

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS PARA LA
VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
DEL USUARIOY PRUEBAS FINALES EN SISTEMAS DE AIRE
ACONDICIONADO**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. González H. José M.
Para optar al Título
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS PARA LA VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DEL USUARIOY PRUEBAS FINALES EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Rodolfo Grullon
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Miguel Suárez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br González H. José M.
Para optar al Título
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2008



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE ENERGETICA



Caracas, 19 de noviembre de 2.008

ACTA

Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el bachiller:

JOSE MARIA GONZALEZ HERNANDEZ

Titulado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE PROTOCOLOS PARA LA VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DEL USUARIO Y PRUEBAS FINALES EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al Título de Ingeniero Mecánico.



Prof. Franklin Baduy
Jurado





Prof. Rodolfo Grullón
Tutor



Prof. Pedro Lecue
Jurado

González H., José M

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE PROTOCOLOS PARA LA VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DEL USUARIOY PRUEBAS FINALES EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Tutor Académico: Profesor Ing. Rodolfo Grullon. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. Año 2008. 149 pág.

Palabras clave: Control. Gestión. Calidad. Pruebas. Verificación. Validación. Aire Acondicionado.

El presente trabajo contiene las herramientas necesarias para implementar en Servicios Integrales Integ de Venezuela, la estandarización de un proceso basado en la aplicación de un sistema de Gestión de la Calidad que tienen como fundamento las normas técnicas de la ISO 9001-2000, enfocado al área de Instalaciones Mecánicas de aire acondicionado, con el propósito de garantizar que dichas instalaciones cumplen y exceden los requisitos y las especificaciones del proyecto y de los usuarios finales.

Para cumplir este objetivo fue necesario apoyar y sustentar este trabajo en los procedimientos de pruebas de los sistemas mecánicos y equipos de aire acondicionado de la ASHRAE, las normas ISO, la Associated Air Balance & Testing Council para diseñar los protocolos necesarios para la verificación, pruebas y validación de los sistemas instalados, partiendo del punto de vista del desempeño funcional de la instalación, resultando que la aplicación de los protocolos incrementa la calidad de las instalaciones y contribuyen a mejora de la estructura organizativa. La investigación es experimental del tipo proyecto factible, en la que se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa para determinar y elaborar la documentación basada en trabajo de campo del tipo descriptivo realizada mediante la observación directa de las variables en estudio.

DEDICATORIA

*A Dios por Darne Salud y
Vida.*

A Mis Padres y Hermano.

AGRADECIMIENTOS

- A TODOS LOS TECNICOS, INSTALADORES Y PERSONAS QUE INFLUYERON Y PARTICIPARON EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO, GRACIAS.
- AL PROFESOR JORGE BARILLAS POR SU COLABORACION Y CONSEJO EN LA ESTRUCTURACION DEL TRABAJO.
- A MIGUEL, MI TUTOR INDUSTRIAL POR SU COLABORACION Y MOTIVACION.
- AL PROFESOR RODOLFO GRULLON POR SU VALIOSA COLABORACION POR SU COLABORACION.
- A LOS TECNICOS DE LA EMPRESA POR APORTAR SU CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA.
- A LA EMPRESA SERVICIO INTEGRALES POR DARME LA OPORTUNIDAD DE CRECER INTEGRALMENTE.
- A YOLANDA, MI EQUIPO DE TRABAJO DURANTE TODO ESTE TIEMPO, GRACIAS POR TU PRESENCIA Y APOYO.
- ESPECIALMENTE GRACIAS AL PROGRAMA SAMUEL ROBINSON Y A LA CASA QUE VENCE LA SOMBRA LA UUUCV! POR DARME LA OPORTUNIDAD DE FORMARME PROFESIONALMENTE Y SER UN VENEZOLANO INTEGRAL

GRACIAS A TODOS

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	4
EL PROBLEMA	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Planteamiento del Problema.....	5
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivos.....	8
1.5 Alcances.....	9
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1 Aspectos Generales de un Sistema de Gestión de la Calidad.....	12
¿Qué es Calidad?	12
2.1.1 Definiciones.....	12
2.1.2 Costos de Calidad	13
2.1.3 Factores que afectan la Calidad	14
2.1.4 Organización para la Calidad	15
2.1.5 Inspección.....	17
2.1.6 Etapas del control de la calidad en una empresa	19
2.1.7 Organización Internacional de la Normalización (ISO).....	20
2.1.8 Implantación del Sistema de Calidad.....	32
2.2 Aspectos Generales del Proceso de Pruebas, Verificación y Validación de Sistemas de Aire Acondicionado.....	37
2.2.1 Etapas del proceso de verificación, validación y pruebas.....	37
2.2.2 Requerimientos del proceso	38
2.2.3 Alcances del proceso de Proceso de verificación, pruebas y validación	40
2.2.4 Aplicaciones del proceso de verificación, pruebas y validación.	40
CAPÍTULO III	41
MARCO METODOLÓGICO	41
3.1 Diseño de la Investigación	41
3.2 Instrumentos y Técnicas	47
CAPÍTULO IV.....	48
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
CAPÍTULO V	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53

ANEXOS.....56

ANEXO 1	Protocolos para la verificación y pruebas de unidades de manejo de aire y fan coils
ANEXO 2	Protocolo para el balanceo hidronico del sistema
ANEXO 3	Protocolos para la verificación y pruebas de unidades de enfriamiento de agua (chillers)
ANEXO 4	Protocolo para la verificación y pruebas de ventiladores
ANEXO 5	Protocolo para la verificación y pruebas del sistema de manejo de la energía y control (SMEyC)
ANEXO 6	Protocolo para la verificación y pruebas del sistema de bombeo
ANEXO 7	Protocolo para la medición de los parámetros del sistema
ANEXO 8	Protocolo para pruebas de fugas en ductos.
ANEXO 9	Ahorro De Energía Y Eficiencia Energética En Sistemas De Aire Acondicionado Y Refrigeración

ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. Costos relacionados a la Calidad</i>	<i>14</i>
<i>TABLA 2. Tareas del Departamento de Control de la Calidad</i>	<i>17</i>
<i>TABLA 3. Etapas del Control de la Calidad</i>	<i>20</i>
<i>TABLA 4. Familia ISO 9000</i>	<i>31</i>
<i>TABLA 5. Funciones del Comité Directivo</i>	<i>35</i>
<i>TABLA 6. Fases del Proceso de Verificación, Pruebas y Validación.....</i>	<i>38</i>
<i>TABLA 7. Análisis de la Estructura Obtenida</i>	<i>50</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. Triangulo de la Calidad.....</i>	<i>14</i>
<i>FIGURA 2. Actividades del Proceso de Inspección.....</i>	<i>18</i>
<i>FIGURA 3. Pasos para la Certtificacion ISO 9001-2000.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA 4. Diagrama de Flujo del Proceso de Verificacion, Pruebas y Validación</i>	<i>43</i>

INTRODUCCIÓN

En el pasado los sistemas de aire acondicionado eran relativamente simples, con pocos componentes y controles manuales. La creación de un nuevo sistema representaba a menudo la simple puesta en marcha de un equipo por un contratista.

Hoy en día, eso no es suficiente en los sistemas actuales, que, si bien, son más eficientes y ofrecen una mayor comodidad y calidad de aire, también están compuestos por elementos cada vez más complejos, que interconectados funcionan entre sí como un todo. Y es en esta interrelación de elementos en la que, si uno no funciona como es debido, la eficacia del sistema se ve comprometida.

Como parte de los sistemas de acondicionamiento de aire, el ciclo de refrigeración es fundamental, el más empleado es el ciclo de refrigeración por compresión de vapor, que está basado en el cambio de fase sucesivo de líquido a vapor de un gas refrigerante. Este cambio de fase se logra haciendo pasar el líquido a través de una válvula que estrangula el flujo del fluido, expandiéndolo y luego haciendo pasar el vapor producto de la expansión por un intercambiador de calor, que en la primera fase absorbe calor del medio interior que lo rodea, y luego lo cede al medio exterior, logrando así el proceso de acondicionamiento del aire.

Según su aplicación los sistemas de aire acondicionado pueden ser:

- **Para Confort:** en el que el medio está controlado, manteniendo dentro de determinado rango las condiciones de temperatura, humedad y velocidad del aire, para proporcionar a las personas el ambiente necesario para desarrollar sus actividades de manera eficiente y cómoda.
- **Sistemas de Precisión:** que por su alto rango de sensibilidad, debe ser capaz de proporcionar al ambiente unas condiciones de temperatura y humedad muy precisas, lo que ha llevado su empleo en salas de equipos electrónicos, quirófanos, salas de procesos delicados como fabricación de medicinas y fármacos, donde el aire además debe poseer unas características especiales .

Ahora con la creciente demanda de sistemas de aire acondicionado, estos han ido aumentando su capacidad, siendo necesario acondicionar grandes espacios y llegando a ser necesario el empleo de sistemas de agua helada.

Estos sistemas que fundamentalmente están compuestos por enfriadores de agua(chillers), bombas de agua helada, Unidades de Manejo de Aire(Umas), torres de Enfriamiento, fan coil y toda una gran gama de controles e instrumentos necesarios para el correcto funcionamiento de estos equipos.

El presente proyecto fue realizado para la Empresa Servicios Integrales Integ de Venezuela, dedicada al Diseño, Instalación, Mantenimiento y Automatización de Sistemas de Aire Acondicionado para Confort humano, sistemas de precisión tanto para aplicaciones en data centers como para aplicaciones farmacéuticas, como parte de una gestión empresarial en búsqueda de la certificación ISO 9001-2000.

