



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD
BASADO EN NORMAS ISO 9000:2000 PARA EL PROCESO DE
LÍQUIDOS PENETRANTES DE UNA EMPRESA QUE REALIZA
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

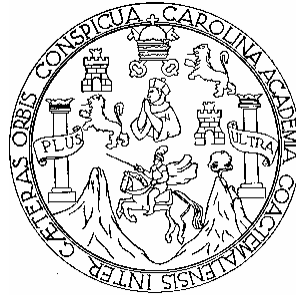
CARLOS ANTONIO ALVARADO MENDOZA

Asesorado por

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez

Guatemala, febrero de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN
NORMAS ISO 9000:2000 PARA EL PROCESO DE LÍQUIDOS PENETRANTES
DE UNA EMPRESA QUE REALIZA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ANTONIO ALVARADO MENDOZA

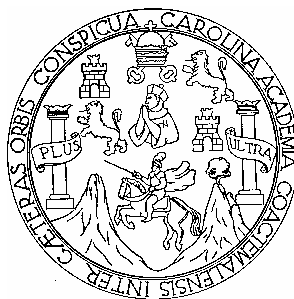
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, febrero de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Ing. Claudia Lizeth Barrientos de Castillo
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN NORMAS ISO 9000:2000 PARA EL PROCESO DE LÍQUIDOS PENETRANTES DE UNA EMPRESA QUE REALIZA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de mayo de 2004.

CARLOS ANTONIO ALVARADO MENDOZA

Guatemala, Octubre 18 de 2,004.

Ingeniera Marcia Ivonne Véliz Vargas
Directora de Escuela de Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Un cordial saludo,

Cumpliendo con lo resuelto por la Dirección, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN NORMAS ISO 9000:2000 PARA EL PROCESO DE LÍQUIDOS PENETRANTES DE UNA EMPRESA QUE REALIZA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS”**, desarrollado por el estudiante universitario **CARLOS ANTONIO ALVARADO MENDOZA**, previo a optar por el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los requisitos reglamentarios, consultando bibliografía y realizando los procedimientos adecuados, además de seguir las recomendaciones de la asesoría. Por medio de la presente me permito APROBARLO para los efectos de graduación del autor.

Atentamente,

Víctor Manuel Monzón Valdez
Ingeniero Químico
Colegiado No. 656

DEDICATORIA

Mi mente no es más la semilla que un día siendo niño mis padres sembraron en las aulas del colegio con la esperanza de verla germinar entre los profesionales universitarios.

La voluntad, el esfuerzo y la constancia de muchos años de preparación merecen por fin hoy el encontrarme frente a ustedes previo a recibir el título que me acreditará como Ingeniero Industrial.

*Empiezo dedicando el presente trabajo de graduación, y en general, mi carrera profesional a **Dios**, por permitirme la vida y por haber sido siempre el guía indiscutible de mis días; y a **mis padres**, César Alvarado Winter y Gloria Mendoza de Alvarado, por sus esfuerzos, consejos y por educarme sobre la base del amor, cimiento que me ha hecho alcanzar cada una de mis metas.*

AGRADECIMIENTOS

Es imposible, sin embargo, concebir este triunfo trascendental en mis propósitos de vida sin reconocer la importancia que para alcanzarlo tuvieron un sinnúmero de personas, cuyo valioso apoyo, consejo, enseñanza o compañía fue determinante para el éxito en la culminación de mis estudios.

Es preciso entonces que agradezca, y empezaré dando gracias a Dios, fuente del ingenio y de la memoria, por facilitarme el entendimiento, la verdad y el saber, y por reforzar mi memoria para retener cuanto aprendía.

A mis padres, César y Gloria, un profundo agradecimiento por el sustento emocional y material que durante los años de mi formación académica me dieron.

A mis hermanos: César, Hugo, Vanessa, por sus invaluable consejos durante el transcurso de mi vida; en especial a María Teresa, por su cariño, espero ser para ella ejemplo de que cualquier meta puede alcanzarse.

A mi cuñada Débora, gracias por estar siempre apoyándome; y a mis sobrinos: Andrea, Daniela, Christian, Fernanda y especialmente a Catherine Pamela y Diego Alejandro por demostrarme su cariño día con día, espero ser para ellos más que un modelo a seguir, un modelo a mejorar.

A mis maestros, por compartir con tanta humildad y humanidad sus conocimientos, y por facilitarme a través de ellos su experiencia de vida.

A mis compañeros y amigos, por su leal compañía, solidaridad, cariño y amistad, sin la que seguramente no hubiese sido capaz de solventar los obstáculos que en el sendero de la carrera se me presentaron, en especial a mi grupo de trabajo integrado por los ingenieros María José Pamal, Mario Santizo, Emerson Herrera y Augusto López Ramos y particularmente a María de los Angeles Poou por compartir este sueño conmigo desde su inicio. Así mismo quiero agradecer a Amílcar, José Roberto, Jackson por brindarme su amistad, y a mi grupo de compañeros del PES con quienes hemos creado una sinergia perfecta.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, mi casa de estudios superiores, de donde al partir no me llevo únicamente las herramientas necesarias para desenvolverme como un profesional, sino que adherido a ellas, prevalece la mística y los principios que durante década han sido su filosofía.

A mi asesor, Ingeniero Víctor Monzón, por su ayuda desinteresada en la elaboración del presente trabajo, especialmente por brindarme su experiencia y conocimientos al asesorar mi tesis.

A todas aquellas personas que desinteresadamente me extendieron su mano al precisarla más; y en fin, a todo aquel que de alguna manera contribuyó a que hoy uno de mis mas grandes anhelos sea una realidad, particularmente a María Antonieta Soria, por sus consejos y ser mi guía espiritual; al Ingeniero Enrique Soria y familia, por su colaboración y cariño; a Nora Deulofeu, por expresar mis sentimientos en palabras; y a Arturo Ponce por su colaboración para que este trabajo fuera realizado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
GLOSARIO	vii
RESUMEN	xi
OBJETIVOS	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Normas ISO 9000	1
1.1.1. Sistema de calidad	2
1.1.1.1. Política de calidad	5
1.1.1.2. Gestión de calidad	5
1.1.1.3. Dirección de calidad	6
1.1.1.4. Control de calidad	7
1.1.1.5. Aseguramiento de calidad	8
1.1.2. Normalización	8
1.1.2.1. Proceso de normalización	9
1.1.3. Descripción de las normas	10
1.1.3.1. Proceso de certificación	12
1.1.4. Manual de aseguramiento de calidad	13
1.1.5. Manual de procedimientos	14
1.1.6. Beneficios y alcances	14

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de la empresa	17
2.1.1. Departamentos de la empresa	18

2.1.1.1.	Diagrama organizacional	19
2.2.	Descripción de los procesos de operación	19
2.2.1.	Ensayos no destructivos	20
2.2.1.1.	Inspección visual	21
2.2.1.2.	Radiografía industrial	21
2.2.1.3.	Partículas magnéticas	23
2.2.1.4.	Líquidos penetrantes	23
2.2.1.5.	Medición de espesores	25
2.2.1.6.	Medición de dureza	26
2.2.1.7.	Prueba de vacío	26
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	
3.1.	Descripción de la propuesta	27
3.1.1.	Determinación del proceso a estudiar	30
3.1.2.	Líquidos penetrantes	30
3.1.2.1.	División de subprocesos	31
3.1.2.2.	Identificación de actividades críticas	32
3.1.2.3.	Herramienta y equipo necesarios	33
4.	IMPLEMETACIÓN	
4.1.	Líquidos penetrantes	35
4.1.1.	Recepción del servicio	36
4.1.1.1.	Responsabilidades	36
4.1.1.2.	Recursos	36
4.1.1.3.	Lineamientos y estándares	36
4.1.1.4.	Procedimientos	37
4.1.2.	Información a técnicos	37
4.1.2.1.	Responsabilidades	38
4.1.2.2.	Recursos	38

4.1.2.3.	Lineamientos y estándares	38
4.1.2.4.	Procedimientos	39
4.1.3.	Selección de herramienta y equipo	39
4.1.3.1.	Responsabilidades	40
4.1.3.2.	Recursos	40
4.1.3.3.	Lineamientos y estándares	40
4.1.3.4.	Procedimientos	41
4.1.4.	Elaboración del ensayo	41
4.1.4.1.	Responsabilidades	42
4.1.4.2.	Recursos	42
4.1.4.3.	Lineamientos y estándares	42
4.1.4.4.	Procedimientos	42
4.1.5.	Elaboración del informe y/o reporte del ensayo	43
4.1.5.1.	Responsabilidades	44
4.1.5.2.	Recursos	44
4.1.5.3.	Lineamientos y estándares	44
4.1.5.4.	Procedimientos	44
4.1.6.	Envío de informe al cliente	45
4.1.6.1.	Responsabilidades	45
4.1.6.2.	Recursos	46
4.1.6.3.	Lineamientos y estándares	46
4.1.6.4.	Procedimientos	46
4.1.7.	Facturación	47
4.1.7.1.	Responsabilidades	48
4.1.7.2.	Recursos	48
4.1.7.3.	Lineamientos y estándares	48
4.1.7.4.	Procedimientos	48

5. MEJORA CONTINUA O SEGUIMIENTO	53
5.1. Capacitación	53
5.1.1. Inducción a sistemas ISO 9000	54
5.1.2. Capacitación en procedimientos de forma teórica	54
5.1.3. Capacitación práctica	55
5.2. Auditorías	55
5.2.1. Auditorías externas	55
5.2.2. Auditorías internas	56
5.2.3. Planificación de auditorías	57
5.2.4. Ejecución de auditorías	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	65
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama empresarial	69
2	Formato de los documentos	75

GLOSARIO

ASTM	Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Evaluaciones y Materiales (<i>American Society for Testing and Materials</i>), la cual es una organización encargada del desarrollo de estándares internacionales de materiales, productos, sistemas y servicios en el área de ingeniería.
Calibrador	Instrumento que se utiliza para ajustar otro instrumento, este último de medición, a fin de que tenga la precisión deseada.
Certificación	Reconocimiento que indica que una empresa se encuentra calificada para continuar en la búsqueda de una satisfacción cada vez más grande del cliente, de una progresión constante y de una mejora incesante de sus resultados.
Ciclo de Deming	Es el ciclo de Shewhart dado a conocer por el Dr. W. Edwards Deming (de ahí el nombre), el cual consiste en una serie de cuatro etapas que deben cumplirse (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para lograr transformaciones en los procesos que se deseen mejorar.

Circuito	Serie que muestra las actividades que conforman determinado proceso y la interrelación entre las mismas.
Cliente	Individuo u organización que toma una decisión de compra.
Compresor	Máquina que reduce el volumen de los gases a presión superior a la atmosférica.
Consultoría en calidad	Apreciación que realiza un individuo u organización con el fin de dar su parecer acerca de la forma en la que se está implementando un sistema de calidad en una empresa.
Diagnóstico	Conjunto de acciones que se realizan con el fin de determinar el estado en el que se encuentra determinada situación.
Ensamble	Acción que se realiza con el propósito de unir o acoplar dos piezas que permiten luego su fácil desmontaje, en caso necesario.
Ensayo	Prueba a través de la cual se establece la presencia o ausencia de defectos en un material.
Estandarización	Uniformidad y sistematización de los procedimientos que deben seguir los empleados de una empresa en el desempeño de sus labores, de manera que éstas sean

realizadas de la misma manera.

Estrategia	Plan general de acción mediante el cual una organización busca alcanzar sus objetivos.
Fiabilidad	Característica que presenta determinada información o situación en la que se puede confiar.
Globalización	Tendencia actual que permite la apertura de mercados internacionales en los que todas las empresas del mundo pueden dar a conocer su producto (bien o servicio) para competir entre sí, y que obliga a dichas empresas a elaborar productos de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes que atienden.
Intercambiabilidad	Capacidad de una empresa de otorgar valor (a personas o procesos) con el propósito de obtener valor.
<i>Manager</i>	Palabra inglesa que caracteriza a una persona encargada de dirigir determinada situación.
Manufactura	Producción de determinado bien que se realiza con empleo de maquinaria y con una división compleja del trabajo.
Material ferromagnético	Material que se caracteriza por su gran intensidad de imanación. Puede ser hierro, cobalto o níquel, así como algunos compuestos de cada uno de éstos o las aleaciones de ellos entre sí.

Material no poroso	Material que no presenta porosidades, es decir, no presenta defectos en su soldadura debido a la humedad en el revestimiento de la misma, lo cual conlleva que se formen burbujas que quedan atrapadas en el cordón de soldadura.
Mercadotecnia	Proceso social y administrativo mediante el cual individuos y grupos obtienen lo que necesitan y desean creando e intercambiando productos y valor con otros.
Metal ferroso	Material con átomos de hierro.
Micrómetro	Instrumento de alta precisión que permite medir espesores con una aproximación de hasta 1/1,000 y 1/10,000 pulgadas.
Paradigma	Modelo, teoría, supuesto, marco de referencia; es el modo en el que cada persona “ve” el mundo, la forma en la que lo interpreta.
Previsibilidad	Capacidad de poder anticiparse a cualquier situación que pueda presentarse.
Proveedor	Persona o empresa que ofrece los bienes y servicios necesarios para que una organización o individuo produzca lo que vende.

RESUMEN

Las normas ISO 9000:2000 fueron concebidas por la Organización Internacional para la Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) para contribuir a la creación de capacidad empresarial en materia de sistemas de gestión de calidad. La conformidad con estas normas indica que una empresa ha puesto en marcha un sistema documentado de gestión de calidad que puede ser demostrado mediante una supervisión posterior.

La puesta en marcha del sistema de calidad respectivo para el proceso de líquidos penetrantes constituye el primer paso de la empresa en la cual se implementa dicho sistema por mejorar el nivel de servicio a los clientes y sus procesos internos y para ser reconocidos y competir internacionalmente.

Luego de involucrar a todo el personal en el sistema diseñado para que se genere la mejora continua de su eficacia y que los involucrados efectuaron la documentación de forma fácil y entendible, el concepto de trabajo en equipo, la documentación existente de los procesos y el interés por la satisfacción del cliente mejoran día a día.

