeras ideas de cómo llevar a cabo la implantación del SGM, así como las ventajas de este proceso y los beneficios esperados.

La alta dirección concentró la función metrológica para la realización y gestión del SGM en la dirección técnica y de desarrollo que supervisa el proceso productivo dentro de la organización y gestiona el sistema integrado de gestión, otorgándosele la máxima responsabilidad de la misma al director técnico y de desarrollo.

Dentro de las responsabilidades, las personas que resultan implicadas en el sistema de gestión de las mediciones son las que cumplen las funciones de: director técnico y de desarrollo, especialistas del grupo sistemas integrados de gestión directores de unidades básicas (UEB) y directores funcionales, el metrólogo de la organización, los técnicos que realizan las mediciones en el laboratorio de control de la calidad, las personas que operan los instrumentos, la persona que atiende la gestión de recursos humanos, tecnólogo y el comprador.

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, después de definidas las personas implicadas en cada requisito, se delimitaron las responsabilidades y autoridades de cada una de ellas, para lo cual se realizó un ejercicio de tormenta de ideas con la participación de un grupo de expertos en metrología de la empresa. Las responsabilidades de cada uno de los implicados en el SGM se incluyeron en el procedimiento para la actividad metrológica MP-PG-DTD-11 incluido en el sistema de gestión integrada de la empresa. Las responsabilidades por cargos son las siguientes:

Director técnico y de desarrollo:

- Es el máximo responsable de la aplicación del SGM
- Aprueba el plan de mantenimiento de instrumentos de la empresa
- Aprueba los planes de verificación y calibración

Directores de UEB y directores funcionales:

- Dar facilidades y exigir para garantizar que se cuiden y cumpla el plan de mantenimiento, verificación y/o calibración de los instrumentos de medición (IM) de su área de responsabilidad.

Especialistas del Grupo Sistemas Integrados de Gestión:

- Chequear mediante auditorías el cumplimiento de este procedimiento

Especialista en metrología:

- Garantizar el cuidado de los instrumentos de medición, que se cumpla el plan de mantenimiento, verificación y/o calibración en toda la empresa

Director UEB integral de servicios técnicos:

- Ejecutar el plan de mantenimiento
- Ejecuta los planes de verificación y calibración
- Aprueba las bajas de los equipos de medición
- Garantiza los recursos para los mantenimiento de los instrumentos de medición

Trabajadores:

- Informar al especialista en metrología cualquier incidencia que tenga que ver con los instrumentos de medición

Se elaboró por la dirección técnica y de desarrollo la política del SGM y se aseguró su despliegue por todas las áreas de la empresa tanto en formato electrónico como en papel.

En la política se incluyeron temas relacionados con la demostración del compromiso de la organización con el cumplimiento de los requisitos relacionados con el SGM, las estrategias de la dirección, los principios de acción y el establecimiento de un marco apropiado para definir los objetivos.

La definición de la política del SGM es apropiada a la visión y a la misión de la empresa. Esta política es el punto de partida para el establecimiento de los objetivos y se revisa como mínimo anualmente para garantizar la correspondencia adecuada entre ambos.

Los miembros del departamento técnico y de desarrollo recibieron preparación en la Oficina Territorial de Normalización (OTN) en las distintas temáticas metrológicas asegurando la especialización en las magnitudes físicas más utilizadas en el proceso de medición (masa, presión, dimensional, etc.).

Esta preparación se complementó con la autopreparación y en lo sucesivo a través de los talleres para la presentación de los proyectos de documentos del SGM hasta su aprobación.

Paso 2. Adecuación de los requisitos del proceso de gestión de las mediciones a los requisitos de gestión comunes en el sistema integrado.

Como alcance preliminar del SGM se propuso el proceso de realización del producto, y se analizó por parte de la función metrológica la relación con los sistemas ya implantados en la organización, determinándose las siguientes peculiaridades:

- El SGM involucra a todas las áreas funcionales de la empresa, áreas de apoyo, cocina comedor, calderas, control de emisiones a la atmósfera, entre otras.

- Abarca el proceso principal de realización del producto desde la contratación de los proveedores, entrada de la materia prima hasta la realización final del producto.
- Se excluye del alcance del SGM las actividades de transportación del producto.

Al revisar el sistema integrado de gestión implantado en la organización, fue necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- El producto a elaborar
- Los requerimientos de calidad del producto y las expectativas del cliente
- La estructura organizativa y complejidad de la empresa
- La nomenclatura de los instrumentos de medición de que se disponen en las diferentes áreas para el control del proceso
- La disponibilidad de instrumentos de medición patrones para realizar calibraciones o comprobaciones internas
- Posibilidades y condiciones para la calibración de los instrumentos de medición en entidades externas
- La preparación del personal involucrado en la gestión de las mediciones

Para garantizar un funcionamiento eficaz al del SGM, uno de los aspectos fundamentales, es necesario determinar con la mayor exactitud posible, el personal que tiene responsabilidades dentro del referido sistema y su nivel de autoridad para decidir. Para esto fue necesario hacer un estudio minucioso de los requisitos de la norma NC ISO 10012: 2007, que se tomó como referencia.

Se definieron por la organización, los procedimientos documentados que permiten contener la información necesaria del control de la gestión de las mediciones, (ver Disco Compacto adjunto), de acuerdo con las necesidades de la organización. A cada uno de los documentos se le identificó de manera única.

Paso 3. Determinación de los procesos necesarios para la gestión de las mediciones y definición de los puntos de control en los flujos del proceso tecnológico.

Tarea 1. Para determinar los procesos necesarios y la definición de los puntos de control de flujo se estudió el proceso de realización del producto y el control establecido en su ciclo de vida, según se detalla a continuación, en el anexo 3 se detalla el diagrama de flujo de realización del proceso:

La realización del producto comienza cuando se utiliza como materia prima tabaco proveniente del almacén de tercios de la unidad empresarial de base "comercialización y abastecimientos",

para ser convertida en hebra en el taller de producción primario. En este proceso inicial, se establece el primer punto de medición para la realización del producto, controlándose la humedad de la hebra desde el almacenamiento hasta la entrada en el cilindro abridor, aquí nuevamente se realiza una segunda medición de control de la humedad, estableciéndose la tolerancia del proceso entre un 25 a 27 % de humedad en el tabaco.

En el cilindro abridor se le adiciona agua y vapor de agua al tabaco negro, al tabaco rubio se le adiciona solamente vapor saturado, luego el tabaco es llevado mediante un transportador vibratorio y de banda hasta los silos de mezcla y homogenización. El tabaco penetra al cilindro de melao (punto 2) donde se le incorpora al tabaco vapor de agua. De aquí el tabaco es llevado mediante un transportador vibratorio y luego transportador de banda hasta los silos de mezcla y homogenización que lo conducen hasta las maquinas de corte.