ISO 9000 es un término que se utiliza para referirse a una serie de normas internacionales establecidas para la gestión de sistemas de la calidad. Las normas de aseguramiento de la calidad más modernas tienen su origen en las relaciones contractuales entre fabricantes y suministradores de algunos sectores en los que se requería la mayor fiabilidad: construcción de centrales nucleares y defensa, principalmente.

Estas normas pueden aplicarse prácticamente en cualquier compañía, desde fabricantes de productos hasta proveedores de servicios. No están diseñadas especialmente para un producto o industria determinada. La serie de normas de ISO 9000 consta de requisitos y directrices que permiten establecer y mantener un Sistema de Gestión de la Calidad en la compañía.

Las normas ISO 9000 requieren de sistemas documentados que permitan controlar los procesos.

Estos tipos de normas se fundamentan en la idea de que hay ciertos elementos que todo sistema de la calidad debe tener bajo control, con el fin de garantizar que los productos y servicios de calidad se fabriquen en forma consistente y a tiempo. La serie ISO 9000 fue creada por comités integrados inicialmente por representantes de

27 países, los cuales a su vez se encargan de revisarlas y mantenerlas actualizadas. Ha sido adoptada por más de 70 países alrededor del mundo como la norma de mayor aceptación que establece requisitos para los Sistemas de Gestión de la Calidad.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: en el Capítulo I se establece los antecedentes, el planteamiento del problema objeto de la investigación, los objetivos generales y específicos, la justificación y el alcance respectivo. El Capítulo II contiene el marco teórico en donde se muestran una serie de conceptos, definiciones y aspectos teóricos que son necesarios para el desarrollo del trabajo. El Capítulo III trata sobre el marco metodológico, en donde aparece el diseño de la investigación y la técnica utilizada para lograr dicho fin. El Capítulo IV establece el análisis de los resultados y el Capítulo V aparecen las conclusiones y las recomendaciones.

CAPÍTULO I **EL PROBLEMA**

1.1 Antecedentes.

Los proyectos abajo nombrados están relacionados con el tema de Acondicionamiento de Aire ejecutados en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UCV., mas sin embargo el tema relacionado con el proceso de verificación, pruebas y validación finales aplicado a los sistemas de aire acondicionado (commissioning) no ha sido trabajado en la escuela por tratarse de un conocimiento relativamente reciente que solo ha sido llevado a la práctica en el país esencialmente en los sistemas de generación de energía eléctrica.

- **Ruiz (2003)** Realizó un estudio de una alternativa energética para el sistema de generación de agua helada de una edificación. Obteniendo como resultado que con la implantación de un nuevo sistema de absorción es técnicamente factible pero no es recomendable económicamente.
- **Sucre (2003)** Realizo un estudio técnico económico para la sustitución del sistema de generación de agua helada de un edificio de oficinas, una vez realizado dicho estudio se llegó a la conclusión de que los equipos operaban de manera eficiente por lo que su sustitución no era factible y se dirigió la investigación en el estudio de opciones para la reducción del consumo eléctrico.
- **Alzolar (2003)** Realizo un estudio de la factibilidad técnico-económica para la incorporación de un ahorro de energía en climatización, la cual se basó en la evaluación para la implantación de equipos mecánicos y electrónicos que reduzcan el consumo eléctrico, y obtuvo como resultado que la aplicación de trunCADotes de potencia reduce en un 3% el consumo y mejora la eficiencia de los equipos.
- **Álvarez y Laboni (2003)** Realizaron un análisis para el rediseño del sistema de aire acondicionado de las galerías de equipos de control y maniobra de una central hidroeléctrica el cual constó de 2 partes, primero se

realizó la evaluación de las condiciones operativas y cálculo de las cargas térmicas para luego evaluar dichas condiciones y presentar propuestas para la actualización de los equipos considerando la vida útil, los requisitos ambientales que exigen su modernización para que cumplan con las regulaciones legales y sus costos.

- **Barreto (1995)** Hicieron un estudio comparativo de costos entre sistemas de aire acondicionado de absorción de calor que funcionan con gas y sistemas eléctricos. Obtuvieron como resultado que los sistemas a gas eran más económicos para tiempos prolongados de uso que los eléctricos.

La realización de las de pruebas, verificación y validación es vista por la empresa Servicios Integrales Integ de Venezuela como un proceso de gestión de La Calidad.

Esta empresa fue fundada en Julio de 2003, con el objetivo de brindar soluciones de ingeniería con elevados estándares de calidad.

En Mayo de 2.008 crea el departamento de Normalización para la Gestión de la Calidad, con tres personas en su haber, cuya finalidad fue dar un rumbo hacia la normalización ISO 9001:2000. Actualmente se encuentran estandarizando una serie de procesos, entre los que se incluye el material de este trabajo para la obtención de la certificación de calidad.

1.2 Planteamiento del Problema

El actual mundo empresarial es turbulento, de constantes cambios; con un ambiente corporativo en donde nada garantiza la supervivencia de una organización, donde se necesita innovación y actitud participativa en todos los niveles y constante motivación. Es aquí donde se requiere la Gestión de la Calidad como práctica dentro de la empresa.

Para asegurar un cliente y atraer a otros potenciales, es necesario superar ampliamente sus expectativas así como los requisitos técnicos que acompañan al

servicio durante su etapa de planificación, ejecución y servicio postventa, lo cual implica poseer un Sistema de Calidad a nivel organizativo basado en la mejora continua de los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan directa o indirectamente la calidad de los productos.

El proceso de verificación, pruebas y validación de cualquier sistema requiere del empleo de un conjunto de técnicas y procedimientos de ingeniería aplicados de forma integrada a una unidad, instalación o planta industrial, buscando hacerla operacional, dentro de los requisitos de desempeño especificados en proyecto, asegurando que todos y cada uno de los componentes del sistema funcionan correctamente.

El objetivo central del proceso es asegurar la transferencia de la unidad, instalación o planta del constructor o instalador al usuario u operador de forma ordenada y segura, certificando su operabilidad en términos de seguridad, desempeño, confiabilidad y trazabilidad de informaciones.

Los sistemas de acondicionamiento de aire instalados en edificios nuevos y reconstruidos se han vuelto cada vez más complejos, con cientos de componentes que están conectados entre sí y, a menudo, controlados por un ordenador central.

Este metódico y minucioso proceso coloca a todas las partes de un sistema de aire acondicionado a través de una prueba, antes de dar a los propietarios de garantía de que todo funciona tal como está establecido.

El proceso no sólo se asegura de que cada equipo y cada control funciona correctamente, sino que también determina si operan en la secuencia correcta con otros componentes.

A diferencia de las inspecciones previas a la ocupación de la instalación el proceso de verificación, pruebas y validación difiere de las inspecciones previas a la ocupación en rigor, detalle, y el enfoque. Una inspección previa a la ocupación es

esencialmente una comprobación visual de la instalación u obra, con el dueño, diseñador, y caminar a través de la misma con el contratista, tomando nota de los problemas que deben ser corregidos antes de la entrega final.

El proceso de verificación, pruebas y validación va más allá y pone el sistema de aire acondicionado a través de las pruebas operacionales detalladas pues, verifica que todos los componentes están trabajando tal como está establecido, que operan eficientemente y satisfacen de las especificaciones del fabricante y del cliente

Todo lo antes expuesto conduce a un apreciable ahorro de energía y un menor número de quejas de los usuarios de la instalación, y que a menudo descubre errores y omisiones que pudieran dar lugar a graves problemas de seguridad y mantenimiento en caso de no corregirse.

Por ello la empresa Servicios Integrales Integ de Venezuela, en la búsqueda de una eficiente gestión de la calidad ha querido llevar dicho proceso tan riguroso al área del acondicionamiento de aire sentando las bases a nivel nacional para la creación de una norma para la verificación y validación de los sistemas e instalaciones de aire acondicionado.

1.3 Justificación

Actualmente en el país, las empresas están apuntando a la búsqueda de mejoramiento de la calidad en sus procesos y servicios prestados.

Por ello , en este trabajo se desarrolló toda una documentación en el marco de una estricta gestión de la calidad, para lograr que todos los sistemas están diseñados, instalados y probados conforme a los requerimientos de los usuarios y que el rendimiento es el correcto, respetando las regulaciones ambientales vigentes en el país e internacionalmente.

La empresa Servicios Integrales Integ de Venezuela, no es ajena a esta realidad por lo cual se plantea la búsqueda de protocolos y procedimientos que

estandaricen el proceso de diseño, instalación y pruebas de los sistemas de Aire Acondicionado a nivel nacional, de acuerdo a las normas vigentes en el país y a los acuerdos internacionales de aplicación al ramo.

En la búsqueda de dichos protocolos se ha querido documentar el proceso de verificación del cumplimiento de los requisitos del proyecto y pruebas finales con el fin de que las condiciones de diseño de un sistema cumplan o exceda las expectativas del usuario final.

Para alcanzar esta meta, es condición obligatoria tener un registro de todos los procedimientos en cada una de las etapas de un proyecto debido a que esto podría representar una fuente de ingresos económicos a la compañía al ofrecer los servicios de verificación, pruebas y validación a los sistemas de aire acondicionado instalados y en fase de instalación.

El siguiente trabajo es importante para Servicios Integrales Integ de Venezuela C.A. y entre otras razones por las siguientes:

Teórica: continuar enriqueciendo el marco conceptual para aumentar la documentación en lo que a la incorporación de la ingeniería mecánica en los sistemas de gestión de la calidad se refiere.