Lo anterior expresa el principio central de un sistema de calidad, el cual es conocido como Mejora Continua, cuya fuerza competitiva reside en su capacidad de ofrecer un mayor valor al cliente a un costo menor que el de la competencia, incluyendo la calidad, la facilidad en el uso de los servicios de la organización y, por supuesto, un precio competitivo.

OBJETIVOS

- **General**

Implementar un Sistema de Calidad para el proceso de líquidos penetrantes, basado en la Norma ISO 9001:2000 mediante el diseño de procedimientos aplicables, eficaces y actualizables.

- **Específicos**

1. Establecer un marco teórico que sirva como referencia para la elaboración de procedimientos del proceso en estudio basado en las normas ISO 9000:2000.
2. Describir el proceso de líquidos penetrantes de manera que se pueda determinar su flexibilidad para poder adaptarlo a los requerimientos del sistema.
3. Identificar los elementos del proceso que permiten que cada objetivo propuesto en el sistema se alcance y que los resultados puedan ser medidos y controlados para poder, finalmente, mejorarlos.
4. Establecer la norma y el procedimiento requerido para cada actividad del proceso que se analizará de acuerdo con el análisis previo.
5. Definir las actividades necesarias para la retroalimentación del sistema establecido y lograr de esta manera la mejora continua de los procedimientos de trabajo establecidos.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la competitividad de las empresas viene determinada en gran parte por la capacidad de una organización para ofrecer bienes y servicios de alta calidad, entregados a tiempo y a precios competitivos, cumpliendo al mismo tiempo una serie de normas internacionales que constituyen un requisito para el acceso a los mercados regionales e internacionales. Entre éstas, las más importantes son las normas del sistema de gestión relacionadas con la calidad ISO 9000.

Actualmente, la mayoría de empresas en Guatemala no están preparadas para cumplir con estas normas, puesto que dichas empresas no suelen contar con sistemas que les permitan adoptar y aplicar normas de gestión ISO de un modo rentable. En vista de ello, la empresa en la cual se efectuó el diseño del sistema de calidad que presenta este trabajo de graduación, ya que su mercado es internacional, consideró primordial establecer controles basados en procesos para mejorar su productividad y, de esta forma, proporcionar satisfacción a sus clientes mediante el uso de las normas ISO 9000:2000.

De esta manera, el trabajo se inicia estableciendo los antecedentes que dan origen al mismo y describiendo las normas mediante el vocabulario que emplean, así como los pasos que se requieren para el diseño y la implementación de un sistema de calidad. Seguidamente, se describe a la empresa en cuestión, así como los procesos que realiza, con el objeto de brindar un panorama general al lector acerca de los ensayos no destructivos y de los procesos similares al que se pretende normalizar.

En el desarrollo de la propuesta se efectúa la descripción de ésta, así como el análisis respectivo del proceso que va a ser normalizado y las causas que originaron la estandarización de las actividades que lo conforman, de manera que se pueda establecer la razón de la implementación del sistema en dicho proceso.

En el capítulo de implementación se crearon las actividades que conforman el ensayo de líquidos penetrantes y se establecieron para cada una de ellas las asignaciones de responsabilidad para cada uno de los involucrados en las mismas, los recursos necesarios, y los lineamientos y estándares de cada actividad.

Por último, se definieron las etapas de implementación y mejora continua del sistema creado para el ensayo de líquidos penetrantes, en donde se especifica la forma en la que se pone en marcha dicho sistema y las actividades que deben realizarse para darle continuidad al mismo.

La normalización es una actividad muy necesaria, ya que estandariza las características de los productos a fin de lograr un intercambio más justo y equivalente, y también presenta una gran conveniencia, pues está pensada para poner un orden y para asegurar el cumplimiento de ciertos requisitos. Esto otorga a las empresas una buena imagen, y al consumidor le sirve para sentirse satisfecho y seguro con su compra.

Las normas que construyen un sistema de calidad en particular trazan el camino a seguir para garantizar los medios necesarios para evaluar un sistema complementario y, de esta manera, llegar a un producto de mejor calidad tomando en cuenta el reconocimiento internacional de la normalización.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Normas ISO 9000

La palabra “iso” tiene dos connotaciones lingüísticas: (a) es derivada del griego que significa “igual”, y (b) del inglés que identifica a nivel mundial a la *International Standardization Organization* que se traduce como Organización Internacional para la Normalización, que es una federación mundial de Organismos Nacionales de Normalización con sede en Ginebra, Suiza. Cada país miembro está representado por uno de sus institutos de normalización, y se compromete a respetar las reglas establecidas por la ISO relativas al conjunto de las normas. En Guatemala, el organismo nacional de normalización es el Comité Guatemalteco de Normalización (COGUANOR).

Las normas de la ISO surgieron en 1987 cuando se introdujeron como sucesoras de las “Publicaciones para el Aseguramiento de la Calidad Aliada” utilizadas durante la Segunda Guerra Mundial. A partir de entonces, se han adoptado en todo el mundo como las normas genéricas de mayor uso. Estas normas pueden ser aplicadas en cualquier empresa, tanto de manufactura como de servicio. Ahora, este grupo de normas contienen varios requisitos que permiten cumplir con un sistema total de calidad. De esta manera, si no se cumple con tales requisitos no se puede estar certificado bajo esa norma.¹

La experiencia acumulada por la implementación de las normas ISO en cientos de miles de organizaciones en todo el mundo indica la necesidad de mejorarlas, hacerlas más amigables. La última revisión de las normas se llevó a cabo en el mes de noviembre del año 2000, y en el mes de diciembre del mismo año se publicó la nueva norma ISO 9000:2000, que sustituye a la antigua ISO 9000:1994.

Los requisitos de la nueva serie ISO 9000:2000 son utilizados por las empresas desde que comienza la implantación del Sistema de Gestión de Calidad que más convenga a la empresa, hasta la evaluación en las auditorías finales. Esta serie de normas está compuesta por: ISO 9000, que establece algunos conceptos y vocabulario; ISO 9001, que establece los requisitos a cumplir; e ISO 9004, la cual proporciona una guía para mejorar el desempeño.

Durante los últimos años el escenario industrial latinoamericano se ha modificado profundamente. Más allá de las reformas económicas, políticas y sociales que se pusieron en marcha, la exposición creciente de las economías de cada país ante la competencia internacional ha derivado en mayores exigencias. Estas exigencias se traducen para las empresas en todo un reto.

Es por ello que los requisitos de la norma ISO 9000:2000 son flexibles y algunos de ellos pueden omitirse de acuerdo con las necesidades o características de cada organización. Si bien no garantizan la continuidad de una empresa en el mercado, dan a conocer de una forma clara todo un proceso que va desde una idea hasta el reconocimiento internacional de la misma.

1.1.1. Sistema de calidad

Un sistema de calidad es un método de trabajo por medio del cual se asegura la conformidad de los productos con los requisitos especificados. En la norma ISO que normaliza el vocabulario se lee: “Conjunto de la estructura de organización de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos, que se establecen para llevar a cabo la gestión de calidad” (ISO 8402).²

El sistema se debe diseñar de acuerdo con la empresa, sus objetivos, su producción o servicios, su economía, y especialmente con las exigencias de los objetivos de calidad y con los requerimientos contractuales; es decir, con la relación existente entre el proveedor y el cliente. Se debe tener claro que el sistema es un método de gestión, un camino, no un objetivo en sí.

Un sistema de calidad consta de dos partes. Una parte escrita en una serie de documentos en los cuales se describe el sistema, procedimientos, instrucciones y planos; que se ajustan a una norma. Otra parte práctica que a su vez se compone de dos variables: (a) aspectos físicos: locales, maquinarias, calibres e instrumentos de control; (b) aspectos humanos: adiestramiento del personal, a todos los niveles, en técnicas de calidad y formación.

El sistema se debe diseñar con la ayuda de expertos o asesores para que esté dimensionado en proporción con los objetivos. Los dos primeros pasos son: hacer un buen diagnóstico de la organización con ayuda de un equipo consultor externo; y formar un comité del proyecto en el cual se involucre la alta dirección, los principales *managers* y los consultores externos, quienes en base a su conocimiento de la organización, de los temas de calidad y de los datos del chequeo, redactan el proyecto, fijando etapas y temporalización.

Elegida la norma por la cual regirse que más se adapte a las necesidades y características de la empresa, se crearán grupos de trabajo para redactar la documentación (manuales de procedimientos, documentos y circuitos).

El manual de calidad incluirá la descripción de la organización y las responsabilidades de la dirección. Es el documento que sirve como enlace con los requerimientos de la norma aplicable y los documentos aplicables en cada área.

El manual de procedimientos constará de los procedimientos generales y los específicos. Los generales suelen coincidir con los apartados de la norma, aunque un procedimiento puede abarcar diferentes apartados, o un apartado contar con varios procedimientos; en todo caso dependerá de las características del proyecto y de la organización. Las instrucciones específicas describen de forma detallada la ejecución de los procesos de trabajo cuya redacción debe ser clara y entendible por parte de los trabajadores. Las instrucciones pueden estructurarse como si fueran procedimientos en caso de que sean complejas, pero no en el caso de que sean simples instrucciones limitadas.³

El manual de calidad puede darse a clientes y proveedores, pero los procedimientos son documentos internos de trabajo.

Cuando se ha implementado el sistema de calidad en, aproximadamente, un 80%, se recomienda realizar una pre-auditoría, para evaluar el grado de implementación del sistema y mejorar aquellas áreas donde se obtenga una implementación débil. Esta pre-auditoría no es oficial y no se toma en cuenta para efectos de certificación del sistema de calidad.

Cuando la empresa se encuentra lista para ser certificada se efectúa una auditoría oficial al sistema de calidad, la cual se realiza a través de revisiones a la documentación que soporta al sistema para verificar que se cumplirán los requerimientos de la norma aplicable y por medio de entrevistas al personal que confirme que las actividades son realizadas de manera controlada. Durante estas auditorías pueden surgir inconformidades del sistema de calidad que deben ser resueltas en un tiempo no mayor de tres meses.

Luego de realizadas las auditorías de certificación y resueltas las inconformidades (si existieran), el certificado es otorgado por el organismo certificador en un plazo de seis a ocho semanas.

Una vez que el sistema ha sido certificado, éste es auditado cada seis meses para verificar que el sistema de calidad continúa implementado y que ha mejorado.

1.1.1.1. Política de calidad

Una política de calidad es aquella que enmarca todas las intenciones generales de una organización relacionadas con la calidad, y es expresada formalmente por la alta gerencia. Generalmente esta política de calidad es consistente con otras políticas de la organización (seguridad, medio ambiente, higiene ocupacional, etc.) y provee un marco de referencia para establecer los objetivos de calidad. Para su establecimiento se pueden tomar como base los principios de gestión de calidad.

1.1.1.2. Gestión de calidad

La Gestión de Calidad es una filosofía adoptada por organizaciones que confían en el cambio orientado hacia el cliente y que persiguen mejoras continuas en sus procesos diarios. Esto implica que su personal también puede tomar decisiones. Los principios de la Gestión de Calidad son adoptados por las organizaciones para realzar la calidad de sus productos y servicios, y de esta manera aumentar su eficiencia.

Los principios básicos que definen la Gestión de Calidad son:

- a. Esforzarse en conocer y cumplir las necesidades, tanto internas como externas, de nuestro cliente.
- b. Analizar procesos para obtener una mejora continua.

- c. Establecer equipos de mejora formados por el personal, los cuales conocen el proceso por analizar, y también a sus clientes, que son los que se benefician de sus servicios y productos.
- d. Consolidar organizaciones que ofrecen un ambiente libre de temores y culpas hacia los demás, reconociendo los valores de su personal.

1.1.1.3. Dirección de calidad

La Dirección de Calidad ha sido tratada desde diferentes perspectivas por los investigadores e interpretada de diferente forma por parte de distintos tipos de organizaciones. Algunos trabajos la conciben como un conjunto de técnicas susceptibles de ser utilizadas para mejorar la gestión. Otros trabajos la interpretan como una opción estratégica a disposición de la empresa, la cual se caracteriza por la utilización de ciertos instrumentos específicos de análisis y actuación para la consecución de los objetivos organizativos y de una ventaja competitiva sostenible. Incluso algunos autores la llegan a concebir como un nuevo paradigma: un nuevo enfoque que requiere un cambio revolucionario respecto a las formas tradicionales de concebir la dirección de la empresa, que comporta una cultura corporativa, nuevos valores y nuevos comportamientos.

La Dirección de Calidad es más que un conjunto de técnicas o herramientas de gestión aisladas, puesto que está basada en un enfoque de sistemas que considera cada interacción entre los diferentes elementos de la organización. Asimismo, incorpora nuevos elementos que condicionan la forma de abordar la dirección, pero no puede ser considerada un nuevo paradigma de dirección puesto que no presenta una metodología perfectamente estructurada ni un marco de trabajo prescriptivo a partir del cual dirigir con éxito cualquier tipo de organización. La Dirección de Calidad, como un nuevo paradigma, es una guía para la práctica de la dirección que captura aspectos de modelos establecidos de organización y los amplía para proporcionar una metodología práctica.

Por lo tanto, se entiende la Dirección de Calidad como una opción estratégica, que, como toda estrategia, se caracteriza por su contenido y por su proceso de implementación, ambos íntimamente interrelacionados. El contenido de la Dirección de Calidad recoge unos principios básicos que representan el perfil de actuación característico de esta opción estratégica. Estos principios se materializan en la aplicación de prácticas, acciones y herramientas específicas que dan forma a su proceso de implementación.

1.1.1.4. Control de calidad

El Control de Calidad es un componente esencial de los procesos de toda organización, y tiene como fin asegurar que se han cumplido las expectativas en cuanto a calidad. El mismo define una estrategia y asegura que la organización esté llevando a cabo correctamente su plan de empresa, es decir, que está realizando los procesos de acuerdo con un programa estructurado para lograr sus objetivos.