El corte del tabaco se inicia con la entrada del mismo por las aberturas de alimentación de la máquina cortadora. Aquí se establece un tercer punto de medición, se controla el ancho de la hebra (0,7 mm para cigarrillos negros y 1 mm para cigarrillos rubios). Posteriormente la hebra llega a través de transportadores hacia los secadores. La hebra sale del cilindro secador final a través de transportadores vibratorios y de banda pasando por un sensor de humedad que registra constantemente este parámetro y lo envía al panel de control. La hebra sale del cilindro con una humedad que oscila entre los 13 a 14,5 %, (cuarto punto de medición) y a temperatura ambiente. Cae a transportadores vibratorios y de banda que la llevan hasta la tolva de llenado, donde se encuentran las bolsas debidamente colocadas en sus soportes, estas se llenan hasta cubrir su capacidad, se pesan con una balanza (punto de medición) y seguidamente son señalizadas con los datos necesarios para su posterior identificación y transportadas al área de almacenamiento. Todo movimiento de la hebra se registra en los documentos habilitados a estos efectos.

Los parámetros identificados para el control de la calidad en este proceso desde la gestión de las mediciones sería entonces el control de la humedad del tabaco 26 a 27 % para cigarrillos negros y 23 a 24 % para cigarrillos rubios, los instrumentos de medición utilizados son la balanza técnica digital SARTORIUS, modelo BL 150, con precisión de 0,01 g, el medidor de humedad portátil Higropalm, alcoholímetros, densímetros y una balanza de secado.

ELABORACIÓN DEL CIGARRILLO

Al taller de producción de cigarrillos, no solo llega hebra, también llegan los materiales fundamentales para la realización del producto como son papel para elaborar los cigarrillos, las cajetillas, los paquetes, cajas de cartón, sellos y pegamentos, los que son suministrados por el almacén de logística de la unidad empresarial de base de comercialización y abastecimientos.

Con la utilización de las máquinas especializadas es elaborado el cigarrillo, realizado el encarteramiento, celofanado, empaquetado y embalado.

En este proceso se utilizan los equipos de medición balanza técnica digital, con exactitud de 0,1g y determinador neumático de diámetro, con rango de medición entre 7,50 y 7,80 mm. (quinto punto de medición).

Además durante todo el proceso de realización del producto se realizan también ensayos de control de la calidad en el laboratorio para determinar el diámetro del cigarrillo, determinación del peso del cigarrillo, determinación de la dureza del cigarrillo, determinación del largo del cigarrillo y la determinación de la humedad de la hebra.

Las especificaciones de calidad que deben cumplir estos son las especificaciones establecidas en la tabla 2.9

Tabla 2.9 Especificaciones de calidad de los cigarrillos según la norma NEAG 01: 2004

Parámetros Físicos	Para un Cigarrillo CRIOLLOS y TITANES	AROMAS y FLOR DE AROMAS
Diámetro (mm)	7,68 a 7,80	7,68 a 7,80
Peso (mg)	770 a 810	830 a 930
Peso (g) Para 25 Cigarrillos	19,2 a 20,2	20,7 a 23,2
Firmeza (%)	75 a 85	74 a 85
Longitud (mm)	67 a 71	67 a 71
Humedad (%)	12,8 a 14,0	12,4 a 13,6

Tarea 2 Según la información de los procesos descrita en el paso 1, se determinaron los procesos principales de la empresa y sus puntos de medición: ingreso de materia prima, variables del proceso, producto semielaborado y producto final. (ver tabla 2.10)

Tabla 2.10 Variables del proceso

PROCESOS	VARIABLES DE MEDIDA	OBJETIVOS
Materia prima	Humedad	Medir variable humedad y comparar según la especificaciones por norma de elaboración
Variables del proceso (Salida del cilindro abridor)	Humedad	Medir variable humedad y comparar según la especificaciones por norma de elaboración
Variables del proceso (Línea de corte)	ancho de la hebra	Medir variable longitud y comparar según la especificaciones por norma de elaboración

Tabla 2.10 Variables del proceso (Continuación)

VARIABLES DEL PROCESO (secado)	Humedad de la hebra	Medir variable humedad y comparar según la especificaciones por norma de elaboración
VARIABLES DEL PROCESO (producto semielaborado)	Peso	Medir variable peso del producto semielaborado
Características del producto final	Longitud	Verificar el largo en el producto final (véase tabla 2.5)
Características del producto final	Diámetro	Verificar el diámetro en el producto final (véase tabla 2.5)
Características del producto final	Peso	Verificar el peso en el producto final (véase tabla 2.5)
Características del producto final	Humedad	Verificar la humedad en el producto final (véase tabla 2.5)

En la tabla 2.11 se especifican las variables del proceso de medida

Tabla 2.11 Frecuencia de las variables del proceso

Proceso	Variables metrológicas		
	masa	longitud	humedad
Materia prima			x
VARIABLES DEL PROCESO (Salida del cilindro abridor)			x
VARIABLES DEL PROCESO (Línea de corte)		x	
VARIABLES DEL PROCESO (secado)			x
VARIABLES DEL PROCESO (producto semielaborado)	x		x
Características del producto final		x	
Características del producto final		x	
Características del producto final			x
Características del producto final	x		
Frecuencia	2	3	5

Una vez determinadas las frecuencias de las variables del proceso se procede a identificar las variables críticas

Tabla 2.12 Determinación de las variables críticas

Proceso	Variables metrológicas			Criterios de aceptación			Número de prioridad de riesgo (NPR)
	masa	longitud	humedad	Gravedad	Ocurrencia	Detección	
Materia prima			x	3,0	3,0	2,0	18,0
Variables del proceso (Salida del cilindro abridor)			x	2,0	2,0	2,0	8,0
Variables del proceso (Línea de corte)		x		2,0	2,0	2,0	8,0
Variables del proceso (secado)			x	2,0	2,0	2,0	8,0
Variables del proceso (producto semielaborado)	x		x	3,0	2,0	2,0	12,0
Características del producto final		x		3,0	2,0	3,0	18,0
Características del producto final		x		3,0	2,0	3,0	18,0
Características del producto final			x	3,0	2,0	3,0	18,0
Características del producto final	x			3,0	2,0	3,0	18,0

De esta tabla resultó que las variables de humedad en materia prima y las variables de características del producto final peso, largo diámetro y humedad se deben considerar como variables críticas porque su evaluación es mayor que 12.