Práctica: la elaboración de una propuesta concretada en unos protocolos que forman parte de toda una documentación que sirve para la obtención de la certificación ISO 9001: 2000 en una empresa venezolana que aplica tecnología de Ingeniería.

Académica: la razón académica de esta investigación es que conforma y completa los requisitos exigidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela para optar al título de Ingeniero Mecánico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar e Implementar los protocolos para la verificación del cumplimiento de los requisitos del usuario, pruebas finales y validación en sistemas de aire acondicionado.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseñar los protocolos para la verificación del cumplimiento de requisitos del usuario en sistemas de ventilación y sistemas de control asociados
- Diseñar los protocolos para la verificación del cumplimiento de requisitos del usuario en sistemas de Aire Acondicionado y sistemas de control asociados
- Diseñar los protocolos para las pruebas finales en sistemas de ventilación y sistemas de control asociados.
- Diseñar los protocolos para las pruebas finales en sistemas de Aire Acondicionado y sistemas de control asociados.
- Diseñar los protocolos para la validación de sistemas de ventilación y sistemas de control asociados.
- Diseñar los protocolos para la validación de sistemas de aire acondicionado y sistemas de control asociados.
- Implementar los protocolos para la verificación, pruebas y validación en sistemas de ventilación, aire acondicionado y sistemas de control asociados.

1.5 Alcances

El proyecto se realizará en Los Cines del Centro Comercial Sambil ubicado en la Candelaria, Caracas, y en los Laboratorios Pfizer (Área de Producción de Productos no Penicilínicos) ubicado en Valencia específicamente en los proyectos de instalaciones Mecánicas de Aire Acondicionado que utilizan agua helada.

El trabajo estuvo contemplado para el diseño de los protocolos para la

realización de todas las pruebas y verificaciones en todo el sistema de aire Acondicionado y Ventilación Mecánica de ambos complejos, en cuyos formatos se puede:

- Describir los sistemas de Aire acondicionado y ventilación instalados.
- Describir los Sistemas de Control asociados al sistema instalado
- Evaluar el coeficiente de operación de los sistemas de acondicionamiento de aire que operan en dichas instalaciones
- Describir y Evaluar los modos de operación de los sistemas y subsistemas instalados.
- Evaluar las distintas alternativas en los sistemas de acondicionamiento de aire dirigidos al ahorro substancial en el consumo de energía eléctrica.
- Determinar cuales de las alternativas planteadas se adaptan mejor a los requerimientos de dichos usuarios.
- Mantener inalterados los espacios físicos, sin modificar la distribución de los espacios interiores de cada uno de los pisos, emplear la ductería instalada, conservar intactas las condiciones del medio ambiente interior.
- Evaluar las acciones y alternativas desde el punto de vista de ahorro en el consumo eléctrico.

Además de los alcances antes mencionados existió la limitante de que en el Centro Comercial Sambil, la gerencia de la obra de Cines Unidos encargada del proyecto, paralizó todos los trabajos de las contratistas y por motivos ajenos a la empresa no se han podido hacer las pruebas y verificaciones sino hasta que se reinicien los trabajos en dicho centro.

En los Laboratorios Pfizer para el momento de realización del proyecto solo se encontraba instalada la red de ductería del área, y debido a que las unidades manejadoras de aire, bombas, chillers y torres de enfriamiento están aun en fabricación, Sin embargo si se pudo implementar el protocolo para las realización de las pruebas de fugas de la ductería instalada, tomando en cuenta que estas

áreas son ambientes limpios, se incluyó en dicho protocolo la normativa para las pruebas de ducteria en el ramo farmacéutico.

Debido a las limitaciones y percances durante la realización de este trabajo, tal y como se planteó, se diseñaron todos los protocolos y formatos de pruebas de acuerdo a la normativa aplicable a los sistemas de aire acondicionado, para su futura aplicación cuando lleguen los equipos en Laboratorios Pfizer y se reinicien los trabajos de instalaciones Mecánicas en Cines Unidos del Centro Sambil ubicado en la Candelaria.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos Generales de un Sistema de Gestión de la Calidad

¿Qué es Calidad?

Muchas personas piensan que la palabra calidad tiene un significado absoluto que implica cualidad, belleza y durabilidad de los productos o eficiencia total de los servicios, pero este término va más allá de las propiedades mencionadas.

La palabra calidad se basa en un criterio subjetivo de gustos personales; sin embargo, técnicamente hablando, se dice que la calidad del producto está constituida por dos tipos de calidades: la calidad de diseño y la calidad de conformidad.

La calidad de conformidad se determina por el departamento de Control de Calidad verificando si el producto viene conforme con las especificaciones establecidas, mientras que la calidad de diseño está determinada por el fin para el cual se usa el producto según diversos criterios técnicos como funcionamiento, presentación, costo, rendimiento, etc.

2.1.1 Definiciones

2.1.1.1 Sistema de Gestión de la Calidad

Estructura organizacional basada en la ordenación e implementación de procedimientos capaces de satisfacer los objetivos de calidad propuestos y así llevar a cabo la gestión de la calidad.

2.1.1.2 Gestión de la Calidad

La función que tiene la organización de planificar la política de calidad y proporcionar los recursos adecuados para la obtención de actividades sistemáticas de calidad.

2.1.1.3 Política de Calidad

Corresponde a los diferentes objetivos y pautas a seguir en relación con la calidad, realizados por la dirección o la gerencia en base a los fundamentos de la organización.

2.1.1.4 Control de Calidad

Conjunto de actividades operacionales que permiten cumplir las normas y requisitos referentes a la calidad, así como el control de cada proceso, eliminando las causas que puedan afectar el comportamiento establecido en cualquier etapa de calidad, para lograr un rendimiento económico óptimo.

2.1.1.5 Control de Calidad en Procesos

Se refiere al control de calidad aplicado a campos más restringidos.

2.1.1.6 Aseguramiento de la Calidad

Comprende los mecanismos de confiabilidad en el producto elaborado o servicio, a través de evaluaciones permanentes de aquellos factores que influyen en la calidad del mismo. La gerencia utiliza el aseguramiento de la calidad como una herramienta.

2.1.2 Costos de Calidad

El Control de Calidad abarca de una manera íntegra todos los aspectos del producto elaborado o servicio, preocupándose tanto del cumplimiento de las especificaciones como de los costos.

Todos los productos que no están conformes con las especificaciones ocasionan una pérdida a la empresa. Esta pérdida recibe el nombre de costo de la calidad.

A continuación se detallan algunos costos producidos por el Control de Calidad.

COSTOS POR CONTROL DE LA CALIDAD	ASPECTO RELACIONADO
PREVENCIÓN	Formación de personal. Gastos administrativos del departamento de Control de Calidad. Diseño y desarrollo de equipos para la medición de productos. Procedimientos e instrucciones para pruebas, inspecciones y control de procesos.
EVALUACIÓN	Material para la inspección y ensayos. Ensayos e inspecciones en procesos. Conservación y reparación de equipos de inspección. Ensayos y verificación de materiales. Servicio de Metrología y Laboratorio de ensayos
FALLAS	Posibles pérdidas de clientes por la calidad deficiente. Chatarra o desperdicio. Descuentos sobre los productos de clase inferior. Gastos de reparación y/o recuperación de los productos deficientes. Pérdida en la moral del personal, debido a los roces entre departamentos de la misma empresa. Exceso de los gastos de reinspección y pruebas

Tabla 1: *Costos Relacionados a la calidad.*

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Factores que afectan la Calidad

Los principales factores que afectan a la calidad son los siguientes como lo indica la figura:



Figura 1: *Triangulo de la calidad*

Fuente Elaboración Propia

La importancia de cada factor sobre la calidad depende del papel que desempeña en el proceso de fabricación. Es fácil, observar la importancia del

operario, de su preparación técnica y hasta de su mismo estado de ánimo. Además en muchos casos, el operario puede controlar los otros dos factores, ya que por simple inspección visual puede conocer algún defecto en el material o si aprecia el mal funcionamiento de la máquina.

2.1.4 Organización para la Calidad

El término organización se entiende como la disposición que permite realizar un trabajo mediante el esfuerzo de seres humanos. Organizar consiste en las dos siguientes actividades:

1. Diseñar la estructura de la organización, definiendo el trabajo que hay que hacer y la responsabilidad jerárquica de hacerlo.
2. Reclutar, formar y motivar al personal.

2.1.4.1 Diseño de la estructura de la Organización

El elemento básico de la organización es la operación. Una operación es un tipo de actividad identificable, como transportar. Muchas operaciones son realizadas por seres humanos, pero existen otras que son realizadas por otros medios. Colectivamente, las operaciones realizadas por seres humanos es lo que llamamos trabajo humano.

Organizar consiste en la realización de seis etapas básicas:

1. Identificar las operaciones que se necesitan realizar.
2. Asignar la responsabilidad de su realización, mediante medios internos o externos.
3. Dividir todo el trabajo en parcelas lógicas de trabajo llamadas tareas. En general, una tarea consiste en una serie de una o más operaciones, elegidas de manera que sea posible reclutar o entrenar personal para que las realice. Estas tareas reciben el nombre también de elementos de trabajo de la gestión de la calidad.
4. Definir la responsabilidad y la autoridad asociada con cada tarea.
5. Definir la relación de cada tarea con otras tareas. Esta relación comprende:
 1. Relación jerárquica, es decir, la cadena de mando.