Se puede definir el Control de Calidad como el proceso de alcanzar los objetivos de calidad durante las operaciones. J. M. Juran, en su libro Manual de Calidad, afirma: *“Control de calidad es un proceso universal de gestión para dirigir las operaciones de forma que proporcionen estabilidad, para prevenir cambios adversos y mantener el statu quo”*.⁴

Los pasos que se deben llevar a cabo para efectuar un efectivo control de calidad se enumeran a continuación:

1. Elegir qué se va a controlar.
2. Determinar las unidades de medición.
3. Establecer el sistema de medición.
4. Establecer los estándares de funcionamiento.
5. Medir el funcionamiento actual.

6. Interpretar la diferencia entre lo real y el estándar.
7. Tomar acción sobre la diferencia.

1.1.1.5. Aseguramiento de calidad

El Aseguramiento de Calidad es un sistema efectivo de los esfuerzos de varios grupos en una empresa para la integración del desarrollo, mantenimiento y superación de la calidad con el fin de hacer posibles mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicio a satisfacción total del consumidor y al costo más económico.

El Aseguramiento de Calidad constituye la base fundamental de la motivación positiva por la calidad en todos los empleados y representantes de la empresa, desde altos ejecutivos hasta trabajadores de ensamble, personal de oficina, agentes y personal de servicio. Es una de las fuerzas principales para lograr una productividad total mejorada.

1.1.2. Normalización

La normalización es una actividad necesaria, de elevada importancia y en aumento hoy día. Es toda actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan, fundamentalmente, en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía, con el fin de conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto. Pero además, la normalización puede y debe ser apasionante y creativa si se enfoca adecuadamente, de tal manera que se estimule la participación de quienes intervienen en la actividad respectiva.

La creciente presión ejercida por los consumidores a las organizaciones obliga a estas últimas a competir entre sí, no sólo mediante la novedad de su oferta, sino procurando una fidelización cada vez más difícil.

La fidelización de los clientes es alcanzable sólo a través del convencimiento que sea capaz de inducirles mediante la satisfacción que esta oferta les asegure.

Por eso, al hablar de normalización, no sólo hablamos de intercambiabilidad, sino que fundamentalmente hablamos de previsibilidad, fiabilidad, mejora continua, simplificación, satisfacción creciente de las demandas y necesidades, junto con reducción de costes, por optimización y automatización de procesos, etc.⁵

La normalización entendida como acción encaminada a poner orden en el caos, es un recurso que merece mucha atención debido a los elevados beneficios que puede reportar. Por lo tanto, es preciso utilizar la actividad de normalización como un medio activo, como herramienta que posibilite hallar a través de la práctica y la aplicación de normas existentes, caminos cada vez más apropiados para llegar al objetivo último: satisfacer más y mejor al cliente para seguir obteniendo y aumentando las utilidades que de ello se derivan.

Una norma se puede definir como un documento ordenador de una cierta actividad, elaborada voluntariamente y con el consenso de las partes interesadas, que conteniendo especificaciones técnicas extraídas de la experiencia y los avances de la tecnología (para hacer posible su utilización), es de público conocimiento y que, en razón de su conveniencia o necesidad de aplicación extensiva, puede estar aprobada, como tal, por un organismo acreditado al efecto.

1.1.2.1. Proceso de normalización

Antes de iniciar a construir normas dentro de una organización, es preciso reflexionar acerca de qué conviene hacer y qué es lo que resulta adecuado utilizar para determinar de esta manera la entidad idónea que se ocupará de normalizar las actividades de la organización.

La normalización, entendida como proceso sistemático apuntado a la obtención de un fin, requiere la existencia de normas o reglas que se deben seguir o a las que se deben ajustar las operaciones, y más concretamente: para su utilización práctica y generalizada serán unas especificaciones técnicas aprobadas por una institución reconocida en actividades de normalización (elaboradora de normas), para su aplicación repetida o continua, y cuya observancia no es obligatoria.

Lo apuntado en el párrafo anterior menciona la existencia de parámetros y definiciones que fijan o determinan en forma precisa y actual cuestiones relacionadas con la actividad objeto de normalización, como pueden ser sus dimensiones, usos, niveles de calidad, seguridad y también prescripciones que afectan a simbología, términos, ensayos y métodos de ensayo por aplicar, etiquetas, marcas, etc.

Dicha actividad puede ser un producto, servicio o proceso, sin ninguna limitación acerca del contenido.

En la elaboración del contenido es altamente conveniente contar con el aporte de la experiencia práctica y teórica de los laboratorios e investigadores sobre el tema, las asociaciones y colegios profesionales que puedan estar involucrados, y especialistas de singular merecimiento, con el objeto de lograr un instrumento que, aunque realizado a partir de una elaboración teórica, tenga una indudable aplicación práctica y clara.

1.1.3. Descripción de las normas

Las normas no son estáticas, se modifican y cambian. Existen comisiones que trabajan en nuevas revisiones para ajustar las normas a las necesidades reales que surgen de la transformación constante de las necesidades de los clientes.

Las necesidades del cliente se transforman en unos requisitos y éstos a su vez en unas especificaciones técnicas y de uso, las cuales por sí solas no pueden garantizar la calidad. Por esta razón, nacen las normas de calidad.

Los objetivos de las normas son:

1. Proporcionar elementos para que una organización pueda lograr la calidad del producto o servicio, a la vez que mantenerla en el tiempo, de forma que las necesidades del cliente sean satisfechas permanentemente, estableciendo relaciones entre los conceptos relacionados con la calidad.
2. Establecer directrices, mediante las cuales la organización pueda seleccionar y utilizar las normas.
3. Proporcionar a la dirección de la empresa la seguridad de que se obtiene la calidad deseada.
4. Proporcionar a los clientes o usuarios la seguridad de que el producto o los servicios tienen la calidad deseada, concertada, pactada o contratada.

El conjunto de las tres normas ISO 9001 – 9002 – 9003, sobre los sistemas de calidad, son utilizables para asegurar la calidad según tres opciones distintas, de acuerdo con el contrato que exista entre el proveedor y el cliente. La primera consiste en el detalle de un sistema de calidad. Implica un modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio posventa.

La segunda norma (ISO 9002) consiste en el detalle de un sistema de calidad. Implica un modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción e instalación, cuando en ellos el suministrador debe asegurar la conformidad con los requisitos.

La norma ISO 9003 consiste en el detalle de un sistema de calidad. Implica un modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales cuando únicamente en ellos el suministrador debe asegurar la conformidad con los requisitos.

Una vez seleccionado el modelo de la calidad se redactará la documentación necesaria, en la cual se detallarán los elementos del sistema, de forma tal que pueda constatarse la conformidad del producto o de los servicios en relación con el modelo de aseguramiento. La redacción de estos documentos debe ser explícita, sencilla, clara, escueta y no permitir diferentes interpretaciones.

1.1.3.1. Proceso de certificación

Antes de poner en marcha el sistema de aseguramiento de calidad, es conveniente acordar los pasos que dicho sistema requiere para que su aplicación sea positiva y se le brinde un seguimiento adecuado, no solamente con el objeto de adquirir la certificación, sino con el objetivo de mejorar continuamente los procesos que se efectúan dentro de la empresa, integrando a todos los trabajadores de la organización.

El primer paso consiste en tomar la decisión de implantar el sistema mediante un acuerdo y análisis del requerimiento de aplicarlo para que controle las actividades que se realizan en la empresa. Es de suma importancia aclarar que el sistema de calidad no podrá resolver los problemas que han surgido, sino previene la ocurrencia de otros en un futuro inmediato.

Se hace necesaria la selección de una empresa de consultoría en calidad. Para ello se debe considerar que ésta cumpla con los requisitos básicos para ser confiable, tales como:

- a. Ser una empresa formalmente establecida.
- b. Contar con asesores calificados en calidad. Este punto es muy importante ya que el consultor que sea asignado debe contar con experiencia en implementar sistemas de calidad.
- c. Solicitar currículum de la empresa, en el que se muestren las empresas con las que ha trabajado.

- d. Que la empresa posea solvencia financiera, para garantizar que no suspenderá la consultoría por causas económicas.
- e. Que la empresa cuente con personal calificado adicional que pueda ser asignado como segundo consultor, para impartir cursos o sustituir temporalmente al consultor responsable.
- f. Que el consultor asignado esté familiarizado con los procesos de certificación de sistemas de calidad, para asegurar que el sistema que se va a implantar podrá ser validado por un organismo certificado.

Es muy importante que el asesor asignado cuente con, por lo menos, una capacitación reconocida internacionalmente, lo cual dará la confianza de que éste conoce los lineamientos básicos que debe obedecer una empresa para cumplir con los requerimientos de la norma ISO 9001.

1.1.4. Manual de aseguramiento de la calidad

El manual de aseguramiento de la calidad se redacta para ser el documento único y vivo que describe actividades y cuestiones que, formando parte de un Sistema de Calidad, son coherentes con las necesidades y características de la organización. Este se realiza con el objeto de convertirse en el punto de referencia obligado durante la implantación del sistema, su consecuente mantenimiento y mejora.⁶

Internamente, define y clarifica qué se desea hacer en lo relativo a la calidad, quién hace, qué hace, en coordinación con qué y/o quiénes, con qué recursos, etc.; permitiendo en suma, guiar eficazmente las auditorías internas y externas que el sistema deba soportar.

Externamente, da a conocer la forma en que la empresa obtiene la calidad que define en sus objetivos, posibilitando establecer relaciones con los clientes que demanden conocer el Manual.

1.1.5. Manual de procedimientos

Un procedimiento es una descripción de una actividad específica que conlleva una explicación detallada y clara de los modos utilizados para alcanzar los objetivos de calidad. Es un documento que describe clara e inconfundiblemente los pasos consecutivos para iniciar, desarrollar y concluir una actividad u operación relacionada con el proceso productivo o de suministro de servicios, los elementos técnicos a emplear, condiciones requeridas, los alcances y limitaciones fijadas, el número y características del personal que interviene, etc.

El manual de procedimientos contiene los componentes de la metodología utilizada por la organización para poner en práctica el sistema enunciado y descrito en el Manual de Aseguramiento de la Calidad.

Suele constar de un cuerpo básico, constituido por procedimientos generales (coincidentes con los capítulos correspondientes al Manual de Aseguramiento de la Calidad) y complementado por los procedimientos específicos que son en realidad los que engloban procesos, equipos y máquinas utilizadas, elementos de medida y control y metodología de uso de todos ellos.

1.1.6. Beneficios y alcances

La actual tendencia de la globalización ha permitido la apertura de numerosos mercados, los cuales día a día aumentan sus exigencias obligando a las empresas a fortalecerse y luchar por conseguir una mejor calidad de sus productos para obtener competitividad y atraer más clientes.

La certificación de una organización y, por ende, la puesta en marcha de un sistema de calidad, se convierte en una carta de presentación única ante los mercados en los que se desenvuelve, otorgándole un distintivo entre clientes y proveedores. Además otorga un reconocimiento internacional a las empresas, les otorga imagen y al cliente le sirve para sentirse satisfecho y seguro con el servicio que compra.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de la empresa

La empresa en la cual se desarrolla el presente trabajo de graduación se dedica a la elaboración de ensayos no destructivos, por lo que brinda sus servicios a las empresas que soliciten la prestación de tal servicio. Dicha empresa tiene 25 años de presencia en el mercado, el cual está conformado por el mercado industrial de Guatemala, Centro América y el Caribe.

El ámbito industrial en el cual se desarrolla la organización se encuentra formado, principalmente, por empresas constructoras de edificios (debido a las estructuras metálicas usadas en la construcción), ingenios, industria de cemento, industria petrolera, empresas generadoras de electricidad, etc. Su mercado, como se indicó, es el área nacional e internacional.

Debido al tiempo que ha permanecido en el mercado, la empresa tiene como característica principal la calidad que brinda en cada servicio que presta, por lo que (ante la presencia de empresas nuevas en el mercado) ésta no compite en precios con sus rivales sino en calidad, buscando siempre la excelencia en la prestación de sus servicios. De esta manera, ha desarrollado un historial de servicios que es promovido por sus propios clientes, de manera que no busca –de forma directa- atraer nuevos clientes, ya que los clientes con que cuentan se dan a la tarea de informar a sus proveedores o conocidos de la calidad de servicios que la empresa proporciona (la llamada publicidad “de boca en boca”), lo cual hace que su mercado crezca. Por lo tanto, los clientes son, en esencia, la referencia principal de la empresa en cuestión de mercadotecnia y quienes dan a conocerla al mercado.

Ante la presencia de nuevos competidores y la creciente demanda de servicios con calidad de los clientes, la empresa se ha dado a la tarea de documentar cada proceso que efectúa, de tal manera que se encuentre preparada para enfrentar el reto de supervivencia que todas las empresas asumen.

Tal situación los obliga a mejorar su calidad, estableciendo estándares que permitan proporcionar a sus clientes un servicio de calidad, y qué mejor que establecerlos mediante la norma internacional de calidad ISO 9000 en su versión 2000. Por ello es necesario desarrollar un sistema de calidad, basado en la norma mencionada (descrita en el capítulo anterior) con el propósito de mejorar continuamente y adaptarse a las continuas exigencias del mercado.

2.1.1. Departamentos de la empresa

Para el desarrollo de sus actividades está conformada por diecisiete personas, entre personal técnico y administrativo, quienes de forma conjunta trabajan para mejorar día a día la calidad de los servicios que prestan. Además, está formada por dos áreas: el área técnica y el área administrativa, las cuales agrupan a todos los integrantes de la organización.

El departamento administrativo se encuentra formado por los departamentos de contabilidad y administración, los cuales se encargan de realizar las funciones y los procesos administrativos correspondientes para el buen funcionamiento de la organización. Por otro lado, el área técnica está formada por el departamento técnico, el cual se encarga de la realización de los ensayos respectivos.

2.1.1.1. Diagrama organizacional

De acuerdo con lo especificado en el punto anterior, se muestra en el Anexo 1 del presente trabajo el mapa organizacional de la empresa, en el cual se puede observar que de la gerencia general se desprenden dos áreas: la gerencia técnica y la gerencia administrativa, cada una de las cuales está dividida en sus departamentos respectivos.