La variable peso en el producto semielaborado debe considerarse como variable crítica, puesto que se encuentra en el umbral de NPR (12)

Las variables humedad en el cilindro de secado, cilindro abridor y línea de corte se consideran como variables menos críticas y se puede realizar un análisis costo beneficio en vista de que es superior a 5 e inferior a 12.

Tarea 3. Determinación de las tolerancias de las variables en el proceso

Para la determinación de las tolerancias de las variables de proceso se utilizó la norma de empresa NEAG 01: 2004 y las normas cubanas NC 88-04, NC 88-08, NC 88-13, NC 88-14 y NC 584 T, en la tabla 2.13 se relacionan estas.

Tabla 2.13 Tolerancia de las variables en el proceso

Proceso	Variables metrológicas (Tolerancias)		
	Masa(mg)	Longitud(mm)	Humedad (%)
Materia prima			26 a 27
			26 a 27
Variables del proceso (Salida del cilindro abridor)			cigarrillos negros 23 a 24 cigarrillos rubios
Variables del proceso (Línea de corte)		0,7a1	
Variables del proceso (secado)			13 a 14,5
Variables del proceso (producto semielaborado)	19,2 a 20,2 cigarrillos negros 20,7 a 23,2 cigarrillos rubios		
Características del producto final		7,68 a 7,80 cigarrillos negros 7,68 a 7,80 cigarrillos rubios	
Características del producto final		67 a 71	
Características del producto final			12,8 a 14,0 cigarrillos negros 12,4 a 13,6 cigarrillos rubios
Características del producto final	770 a 810 cigarrillos negros 830 a 930 cigarrillos rubios		

Tarea 4. Selección de los instrumentos de medición

De acuerdo al proceso de medición estudiado, se definieron las características metrológicas adecuadas de la instrumentación utilizando el criterio de selección propuesto en la descripción de la metodología, para ello se tuvo en cuenta el rango de medición, la resolución, linealidad, el error máximo permitido (EMP) y la incertidumbre de calibración de acuerdo al criterio de selección. En la tabla 2.14 aparecen los instrumentos de medición seleccionados de acuerdo a estos criterios.

Tabla 2.14 Selección de los instrumentos de medida

Punto de medición	Instrumento de medición	Instrumentos seleccionados				
		Tolerancia en el punto de medición (T)	Incertidumbre expandida de la medición (U_m) con $K=2$	Relación de incertidumbres para el punto de medición (TUR)	Incertidumbre del instrumento (U_i) con $K=2$	Criterio de selección (0,1 a 0,25) $U_i \leq TUR$ se acepta
Diámetro del cigarrillo	Medidor de diámetro del cigarrillo	0,02 mm	0,017 mm	1,23 mm	0,010 mm	Se acepta
Peso del cigarrillo	Balanza digital	0,16 g	0,012 g	1,4 g	0,008 g	Se acepta
Dureza del cigarrillo	Medidor de resistencia al tiro	0,32 mm	0,14 mm	2,3 mm	0,06 mm	Se acepta
Largo del cigarrillo.	Regla graduada	2,1 mm	0,52 mm	4,1 mm	0,21 mm	Se acepta
Humedad de la hebra	Analizador de humedad	0,72 % de humedad	0,24 % de humedad	3,0 % de humedad	0,13 % de humedad	Se acepta

Paso 4. Determinar las necesidades de recursos para el SGM

En los recursos de la información, todos los procedimientos del proceso de medición se informatizaron, así como los softwares utilizados y los registros del SGM.

En los recursos materiales, fueron identificados los 786 instrumentos de medición, con que opera la organización, en las magnitudes que se detallan en la Tabla 2.16, resultando el 100 % de estos conformes con los requisitos establecidos por la metrología legal y otros documentos suplementarios y aplicables. Paralelamente a esto, se elaboraron los planes de calibración, verificación y mantenimiento de los instrumentos de medición y se contrató con las entidades que presten los servicios metrológicos en el territorio a fin de garantizar la trazabilidad de las mediciones de los instrumentos dentro del SGM.

Tabla 2.15 Instrumentos de medición de la empresa

Magnitud	Cantidad	Verificación	Calibración	En almacén
Presión	449	192	257	92
Temperatura	142	29	113	6
Masa	33	33	0	0
Volumen	26	0	26	3
Tiempo	8	0	8	0
Radio	2	0	2	0
Longitud	78	1	67	21
Ángulo	2	0	2	0
Electricidad	33	0	33	3
Cinemática	1	0	1	0
Físico - Químico	12	1	11	0

2.2.3 Etapa 2: Documentación e implementación del SGM

Paso 5. Elaboración de la documentación

Para la documentación de los procedimientos, se parte de la adecuación al procedimiento general de la organización MP-PG-DTD-04 de toda la documentación a generar por el SGM. Se establecieron las reglas para: la estructura, tipología, codificación, diseño, elaboración, revisión, aprobación, edición, distribución, implantación, modificación, sustitución, derogación,

destrucción de los ejemplares obsoletos, archivo, conservación y la información al usuario, todo adecuado a la fábrica de cigarrros.

La documentación para el SGM quedó conformada de la siguiente forma (ver tabla 2.17):

Tabla 2.16 Listado de procedimientos elaborados y documentos unificados al sistema integrado de gestión

	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	TIPOLOGÍA
1	Revisión por la dirección	MP-FP-DG-01	Documento general del sistema (Modificado)
2	Formación y desarrollo de la competencia	MP-FP-DCH-01	Documento general del sistema (Modificado)
3	Gestión de la documentación	MP-PG-DTD-04	Documento general del sistema (Modificado)
4	Desarrollo de software	PT-04	Documento específico del SGM elaborado
5	Instrumentos de medición	PT-05	Documento específico del SGM elaborado
6	Control y registro de las condiciones ambientales	PT-06	Documento específico del SGM elaborado
7	Gestión de compras	MP-FP-UEBCA-02	Documento general del sistema (Modificado)
8	Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición	PT-08	Documento específico del SGM elaborado
9	Guía para la evaluación y expresión de la incertidumbre de las mediciones	PT-09	Documento específico del SGM elaborado
10	Auditorías internas al sistema de gestión de las mediciones	MP-PG-DTD-02	Documento general del sistema (Modificado)
11	No conformidades, acciones correctivas y preventivas	MP-PG-DTD-08	Documento general del sistema (Modificado)

Como se puede observar, para la elaboración de los documentos se tuvo en cuenta la documentación existente en el sistema de gestión integrado de la entidad, quedando por definir aún la inclusión dentro del manual integrado, ya que la nueva actualización se debe realizar en Septiembre del 2014.