2. Pautas de comunicación y coordinación a través de las cuales las actividades interdepartamentales alcanzarán objetivos determinados.
6. Disponer el trabajo del personal interno y externo de manera que la misión de la empresa se lleve a cabo de forma óptima.

2.1.4.2 Los Responsables de la Calidad

Es deber del que trabaja el producto, controlar la calidad al mismo tiempo. Algunas empresas, debido al método clásico de la inspección, han desplazado la responsabilidad sobre la calidad del operario al inspector o supervisor. Es un grave error, porque una buena calidad no depende de una buena inspección por parte de los supervisores, sino de una buena fabricación.

2.1.4.3 ¿Qué es el Departamento de Control de la Calidad?

El Control de la Calidad no es más que un órgano staff que asesora y ayuda a la dirección o a producción proporcionándole la información a su debido tiempo sobre las causas perturbadoras de la calidad. Es decir, el departamento de Control de la Calidad se limita a su labor de información y carece de autoridad para modificar el proceso de fabricación, ya que éste corresponde al mando ejecutivo.

2.1.4.4 Tareas que debe efectuar el departamento de Control de la Calidad

Constituyen cuatro tareas fundamentales:

TAREA	ACTIVIDAD
PREVENTIVA	Estudio de la capacidad del proceso. Gráficos de Control en el proceso. Gráficos de Control para el nivel de calidad. Planes de muestreo para la aceptación de material.
CONFORMIDAD	Inspección en la recepción. Inspección en el proceso. Inspección en los productos acabados. Comprobación de los calibres y medios de ensayos. Pruebas y ensayos
CORRECTIVA	Estudio de reclamaciones. Revisión de calidad para su mejora. Búsqueda de los fallos. Proporcionar los datos con su correcta interpretación
SEGURIDAD	Control de salida de productos. Estudio económico del costo de la calidad. Comparación de calidad con otras empresas. Precisión en la inspección. Adiestramiento del personal.

Tabla 2: *Tareas del Departamento de Control de la Calidad*

Fuente: Elaboración Propia

2.1.4.5 Gestión de la actividad humana

Un punto clave del proceso de dirección es el establecimiento y mantenimiento de un clima de trabajo que aliente y haga posible que el comportamiento de los empleados contribuya a un efectivo rendimiento individual y de la organización. Sólo la dirección puede crear las condiciones que hagan posible que los operarios controlen los procesos en los que actúan y que participen en los proyectos que intentan conseguir nuevos niveles de calidad. A su vez, el trabajo debe proporcionar a cada operario una retribución significativa.

2.1.5 Inspección

La palabra inspección tiene tantos significados que una definición precisa ha de preceder a cualquier análisis crítico. Inspección siempre incluye la evaluación de la calidad de alguna característica comparándola con la norma. Esta evaluación puede ser descrita como el acto de inspección y consiste en las siguientes operaciones realizadas sobre cada una de las características de la calidad:

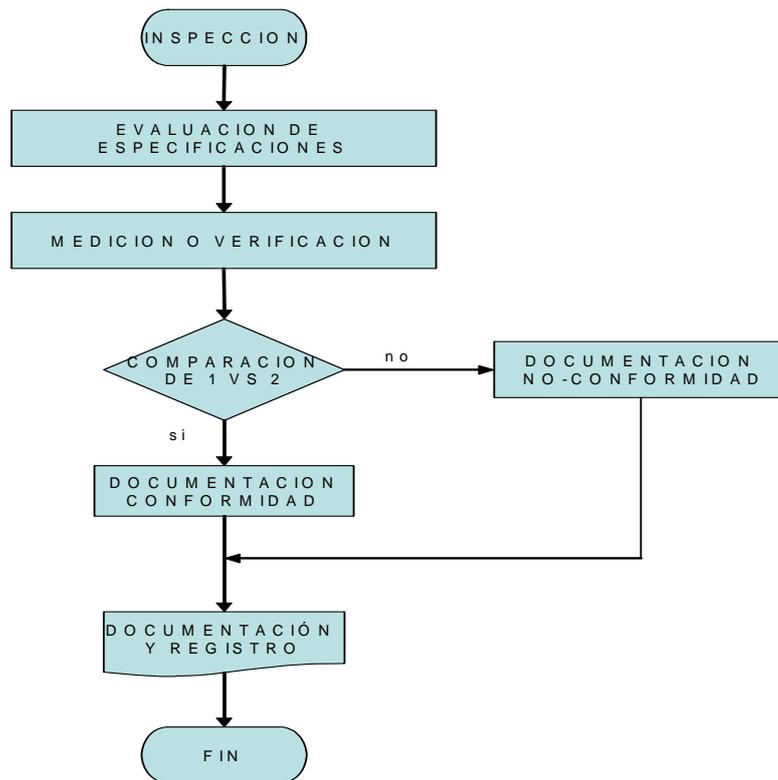


Figura 2: Actividades del Proceso de Inspección.

Fuente: Elaboración Propia

Cada una de las palabras claves del flujograma anterior están asimismo sujetas a variación. La palabra especificación es utilizada en el sentido genérico de norma para la característica, y puede consistir en una descripción escrita, un plano, una fotografía, una muestra física.

El término medición es usado en el sentido genérico de evaluación.

Existen dos clases de inspección:

1. **Inspección directa** es el control directo por parte de los inspectores del proceso de fabricación. El medio más eficaz para analizar los resultados de la calidad es el gráfico de control. El inconveniente de esta inspección es que el operario no comprende el gráfico de control, desconociendo la calidad que él fabrica, mientras se siente controlado y vigilado.
2. **Inspección indirecta** consiste en que el control del proceso es llevado por el mismo operario, quedando la comprobación para el inspector. El operario juzga la calidad y modifica el reglaje si es necesario. Este control es más económico y puede emplearse con gran eficacia si se les da a los operarios los conocimientos de las técnicas y medios suficientes para producir artículos de calidad.

2.1.6 Etapas del control de la calidad en una empresa

En el control de calidad de una empresa deben hallarse tres secciones distintas y primordiales según el cuadro:

ETAPA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO
1. Control de recepción	Se realiza al recibirse lotes provenientes de las empresas suministradoras o bien, el que se efectúa al final de cada operación de fabricación, dentro de la empresa antes de pasar a otra sección u otra operación. Esto trae como consecuencia un análisis exhaustivo de la clase de proveedor: calidad del producto, tiempo de entrega, precios y cantidad de material recibido, etc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decidir sobre la aceptación o rechazo de un lote considerando el cumplimiento o no de las especificaciones. 2. Controlar o juzgar el proceso de fabricación a partir de evaluaciones o inspecciones de cada lote producido para comprobar la calidad.
2. Control en el proceso productivo	El diseño del producto a elaborar marca la pauta a seguir para satisfacer las necesidades del consumidor. Pero a parte de la concepción del diseño, se requiere la elaboración en conjunto de las distintas etapas productivas, metodológicas, etc., que garanticen	<p>Proveer información para asistir a los supervisores y operarios de producción, garantizando la elaboración de producto acorde con las especificaciones.</p> <p>Prever cuáles, dónde e incluso</p>

	que el producto en la fabricación continua obtenga las mismas características del diseño, siendo indispensable la planificación y organización de un plan, para controlar, medir y lograr la calidad de diseño del producto.	en qué instante se podrán presentar productos defectuosos.
3. Control del producto terminado	Si se supone que el control de recepción de materia prima ha sido llevado a cabo eficientemente y que durante el proceso se aplicaron las técnicas más apropiadas, disminuyendo la probabilidad de fallas o unidades defectuosas producidas, no es indicativo de que el producto final posea una calidad adecuada por lo que deberá evaluarse; claro está que si las dos primeras etapas de control han sido realizadas con eficacia, el control sobre el producto final habrá de disminuirse y los procedimientos evaluativos así como todas las actividades de control se ejecutarán de forma más sencilla.	Garantizar la continuidad de la calidad en la producción para así asegurar que el cliente reciba un producto acorde con las exigencias de él, y el cual refleje el grado de conformidad con las normas técnicas.

Tabla 3: *Etapas del Control de la Calidad*
Fuente: Elaboración propia.

2.1.7 Organización Internacional de la Normalización (ISO)

A menudo la industria tenía que justificar en forma repetitiva ante sus clientes nacionales e internacionales sus métodos y procedimientos en materia de calidad,

todo esto generalmente a un costo considerable. Con el desarrollo del comercio internacional, se hizo obvia la necesidad de contar con un conjunto común de normas de calidad aceptables universalmente.

En sus inicios, existieron una gran cantidad de filosofías dirigidas al mejoramiento continuo de la calidad, las cuales utilizaban diferentes métodos y procedimientos que permitían demostrar al cliente cómo se lograba la calidad deseada. Debido a esto se vieron en la necesidad de normalizar la forma de asegurar la calidad por medio de un organismo que logrará crear una forma común de conseguir el establecimiento de sistemas de calidad que garantizará la satisfacción de las necesidades y expectativas de los consumidores; creándose así la Organización Internacional de la Normalización (ISO).

A comienzo de la década de los 80, la ISO estableció una serie de comités técnicos a nivel internacional. Sus propuestas se vieron concluidas siete años más tarde. Hoy por hoy conforman el núcleo de la serie ISO-9000 de normas para la gestión del aseguramiento de la calidad. En realidad, las normas ISO-9000 son una recopilación mundial de las mejores prácticas en materia de calidad, las cuales han sido desarrolladas por consenso internacional.