2.2. Descripción de los procesos de operación

La empresa realiza diversos procesos dentro de los cuales efectúa ensayos no destructivos, éstos son su principal actividad. No obstante, también realiza ensayos destructivos aunque en menor número. Cada uno de los procesos es efectuado tomando en cuenta las normas nacionales e internacionales respectivas, cumpliendo así con las especificaciones requeridas para satisfacción de los clientes.

Dentro de la variedad de procesos que efectúa, a continuación se describen los referentes a los ensayos no destructivos, dentro de los cuales se encuentra el proceso de líquidos penetrantes, el cual es el proceso que se va a normalizar. La descripción que se presenta de cada uno de los ensayos es breve, y éstos se muestran como referencia para aclarar el amplio panorama que abarcan los ensayos en mención. Por otro lado, especificar detenidamente en cada uno de los ensayos haría extenso el presente trabajo y dicha explicación se saldría de los objetivos del mismo.

La descripción de cada uno de los ensayos ilustra de forma breve la forma en que se realiza el mismo; sin embargo, en lo que respecta al ensayo de líquidos penetrantes, éste es descrito de forma general. La manera particular en que se realiza en la empresa se describe en el capítulo posterior para su análisis correspondiente.

2.2.1. Ensayos no destructivos

Frecuentemente, muchas empresas desean conocer las propiedades que son características de determinado producto o material en particular sin que éste sea sometido a una prueba destructiva. Un ensayo destructivo es una prueba que, como su nombre lo indica, destruye un material con el objeto de conocer sus propiedades. Sin embargo, al ser destruida la parte en estudio, no existe ninguna seguridad de que los materiales que se utilizan en determinada estructura sean iguales a las partes que fueron ensayadas, en lo referente a las propiedades mecánicas y a la ausencia de defectos.⁷

Si cada parte de una estructura puede ser sometida a estudio de tal forma que cualquier presencia o ausencia de defectos en ellas pueda ser detectada sin que las partes sean destruidas, resulta mucho mejor que examinar unas cuantas por medio de un ensayo que resulte destructivo.

Los ensayos no destructivos son aquéllos que se utilizan para determinar la ausencia de defectos o ciertas propiedades que afecten determinada estructura sin que las partes ensayadas sean destruidas. La siguiente comparación ayudará a comprender de mejor manera el concepto de ensayo no destructivo: si se desea conocer el estado en el cual se encuentra un melón, éste se puede determinar partiéndolo y probándolo, de tal manera que se conocerá el sabor del mismo; sin embargo, no existe seguridad de que si el melón degustado está sabroso (o no lo está) otro melón sea sabroso (o no lo sea). Por otro lado, el estado del melón se puede conocer si dicho melón se palpa, se observa el tamaño, la forma, el color, y de esta manera, se determina si el melón se encuentra en buen estado. Esta comparación refleja la definición de un ensayo no destructivo.

Algunos de los defectos más comunes que se determinan a través de los ensayos no destructivos aplicados a materiales metálicos son las costuras, las fallas superficiales, la fragilización y la fatiga. Éstos son determinados para conocer si una estructura se encuentra en buen estado o no.

Dentro de los ensayos que se efectúan en la empresa donde se desarrolla el presente trabajo se encuentran: inspección visual, radiografía industrial, líquidos penetrantes (el más importante para objeto del presente trabajo), etc.

2.2.1.1. Inspección visual

Es el ensayo más conocido y utilizado dentro de la industria. Su realización es casi obligada actualmente. Se utiliza para detectar la presencia de posibles defectos superficiales en estructuras. Aunque muchas veces es subestimado, sus ventajas no deben menospreciarse, ya que a través del mismo se pueden detectar fallas.

La verificación de dimensiones con el uso de escalas, cintas, micrómetros o calibradores especiales también puede considerarse como un tipo de inspección visual. Del mismo modo, las observaciones realizadas con la ayuda de microscopios equipados y lentes se pueden definir como ensayos de inspección visual.

Este tipo de ensayo se realiza, como su nombre lo indica, por observación, visualizando detenidamente la estructura, tomando fotografías de las zonas dudosas o con defectos, analizando la posición de las partes que componen dicha estructura, para luego realizar el registro de las fallas y determinar el estado de las mismas, o si es necesario, efectuar otro ensayo para obtener más información sobre las propiedades de la estructura.

2.2.1.2. Radiografía industrial

Es probablemente el método de ensayo que más se utiliza en Guatemala; sin embargo, es el más delicado en cuanto a su uso, debido a que para su ejecución aprovecha la energía de radiación a través de material radiactivo, o bien, por medio de rayos X.

El método consiste en la obtención de una imagen del objeto de prueba por medio de una película sensible a la radiación, la cual registra tanto la parte interna como la parte externa de dicho objeto, incluyendo todas las discontinuidades paralelas al haz de energía de la radiación que puedan estar dentro del área de incidencia.

La imagen que se menciona se obtiene atravesando la pieza, con la energía de radiación X o Gamma, la cual es detectada por el otro lado de la pieza por medio de una película sensible, compuesta por aluros de plata; ésta está alojada dentro de una funda con pantallas de plomo de muy bajo espesor, las cuales producen electrones que ayudan a imprimir la imagen en la película radiográfica (que para entenderla, hay que tener presente que la misma presenta una gama de tonos grises y claros, identificándose las que interesan para efectos de interpretación).

La radiografía es, entonces, utilizada para detectar características de una región, de un determinado material o región de éste, que presente una diferencia en el espesor o densidad, comparada con una región adyacente. Diferencias muy grandes son más fácilmente detectadas, debido a que el ensayo radiográfico puede detectar sólo aquellas características diferentes de una región, que presente un espesor razonable en el plano paralelo a la dirección del haz de radiación. Esto quiere decir que la capacidad del proceso de detectar discontinuidades con pequeños espesores en planos perpendiculares al haz de radiación dependerá en mucho de la técnica utilizada.

Discontinuidades como vacíos e inclusiones que presentan un espesor variable en todas direcciones serán más fácilmente detectadas siempre que no sean muy pequeñas en relación con el espesor de la pieza.⁸

2.2.1.3. Partículas magnéticas

Este método de ensayo se utiliza para la detección y localización de discontinuidades superficiales y subsuperficiales (próximas a la superficie, mas no abiertas a las mismas) en materiales ferromagnéticos. Su operación se basa en el hecho de que cuando la pieza, o un área de la misma, se magnetiza, las discontinuidades existentes causarán un campo de fuga en el campo magnético.

La presencia de este campo de fuga se detectará a través del uso de partículas ferromagnéticas finamente divididas, aplicadas sobre la superficie magnetizada, pues las mismas serán atraídas por el campo de fuga y se aglomerarán en el contorno del mismo, indicando su localización, forma y extensión. El campo magnético se produce por medio de un simple imán o un electroimán. Este último es el que se utiliza comúnmente, y tiene forma de yugo o de una bobina. Otra forma es utilizando la pieza como un conductor, creando el campo magnético alrededor de dicha pieza. Las partículas aplicadas pueden ser secas o húmedas en suspensión en líquidos como agua o aceite; dichas partículas pueden ser de color rojo, anaranjado, gris, negras o de otros colores que facilitan su visualización en la pieza ensayada.⁹

2.2.1.4. Líquidos penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes es un método de ensayo no destructivo para la detección de discontinuidades que haya en la superficie de la pieza sujeta a examen. Este método se puede considerar como una extensión del ensayo por inspección visual, ya que muchas de las discontinuidades podrían no ser detectadas a través de este último. Pero dicho ensayo debe ser llevado a cabo por un inspector experimentado.

Se dice que este método de ensayo se utilizó por primera vez en los orígenes de la industria del automovilismo para detectar fisuras en los bloques de los motores y/o culatas de los mismos; en ese entonces se aplicaba una capa generosa de aceite sobre la superficie. Este fluido se dejaba por un período aproximado de 24 horas y transcurrido ese tiempo se removía el exceso de aceite y finalmente se aplicaban talcos sobre dicha superficie. El talco extraía el aceite alojado sobre una posible fisura y la revelaba, dibujando la discontinuidad.

Actualmente se utiliza el mismo procedimiento, con la diferencia de que ahora se emplean fluidos con alto grado de capilaridad, los cuales se dejan sobre la superficie por un tiempo no mayor de 30 minutos. El efecto producido es el mismo: es decir, el líquido penetrante se aloja en la posible fisura, se remueve el exceso de penetrante por medio de un líquido removedor o agua, según sea el caso, y finalmente se aplica talco atomizado (en “*spray*”) llamado revelador. Este último hace el mismo efecto de revelar el penetrante alojado en la discontinuidad, dibujando literalmente la figura.

Para este método de ensayo se utilizan penetrantes generalmente de color bermejo o fluorescente para aprovechar el contraste adecuado con el revelador, el cual, como se debe suponer, es de color blanco. Para el primer tipo de líquidos es necesario el auxilio de la luz, ya sea ésta luz natural, o bien, luz artificial; mientras que para el segundo tipo de líquidos es necesaria la utilización de una lámpara de luz ultravioleta.

Los líquidos penetrantes revelan una discontinuidad en una extensión tal que la inspección dependa menos del elemento humano para su visualización. Esto hace que el método de ensayo se adapte más a un sistema de producción, aumentando la credibilidad en la rapidez de inspección. Puede ser utilizado tanto en materiales ferromagnéticos, como en otro tipo de metales, teniendo la ventaja de ser un ensayo rápido, fácil de aplicar y relativamente barato.¹⁰

2.2.1.5. Medición de espesores

La medición de espesores se realiza a través de la inspección ultrasónica, la cual es un método de ensayo no destructivo para el cual grupos de ondas de alta frecuencia introducidas en el material inspeccionado son utilizadas para detectar discontinuidades superficiales e internas. Dichas ondas atraviesan el material con cierta atenuación y son reflejadas en las interfaces. Donde este haz reflejado es detectado, se analiza y se define entonces la presencia y localización de discontinuidades.

El ensayo por ultrasonido se encuentra basado en el hecho de que la presencia de una discontinuidad o un cambio en la densidad del material actuará como si fuese un reflector de propagaciones de alta frecuencia que se impuso allí mismo. El equipo del ultrasonido consiste en un palpador (hecho de cuarzo o cualquier material piezoeléctrico), el cual vibra a alta frecuencia cuando se aplica una diferencia de potencial y cuando se pone en contacto con la pieza sujeta a ensayo, dicha vibración se transmite a la pieza viajando a través de la misma hasta encontrar una discontinuidad o cambio de densidad.

En ese punto, parte de la energía (vibración) es reflejada de vuelta, llegando de nuevo al palpador y transmitiendo la misma al cristal del elemento piezoeléctrico, la cual se transforma en pulsos eléctricos que podrán ser visualizados en la pantalla de un osciloscopio. La señal en el osciloscopio muestra la distancia a la que fue reflejada la misma, que en realidad es la respuesta de la velocidad de propagación de la onda sónica de muy alta frecuencia que viajó a través del material inspeccionado.¹¹

2.2.1.6. Medición de dureza

Para conocer las cargas que pueden soportar los materiales, se efectúan ensayos para medir su comportamiento en distintas situaciones, como el de dureza, que es la resistencia de un material a ser marcado por otro. Se prefiere el uso de materiales duros cuando éstos deben resistir el roce con otros elementos. Es un ensayo fácil que puede realizarse en cualquier sitio, ya que existen durímetros fácilmente transportables. Debido a la relación general que existe entre la dureza y las propiedades físicas de los materiales, los ensayos de dureza comúnmente se realizan en partes de tratamiento térmico y aseguran propiedades físicas satisfactorias de los materiales.

“La clasificación de los ensayos de dureza y los métodos varían con cada material, dando origen a los números de dureza: BHN (*Brinell Hardness Number*), RHA, RHB, RHC,... (*Rockwell Hardness series A, B, C, ...*), VHN (*Vickers Hardness Number*), entre otros”.¹² El detalle de estos procedimientos no se trata en este trabajo.

2.2.1.7. Prueba de vacío

Este ensayo se realiza mediante un compresor de, al menos, 60 libras de presión y se utiliza para determinar el estado de fondos de tanques de almacenamiento de líquidos, en cuanto a la ausencia o presencia de un sello adecuado; puede ser para soldaduras de filete o a tope.

La prueba de vacío consiste en colocar una ventosa (forma vacía) sobre la parte que se desea examinar previamente limpiada y con espuma de jabón, en donde al efectuar el vacío, la porosidad en las soldaduras y las fisuras en las estructuras se marcan, ya que al efectuar la succión, el defecto hace una burbuja, la cual permite ver el lugar en el que se encuentra dicho defecto.

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Descripción de la propuesta

A través del presente trabajo se pretende diseñar el sistema de calidad para el proceso de líquidos penetrantes descrito en el capítulo anterior, para su posterior implementación. Este diseño consiste en la puesta en práctica de distintas etapas, por medio de las cuales se creará un marco de referencia por medio del cual se consiga establecer una estandarización para el proceso mencionado.

El diseño e implementación de cualquier sistema de calidad para cualquier industria, básicamente consiste en la aplicación de cuatro etapas, las cuales deben ejecutarse siguiendo los lineamientos de la norma que se desee utilizar.¹³ Dichas etapas se irán describiendo seguidamente aplicándolas al proceso en análisis y bajo las condiciones de las normas ISO 9000 descritas en el primer capítulo de este trabajo.

En primer lugar, se tiene la etapa de **Planeación del Sistema de Calidad**, la cual tiene como objetivo fundamental establecer el rumbo que dicho sistema seguirá mediante la creación de la política de calidad, los objetivos de calidad de la organización, la gestión de calidad y la dirección de calidad de la empresa. Así mismo, se establece un programa en el cual se detallan las actividades que se deben realizar en cada una de las etapas que constituyen el sistema y la duración de las mismas.

Para efectos del presente trabajo de graduación, tomando en cuenta la extensión que conlleva la etapa descrita y por motivos de seguridad de la información de la empresa en la que se desarrolla este trabajo, dicha etapa no será descrita.