Paso 6 Distribución y control de la documentación. Seguimiento a la aplicación de la documentación

Para garantizar la distribución segura y el control de la documentación, en el procedimiento “Gestión de la documentación” se establecieron los pasos a seguir.

De cada documento se publicó un ejemplar en copia dura (papel) y se habilitó una carpeta en la en la red (Información compartida)

Se les entregó una copia de los documentos a los jefes de cada proceso tecnológico con el objetivo de darle seguimiento a la aplicación de los documentos aprobados para verificar su comprensión y el cumplimiento de los propósitos establecidos en los mismos. Este mecanismo generó la necesidad de realizar ajustes en los procesos y la documentación relacionada para hacerlos más viables, con el consiguiente análisis y aprobación en el marco del grupo de sistema perteneciente a la dirección técnica.

En las reuniones o consejillos semanales, mediante el análisis de los registros se evalúan el resultado de las acciones emprendidas y su eficacia, la competencia y desempeño del personal que ejecuta las acciones, la provisión y aprovechamiento de los recursos y la infraestructura requerida para el logro de los objetivos.

Paso 7. Seguimiento para detectar desviaciones y realizar los ajustes necesarios.

Los jefes de cada proceso realizaron la capacitación del personal en sus puestos de trabajo, dejado evidencias de las mismas en el registro establecido en el procedimiento Gestión de la documentación MP-PG-DTD-04, los cuadros ejecutivos de cada área se responsabilizaron con el monitoreo de los procesos para verificar la conformidad de las operaciones con lo establecido previamente, verificando a su vez la comprensión y el cumplimiento de los propósitos declarados en los documentos. Este mecanismo generó la necesidad de realizar ajustes en los procesos y la documentación relacionada para hacerlos más viables, con el consiguiente análisis y aprobación en función de las nuevas prácticas propuestas.

En lo adelante se desarrollan las acciones de control metrológico previstas sistemáticamente para cada proceso y sus resultados se evalúan colectivamente (áreas, consejos de dirección, asambleas sindicales) y hasta el nivel individual mediante cortes evaluativos mensuales y la evaluación del desempeño anual.

2.2.4 Etapa 3 Control al SGM

Paso 8. Control de las no conformidades.

Para el control y seguimiento al SGM se evaluaron las no conformidades resultantes de las auditorías internas al sistema de gestión integrado en los años 2012-2013, en los puntos referidos al control y seguimiento de los instrumentos de medición, además las supervisiones metrológicas periódicas realizadas por el departamento de inspección estatal de la OTN, la auditoría externa de certificación realizada por la ONN en el año 2012 y las evaluaciones periódicas realizadas por la función metrológica en el año 2013 al proceso de confirmación metrológica y a los procesos de medición. En el procedimiento general MP-PG-DTD-08 modificado, se definieron las acciones para la planificación y realización de las auditorías internas al SGM, incluyendo herramientas aplicables, los registros como evidencia de su cumplimiento y las competencias del personal que realiza las auditorías.

Para el segundo semestre del 2014 se prevé incorporar al programa de auditorías a desarrollar por el sistema integrado de gestión una auditoría interna específica para el SGM. No obstante, considerando que durante el año 2013 y aún en el año 2014 el proceso de aplicación del proyecto se encuentra en pleno desarrollo, se han programado auditorías individuales periódicas al control de las mediciones en los procesos de realización del producto.

De las no conformidades identificadas con el SGM quedaban hasta el cierre del 2012, 2 pendientes, una relacionada con la determinación de las incertidumbres en los procesos de medición, no conformidad cerrada en marzo del 2013 mediante una contratación a la OTN en febrero de este año y la referida al no seguimiento e identificación de los instrumento de medición y las acciones de retroalimentación en caso de detección de instrumentos funcionando incorrectamente, cerrada igualmente en febrero del 2013.

2.2.5 Etapa 4 Revisión y mejora del SGM

- Realización de revisiones por la dirección y aplicación de acciones correctivas, preventivas y de mejora

Se modificó el procedimiento general MP-FP-DG-01 para la revisión del SIG por la dirección, definiéndose los elementos de entrada para la revisión del SGM: entre estos elementos se identificaron: la adecuación de las políticas y los objetivos del SGM, la adecuación de los procedimientos para la confirmación metrológica del equipo de medición, los resultados de auditorías al SGM incluyendo auditorías internas, de clientes o de terceras partes, el estado de las acciones correctivas y preventivas, la competencia del personal que realiza las mediciones y los resultados del seguimiento y medición a los procesos de medición.

Aún en el año 2014 no se ha realizado auditoría al SGM, pero en las evaluaciones periódicas realizadas a partir del primer trimestre del 2013 se identificaron varios procesos a los cuales se les debía renovar los instrumentos de medición instalados y en algunos casos la adquisición de nuevos instrumentos que aseguren las mediciones de humedad y peso del producto, como parte del programa de mejora a desarrollar en el SGM.

Los resultados de las evaluaciones fueron analizados en reunión con el consejo de dirección en el mes de abril, determinándose la inclusión de estas inversiones en el plan 2015.

Etapa Formación de los recursos humanos

Para la gestión de los recursos dentro del SGM se establecieron en el área de recursos humanos las competencias y necesidades de formación del personal que formará parte del mismo, de acuerdo a la función que realiza.

El proceso de formación y desarrollo de la competencia se organizó a partir de la definición de la política, la proyección estratégica y de los objetivos de superación de la organización recogidos en el documento MP-FP-DCH-01. Se determinaron las necesidades de capacitación y las acciones a llevar a cabo con el personal, para la realización y desarrollo del SGM.

Se contrataron e impartieron con la Oficina Territorial de Normalización de Holguín los cursos de Gestión de las mediciones, Curso de formación de auditores internos y el Curso para documentadores del sistema de gestión. Además se impartieron las charlas por parte del especialista en metrología de la empresa a los trabajadores en sus puestos de trabajos y a los técnicos del laboratorio de ensayo del producto