Las normas implican una especificación con respecto a la cual se puede medir o valorar algo (para establecer si algo se encuentra dentro de la norma). Si alguna cosa es una norma de nuestra comunidad, sabemos que está de conformidad con las especificaciones convenidas y que la hacen apropiada. La norma que no se puede evaluar no tiene uso práctico, ya que no sabemos si estamos cumpliendo o no con una norma.

Las normas ISO-9000 son documentos que establecen los requisitos del sistema de calidad, la forma en que estos deben de ser implantados y los lineamientos que definen los conceptos de calidad, para la selección y el uso de las normas, para la gestión y el aseguramiento de la calidad. Las mismas se constituyen a partir de la filosofía general de las normas para los sistemas de la calidad, según las características, los tipos existentes, dónde y cuándo se usan mejor; y además describe

los elementos que deben incorporar los modelos para el aseguramiento de la calidad. Las normas desarrolladas por la organización ISO, están dirigidas a generar el sistema de calidad y no la de un producto específico.

2.1.7.1 Antecedentes

Para la década de los 20, se realizaban inspecciones a todos y cada uno de los lotes como medio utilizado para garantizar la calidad en los productos, generando costos excesivos al producto. A partir de la segunda guerra mundial, los militares crearon un sistema para la evaluación de la calidad de armas y municiones bajo el nombre de NORMAS 100. Estas inspecciones de calidad se llevaban cabo a través de técnica de muestreo, para lo cual crearon un conjunto de tablas estadísticas de muestreo, donde seleccionaban el número de lotes a inspeccionar. El tamaño de la muestra y otros ítems.

En Venezuela excepcionalmente se utilizaron sistemas normalizados para evaluar empresas en 1975, en primer lugar por parte de PDVSA, a través de INTEVEP, organismo que desde 1978 comenzó a evaluar y hacer seguimiento a la organización para la calidad de sus proveedores. Para ello se diseñó un sistema normalizado basado en las normas SCA (Asociación Estándar Canadiense).

El uso de estas normas, con las cuales se habían realizado más de 5000 evaluaciones hasta 1990, sentó las bases para que un importante número de empresas aprendieran a utilizar los manuales normalizados, los cuales han preparado para obtener con mayor facilidad la certificación ISO 9000. Para 1990 la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN adoptó la serie ISO 9000.

2.1.7.2 Cronología de la ISO-9000

1946, se funda la ISO, teniendo como sede Ginebra, Suiza, con la misión de desarrollar y promover estándares a nivel mundial.

1968, se crea la NORMA MIL-Q-9558.

1971, se crean las NORMAS 05-20.

1979, se crean las NORMAS BS5750, normas Británicas.

1980, a comienzos de este año, ISO designa una serie de comités técnicos para trabajar en el desarrollo de normas comunes que fuesen aceptadas universalmente.

1986, se publica la norma de Aseguramiento de la Calidad-Vocabulario (ISO 8402).

1987, se publica la ISO serie 9000.

1990, la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN adopta la serie ISO 9000, inicialmente llamada COVENIN 3000, para luego pasar a ser COVENIN ISO 9000.

1992, la Comunidad Económica Europea exige a sus proveedores que sean auditados y certificados bajo los lineamientos de la ISO 9000. Se realiza la primera revisión a la normas.

1993, es reconocido FONDONORMA como organismo de certificación de la calidad.

1994, fue publicada la revisión de las normas, estableciendo una frecuencia de revisión y actualización de cinco años.

2.1.7.3 Descripción de las normas

Este introduce los ocho principios de gerencia de la calidad en los cuales los estándares del sistema de gerencia de la calidad de la serie revisada de la ISO 9000:2000 se basan. Los principios se derivan de la experiencia y del conocimiento colectivo de los expertos internacionales que participan en la gerencia técnica del comité ISO/TC 176, de la calidad de la ISO y la garantía de calidad, que es responsable de desarrollar y de mantener los estándares de la ISO 9000.

Principio 1, Foco de Cliente.

Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deben entender las necesidades del cliente, tanto las actuales como las futuras, además deben resolver requisitos del cliente y esforzarse por exceder las expectativas del cliente.

Ventajas dominantes:

Cuota creciente del crédito y de mercado obtenida con respuestas flexibles y rápidas a las oportunidades del mercado.

Eficacia creciente en el uso de los recursos de la organización de realzar la satisfacción de cliente.

Lealtad mejorada del cliente que conduce para repetir negocio.

La aplicación del principio del foco de cliente conduce típicamente a:

Aseguran de que los objetivos de la organización estén ligados a las necesidades y a las expectativas del cliente.

Necesidades y expectativas del cliente que se comunican a través de la organización.

Satisfacción del cliente que mide y el actuar en los resultados.

Relaciones sistemáticamente de manejo del cliente.

Asegurar un acercamiento equilibrado entre los clientes de satisfacción y otros partidos interesados (tales como dueños, empleados, surtidores, financieros, comunidades locales y sociedad en su totalidad).

Principio 2, Dirección.

Los líderes establecen la unidad del propósito y la dirección de la organización. Deben crear y mantener el ambiente interno en el cual la gente puede hacer completamente implicada en la realización de los objetivos de organización.

Ventajas dominantes:

La gente entenderá y será motivada hacia las metas y los objetivos de la organización.

Las actividades se evalúan, se alinean y se ponen en ejecución de una manera unificada.

La comunicación entre los niveles de una organización será reducido al mínimo.

La aplicación del principio de la dirección conduce típicamente a:

Establecer una visión clara del futuro de la organización.

Fijar metas y blancos desafiantes.

El crear valores compartidos que sostienen, imparcialidad y modelos éticos del papel en todos los niveles de la organización.

Establece confianza y la eliminación del miedo.

Inspirando, animando y reconociendo las contribuciones de la gente.

Principio 3, Implicación de la Gente.

La gente en todos los niveles es la esencia de una organización y su implicación completa permite sus capacidades de ser utilizado para la ventaja de la organización.

Ventajas dominantes:

Gente motivada, confiada e implicada dentro de la organización.

Innovación y creatividad en fomentar los objetivos de organización.

Gente que es responsable de su propio funcionamiento.

Personas impacientes por participar adentro y contribuir a la mejora continua.

La aplicación del principio de la implicación de la gente conduce típicamente a:

Personas que entienden la importancia de su contribución y el papel en la organización.

Personas que identifican apremios a su funcionamiento.

Personas que aceptan los problemas y la responsabilidad de solucionarlos.

Personas que comparten libremente conocimiento y experiencia.

Personas abiertas a discutir problemas y soluciones.

Principio 4, Acercamiento del Proceso.

Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se manejan como proceso.

Ventajas dominantes:

Costos más bajos y duraciones de ciclo más cortas con el uso eficaz de recursos.

Resultados mejorados, constantes y fiables.

Oportunidades enfocadas y dadas la prioridad de la mejora.

La aplicación del principio del acercamiento de proceso conduce típicamente

a:

Sistemáticamente definiendo las actividades necesarias para obtener un resultado deseado.

Establecer responsabilidad y la responsabilidad claras para las actividades dominantes de manejo.

El analizar y el medir de la capacidad de las actividades dominantes.

Identificar los interfaces de las actividades dominantes en y entre las funciones de la organización

Centrándose en los factores tales como recursos, métodos, y materiales que mejorarán las actividades dominantes de la organización.

Riesgos, consecuencias e impactos de evaluación de actividades en clientes, suministradores y otros partidos interesados.

Principio 5, Acercamiento de Sistema a la Gerencia.

El identificar, la comprensión y los procesos correlacionados de manejo como sistema contribuye a la eficacia de la organización en la realización de sus objetivos.

Ventajas dominantes:

Integración y alineación de los procesos que alcanzarán lo mejor posible los resultados deseados.

Capacidad de centrar esfuerzos en los procesos dominantes.

Abastecimiento de confianza a los partidos interesados en cuanto a la consistencia, la eficacia de la organización.

La aplicación del principio del acercamiento de sistema a la gerencia conduce típicamente a:

Estructuración de un sistema para alcanzar los objetivos de organización de la manera más eficaz y eficiente.

Entender las interdependencias entre los procesos del sistema.

Acercamientos estructurados que armonizan e integran procesos.

Proporcionando una comprensión mejor de los papeles y de las responsabilidades necesarias para alcanzar objetivos comunes y de tal modo reducir barreras cruz-funcionales.

Capacidades de organización que entienden y establecen apremios del recurso antes de la acción.

Apuntando y definiendo cómo las actividades específicas dentro de un sistema deben funcionar.

Continuamente mejorar el sistema con la medida y la evaluación.

Principio 6, Mejora Continua.

La mejora continua del funcionamiento total de la organización debe ser un objetivo permanente de la organización.

Ventajas dominantes:

Ventaja del funcionamiento con capacidades de organización mejoradas.

Alineación de las actividades de la mejora en todos los niveles estratégicos de una organización.

Flexibilidad de reaccionar rápidamente a las oportunidades.

La aplicación del principio de la mejora continua conduce típicamente a:

Proveer a la gente el entrenamiento en los métodos y las herramientas de la mejora continua.

Llevando a cabo mejora continua de productos, de procesos y de sistemas, con un objetivo para cada individuo en la organización.

Establecer metas a la guía, y medidas para seguir, mejora continua.

Mejoras de reconocimiento.

Principio 7, Acercamiento efectivo a la Toma de Decisión.

Las decisiones eficaces se basan en el análisis de datos y de la información.