Cabe mencionarse que para efectos de desarrollo de la fase de planeación del sistema se siguieron los lineamientos descritos en las normas ISO 9000.

Esta etapa es la más importante del sistema, ya que de ella dependen las siguientes etapas, y por ende, el sistema mismo, dado que a través de la misma se desarrolla el marco en el cual se implementará el sistema respectivo.

Después de la etapa de planeación se ejecuta la etapa de **Documentación del Sistema de Calidad**, en donde cada una de las partes involucradas en los distintos procesos de la organización se encarga de analizar detenidamente los mismos, con el propósito de dejar establecidos en forma escrita dichos procesos a través de los cuales la organización realiza sus actividades.

En este trabajo, dicha etapa se toma en cuenta para el proceso de líquidos penetrantes. En la misma se procede a describir el proceso mencionado para describir cada una de las actividades requeridas para la realización del mismo, estableciendo subprocesos que serán luego analizados con el objeto de que se efectúen de la manera establecida de tal forma que se cumplan las exigencias en el servicio que se proporciona a los clientes.

A través de esta etapa se desarrollan los procedimientos que se deben seguir, en los cuales se detallará cada actividad para lograr un efectivo servicio en la ejecución del proceso en análisis.

Luego de la etapa de documentación sigue la etapa de **Implementación del Sistema de Calidad** en la cual se ponen en práctica cada uno de los procedimientos desarrollados en la etapa anterior. En esta etapa se enseñan a las personas involucradas en el proceso respectivo los procedimientos que deben seguirse para efectuar dicho proceso y se verifica que se lleve a cabo de la manera en la cual se estableció el mismo.

Esta etapa se debe desarrollar de la mejor manera posible, ya que de ella dependerá el resultado final del establecimiento del sistema de calidad. De modo que si los procedimientos que conforman el proceso son descritos correctamente a los involucrados, y aceptados por ellos, el sistema tendrá éxito.

Por otro lado, como se indicó, una vez que se ha enseñado a cada una de las personas que forman parte del proceso cada procedimiento que tienen a su cargo, se les informa la persona encargada del proceso total. Esta persona debe encargarse de que cada uno de los involucrados efectúe sus actividades de la forma descrita en los procedimientos respectivos, de tal manera que el proceso se implemente correctamente.

Por último, se lleva a cabo la etapa de **Mejora Continua del Sistema de Calidad**, a través de la cual se determina de forma periódica si el sistema se está ejecutando de la forma en la cual se planeó. Además, a través de la evaluación del sistema se establece si cada proceso debe seguir efectuándose de la forma prevista o si el mismo requiere un cambio (lo cual puede deberse a nuevas formas de ejecución, nueva herramienta y equipo necesarios, etc.), por lo que esta etapa no tiene un tiempo definido y, de forma indirecta, evalúa la flexibilidad del sistema de adaptación a nuevas formas de trabajo.

De estas cuatro etapas, la segunda, tercera y cuarta etapas (Documentación, Implementación y Mejora Continua) serán las que se describan en este trabajo en los capítulos tres, cuatro y cinco, respectivamente. La etapa de Mejora Continua se describirá de forma teórica, debido a que –como se indicó–, no tiene tiempo de ejecución y como su nombre lo indica, se efectúa continuamente.

3.1.1. Determinación del proceso a estudiar

Debido a lo extenso que se volvería analizar todos los procesos que la empresa efectúa y la pérdida del objetivo principal que motivó el presente trabajo, dicha empresa determinó que el proceso que convendría en principio analizar es el que se efectúa mediante el ensayo de líquidos penetrantes; ya que, debido a la facilidad de su ejecución su análisis sería relativamente sencillo y el lector no tendría problemas en comprender la forma en la cual se efectúa y, a la vez, comprendería mejor la implementación de las etapas del sistema de calidad que se describen en el presente material y que se desea establecer.

3.1.2. Líquidos penetrantes

A través del ensayo de líquidos penetrantes, es posible detectar porosidades y fisuras en las piezas sobre las cuales se efectúa el ensayo. Dichas piezas pueden ser trenes de aterrizaje, motores, piezas con soldaduras, ejes, etc.

Para poder efectuar el ensayo, la primera actividad que se debe efectuar es limpiar la pieza que se va a ensayar, de modo que no exista suciedad que afecte el resultado del ensayo. Dicha limpieza se efectúa con un solvente. Luego, se procede a aplicar el penetrante sobre la pieza, el cual puede ser de los penetrantes removibles con agua o de los penetrantes removibles con solvente. Después, se le aplica un revelador a la pieza de ensayo, por medio del cual resaltan las porosidades o fisuras existentes en la pieza. Si el penetrante aplicado es removible con agua, el revelador se aplica en un lugar oscuro, ya que a través de luz ultravioleta se detectan las imperfecciones en la pieza. Si el penetrante utilizado es removible con solvente, el revelador puede aplicarse en un lugar con luz.

3.1.2.1. División de subprocesos

Para efectos del sistema de calidad que se está diseñando, el proceso que se está analizando inicia en la recepción del servicio; es decir, cuando el cliente solicita el ensayo. Después, la persona encargada de la recepción del servicio se encarga de informar a los técnicos respectivos sobre el ensayo que se debe realizar, el lugar y fecha en el cual se realizará, etc. Posteriormente, los técnicos encargados del ensayo seleccionan la herramienta y el equipo que deberán utilizar, atendiendo a las características descritas por la persona que coordina dicho trabajo. Luego, se procede a la elaboración del ensayo, el cual fue descrito en el punto anterior.

Una vez terminado de efectuar el ensayo, los técnicos se encargan de elaborar el informe respectivo, en el cual anotan todas las características e información relevante del ensayo. Posteriormente, se envía el informe al cliente, quien luego de recibirlo, envía el pago correspondiente para su facturación.

El proceso anteriormente especificado se dividió en siete subprocesos, debido a que de esta manera se procederá a normalizarlos de una forma mucho más fácil; además que varios de ellos involucran diferentes tipos de actividades (técnicas y administrativas) y son efectuadas por diferentes personas.

De esa manera, los siete subprocesos que se deben analizar son los que se apuntan a continuación: (1) recepción del servicio, (2) información a técnicos, (3) selección de herramienta y equipo, (4) elaboración del ensayo, (5) elaboración del informe y/o reporte del ensayo, (6) envío de informe al cliente, y por último, (7) facturación. Como puede observarse, los siete subprocesos que se estandarizarán a través del establecimiento de responsabilidades, recursos, lineamientos y estándares, y procedimientos, son actividades diferentes entre sí, de tal manera que su análisis resultaría muy fastidioso en conjunto.

3.1.2.2. Identificación de actividades críticas

Dentro de cualquier proceso que se está analizando, todas las actividades que lo conforman son importantes para el desarrollo del mismo, ya que sin una de ellas el proceso no se efectuaría. Sin embargo, existen actividades con singular importancia dentro del proceso, de manera que deben realizarse con más cuidado por parte de las personas respectivas, ya que de éstas depende de forma directa la calidad del producto (ya sea bien o servicio) que se está estudiando, si bien todas agregan calidad y valor a dicho producto.

De lo anterior se desprende el concepto de actividades críticas, las cuales pueden definirse como todas aquellas actividades de un proceso productivo sin las cuales dicho proceso no tendría sentido, y que revisten de mayor importancia de las demás debido a que éstas son las que dan calidad intrínseca al mismo y que son evaluadas de forma directa por el cliente que recibe el proceso (ya sea interno o externo). Por lo tanto, se debe dar mayor énfasis a dichas actividades, para mejorar el flujo productivo de la actividad que se analiza.

Ante lo expresado anteriormente, de acuerdo con las características de cada subproceso que se desprende del proceso central respectivo, las actividades consideradas como críticas en el mismo son: la elaboración del ensayo (actividad 4), debido a que si un ensayo se realiza de forma incorrecta el resultado del mismo también lo será y por ende, el ensayo pierde validez; por otro lado, otra actividad considerada como crítica es la que se relaciona con la elaboración del informe y/o reporte del ensayo (actividad 5), la cual depende de la correcta elaboración del ensayo y que se convierte en la actividad a través de la cual el cliente evaluará la calidad del servicio prestado por la organización.

Las dos actividades mencionadas son las que se consideran como críticas dentro del proceso en análisis. Se debe tener en consideración lo anterior para generar el procedimiento respectivo para cada una de ellas, de manera que la calidad manifestada por las mismas no se vea afectada. Por otro lado, sirven como base para determinar la calidad del servicio que se presta, por lo que debe hacerse saber a los responsables de las mismas para que dicha calidad no decaiga.

3.1.2.3. Herramienta y equipo necesarios

En todo proceso, parte fundamental del mismo lo constituye la herramienta y el equipo que son necesarios para llevarlo a cabo, considerando que la calidad de los mismos va a repercutir en la calidad general del proceso. Debido a ello, es necesario listar el equipo que debe utilizarse para efectuar el proceso para determinar los proveedores del mismo, las cantidades por utilizar, la calidad de cada uno de ellos, etc.

Para el desarrollo del proceso de elaboración del ensayo de líquidos penetrantes, la herramienta y equipo necesarios para el mismo son: solventes, penetrantes removibles con agua, penetrantes removibles con solvente, reveladores, brocha, cámara fotográfica y equipo de cómputo.

Verificar la calidad de los proveedores del equipo mencionado será de vital importancia para el desarrollo del ensayo y la calidad del mismo.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Líquidos penetrantes

El ensayo de líquidos penetrantes es el proceso que se va a normalizar. Lo que se hace, luego de analizado dicho proceso, es la realización del procedimiento respectivo para cada una de las actividades que lo forman, y que fueron señaladas en el capítulo anterior, para su posterior implementación.

La realización del procedimiento respectivo será similar para cada una de las actividades, ya que según la norma ISO 9001, en su versión 2000, “en los procedimientos deben especificarse las responsabilidades de cada actividad, los recursos que serán utilizados, los lineamientos y estándares que deben seguirse, así como el procedimiento en sí de la actividad respectiva”.¹⁴

Por lo tanto, según lo descrito, serán construidos siete procedimientos similares, aunque aplicados a diferentes áreas (técnica y administrativa) debido a la característica de cada actividad. Los procedimientos referentes al área administrativa serán, en su orden: la recepción del servicio, la información a técnicos acerca del ensayo, el envío de informe al cliente y la facturación. Por otro lado, los procedimientos de carácter técnico son: la selección de herramienta y equipo, la elaboración del ensayo y la elaboración del informe y/o reporte del ensayo por parte del equipo técnico, respectivamente.

Cabe recordar que un procedimiento es un documento que sirve de referencia para saber cómo llevar a cabo determinada actividad. En él deben especificarse, como se indicó, las responsabilidades de todos los implicados en la actividad, los recursos o materiales que serán utilizados en la actividad, los lineamientos y estándares que serán tomados en cuenta y el procedimiento o descripción detallada de la actividad.

4.1.1. Recepción del servicio

Durante el desarrollo del proceso, en esta actividad se tiene el primer contacto con el cliente, el cual explica a la persona encargada el ensayo que debe efectuarse, la pieza a ensayar y el motivo del ensayo. Dicha persona puede orientar al cliente acerca del ensayo que puede efectuarse tomando en cuenta el motivo por el cual se desea efectuar el ensayo y la pieza que se debe evaluar.

El procedimiento que se realiza para esta actividad aplica para cualquier ensayo no destructivo, debido a que es el cliente quien especifica el ensayo que se debe realizar, o bien, depende de la pieza y el motivo.

4.1.1.1. Responsabilidades

Esta actividad debe ser llevada a cabo por parte de los coordinadores técnicos, quienes se encargarán de hablar con el cliente y definir el ensayo que se debe realizar de acuerdo con las características de la situación que el cliente definió.

4.1.1.2. Recursos

Para poder llevar a cabo la actividad en cuestión, se debe poseer el siguiente equipo: equipo de cómputo, para llevar un registro electrónico del ensayo; el formato de recepción de servicio, para llevar el registro sobre el mismo en forma escrita.

4.1.1.3. Lineamientos y estándares

Para efectos de la presente actividad, la misma debe desarrollarse de acuerdo con el presente procedimiento, siguiendo las indicaciones que se detallan en el siguiente punto, sin olvidar que la calidad debe ser vista desde los ojos del cliente.

Así, siguiendo las especificaciones que el cliente haya señalado, debe efectuarse el ensayo convenido, atendiendo siempre a las necesidades del cliente que solicita el servicio y apegándose a las recomendaciones que el mismo haga.

4.1.1.4. Procedimientos

El procedimiento que debe seguirse para llevar a cabo la recepción del servicio debe ser el que sigue:

- Al atender la llamada o visita del cliente debe anotarse el nombre del mismo, dirección, teléfono, dirección electrónica.
- Luego, debe especificarse el motivo por el cual se efectúa el ensayo, la pieza que debe evaluarse y lo que espera el cliente de la empresa al finalizar el ensayo.

La información anterior debe ir especificada de forma electrónica y de forma escrita en el formato de recepción de servicio respectivo. Dicho formato no se presenta en este trabajo, ya que es de uso interno en la empresa.

Detallar lo que el cliente espera sobre el servicio que se presta es una información muy importante, la cual debe anotarse con el propósito de evaluar al final del proceso si se llenaron las expectativas del cliente que se atendió.

4.1.2. Información a técnicos

Esta actividad que sigue a la actividad anteriormente descrita se desarrolla de forma interna (es de tipo administrativo) y es a través de la cual el coordinador técnico designa a la persona (técnico) encargada de efectuar el ensayo, especificándole lo que debe hacer y en dónde lo hará.

La presente actividad puede ser aplicable a cualquier ensayo que se realice, debido a que solamente se refiere a la información que el coordinador técnico debe trasladar al técnico designado para realizar el ensayo respectivo. El formato que es utilizado es el mismo para cualquier ensayo que se trate.

Por tanto, al igual que la anterior, esta actividad tiene un amplio alcance, ya que ambas aplican para cualquier ensayo que se efectúe.