Conclusiones parciales de la aplicación de la metodología

En este epígrafe se detallan los resultados obtenidos hasta la fecha con la aplicación parcial de la metodología propuesta y las soluciones concebidas para su implementación en la empresa de cigarros "Lázaro Peña" de Holguín. Se exponen resultados parciales como parte de lo que se considera un proceso gradual, dinámico e iterativo en correspondencia con el ciclo de mejora, PHVA, mediante el cual se ha logrado definir las funciones y responsabilidades necesarias para facilitar la aplicación de la metodología; establecer e implantar la estructura del SGM y su documentación soporte; comenzar a aplicar las herramientas de mantenimiento y desarrollar acciones encaminadas a perfeccionarlo. La aplicación de la metodología se encuentra en la etapa de evaluación del SGM, realizándose la organización para la captación de la información que se utilizará para evaluar los indicadores de eficacia propuestos en la metodología.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de un sistema de gestión de las mediciones en una empresa posibilita que el equipo y los procesos de medición sean los adecuados para su uso previsto, siendo estos importantes en alcanzar los objetivos de calidad del producto final y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos que afecten dicha calidad
2. Es importante considerar para aplicar la metodología en una organización, que esta posea como mínimo un sistema de gestión implantado u otro similar el cual exija la gestión de las mediciones, y trabaje bajo el enfoque de procesos, con requisitos para ello y los productos resultantes claramente definidos. Además debe existir plena conciencia y compromiso por parte de la alta dirección relativa a la importancia de las mediciones para garantizar la calidad de sus producciones o servicios
3. Los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología evidenciaron que esta es perfectamente adaptable, demostrando el cumplimiento de la idea de la investigación, quedando creadas las bases en la metrología, para lograr la integración a los diferentes sistemas que conforman la gestión de la organización
4. El control de la gestión de las mediciones basado en la metodología objeto de la investigación, da la posibilidad de organizar el trabajo de metrología y coadyuva al mejoramiento de la calidad, la protección del medio ambiente y la seguridad y salud en el trabajo
5. La aplicación de la metodología en la empresa de cigarros, ha permitido hasta la fecha definir las funciones y responsabilidades con el SGM, a fin de facilitar su aplicación; planificar la marcha del proceso de medición; establecer e implantar la documentación soporte del SGM y comenzar a aplicar las herramientas de control y seguimiento

RECOMENDACIONES

1. Divulgar la existencia y utilidad de esta metodología a través de las reuniones que se realizan con empresas y adiestramientos que se imparten por la Oficina Territorial de Normalización de Holguín.
2. Incorporar el uso de esta metodología en las acciones de asesoría metodológica que realiza el grupo de aseguramiento metrológico de la OTNH con las empresas del territorio
3. Esta metodología se debería utilizar de base para realizar estudios en organizaciones con distintos tipos de actividad y verificar los alcances que tiene, las ventajas y conflictos que puedan establecerse en su aplicación.
4. Realizar estudios orientados a fortalecer esta metodología, posiblemente generando una base de datos de las mediciones más amplias, de tal manera que se convierta en una verdadera herramienta para la mejora continua de los procesos de medición.
5. Es recomendable que las organizaciones tengan laboratorios internos de calibración con vistas a lograr asegurar los instrumentos de medición y a la vez reducir los costos por periodos de recalibración de equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amozarrain, M. La gestión por procesos. Editorial Mondragón. Corporación Cooperativa. España, 1999.
2. Arias Carrazan, A.J.L. "Adiestramiento de Sistemas de gestión de las mediciones. Una aplicación práctica para el trabajo del metrologo. Oficina Territorial de Normalización Villa Clara, 2005.
3. Arias Carrazan, A.J.L. "Adiestramiento de metrología general. Oficina Territorial de Normalización. Villa Clara, 2005
4. Arias Carrazan, A.J.L. "Facilidades para la elaboración de un sistema de gestión de las mediciones integrado a un sistema de gestión de la calidad. Oficina Territorial de Normalización. Villa Clara, 2005
5. Beltrán Sanz, Jaime "La gestión de los procesos metrológicos. Análisis e integración de un sistema de gestión de las mediciones, 2004
6. BIMP; IEC; IFCC; ISO; IUPAC; IUPAP; OIML. "GUM: 1995, Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición, 1995
7. BIMP; IEC; IFCC; ISO; IUPAC; IUPAP; OIML. "Vocabulario internacional de términos básicos y generales utilizados en metrología., 2010.
8. Britt Sherley & Gryna F.M. "Work Design for Self Control in Financial Services. Quality Progress, 1998
9. Caetano, A. "Estrategia para la competitividad de las empresas del siglo XXI". Revista Normalización. N°1, La Habana. Cuba, 1999
10. Chacón F. "Metrología y sistemas de gestión de las mediciones.", CENAM México, 2001.

11. Consejo de estado. Decreto Ley No 62 de la implantación del Sistema Internacional de Unidades, 1982.
12. Consejo de estado. Decreto Ley No 183 de la Metrología, 1998.
13. Consejo de estado. Decreto No 270 Reglamento del decreto - ley de la metrología, Enero 2001.
14. Consejo de estado. Decreto No 271 Contravenciones de las regulaciones establecidas sobre metrología, Enero 2001.
15. Crosby P. Calidad total para el Siglo XXI. Traducción. McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V. Ciudad México, 2000
16. Deming, W.E. "Quality, Productivity and Competitive Position. Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology (MIT). USA, 1982.
17. Deming, W.E. Out of the crisis. Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology (MIT). USA, 1986.
18. Espinosa, N. Dirección de Calidad. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba, 1986
19. Eurachem / Citac. Traceability in Chemical Measurement. Workshop Draft, 2002.
20. Feigenbaum, A.V. Total Quality Control. McGraw-Hill Book Co. New York, USA, 1996.
21. Feigenbaum, A.V. Changing Concepts and Management of Quality Worldwide". Quality Progress. USA, 1997.
22. Feigenbaum, A.V. A Job Far Different From Tradition". Quality Progress, Vol. 20, Nº 7. USA, 1997.

23. Fernández, N. *Altius, citius, fortius!*. El hombre y los sistemas de gestión de la calidad. Revista Normalización, Año 99, N°3. La Habana. Cuba, 1999.
24. Forma grupo, *Gestión por Procesos*". VI Conferencia Internacional de las Industrias Sideromecánicas. Metánica. La Habana. Cuba, 2003.
25. González, M. & Carvajal, M. Premio nacional de calidad. Un estímulo a la mejora continua. Revista Normalización, Año 99, N°1. La Habana, Cuba, 1999.
26. Harrington, H. J. "Mejoramiento de los procesos de la empresa. McGraw Hill Book Co. Santa Fé de Bogotá, D.C. Colombia, 1993.
27. Hernández Sampier, R. Metodología de la Investigación. Tomo I y II. La Habana, Cuba 1994
28. Irulegui Rodríguez, A. El sistema de gestión de la calidad, un imperativo de la OMC para el comercio y los servicios. Conferencia Magistral en el Taller Territorial "Calidad y Turismo". ONN-CITMA. Varadero. Matanzas, Cuba, 1996.
29. Ishikawa, K. ¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba, 1998.
30. ISO 5725. Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte1: Principios, 1998
31. ISO 14253-1:1998 Geometrical Product Specifications (GPS) | Inspection by measurement of workpieces, 1998.
32. ISO 10576-1:2003(E) Statistical methods | Guidelines for the evaluation of conformity with specied requirements Part 1: General principles. ISO, Geneva, 2003.
33. ISO 14000: 2004. Environmental Management Systems. Requirements With Guidance for Use, 2004