Ventajas dominantes:

Decisiones informadas.

Una capacidad creciente de demostrar la eficacia de últimas decisiones con referencia a los expedientes efectivos.

Capacidad creciente de repasar, de desafiar y de cambiar opiniones y decisiones.

La aplicación del principio del acercamiento efectivo a la toma de decisión conduce típicamente a:

Asegurándose de que los datos y la información sean suficientemente exactos y confiables.

Haciendo datos accesibles a los que la necesitan.

Analizar datos y la información usando métodos válidos.

Tomando decisiones y tomando la acción basada en el análisis efectivo, balanceado con experiencia y la intuición.

Principio 8, Relaciones Mutuamente beneficiosas.

Una organización y sus surtidores son interdependientes y una relación mutuamente beneficiosa realza la capacidad de ambos de crear valor.

Ventajas dominantes:

Capacidad creciente de crear el valor para ambas partes.

Flexibilidad y velocidad de respuestas comunes al mercado o necesidades y expectativas de cliente que cambia.

Optimización de costos y de recursos.

La aplicación de los principios de las relaciones mutuamente beneficiosas del surtidor conduce típicamente a:

Estableciendo las relaciones que balancean aumentos a corto plazo con consideraciones a largo plazo.

Reunión de la maestría y de los recursos con los socios.

Identificando y seleccionando a surtidores dominantes.

Comunicación clara y abierta.

Compartir la información y los planes futuros.

Establecer actividades comunes del desarrollo y de la mejora.

Inspirando, animando y reconociendo mejoras y logros de los surtidores.

FAMILIA ISO 9000

NORMA	AÑO	CONTENIDO
8402	1986	Gestión y aseguramiento de la calidad
9000	1987	
9000-1	1987	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 1
9000-2	1993	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 2
9000-3	1991	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 3
9000-4	1993	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 4
9001	1987	Sistema de calidad

9002	1987	Sistema de calidad
9003	1987	Sistema de calidad
9004-1	1987	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 1
9004-2	1991	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 2
9004-3	1993	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 3
9004-4	1993	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 4
9004-6	PT	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 6
9004-7	PNI	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 7
9004-8	NP	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 8
PC = Proyecto de comité ; PT = Proyecto de trabajo		
10011-1	1990	Lineamientos para auditar sistemas de calidad- Parte 1
10011-2	1991	Lineamientos para auditar sistemas de calidad- Parte 2
10011-3	1991	Lineamientos para auditar sistemas de calidad- Parte 3
10012-1	PT	Requerimiento de aseguramiento para equipos de medición
10013	PNI	Lineamientos para la elaboración de manuales de calidad
10014	PT	Aspectos económicos de la calidad

10015	NP	Educación continua y lineamientos para la capacitación
-------	----	--

Tabla 4: *Familia ISO 9000.*

Fuente: COVENIN, Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN-ISO 9001:2000. Sistema de Gestión de la Calidad

2.1.7.4 Beneficios

1. **Tipo externo:** las compañías más grandes (que son en casi todos los mercados principales compradores) han formalizado los sistemas de la calidad y muchas se encuentran certificadas con la ISO 9000.

El control de proveedores es elemento vital de todo sistema de gestión de la calidad. Esto se traduce en la exigencia de que los proveedores se encuentren certificados con la ISO 9000, por lo tanto la razón más poderosa para buscar la certificación ISO 9000 es que sin ella, la compañía tendrá que dejar a algunos de sus principales clientes. Puede erigirse en una condición para la supervivencia, además de que si los clientes actuales exigen la certificación, es muy probable que lleguen nuevos negocios como resultado del éxito en el registro. Esto podría permitir a una compañía pequeña, dar el salto de ser proveedores de clientes correspondientes a su tamaño, a ser proveedores de grandes compañías, debido a que la certificación, por lo general, eleva la situación de la calidad de una empresa, pues genera y fortalece la confianza entre el cliente y el proveedor, generándose una ganancia positiva de nuevos negocios. Además se podrán lograr nuevos clientes en muchos países, ya que la norma de la calidad es reconocida en el ámbito internacional; proporcionándole a la empresa credibilidad y refortalecimiento de su imagen.

2. **Tipo interno:** estos beneficios se encuentran ligados con “hacerlo bien desde la primera vez”, al reducir las pérdidas, el trabajo repetitivo y el tiempo ocioso en programas precisos, impulsando a los empleados de la empresa a conseguir el mejoramiento continuo. Al crear un sistema normalizado se optimizan las operaciones y procesos que la empresa realiza, permitiendo aumentar su

eficiencia además se obtiene como consecuencia una disminución significativa de los costos.

2.1.8 Implantación del Sistema de Calidad

Las normas ISO no explican la forma de implantar el sistema, sin embargo, indica el trabajo a realizar en cada una de las funciones de la empresa con el objeto de lograr su mejoramiento. Estos lineamientos deben ser seguidos por cualquier empresa que desee tener un mejoramiento significativo en todos sus procesos, independientemente que requiera o no obtener la certificación ISO 9000.

Para lograr la implantación de un sistema de calidad exitoso, regido por las normas ISO 9000, se deberá conseguir la compenetración de todas y cada una de las personas involucradas con la calidad, es decir, todo el personal de la empresa; además, se deberán cumplir los siguientes pasos:



Figura 3: *Pasos para la Certificación ISO 9001-2000*

Fuente: Elaboración Propia

2.1.8.1 Decisión y compromiso gerencial

El compromiso gerencial es el primer paso a ser dado para la implantación exitosa del sistema de calidad, bajo los lineamientos de la norma ISO 9000. Este paso es tan importante que no sería conveniente iniciar la implantación del sistema hasta que exista un verdadero convencimiento por parte de la alta gerencia de que es una

necesidad para sentirse comprometido a llevarlo a cabo. Este compromiso debe demostrarse en todas las acciones que realiza a diario involucrándose en cada una de las fases del proceso, debe elaborar y publicar, a todo el personal de la empresa la política de calidad, además de efectuar un seguimiento en los avances del proceso, revisión, aprobación y puesta en marcha de nuevos procedimientos prestando los recursos necesarios.

Existen dos causas para adoptar el compromiso; la primera se produce cuando se presenta la exigencia por parte del cliente hacia su proveedor de adoptar y poner en práctica un sistema que garantice la calidad de los productos ofertados, y la segunda causa corresponde al convencimiento por parte de la propia gerencia con respecto a la necesidad de mejoramiento, siendo ésta la más efectiva a largo plazo.

2.1.8.2 Diagnóstico del sistema de la calidad

Es importante señalar que el diagnóstico no debe ser confundido con la auditoria de calidad, ya que la función principal del mismo es conocer las condiciones actuales de la empresa para la implantación del sistema ISO.

La metodología a seguir para el levantamiento de la información se puede basar en las entrevistas, observaciones de los procesos, revisión de registros y cuestionarios de opiniones.

Las entrevistas están dirigidas frecuentemente a la alta gerencia, donde se deberán tocar algunos puntos que puedan dar a conocer el clima organizacional y los procesos de la empresa. Algunos de estos aspectos son:

Nombre del entrevistado.

Cargo que ocupa.

Tiempo en el cargo.

Número de subordinados.

Relación con sus subordinados.

Jefe directo.

Relación con su jefe.

Conocimiento de la misión y política de calidad de la empresa.

Existencia de conflictos en su departamento.

Factores que obstaculizan realizar una mejor labor en este departamento.

Debilidades y fortalezas del departamento, etc.

Los aspectos anteriores que sirven de guía en la entrevista, están orientados a conocer el clima organizacional y los procesos de la empresa. Para lograr evaluar con éxito los procesos operativos presentes en la empresa, también se deberá efectuar una guía que contemple la información básica de las principales actividades que son efectuadas en cada departamento.

Las observaciones de los procesos y la revisión de los registros se realizan para verificar la información de las entrevistas, y por último, se realizarán encuestas para contemplar la información en los casos en que, por las dimensiones de la empresa, se requiera.

El diagnóstico concluye con la presentación del informe final, el cual es un documento para ser consultado constantemente y revisar los avances obtenidos, elaborándose finalmente un perfil que permita determinar a simple vista las áreas donde será necesario realizar los mayores esfuerzos.

2.1.8.3 Formación del comité directivo

La implantación del proceso de mejoramiento continuo bajo los lineamientos de la norma ISO 9000, requiere de una organización que planifique y dirija las acciones que se quieran emprender. Se requiere de una organización conformada por el presidente o gerente general además de todos los directivos que le respondan en forma directa, para que planifiquen y dirijan todas las acciones que sean necesarias

para lograr implantar un proceso de mejoramiento continuo. Entre estas funciones se encuentran:

FUNCIONES DEL COMITÉ DIRECTIVO

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Establecer y difundir la política y los objetivos de calidad.➤ Nombrar al representante de la dirección.➤ Planificar las actividades a realizar.➤ Verificar y hacer seguimiento a las acciones tomadas.➤ Aprobar los recursos requeridos para los avances del proceso.➤ Motivar a todo el personal para lograr una participación activa en el desarrollo del sistema. |
|--|

Tabla 5: *Funciones del Comité Directivo*
Fuente: Elaboración Propia.

2.1.8.4 Formación de equipos de proyectos

Para lograr con el cumplimiento de todas las cláusulas presentes en las normas contractuales, es recomendable la conformación de un equipo humano integrado por el personal que trabaja en el área relacionada con el contenido o requisito de la cláusula.