4.1.2.1. Responsabilidades

La actividad debe ser efectuada por el coordinador técnico y los técnicos designados para llevar a cabo el ensayo, de tal manera que ambos comparten la responsabilidad de llevar a cabo dicha actividad de la mejor manera posible.

4.1.2.2. Recursos

La actividad debe llevarse a cabo tomando en cuenta el siguiente equipo para la realización de la misma: equipo de cómputo, que será el medio electrónico que registrará la información pertinente para la realización de la actividad; el formato de información preliminar, el cual mostrará la información específica para dicha actividad.

4.1.2.3. Lineamientos y estándares

Los lineamientos a seguir para efectuar esta actividad estarán sujetos al procedimiento actual sobre la misma, el cual se detalla a continuación, y que debe seguirse de forma estándar para alcanzar el nivel de calidad trazado.

4.1.2.4. Procedimientos

Para llevar a cabo la presente actividad, se debe seguir el procedimiento siguiente con el propósito de alcanzar el nivel trazado de calidad:

- El coordinador técnico debe especificar de forma electrónica el técnico designado para llevar a cabo el ensayo.
- Por otro lado, debe informar al técnico designado sobre todas las características del ensayo a través del formato de información preliminar (PO04) construido para tal efecto, en el cual se debe llenar con los datos que el mismo solicita: el ensayo que se debe realizar, la pieza que será evaluada, el lugar en el que se llevará a cabo el ensayo, el técnico designado, la fecha en la cual se va a realizar el ensayo, según lo convenido con el cliente.

Uno de los problemas que motiva la descripción de la presente actividad de forma electrónica es la pérdida del formato en el cual se describa la misma (en forma escrita); por lo tanto, el coordinador no debe olvidar efectuar dicha descripción en el computador.

Esta actividad es de suma importancia dentro del proceso ya que, siendo el coordinador quien convino con el cliente efectuar el ensayo, los técnicos no deben quedar desinformados sobre cualquier circunstancia que haya sido convenida por los primeros. De esta manera se llevará a cabo el ensayo de forma organizada, con calidad, y el cliente quedará satisfecho con el servicio efectuado.

4.1.3. Selección de herramienta y equipo

En esta actividad, como su nombre lo indica, los técnicos se encargan de seleccionar la herramienta y el equipo que será necesario utilizar para llevar a cabo el ensayo respectivo. No debe olvidarse ninguna herramienta o equipo que va a ser utilizado debido a que si en el lugar en el cual se efectúe el ensayo no existe disponibilidad de conseguirlos, se atrasará la realización del mismo.

Esta actividad aplica exclusivamente al ensayo de líquidos penetrantes, debido a que el equipo utilizado para la realización de dicho ensayo difiere del equipo a utilizar en los otros ensayos que la empresa realiza. Sin embargo, la metodología es la misma para todos los ensayos.

4.1.3.1. Responsabilidades

La responsabilidad que conlleva efectuar la actividad que se analiza recae en los técnicos encargados de la realización del ensayo, quienes estarán bajo la supervisión del coordinador respectivo, de tal manera que ambos serán responsables del equipo que se escoja, la cantidad que vaya ser utilizada para efectuar el ensayo, así como del número de unidades de cada equipo o herramienta que sean extraídas del almacén para su traslado hacia el lugar en el cual se lleve a cabo el ensayo.

4.1.3.2. Recursos

La puesta en marcha de la actividad de selección de herramienta y equipo toma en cuenta los siguientes recursos: equipo de cómputo, en el cual se detallará el equipo que será utilizado en el ensayo, la lista de chequeo de equipo y accesorios, en la cual se detalla la cantidad de equipo y herramienta que será utilizada.

4.1.3.3. Lineamientos y estándares

Para seleccionar la herramienta y el equipo necesarios para la evaluación de la pieza por el ensayo de líquidos penetrantes debe tenerse en cuenta el procedimiento que se detalla a continuación, basando dicho procedimiento en el tipo de penetrante que se va a utilizar.

4.1.3.4. Procedimientos

El procedimiento por seguir para efectuar la selección de la herramienta y el equipo para el ensayo de líquidos penetrantes es el siguiente:

- Si el ensayo se va a efectuar mediante el uso de penetrante removible con agua, el equipo que debe seleccionarse es: solvente para limpiar la pieza (*cleaner*), *waipe*, penetrante removible con agua, brocha, revelador.
- Si el ensayo se va a realizar mediante el uso de penetrante removible con solvente, los materiales a utilizar son los mismos que se describieron en el paso anterior a excepción del penetrante removible con agua, el cual debe ser cambiado por un penetrante removible con solvente.

Como puede observarse, esta actividad es muy sencilla de realizar. Sin embargo, debe ser efectuada de forma que ninguno de los materiales sea olvidado; ya que como se indicó anteriormente, si alguno de los materiales no se selecciona, el ensayo puede demorarse y por lo tanto la calidad del ensayo disminuye debido a que el tiempo de ejecución aumentaría.

4.1.4. Elaboración del ensayo

Este es el procedimiento más importante del proceso que se analiza, debido a que una mala ejecución del mismo redundaría en conclusiones erróneas acerca de éste, y por ende, el cliente al percatarse de tal situación cuestionaría la calidad del ensayo y podría llegar a perderse.

Este procedimiento aplica exclusivamente al ensayo de líquidos penetrantes dado que la realización del mismo es única para tal proceso.

4.1.4.1. Responsabilidades

La responsabilidad directa de la elaboración del ensayo recae en los técnicos que fueron designados para tal efecto, ya que serán quienes evalúen la condición de la pieza, y quienes concluirán sobre el estado en el que dicha pieza se encuentra. Por lo tanto, debe tomarse en cuenta que dichos técnicos sean bien capacitados para la realización del ensayo, de modo que puedan efectuarlo consistentemente.

4.1.4.2. Recursos

Evidentemente los recursos que deberán ser utilizados para efectuar el ensayo se especificaron en el procedimiento anterior, ya que el equipo y la herramienta seleccionada serán los que se utilizarán en el procedimiento que se está detallando.

4.1.4.3. Lineamientos y estándares

Para efectuar el ensayo de líquidos penetrantes se debe tener en consideración que la norma que rige la realización del mismo es la Norma ASTM (*American Society for Testing and Materials*) E 165-02, la cual se describe en el Anexo 2 del presente trabajo y que se refiere al Método Estándar de la Prueba para Ensayo de Líquidos Penetrantes.¹⁵

4.1.4.4. Procedimientos

El ensayo de líquidos penetrantes debe efectuarse según el procedimiento descrito en la norma mencionada en el punto anterior. Dicho procedimiento se describe en los siguientes puntos:

- La pieza que va a ser evaluada debe colocarse en un lugar en el cual el ensayo pueda efectuarse sin dificultad.
- Luego, la pieza debe limpiarse, con el propósito de que la suciedad no cambie los resultados finales del ensayo.

- Se debe aplicar a la pieza, una vez limpia, el removible respectivo (ya sea este removible con agua o con solvente) y se debe dejar reposar durante un tiempo prudencial, el cual depende del tamaño de la pieza que se está ensayando, para que el penetrador ingrese en cualquier parte defectuosa de la pieza.
- Seguidamente se debe limpiar el penetrante para que posteriormente se pueda aplicar el revelador.
- Se aplica el revelador a la pieza y se espera, aproximadamente, un término de cinco minutos para que las porosidades y/o fisuras de la pieza sean resaltadas. Si el penetrante aplicado es removible con agua, éste paso debe efectuarse en un lugar oscuro, debido a que el revelador se aplica mediante una luz ultravioleta para detectar los defectos.

Como puede notarse, este procedimiento es el mismo para los casos en los que el penetrante sea removible con agua y cuando sea removible con solvente, de tal manera que es estándar para ambas características del ensayo.

4.1.5. Elaboración del informe y/o reporte del ensayo

Esta parte del proceso va ligada al procedimiento anterior de forma directa, ya que si el ensayo fue efectuado de la forma descrita, el reporte y/o informe que se presentará va a mostrar el estado real en el que se encuentra la pieza ensayada, de lo contrario, pueden dejar de detectarse defectos que la pieza pueda tener.

Este procedimiento aplica para cualquier ensayo que sea efectuado, debido a que lo que va a cambiar en el mismo van a ser los resultados presentados, según la prueba realizada.

4.1.5.1. Responsabilidades

Los técnicos que tienen a su cargo efectuar el ensayo respectivo tienen a su cargo la realización de este procedimiento, ya que siendo ellos quienes determinan el estado que la pieza presenta, lógicamente deben ser ellos quienes reporten las observaciones realizadas a las mismas.

4.1.5.2. Recursos

Para efectuar el procedimiento que se analiza, los técnicos deben contar con los siguientes recursos: equipo de cómputo, donde se anotarán los resultados del ensayo en forma electrónica; el reporte de trabajo, que es un formato en el cual se anotan las observaciones efectuadas en la pieza.

4.1.5.3. Lineamientos y estándares

La realización de esta actividad se basa en el procedimiento que será descrito a continuación, apegándose al mismo para que la calidad de la elaboración del informe sea uniforme para todos los ensayos y se logre detallar cada observación que fue realizada.

4.1.5.4. Procedimientos

Para que la actividad en análisis sea realizada de forma estándar por todos los involucrados en la misma, éstos últimos deben seguir los siguientes pasos:

- Luego de efectuado el ensayo, el técnico designado al mismo procede a tomar fotografías de dicho ensayo, si lo estima conveniente, para que el reporte muestre claramente el trabajo efectuado y las observaciones realizadas.
- Después se procede a anotar en el reporte de trabajo cada una de las características que fueron observadas durante el ensayo, así como el resultado que la prueba mostró sobre la pieza evaluada.

- Finalizado el reporte del ensayo se envía una copia al departamento de contabilidad para que efectúen el cobro correspondiente y otra copia al coordinador técnico respectivo para que elabore el informe final del ensayo.

Tomando en cuenta que el criterio de cada técnico puede cambiar, ninguna información que el reporte de trabajo solicita debe dejar de anotarse, debido a que dicho reporte incluye toda la información necesaria para describir las características del ensayo realizado, así como las conclusiones que pueden anotarse sobre el mismo.

4.1.6. Envío de informe al cliente

Esta actividad antecede a la facturación debido a que si el cliente necesita que se realice un ensayo adicional, éste se efectúa antes de que el servicio sea facturado. Sin embargo, el envío del informe debe realizarse sin ningún contratiempo, de modo que si éste incluye la información que el cliente espera la realización del ensayo adicional puede desecharse.

El procedimiento que describe detalladamente esta actividad es aplicable a cualquier ensayo efectuado por parte de la empresa, por lo que el alcance del mismo es generalizado a todos los servicios que la organización presta a sus clientes.

4.1.6.1. Responsabilidades

La persona encargada de efectuar el envío del informe al cliente, así como de elaborar el mismo es el coordinador técnico que tuvo a su cargo la recepción del servicio. Como conoce las especificaciones y las características que el cliente requirió para la elaboración del ensayo, se convierte en la persona idónea para la elaboración del informe, así como para el envío del mismo al cliente. De este modo, la responsabilidad única es del coordinador técnico respectivo.

4.1.6.2. Recursos

Para efectuar el envío del informe al cliente respectivo, el coordinador técnico debe contar con: equipo de cómputo para elaborar el informe; así como el reporte de trabajo del ensayo elaborado por el técnico asignado al mismo, que servirá para la construcción del informe respectivo.

4.1.6.3. Lineamientos y estándares

La elaboración del presente informe, así como su envío, debe ajustarse al procedimiento que será descrito en el siguiente punto para que cualquier envío que sea efectuado luego de elaborado el informe final del ensayo se haga de una forma estándar, ajustándose a dicho procedimiento para que la calidad del servicio sea uniforme.

4.1.6.4. Procedimientos

La secuencia de actividades que debe seguirse para estandarizar la operación en análisis, de manera que la calidad de la misma en cualquier servicio que la empresa preste sea uniforme, debe ser la que se muestra a continuación.

- Cuando el técnico que desarrolló el ensayo respectivo haya trasladado el reporte de trabajo al coordinador respectivo, éste deberá realizar el informe final de la prueba realizada por la empresa, para lo cual debe basarse en el reporte elaborado por el técnico respectivo; asimismo, debe tener en consideración los requerimientos convenidos con el cliente al inicio del proceso y que no hayan sido anotados en el reporte de trabajo que el técnico elaboró.
- Luego de terminar el informe, se procede a enviar un documento del mismo al cliente, en medio escrito y en medio magnético para que sea revisado por el cliente. El coordinador debe guardar una copia en los dos medios en un archivo para llevar un registro de ensayos efectuados por parte de la empresa. El envío debe efectuarse en la fecha convenida con el cliente.

- Luego, el cliente deberá informar si el ensayo llenó sus expectativas para que el servicio pueda ser facturado. En caso contrario, se procede a elaborar un ensayo adicional, el cual será escogido en conjunto por el cliente y el coordinador a cargo del servicio.

Es importante tomar en cuenta la información proporcionada por el cliente luego de enviado el informe, debido a que constituirá una evaluación sobre el servicio prestado, así como una medición de la calidad del trabajo realizado en conjunto por la compañía. Por lo tanto, se debe cumplir sin excusas con las fechas de entrega convenidas con el cliente, para no dañar la imagen de la empresa.

4.1.7. Facturación

Por último, se procede a facturar el servicio efectuado por la organización, si éste ha sido completado de forma exitosa por la empresa y ha sido aprobado finalmente por el cliente a quien se prestó el servicio.

Este procedimiento es de alcance general, debido a que aplica a cualquier servicio prestado por la organización tomando en cuenta que el departamento de contabilidad no distingue entre servicios (solamente para efectos de cálculo) para realizar esta actividad.

Se hace evidente que el carácter de esta actividad es de tipo administrativo, por tanto su realización por parte del departamento de contabilidad debe contar con la aprobación de la gerencia administrativa de la empresa.

4.1.7.1. Responsabilidades

Como se indicó en el punto anterior, la realización de esta actividad de carácter administrativo corresponde de forma exclusiva y directa al departamento de contabilidad de la empresa, el cual es el encargado de efectuar la facturación de los servicios que la empresa realiza a los clientes.