34. Juran, J. M. "Manual de Control de la Calidad. (3ra Ed). Editorial Reverté. Barcelona. España, 1993.
35. Juran, J.M. "Juran's Quality Control Handbook". (4ta Ed). McGraw-Hill Book Co. New York, USA, 1988.
36. Juran, J.M. &Gryna, F.M. Quality Planning and Analysis. McGraw-Hill Book Co. New Cork, USA, 1983
37. Juran, J.M. &Gryna, F.M. Manual de Control de la Calidad (4ta Ed). Traducción Jose María Vallhonrat Bou. Mc Grow Hill. Madrid, España, 1983.
38. Juran, J.M. &Gryna, F.M. Análisis y Planeación de la Calidad. McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V. México, 1995.
39. Nogueira Vera, Dianelys; Medina León, A; Nogueira Rivera C. Fundamentos para el control de la gestión empresarial. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 2004.
40. OIML D10: Directrices para la Determinación de los Intervalos de Recalibración del Equipo de Medición Utilizado en los Laboratorios de Ensayo, 2010.
41. ONN. "Disposición General DG - 01: Instrumentos de medición sujetos a la verificación y los campos de aplicación donde serán utilizados, 2013.
42. NC ISO/TR 10013 Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad, 1. edición, Cuba, 27 p, 2005.
43. DIRECCIÓN DE CERTIFICACIÓN ONN. Revista Normalización,. Año 99, N°1. La Habana. Cuba, 1999.
44. NC ISO/IEC 17000:2005 Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales, 1. edición, Cuba, 32 p, 2005
45. NC ISO/IEC 17025:2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, 2. edición, Cuba, 41 p, 2006.

46. NC 3001: 2007. Sistema de gestión integrada de capital humano. Requisitos, 1. edición, Cuba, 18 p, 2007
47. NC ISO 10014:2007 Gestión de la calidad. Directrices para la obtención de beneficios financieros y económicos, 1. edición, Cuba, 37 p, 2007
48. NC-ISO 10012: 2007. Sistemas de gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. ONN, La Habana, Cuba, 2007.
49. NC ISO 9001:2008 Sistema de gestión de la calidad. Requisitos, 4. edición, Cuba, 45 p, 2008
50. NC-PAS 99:2008 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración, 1.edición, Cuba, 27 p, 2008.
51. NC ISO 9004:2009 Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de gestión de la calidad, 3. edición, Cuba, 60 p, 2009.
52. Estrategia de Desarrollo de la Metrología a Mediano Plazo (2010-2015). La Habana. Cuba, 2010.
53. NC ISO/IEC 17020:2012 Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección, 2. edición, Cuba, 28 p, 2012.
54. NC-ISO 19011: 2012 Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión, 2. edición, Cuba, 2012.
55. OTNH. "Bases de datos con los informes de los resultados de las supervisiones metroológicas desde el año 2010 hasta septiembre del 2012. OTN Holguín, 2012.
56. PCC. "Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. VI. Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana, Cuba, 2011.

57. Pennella, Robert. "Metrología. Manual de implementación. Editorial LIMUSA. Grupo NORIEGA EDITORES, México, 2002.
58. Pérez Campdesuñer, R. Tecnología para la gestión de la calidad a nivel de destinos turísticos. Apuntes para la tesis doctoral. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Holguín. Cuba, 2005.
59. Rocio, M.; Marbán, Julio. A.; Pellicer, C. "Metrología para no- metrólogos. Segunda edición, La Habana, Cuba, 2002
60. Rocio, M.; Marbán, Julio. A.; Pellicer, C. "Metrología Legal.", La Habana, Cuba, 2002.
61. Shewhart, W.A. Economic Control of Quality of Manufactured Product. D. Van Nostrand. New York, USA, 1931.
62. Trischler, W.E. Mejora del valor añadido de los procesos. Ediciones Gestión 2000, S.A., Barcelona, España, 2003.
63. UNE 66920-2:1998 Sistemas de gestión de diseño (Parte 2). Guía para la gestión del diseño en servicios. Editada e impresa por AENOR Madrid, España, 1998.
64. Vázquez Dovale, F.E; Muñoz Maña, Flor de María; Suárez Piña, W. "Sistema de gestión de las mediciones. Una herramienta eficaz que ayuda a la gestión de la calidad. Costa Rica, 2005.
65. Veritas, B. VI Conferencia Internacional de las Industrias Sideromecánicas. METANICA 2003."

ANEXOS

Anexo 1 Supervisiones metrológicas en los años 2009-2013

Año	SM	SM Conf.	SM No Conf.	% de Conf.	OH	Multas
2009	222	193	29	87	23	17
2010	107	100	7	93	2	-
2011	118	98	20	83	12	9
2012	142	129	13	91	15	35
2013	146	130	16	89	12	28
Total	735	650	85	88	64	89

SM- Cantidad Supervisiones metrológicas realizadas por año.

SM Conf. - Supervisiones metrológicas conformes con el cumplimiento de la metrología legal.

SM No Conf. - Supervisiones metrológicas no conformes con el cumplimiento de la metrología legal.

% de Conf. – Por ciento de conformidad de las supervisiones metrológicas.

OH - Obligación de Hacer impuestas por el decreto 271 contravenciones de la metrología.