2.1.8.5 Planes de acción

El objetivo principal de los planes de acción es la facilitación del seguimiento de las actividades relacionadas con el avance del proceso. Esto puede ser realizado por medio del uso de un documento que permita el seguimiento a cada una de las cláusulas, donde serán identificados los responsables de cada cláusula, además de la fecha de inicio y final del proceso. Junto a esto se colocará el avance logrado de forma porcentual según una escala:

25%, se realiza la actividad pero no existe documentación que la respalde.

50%, se realiza la actividad, existen procedimientos escritos pero no hay evidencia de que realizan los procesos de acuerdo a lo escrito.

75%, se realizan las actividades, hay procedimientos escritos y evidencias de que se siguen, pero no son realizadas adecuadamente para iniciar acciones de mejoramiento.

100%, se realiza la actividad, hay procedimientos escritos y evidencias de que se cumplen además de ser analizadas frecuentemente para iniciar acciones de mejoramiento.

Otro documento recomendado es el de actividades o tareas a desarrollar en donde el responsable de implantar la cláusula indica paso a paso todas las actividades que se deben cumplir hasta la finalización de la misma.

Otros aspectos a ser considerados son la aplicación de normas de seguridad, así como la identificación y eliminación de las condiciones inseguras que puedan existir en la empresa. Así mismo se debe planificar el inicio de un sistema de costos de calidad que permitan identificar y cuantificar los costos del desperdicio al igual que lo invertido en acciones preventivas.

2.1.8.6 Revisión y elaboración de la documentación

Para garantizar un buen proceso en la elaboración de los documentos correspondientes al sistema de calidad, se deberá realizar un análisis de todos los procesos presentes en la empresa, a fin de lograr identificar aquellos procesos que puedan afectar la calidad del producto o servicio. Se elaborará un flujo grama para cada uno de ellos, determinando en cada actividad los documentos requeridos para garantizar el buen funcionamiento del proceso. Entre los documentos a elaborar se encuentran los planes de calidad, procedimientos, instrucciones de trabajo, registros de calidad.

En base al análisis realizado se determinan los documentos existentes y faltantes, estableciendo planes de acción para efectuar su elaboración.

2.1.8.7 Proceso de certificación

Cuando la gerencia de la empresa considere que el sistema de calidad ya está adecuado a los requisitos del modelo contractual aplicable, solicitará ante el organismo certificador el inicio del proceso de certificación. Se recomienda a la

empresa que realice los trámites de certificación a través de FONDONORMA, organismo reconocido por la organización ISO.

Cuando la empresa seleccione su organismo certificador, debe ponerse en contacto con éste, a fin de que sea enviado un listado de los recaudos requeridos para el proceso de certificación, así como otros requisitos particulares del organismo seleccionado.

En el caso que nos ocupa el Manual de Gestión de la Calidad con los procedimientos establecidos en este trabajo, serán las bases para presentar, por parte, del ente certificador.

2.2 Aspectos Generales del Proceso de Pruebas, Verificación y Validación de Sistemas de Aire Acondicionado

2.2.1 Etapas del proceso de verificación, validación y pruebas

El Proceso de verificación, pruebas y validación, también llamado “commissioning”, es una actividad dinámica en la que se ponen a prueba todos los componentes del sistema, así como también su funcionamiento e interacción con los demás componentes, se diferencia de una inspección, en su alcance y quien la ejecuta. Como proceso de aseguramiento de la calidad de la instalación requiere de la documentación de todas las fases por un tercero independiente de la compañía que realiza la instalación.

El objetivo de esta actividad es garantizar y certificar que el sistema ha sido correctamente diseñado, instalado y que excede sustancialmente las exigencias y expectativas del cliente y del usuario final.

Dependiendo del proyecto pudiera abarcar las siguientes fases:

- ↳ Prediseño
- ↳ Diseño
- ↳ Instalación o construcción
- ↳ Aceptación
- ↳ Post-Aceptación

En el siguiente cuadro se muestran algunas de las actividades correspondientes a cada fase:

FASE	ACTIVIDAD
Pre-diseño	<ul style="list-style-type: none"> · La verificación, prueba y validación son parte integral del proyecto · El propietario decide quien ejecuta el proceso · Desarrollo de cronograma y alcance de las actividades del proceso · El encargado del proceso revisa el diseño en su fase preliminar
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> · Revisión del Diseño · Establecer las especificaciones y responsabilidades · El encargado realiza el plan de actividades · Se establecen los tiempos de duración del trabajo
Instalación/ Construcción	<ul style="list-style-type: none"> · Revisión de las especificaciones · Actualización del cronograma de actividades · Coordinación de las actividades de acuerdo al cronograma del proyecto · Elaboración de la documentación de las verificaciones y arranque del sistema. · Realiza el balanceo, pruebas y documentación de todos y cada uno de los componentes del sistema.
Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> · Se realizan las pruebas de desempeño funcional de todo el sistema. · Capacitación del personal en la Operación y Mantenimiento de los componentes del sistema. · Se realiza el registro de todas las actividades.
Post- Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> · Se corrigen las fallas y las deficiencias encontradas. · Se realizan las pruebas que no se llevaron a cabo anteriormente.

Tabla 6: Fases del proceso de Verificación, pruebas y Validación.

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Requerimientos del proceso

Los requerimientos del proceso están enfocados a los sistemas de aire acondicionado, ventilación (HVAC) y a los sistemas de control asociados. Adicionalmente estas calificaciones y requerimientos pueden ser aplicables a otros sistemas, como por ejemplo el sistema eléctrico.

En esta parte del proceso debe haber en el equipo un personal técnico que esté entrenado en el área que haga falta, en el caso de que exista un sistema

que no pueda ser verificado y probado por una misma persona.

Entre los requisitos para realizar el proceso antes descrito es necesario:

- Tener experiencia en la prueba, diseño, especificación, instalación de sistemas mecánicos de aire acondicionado, control y otros sistemas.
- Capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios, elaboración de pruebas de rendimiento funcional y excelentes herramientas de comunicación verbal y escrita.
- Experiencia en el diseño e instalación de sistemas de control automatizados (Control Directo Digital) y sistemas de manejo de la energía.
- Debe estar familiarizado con la tecnología actual y con los procedimientos.
- Conocimiento y experiencia de los procedimientos de balanceo y pruebas de los sistemas.(Balanceo de flujos de aire en ducteria- Balanceo hidrónico)
- Experiencia en la ejecución de planes de adiestramiento de personal para la operación y mantenimiento de los equipos y sistemas instalados.

Además de las calificaciones técnicas necesarias para realizar el proceso es necesaria la conformación del un equipo en el que fluya sin problemas la comunicación y se de la cooperación entre todas las personas involucradas con el proyecto. Como todo equipo debe tener un coordinador y normalmente entre los miembros que integran el grupo de trabajo están:

1. El dueño de la obra.
2. Arquitecto
3. Ingeniero eléctrico.
4. Ingeniero Mecánico
5. Contratista de Mecánica (Técnico electromecánico)
6. Contratista de los controles.(Representante)
7. Contratista de Ductería.(Representante)
8. Gerencia de la obra.(Representante)
9. Coordinador de las pruebas.
10. Personal de Operación y mantenimiento.

2.2.3 Alcances del proceso de Proceso de verificación, pruebas y validación

Este proceso abarca todos los componentes del sistema de aire acondicionado, esto trae como beneficio que cada uno de los componentes son verificados, exhaustivamente mediante pruebas de desempeño funcional brindando una metodología para la certificación y validación de los sistemas instalados, pues son estas pruebas el fundamento del proceso.

2.2.4 Aplicaciones del proceso de verificación, pruebas y validación.

El proceso de verificación, pruebas y validación (Commissioning) no solo puede ser aplicado a los sistemas de aire acondicionado. Siguiendo el mismo principio se puede realizar dicho proceso en los siguientes sistemas :

- Iluminación
- Sistema eléctrico
- Sistema contra incendio
- Presurización de espacios en ambientes limpios.
- Sistema de control de ascensores
- Plantas de generación de energía eléctrica.
- Campanas de flujo laminar en laboratorios y quirófanos.
- Gases medicinales.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la Investigación

Este Trabajo Especial de Grado, es una investigación experimental, de tipo Proyecto Factible, basado en una investigación de campo tipo descriptivo y documental, realizada mediante la observación directa.

Según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2001), el Proyecto Factible “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades” (p.7).

Es una investigación de campo porque, según Sabino (1986), “se refiere a los métodos a emplear cuando los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo” (p.77). El nivel de la investigación es descriptivo, según Sabino (1986) porque “consiste en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura y comportamiento” (p.51).

En este caso, el estudio es un Proyecto Factible porque propone una serie de protocolos para la verificación, pruebas y validación de sistemas de aire acondicionado que funcionan con agua helada (ver anexo 1) para la empresa Servicios Integrales Integ de Venezuela, elaborado como aporte a esa empresa de ingeniería, gestionada y administrada por ingenieros mecánicos a objeto de incorporar como valor agregado a su formación todas las herramientas que brindan los sistemas de gestión de la calidad y de certificación según el sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000.

Es una investigación de campo porque la información que se analiza se obtiene directamente de los actores involucrados en la investigación. Es descriptiva porque los resultados obtenidos definen de manera directa la realidad.