4.1.7.2. Recursos

Para efectuar la facturación del servicio respectivo, se debe contar con el siguiente equipo: equipo de cómputo, para llevar el registro electrónico de facturación de los clientes; calculador, para estimar el cobro que será efectuado; facturas contables, luego de realizado el pago por parte del cliente.

4.1.7.3. Lineamientos y estándares

La facturación de los servicios realizados queda bajo los lineamientos descritos por el procedimiento que se describe en el siguiente punto, por lo que la persona encargada debe seguir la secuencia especificada en el mismo para llevar a cabo dicha actividad y concluir el proceso analizado con el nivel de calidad trazado.

4.1.7.4. Procedimientos

La secuencia de actividades que debe seguirse para realizar la facturación del servicio prestado por parte de la organización se muestra luego y debe ser puesta en práctica por la persona involucrada en dicha actividad, ya que siendo la última operación del proceso, debe concluirse con calidad, para que el cliente quede satisfecho con el servicio adquirido.

- Luego de que el técnico ha trasladado al departamento de contabilidad el reporte de trabajo que incluye la información requerida, éste se encarga de efectuar el cálculo preliminar del servicio que fue prestado.
- Cuando el coordinador informa al departamento que el servicio ha sido finalizado, éstos realizan el cálculo final del mismo, de modo que cuando el cliente ha quedado satisfecho con el servicio se le envía la orden de pago que debe realizar, con la aprobación respectiva de la gerencia administrativa y del coordinador técnico encargado.
- Cuando el cliente ha mandado el pago correspondiente al servicio prestado, contabilidad emite la factura correspondiente y se envía al cliente, con lo cual el servicio ha finalizado.

Hasta aquí se han descrito los procedimientos respectivos para cada actividad que forma el proceso de prestación del servicio de elaboración del ensayo de líquidos penetrantes por parte de la empresa que fue analizada. Esto es lo que forma parte de la Fase de Documentación de un proceso de implementación de un sistema de calidad.

Por seguridad de los procesos de la empresa en la cual se desarrolló el presente trabajo de graduación, los documentos de los procesos construidos a partir de la información anterior no se incluyen en este trabajo. Sin embargo, el formato bajo el cual se construyeron dichos documentos se muestra en el Anexo 3 (Documentación). En dicho formato se indican la información que los documentos construidos bajo la norma ISO 9000:2000 debe contener.

El encabezado de dichos documentos debe incluir el logo de la empresa, el nombre del proceso que se va a documentar, el código del documento, el responsable de la elaboración y el responsable de la aprobación de dicho documento, la fecha de aprobación y la fecha a partir de la cual el documento empieza a regir, el conteo de las páginas con las que cuenta el documento y la versión del mismo.

Por otro lado, el documento propiamente dicho debe contener el objetivo y alcance del proceso en análisis, los documentos que se relacionan con dicho proceso y que forman parte del sistema de calidad, la designación de las responsabilidades y de la autoridad, definiciones de conceptos utilizados para describir el proceso, el contenido, el control de los registros del sistema, anexos y cambios que se den dentro del documento.

Dentro de la fase de documentación del sistema de calidad, una parte sumamente importante dentro de la misma la constituyen los registros del sistema, los cuales se construyen con el objeto de dejar constancia de todas las actividades efectuadas en determinado proceso. El formato de los registros construidos para el proceso de líquidos penetrantes contiene el encabezado que contienen los documentos del proceso y el registro respectivo.

Como pudo observarse en la elaboración de los procedimientos construidos, no puede llevarse a cabo el procedimiento siguiente, sin haber concluido el anterior de forma aceptable, de modo que así cumplen con el Ciclo de Deming que la norma de calidad de ISO 9001 en su versión 2000 exige para todos los procedimientos. Dicho “ciclo” estipula que cada procedimiento debe haber cumplido con cuatro fases, a saber: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

El primer paso (Planear) consiste en estudiar el proceso, decidir qué cambio podría mejorarlo. Se trata de organizar el equipo apropiado, el cual debe disponer de los datos necesarios para efectuar un cambio con base en un plan de acción en donde se fijan políticas para establecer las metas respectivas y los métodos para alcanzarlas. En “Hacer”, se capacita a las personas que se verán afectadas por los procedimientos respectivos y observar si todo se hace de acuerdo con el procedimiento explicado.

La etapa de Verificar establece que se debe examinar cada proceso y determinar, mediante un diagrama de causa y efecto, si los factores causales armonizan con las normas fijadas. Además, se deben observar los cambios que ocurren en cada procedimiento para evaluar si los efectos que producen son los adecuados, lo cual puede establecerse mediante control estadístico. Por último, se debe tomar la acción apropiada (“actuar”, según Deming) encontrando medidas que permitan prevenir las repeticiones de los errores en los procesos.

Posteriormente, se procede a realizar nuevamente el procedimiento, repitiendo cuidadosamente la actividad que generó la inconformidad (etapa Hacer). Finalizado el procedimiento, se evalúa si se cumplió con su objetivo y si la respuesta es positiva se continúa con la etapa Actuar, descrita en el párrafo anterior.

Luego de finalizada esta etapa, lo cual se da cuando los procedimientos han sido aprobados por las personas involucradas en cada uno de ellos, se inicia la Fase de Implementación del sistema, la cual se lleva a cabo mediante presentaciones en las que se dan a conocer los procedimientos de trabajo que se llevarán a cabo para efectuar determinada actividad.

Dichos procedimientos deben ser adoptados por cada una de las personas que realizarán la actividad, de modo que se debe evaluar si cada procedimiento es puesto en práctica por cada uno de ellos.

Esta fase de implementación del sistema se describe en el punto 5.1. del capítulo siguiente titulado “Mejora Continua o Seguimiento” del presente trabajo de graduación. Después, se presenta la Fase de Mejora Continua del Sistema de Calidad, la cual está descrita en el inciso 5.2. del capítulo indicado.

5. MEJORA CONTINUA O SEGUIMIENTO

5.1. Capacitación

La ruta hacia el registro requiere capacitación y adiestramiento del personal que labora e interviene en el sistema operativo/administrativo/técnico y con responsabilidad por la implementación, documentación y auditoría del sistema. Dicha capacitación debe incluir: inducción-orientación ISO 9000, capacitación en procedimientos de forma teórica y capacitación práctica.

Una adecuada planeación de la capacitación permitirá determinar las necesidades de la misma y los recursos disponibles para llevarla a cabo, de tal manera que ya efectuada, logre conducir al cumplimiento de los objetivos de calidad.

5.1.1. Inducción a sistemas ISO 9000

En esta parte de la capacitación se debe dar a conocer la norma a todos los empleados de la organización, de manera que cada uno de ellos conozca la base que sustenta los procedimientos en los cuales basarán sus actividades.

La misma debe efectuarse en un lenguaje que sea de fácil entendimiento para todos los trabajadores, tratando que entiendan y conozcan los puntos principales de la norma sin entrar en detalles minuciosos para que el sentido de la inducción no se pierda.

Esta capacitación es muy importante, ya que los empleados conocerán el por qué de la implementación, cuáles son los beneficios para la empresa y las ventajas que proporciona el sistema de calidad a cada uno de ellos, así como la política y los objetivos de calidad que se persiguen.

5.1.2. Capacitación en procedimientos de forma teórica

La capacitación en procedimientos debe darse luego de que todos los trabajadores de la organización hayan recibido la inducción a la norma, para que puedan entender las ventajas que para ellos representa la implementación del sistema de calidad.

En esta capacitación se debe dar a conocer la forma en la que cada trabajador realizará su respectiva tarea, proporcionándosele en forma escrita el procedimiento que se va a seguir, y destacando las ventajas que representa para el empleado dicha forma de trabajo, así como las personas responsables de dicha actividad.

Al final de la presentación del procedimiento se reparte una prueba para determinar si los trabajadores entendieron cuáles eran sus actividades y la forma en la que deben realizarlas, y evaluar si es necesaria una segunda presentación. Si los resultados son los esperados, se puede proceder a una capacitación práctica; de lo contrario se prepara una siguiente presentación para que los procedimientos de trabajo sean reforzados.

5.1.3. Capacitación práctica

Esta capacitación se realiza luego de que los procedimientos de trabajo han quedado claros para cada trabajador. Se designa el día para dicha capacitación y se lleva a cada empleado a su puesto de trabajo para enseñarle de forma práctica lo formulado en los procedimientos de trabajo que se repartieron durante la capacitación teórica.

La capacitación debe efectuarse teniendo en cuenta cada paso especificado en el procedimiento. Cada actividad que forme parte del trabajo debe basarse en el procedimiento respectivo, de tal manera que ésta se efectúe según lo descrito en el documento. Esta capacitación es la más importante ya que determina la correcta implementación del sistema.

5.2. Auditorías

La auditoría de calidad es uno de los elementos vitales mediante la cual es posible alcanzar los objetivos en el contexto de la política de calidad prefijada.

La auditoría es una actividad de análisis, que a partir de la recabación de información determina errores, estableciendo pautas para corregirlos. Así, “la auditoría es la pieza clave de un sistema de mejora continua, que permite reducir fallos y prevenir inconformidades”.¹⁶

La auditoría es un examen, o análisis, que permite determinar si la calidad de un sistema, servicio, producto o proceso, concuerda con la norma previamente adoptada y satisface los requisitos establecidos.

5.2.1. Auditorías externas

La auditoría externa puede ser realizada por otra empresa cliente que quiera tener garantías de los productos o servicios que se le proporcionan, o un organismo competente al cual se le ha solicitado el registro de la empresa.

En este tipo de auditorías; el solicitante es el que determina la frecuencia con la que se van a realizar. El propósito de esta auditoría consiste en saber si lo que se dice concuerda con lo que se hace.

5.2.2. Auditorías internas

Las auditorías internas son decididas como una estrategia política para chequear cómo van las cosas. Es una manera de obtener *feed back* sobre la marcha de la organización, referida al sistema o a parte de él.

Además, las auditorías internas se consideran una forma de detectar fallos o prevenir errores para continuar optimizando el sistema de calidad. En una auditoría ellas se determina la frecuencia con que se repetirá, de acuerdo con los intereses de la dirección, la política de la empresa y los objetivos fijados.

5.2.3. Planificación de auditorías

La auditoría debe satisfacer las necesidades del cliente, por lo tanto, es éste el que definirá el alcance de las acciones.

Una organización, por intermedio de sus responsables, determina la necesidad de auditar toda o parte de su propia organización (auditoría interna), o toda o parte de otra organización (auditoría externa).

Una vez tomada la decisión de auditar, es necesario determinar quién hará la auditoría. Tanto si es una persona de la propia organización como si es una consultoría, será indispensable chequear la idoneidad, experiencia y profesionalidad del o de los auditores.

El segundo paso es realizar un contrato con la persona o el equipo auditor. Cuando ambas partes operan de manera sana, el contrato debiera ser un simple formulismo que respalda lo pactado. En los casos en que existan dudas o desconfianza es una forma de que éstas salgan a la luz, se conversen y solventen.

Después del contrato viene la información previa sobre la empresa que se va a auditar. Localización, traslados, combinaciones, horarios, instalaciones, factorías, productos y datos generales.

Luego, se pasará a la toma de contacto conversando o entrevistando a los responsables para determinar fechas y recabar nueva información que permita fijar el programa.

5.2.4. Ejecución de auditorías

El proyecto de auditoría puede dividirse en cuatro partes fundamentales y netamente diferenciadas: objetivos, programación, acciones e informes.

Para realizar una auditoría con eficacia deben fijarse los objetivos que reflejen claramente qué es lo que se pretende alcanzar. No es igual auditar la calidad de un bien, de un servicio o de un sistema. “La redacción correcta de los objetivos ayuda a no mezclar ideas, clarifica lo que se pretende y son un resumen/acuerdo de lo que el cliente y auditor quieren hacer. Si el objetivo redacta lo que se pretende hacer, la programación indica cómo se hará”.¹⁷

Dentro de la programación se eligen los técnicos del equipo auditor, contando con especialistas en temas concretos. Un auditor no tiene por qué ser erudito en toda clase de temas y productos, pero puede rodearse de los especialistas necesarios a la hora de formar el equipo.

Luego, es conveniente tener una primera reunión con los responsables de la empresa auditada para obtener información básica complementaria (manuales, documentos, ...) para definir el trabajo, el programa de reuniones o visitas, las fechas y los horarios.

Antes de iniciar la auditoría debe quedar claro las implicaciones de las partes, lo que se hará, cómo se hará, cuándo se hará y con qué fines, cuidando destacar el tratamiento confidencial que recibirá toda información.

A partir de ese momento se pasa a las acciones concretas para llevar a la práctica la auditoría. La primera acción concreta de auditoría es una reunión entre los auditados y el equipo auditor en la que se expondrá el plan de trabajo y la programación realizada. En esta reunión de apertura se prestará atención a clarificar, para todos, las normas sobre las cuales se va a auditar asegurándose de que son del conocimiento general.

Luego de la reunión de apertura se pasa a desarrollar las acciones propias de la auditoría, en la que se analizarán los documentos, contrastándolos con la realidad. Uno de los puntos fundamentales a tener en cuenta es la formación, cualificación, motivación y participación de todo el personal del sistema.

Realizadas todas las acciones incluidas en el proyecto, se hará la recopilación final de datos y se preparará el informe. Generalmente, el informe se presenta a los auditados en una reunión, exponiendo las observaciones y desviaciones constatadas.

El informe debe ser claro, conciso, escueto (se deben evitar los largos informes ilegibles) y responder concretamente a lo diseñado en el proyecto.