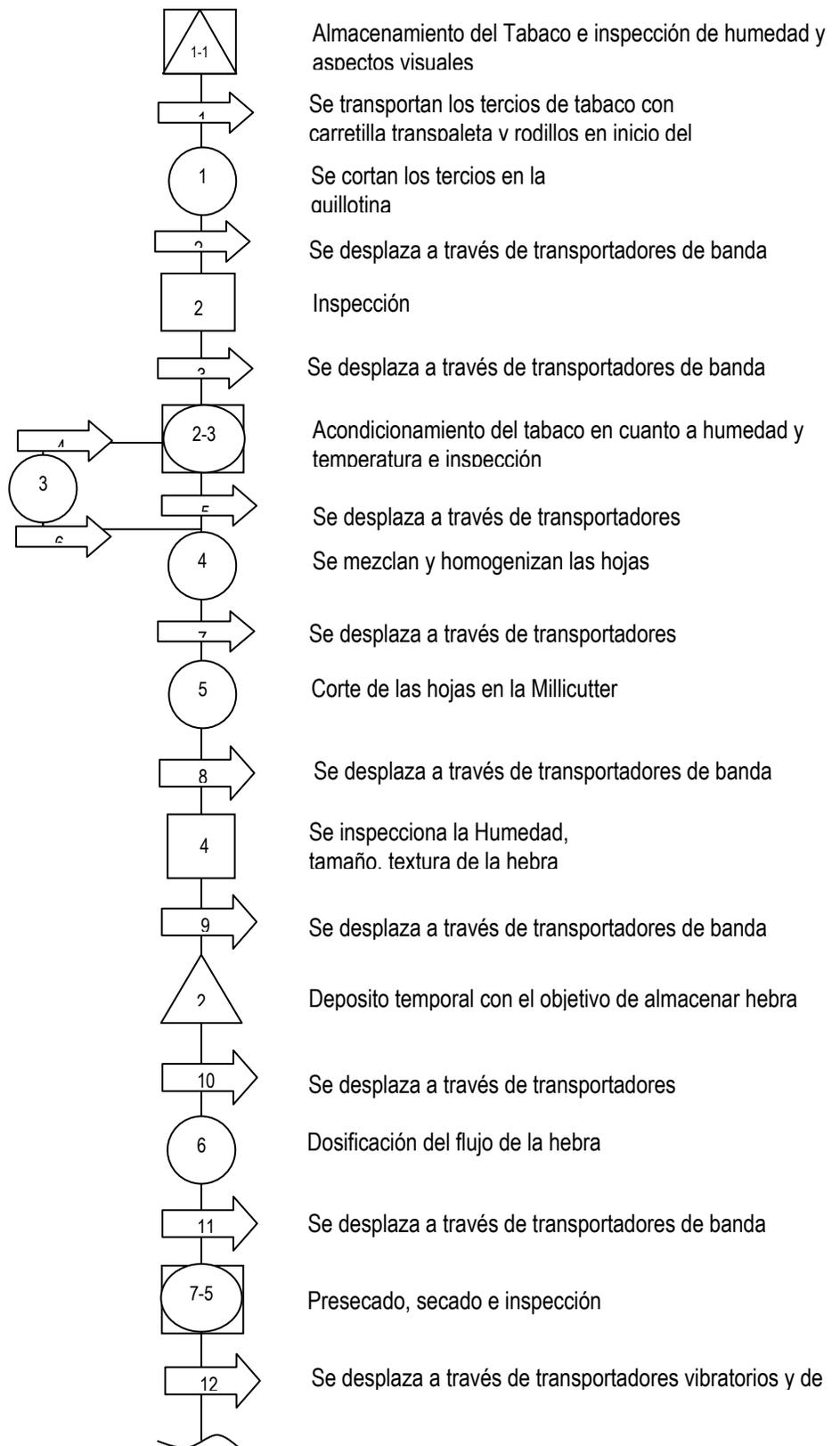
Multas.- Multas impuestas por el decreto 271 contravenciones de la metrología.

Anexo 2 Sección de la matriz de correspondencia entre las normas NC ISO 9001: 2008 y la NC ISO 10012:2007.

NC ISO 10012		NC ISO 9001		Observaciones
No	Requisito	No	Requisito	
3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	
4	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	
5	Responsabilidad de la dirección	5	Responsabilidad de la dirección	
5.1	Función metrológica	5.5.2	Representante de la dirección	
5.2	Enfoque de cliente	5.2	Enfoque de cliente	
5.3	Objetivos de la calidad	5.4.1	Objetivos de la calidad	
5.4	Revisión por la dirección	5.6	Revisión por la dirección	
6	Gestión de los recursos	6	Gestión de los recursos	
6.1	Recursos humanos	6.2	Recursos humanos	
6.1.1	Responsabilidad del personal	6.2.1	Generalidades	
6.1.2	Competencia y formación	6.2.2	Competencia, toma de conciencia y formación	
6.2	Recursos de información			
6.2.1	Procedimientos	4.2.1	Generalidades	
6.2.2	Software	7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y medición	
6.2.3	Registros	4.2.4	Control de los registros	
6.2.4	Identificación	4.2.1	Generalidades	De 6.2.4 los procedimientos
		7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y medición	De 6.2.4 el equipo de medición
6.3	Recursos materiales			
6.3.1	Equipo de medición	7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y medición	Incluirlo en este epígrafe
6.3.2	Medio ambiente	7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y medición	Incluirlo en este epígrafe
6.4	Proveedores externos	7.4	Compras	

Anexo 3: Flujo del proceso de elaboración de hebra en el taller primario en la fábrica de cigarrillos "Lazaro Peña.

Se desplaza a través de transportadores
 Adición de Vapor de agua y salsa en el caso del rubio
 Se desplaza a través de transportadores



Anexo 4 Ejemplos de responsabilidades de carácter general en el SGM

Estas responsabilidades pueden ser adecuadas a su situación particular, ampliadas o reducidas en dependencia del tamaño y complejidad de la organización.

Director

- Establecer y mantener la estructura organizativa para llevar a cabo la gestión de las mediciones.
- Designar la persona que cumplirá la función metrológica.
- Asegurar el sistema de gestión de las mediciones y verificar mediante revisiones, el cumplimiento y la eficacia del sistema a fin de establecer las acciones de mejora que se requieran para su buen funcionamiento.
- Exigir que se adopten las acciones correctivas y/ o preventivas que posibiliten la solución de las no conformidades.

Jefe de proceso o área

- Garantizar el funcionamiento sistema de gestión de las mediciones en su proceso o área y establecer las acciones de mejora que se requieran para su buen funcionamiento.
- Aplicar las acciones correctivas y/ o preventivas que posibiliten la solución de las no conformidades.
- Hacer cumplir los requisitos de medición establecidos en cada parte del proceso.
- Asegurar que su personal participe en los seminarios sobre las reglas de seguridad en las mediciones.

Metrólogo

- Definir y establecer objetivos de la calidad para el sistema de gestión de las mediciones.
- Informar y asesorar a la dirección y a todo el personal sobre el funcionamiento del sistema de gestión de las mediciones.
- Identificar los posibles conflictos de intereses con otras áreas y canalizarlos con la alta dirección.

Personal que realiza mediciones u opera los instrumentos.

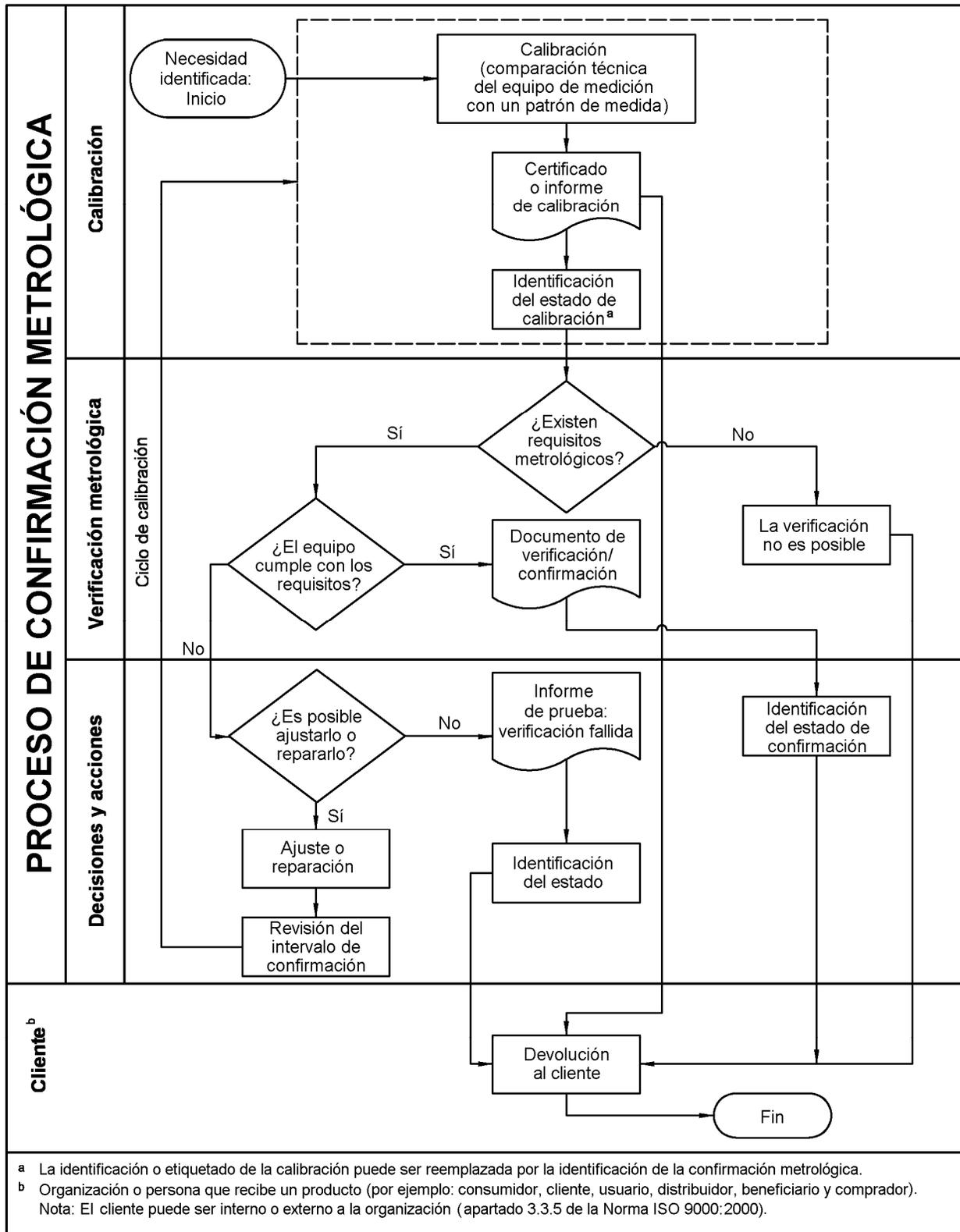
- Participar en los seminarios sobre las Reglas de Seguridad en las mediciones.
- Cumplir con lo establecido sobre el uso, cuidado y mantenimiento de los instrumentos de medición.
- Identificar, registrar e informar inmediatamente a su jefe cualquier no conformidad detectada durante el proceso de medición.
- Hacer las mediciones de acuerdo a los procedimientos y períodos de tiempo establecidos.

- Cumplir con todo lo establecido en la documentación del sistema de gestión para los equipos.
- Actualizar los registros de datos sobre resultados de mediciones inmediatamente después de realizarlas.

Técnico en Gestión de los Recursos Humanos

- Tramitar la captación y selección del personal.
- Elaborar y mantener un expediente con las evidencias que avalen el desempeño e idoneidad del personal con relación a la gestión de las mediciones, para el puesto de trabajo que ocupa.
- Garantizar la capacitación del personal para el puesto de trabajo.
- Exigir al metrólogo los requisitos de los puestos de trabajo donde se realizan mediciones.

Anexo 5 Proceso de confirmación metrológica del equipo de medición



Anexo 6 Ejemplo de programa de curso para la etapa de formación de los recursos humanos
Contenido temático (Tiempo de Duración: 20 horas).

Tema 1. Introducción. Términos y Definiciones.

Contenido:

Introducción. Objetivo de un sistema de gestión de las mediciones. Modelo de un sistema de gestión de las mediciones. Objeto y campo de aplicación. Términos y definiciones.

Objetivos específicos:

- Exponer el objetivo que se logra con la aplicación de un sistema de gestión de las mediciones.
- Identificar el modelo de un sistema de gestión de las mediciones.

Tema 2. Requisito 7.6 de la NC ISO 9001: 2008. “Control de los dispositivos de seguimiento y medición”.

Contenido:

Introducción. Objetivos del requisito 7.6 sobre el control de los dispositivos de seguimiento y de medición.

Análisis de los requisitos aplicados a los dispositivos de seguimiento y de medición. Aspectos a tener en cuenta para el cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad de los dispositivos de seguimiento y medición.

Objetivos específicos:

- Establecer la relación existente entre la Metrología y la Calidad.
- Lograr la interpretación adecuada de los requisitos exigidos en la ISO 9001 para los dispositivos de seguimiento y de medición.
- Identificar los elementos fundamentales a tener en cuenta para que los instrumentos de medición cumplan con los requisitos de un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001.

Tema 3. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.

Contenido:

Requisitos de la NC ISO 10012. Ejemplos y ejercicios prácticos para demostrar el cumplimiento de los requisitos de la NC ISO 10012 en una organización.

Objetivos específicos:

- Identificar e interpretar los requisitos que exige la NC ISO 10012.
- Aplicar los conocimientos y habilidades prácticas adquiridas para elaborar de manera independiente un sistema de gestión de las mediciones basado en la aplicación de la ISO 10012.

Tema 4. Determinación de los intervalos de confirmación para equipos de medición.

Contenido:

Introducción. Selección inicial de intervalos de confirmación. Métodos para revisar los intervalos de confirmación.

Objetivos Específicos:

- Identificar los factores que influyen en la frecuencia de la confirmación.
- Decidir la determinación de los intervalos de confirmación.
- Relacionar los métodos utilizados para revisar los intervalos de confirmación.