CONCLUSIONES

1. La normativa de un sistema de calidad basado en las Normas ISO 9000 adecua las empresas a la tendencia mundial, mejora sus procesos operativos y su competitividad, con el consecuente incremento de la productividad, reducción de costos y disminución de tiempos de operación.
2. La normalización del proceso analizado se efectuó con flexibilidad, lo que permitió estandarizar las actividades respectivas, dada la relativa facilidad en la realización del ensayo de líquidos penetrantes.
3. Ante el análisis del proceso que fue normalizado se distinguieron en éste siete actividades básicas para llevar a cabo el ensayo no destructivo a través de líquidos penetrantes. Para ello se construyó el procedimiento respectivo de tal manera que sean realizadas con facilidad y de acuerdo con la norma respectiva asignando responsabilidades, describiendo los recursos necesarios para llevarlo a cabo y estableciendo el procedimiento respectivo.
4. Al efectuar la documentación respectiva para el proceso de elaboración de ensayo por líquidos penetrantes se estableció que la norma bajo la cual se debe llevar a cabo dicho ensayo es la que se establece bajo el estándar internacional ASTM 165-02, donde especifica un método estándar para la evaluación mencionada.
5. La mejora continua del sistema establecido se hace necesaria, y puede efectuarse a través de evaluaciones periódicas y mediante el uso de control estadístico de

procesos, siendo este último una herramienta eficaz y ampliamente utilizable para detectar defectos de calidad en los procesos que se analizan.

6. La documentación de procesos es una actividad que, bien realizada, contribuye inicialmente a la mejora de la productividad del trabajo en aproximadamente un 10%, porcentaje que con la mejora continua del sistema aumenta gradualmente, debido a que cada proceso se lleva a cabo mediante una serie de lineamientos que cada involucrado debe seguir para que la calidad de su trabajo sea uniforme y se alcancen los objetivos que se trazaron.

RECOMENDACIONES

1. La calidad parece estar de moda, pero más allá de una imagen, la Gestión de Calidad constituye una de las formas más exitosas de administrar una empresa. Los costos por no tener calidad son muy altos, y reducir estos costos es el desafío. Para ello el mejor instrumento conocido son las Normas ISO 9000, por lo que es importante que ante los nuevos retos que el mercado impone a las organizaciones, éstas establezcan sistemas de calidad, especialmente en el área de empresas de servicios, ya que el mayor auge en Guatemala de las normas mencionadas lo ha sido en empresas de manufactura.
2. Es importante señalar la importancia de evaluar constantemente el procedimiento establecido para cada actividad, de manera que se pueda definir si cumple con el nivel de calidad propuesto o si se hace necesario establecer una nueva forma de realizarlo que se adecue a las necesidades de cada área de trabajo.
3. Es vital que cada persona involucrada a lo largo del sistema del proceso que describe el ensayo de líquidos penetrantes tenga claro que la actividad que realiza debe ser efectuada de tal manera que proporcione satisfacción al cliente, independientemente si dicho cliente es interno o externo.
4. Todos los empleados de la empresa deben comprometerse a mejorar continuamente la calidad de la organización mediante el trabajo en equipo, sin que prevalezca seccionalismo dentro de la empresa para que conjuntamente se asuman las responsabilidades respectivas.

REFERENCIAS

1. **Las nuevas normas ISO 9000:2000**, <http://www.ictnet.es>. Mayo de 2004.
2. Loc. cit.
3. Andrés Senlle y Guillermo Stoll. **Calidad total y normalización. ISO 9000: las normas de calidad en la industria.** (2ª Edición; España: s.e., 1995) p. 35.
4. Ibid., p. 42.
5. Guy Laudoyer. **ISO 9000: un motor para la calidad.** (México: CECSA, 1998) p. 62.
6. Senlle y Stoll, op. cit., p. 40.
7. Harper E. Davis y otros. **Ensayo e inspección de los materiales en ingeniería.** (3ª Edición; México: CECSA, 1967) p. 335.
8. Enrique Humberto Soria Lemus. **Laboratorio de Ensayos No Destructivos de la carrera de ingeniería mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC.** (Tesis Ing. Mec-Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004) p. 12.
9. Ibid., p.7.
10. Ibid., pp.5-6.
11. Ibid., pp. 10-11.
12. Harper E. Davis y otros. **Ensayo e inspección de los materiales en ingeniería.** (3ª Edición; México: CECSA, 1967) p. 371.
13. Roberto Alcocer Díaz. **La nueva ISO 9000:2000.** (3ª Edición: México: s.e., 2003) p. 15.
14. **Las nuevas normas ISO 9000:2000**, <http://www.ictnet.es>. Mayo de 2004.

15. **Documentos relacionados con la prueba de líquidos penetrantes,**
<http://www.astm.org>. Agosto de 2004.
16. Senlle y Stoll, op. cit., p. 63.
17. Senlle y Stoll, op. cit., pp. 65-67.

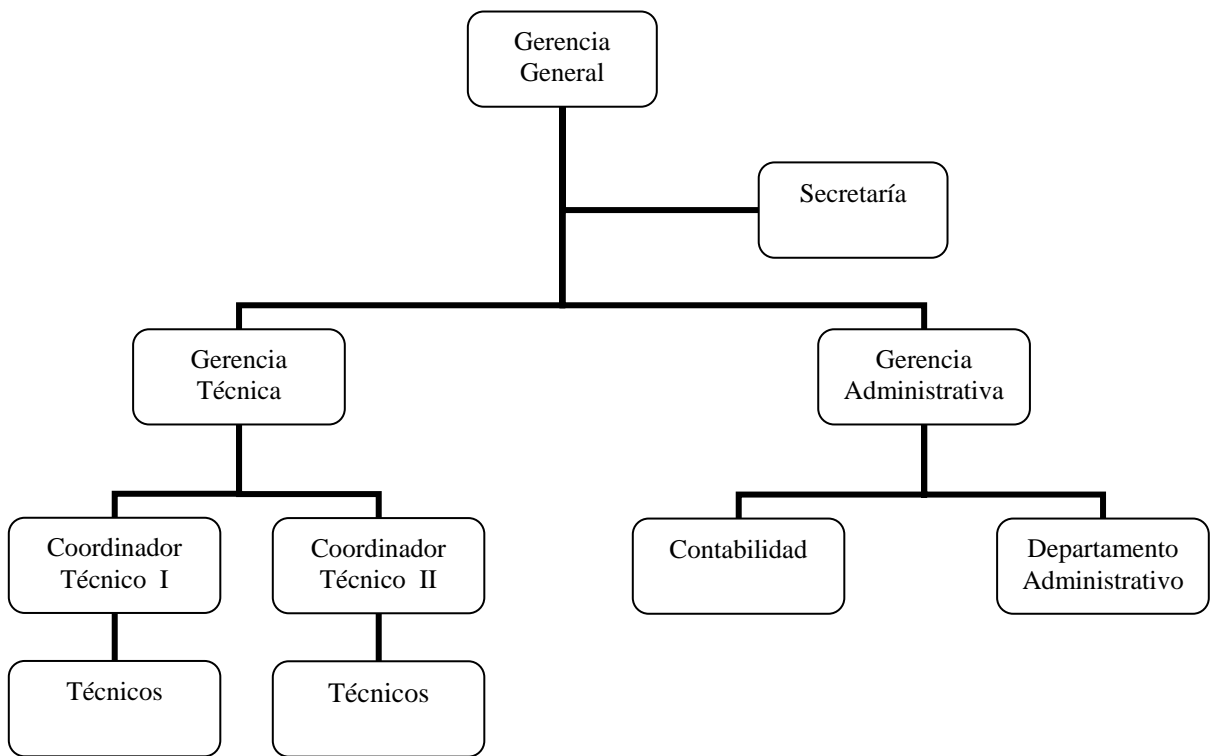
BIBLIOGRAFÍA

1. Alcocer Díaz, Roberto. **La nueva ISO 9000:2000**. 3ª ed. México: s.e., 2003.
2. Davis, Harper E. y otros. **Ensayo e inspección de los materiales en ingeniería**. 3ª ed. México: CECSA, 1967.
3. **Documentos relacionados con la prueba de líquidos penetrantes**, <http://www.astm.org>. Agosto de 2004.
4. **Las nuevas normas ISO 9000:2000**, <http://www.ictnet.es>. Mayo de 2004.
5. Laudoyer, Guy. **ISO 9000: un motor para la calidad**. México: CECSA, 1998.
6. McLean, Gary E. **Documentación de calidad para ISO 9000 y otras normas de la industria**. México: McGraw Hill, 1996.
7. Soria Lemus, Enrique Humberto. **Laboratorio de Ensayos No Destructivos de la carrera de ingeniería mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC**. Tesis Ing. Mec-Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
8. Senlle, Andrés y Guillermo Stoll. **Calidad total y normalización. ISO 9000: las normas para la calidad en la práctica**. 2ª ed. España: s.e., 1995.
9. Vega, Amanda Reyna. “Competitividad empresarial mediante normas ISO del sistema de gestión de calidad” **Revista Construcción**. (Guatemala) (68):8.2004.

ANEXOS

ANEXO 1

Figura 1. Organigrama empresarial



Fuente: El autor.

ANEXO 2

NORMA ASTM E165-02.

Resumen. Método estándar de la prueba E165-02 para la evaluación penetrante líquida.

Convertido por subcomité: E07.03

Libro del volumen de los estándares: 03,03.

1. Alcance

1.1 Este método de la prueba cubre los procedimientos para la evaluación penetrante de materiales. Son métodos de prueba no destructivos para detectar las discontinuidades que están abiertas en la superficie, tal como grietas, costuras, regazos, laminaciones, con los escapes, o la carencia de fusión y son aplicables antes, en y al final del proceso, y a la evaluación del mantenimiento. Pueden ser utilizados con eficacia en la evaluación de materiales no porosos, metálicos, ferrosos y no ferrosos, y de materiales no metálicos, tales como esmaltado, cerámicos, ciertos plásticos y el cristal.

1.2 Este método de la prueba también proporciona una referencia:

1.2.1 Quién recomendó o requirió un proceso de evaluación penetrante líquido por las organizaciones individuales para comprobar su aplicabilidad.

1.2.2 Para el uso en la preparación de las especificaciones de proceso que se ocupan de la evaluación penetrante líquida de materiales y de piezas. Se recomienda el acuerdo del usuario y del surtidor con respecto a técnicas específicas.

1.2.3 Para el uso en la organización de las instalaciones y del personal involucrado en la evaluación penetrante líquida.

1.3 Este método de la prueba no indica ni sugiere los criterios para la evaluación de los resultados obtenidos. Es preciso, sin embargo, que después de que se hayan obtenido los resultados, éstos sean interpretados o clasificados para su posterior

evaluación. Para este propósito debe haber un código separado o un acuerdo específico que indique el tipo, el tamaño, la localización y la dirección de las características en las que el ensayo se considera aceptable y donde se considera inaceptable.

1.4 Los valores indicados en unidades de libra-pulgada deben ser comparados con el estándar. Las unidades del sistema inglés se proporcionan para información solamente.

1.5 Este estándar no pretende tratar todas las preocupaciones de seguridad, si las hay, asociadas a su uso. Es la responsabilidad del usuario de este estándar establecer prácticas apropiadas de seguridad y de salud, y determinar la aplicabilidad de limitaciones reguladoras antes del uso.

2. Documentos referidos

Método de la prueba D129 para el sulfuro en los productos de petróleo (método general de la bomba).

Método de la prueba D516 para el ión del sulfato en agua.

Método de la prueba D808 para la clorina en los productos de petróleo nuevos y usados (método de la bomba).

Método de la prueba D1552 para el sulfuro en los productos de petróleo (método de alta temperatura).

Método de la prueba D4327 para los aniones en agua por cromatografía químicamente suprimida del ión.

Fotografías de la referencia E433 para la inspección penetrante líquida.

Práctica E543 para las agencias de la evaluación que realizan la prueba no destructiva.

Método de la prueba E1208 para la evaluación penetrante líquida fluorescente usando el proceso lipofílico de la post-emulsificación.

Método de la prueba E1209 para la evaluación penetrante líquida fluorescente usando el proceso agua-lavable.

Método de la prueba E1210 para la evaluación penetrante líquida fluorescente usando el proceso hidrolífico de la post-emulsificación.

Método de la prueba E1219 para la evaluación penetrante líquida fluorescente usando el proceso solvente-desprendible.

Método de la prueba E1220 para la evaluación penetrante visible usando el proceso solvente-desprendible.

Terminología E1316 para las evaluaciones no destructivas.

Método de la prueba E1418 para la evaluación penetrante visible usando el proceso agua-lavable.

Práctica recomendada SNT-TC-1a para la calificación y la certificación del personal de pruebas no destructivas.

Estándar de ANSI/ASNT CP-189 para la calificación y la certificación del personal de pruebas no destructivas.

Calificación y certificación del personal de pruebas no destructivas MIL-STD-410, método 429 para la evaluación de aguas residuales.

Certificación NAS-410 y calificación del personal de prueba no destructivo.

Fuente: <http://www.astm.org/>. Agosto de 2004.

ANEXO 3

DOCUMENTACIÓN

Figura 2. Formato de los documentos

<i>LOGO</i>		Nombre: PROCESO		Código: POXX	
Elaborado por:	Aprobado por:	Fecha aprobación:	Fecha que rige:	Página: de	Versión:

1. OBJETIVO Y ALCANCE

2. DOCUMENTOS RELACIONADOS

CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
MC	Manual de Calidad
PO	Diseño y desarrollo.
PO	Identificación y trazabilidad.
PM	Control del producto no conforme.
ETM	Especificaciones técnicas de materiales e insumos.

3. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

PUESTOS DE TRABAJO	RESPONSABILIDADES	AUTORIDADES

Control de Documentos F2.PS1 V1

LOGO	Página: de	Versión:	Código: POXX
------	-------------------	----------	------------------------

4. DEFINICIONES

5. CONTENIDO

6. CONTROL DE LOS REGISTROS DEL SISTEMA

CÓDIGO Y NOMBRE DEL REGISTRO	RESPONSABLE DE SU ARCHIVO	MODO DE INDIZACIÓN Y ARCHIVO	ACCESO AUTORIZADO	TIEMPO DE CONSERVACIÓN

7. ANEXOS

CÓDIGO	NOMBRE

8. CAMBIOS EN EL DOCUMENTO

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
NA	NA

Control de Documentos F2.PS1 V1

Fuente: El autor.