El diseño que se empleó para el logro de los objetivos definidos en este trabajo estuvo definido en tres fases:

3.1.1 Fase I: Diagnóstico

- Observación: de las actividades del personal técnico y profesional que trabajó en las referidas instalaciones para familiarización con los trabajos realizados y las tareas ejecutadas por el personal.
- Diagnóstico de situación: para determinar cuales eran las herramientas (protocolos) de registro y documentación necesaria para el mejoramiento de la calidad de las actividades realizadas

3.1.2 Fase II: Elaboración de Protocolos

- Documentación: mediante la búsqueda de la normativa y técnica de los métodos de prueba correspondientes para la elaboración de protocolos de pruebas para elaborar los formatos de pruebas verificación y validación de los sistemas y equipos componentes de la instalación.
- Elaboración. De los protocolos para la verificación, pruebas y validación mediante el seguimiento del siguiente diagrama de proceso:

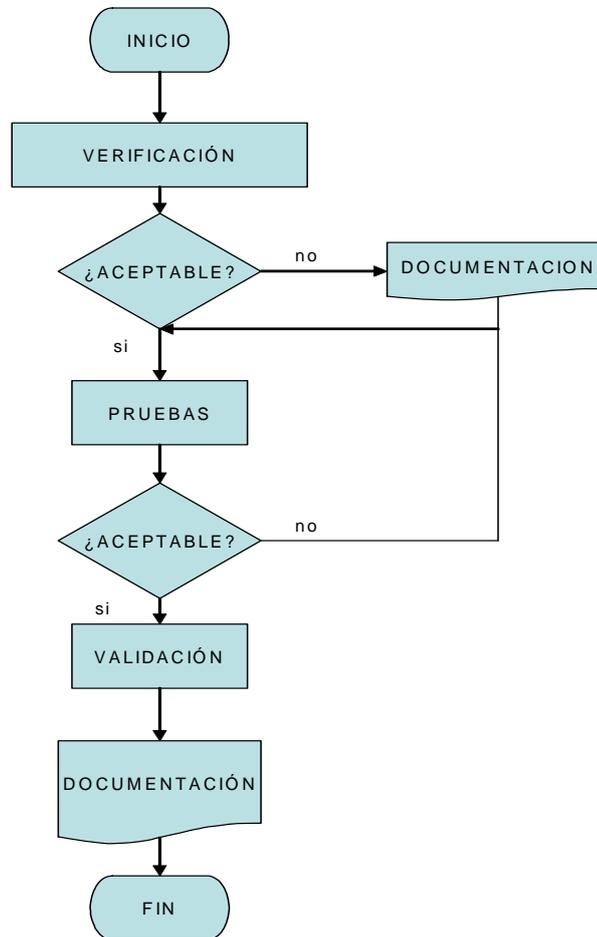


Figura 4: Diagrama de flujo del proceso de Verificación, pruebas y validación de los sistemas.

Fuente :Elaboración Propia

En la figura mostrada se muestra como es el flujo del proceso en estudio: Luego de definir el sistema que se va a estudiar, se da inicio a la actividad que comienza por la verificación y comparación con los requerimientos del proyecto, si en el sistema o equipo existiera alguna discrepancia con el proyecto, se debe documentar y se pasa a las pruebas del mismo, si estas, según el criterio de aceptación y el tipo de prueba dependiendo del equipo, resultan aceptables, se procede a validar el sistema o equipo, en el caso contrario de que las pruebas resultarán insatisfactorias se hace un reporte con los resultados obtenidos, se realizan

todas las correcciones y se vuelve a probar el equipo hasta obtener los resultados deseados a fin de validar la operación y el desempeño de la unidad.

Los protocolos generados en este trabajo con el propósito de lograr cumplir con los objetivos propuestos, están estructurados de la siguiente manera:

Para cada sistema o equipo se generó un formato de verificación y prueba que contiene la siguiente información basada en la documentación técnica de la ASHRAE en su Handbook. 2000 HVAC Systems And Equipment y de la American Air Balance and Testing Council (AABC). De toda la información técnica recogida se diseñaron los protocolos según el siguiente esquema organizativo:

Tipo de Equipo: en esta sección debe aparecer que equipo se verifica o prueba. Completar el campo con el tipo de equipo y ubicación en la obra.

Datos de la Obra: en esta sección se debe rellenar con el nombre del proyecto u objeto de la licitación, ubicación geográfica, fecha, todos los nombres, firmas y cargos de las personas con experiencia en la actividad, involucradas en la realización de las verificaciones y pruebas. de acuerdo a lo expuesto en la sección de requerimientos del proceso objeto de este trabajo.(sección 2.2.2 Requerimientos del proceso)

Sección de notas generales: con algunas especificaciones dependiendo del equipo y de la verificación o prueba.

Características de la Instalación: donde se recoge toda la data técnica de los equipos instalados (datos de placa) y cuyo criterio de aceptación se definió por el hecho de que debe ser acorde con las especificaciones del proyecto

- **Verificación de la Instalación:** en esta parte de del trabajo se recogen los datos de operación de los equipos como lo son amperaje, voltaje, temperaturas, velocidades (rpm), caudales, entre otras, con el fin de tener un registro de la realidad.

- **Calibración de los controles:** para verificar que los controles instalados están correctamente instalados y funcionan tal como es debido, se diseñó esta sección para registrar los valores de las variables que intervienen en el desempeño del sistema para saber en que medida las variables que intervienen en el sistema están siendo censadas e indican las condiciones en que operan los equipos para así controlar su funcionamiento.

- **Verificación de desempeño funcional:** este es uno de los protocolos de mas importancia porque en el mismo se describe el sistema, se prueba la operación de los equipos y su relación con los otros, los modos en que operan y se verifican las secuencias de control, encendido, apagado, se miden las variables de operación, temperaturas, humedad, presión. La aceptación de la verificación de desempeño funcional está sujeta a que debe estar acorde con el diseño del proyecto y que las secuencias de operación se ejecutan tal y como está establecido en la memoria descriptiva.

- **Validación de los sistemas:** luego de que se verifican, prueban y se registra toda la información requerida en los protocolos de verificación y pruebas, y estos resultan aceptables, se procede a la certificación del sistema mediante el formato de validación de los sistemas y equipos, el cual debe estar firmado con los nombres, apellidos y teléfonos de ubicación de las personas que realizan esta etapa (aceptación). (ver anexo 9)

Tomando como fundamento esta metodología de trabajo se realizaron los protocolos de los siguientes sistemas y equipos:

- **Unidades manejadoras de aire y fan coils:** en lo que se incluye la verificación de la instalación (estado de los plenums, condiciones externas de la unidad, bases antivibratorias, posición de los dampers en la ductería, voltaje, amperaje, presión estática, etc.), flujos de aire en ductos y rejillas, balanceo del sistema verificación de la ductería, pruebas de fugas, sistema de control y desempeño funcional de la unidad.
- **Unidades enfriadoras de agua (chillers):** cuyo proceso de verificación incluye la comprobación de la tubería y conexiones, la certificación de la instalación, arranque, los certificados de fábrica, capacidad de enfriamiento, datos de placa, operaciones de control, niveles de ruido y desempeño entre otras comprobaciones .
- **Sistema de Bombeo:** incluye la verificación de la red de tubería del sistema, así como también las torres de enfriamiento, siendo necesario el registro de los datos de altura dinámica total de la bomba (Ht) y el balanceo hidráulico de la red, todo esto sin olvidar las mediciones y comprobaciones del sistema de control eléctrico.
- **Ventiladores y Unidades de Volumen de Aire Variable (VAV):** en cuyos formatos se incluye información, tipo de ventilador y uso, capacidad de los ventiladores, carga estática, verificación de la instalación, datos de placa de los motores, alineación de los ejes y correas, dimensionamiento de las protecciones eléctricas del motor entre otras verificaciones.
- **Sistema de Manejo de la Energía y Control:** incluye la verificación de la instalación, cableado, equipos, prestaciones del software, pruebas de desempeño del software de control, la comprobación de las secuencias de control y comprobación de los modos de operación del sistema.

- Además de los referidos protocolos fue necesario el diseño de hojas de medición, para registrar los parámetros de funcionamiento del cada sistema.

Fase III: Implementación

1. Aplicación de herramientas e instrumentos de medición para obtener los valores de las variables físicas en estudio para la completación de los campos en los que los protocolos de prueba así lo requieran.
2. Seguimiento y evaluación: en esta etapa de implementación de los protocolos se evalúa si los mismos son aplicables de manera sencilla para la(s) persona(s) que ejecutan el proceso.
3. Análisis y mejora continua: de la implementación de estas herramientas se obtendrán una serie de registros, que nos indican si el sistema está diseñado de manera óptima y funciona como fue diseñado, además de que los resultados van a indicar si hace falta información para analizar el sistema en su totalidad, de esta manera se tendrían que hacer mejoras a cada protocolo con el fin de registrar la mayor cantidad posible del mismo.

3.2 Instrumentos y Técnicas

Para la investigación se aplicó de acuerdo a las limitaciones expuestas anteriormente como instrumento el protocolo de verificación y pruebas de fugas en ductería, y como técnica la observación y medición de las variables, en la que se fue necesario el empleo de los instrumentos de medición como manómetros, y medidor de velocidad en ductos.

Los resultados de las mediciones se presentan en forma de tabla en el protocolo para pruebas de fugas en ductos (ver anexo 9)

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta investigación se propuso como objetivo general el diseño de protocolos para la verificación de los requisitos del usuario y pruebas finales en sistemas de aire acondicionado y para dar respuesta a este objetivo, se procedió a trabajar en forma separada llegando a objetivos específicos sobre los cuales se manejaron de manera sistemática y estructurada siguiendo la metodología diseñada.

Para dar respuesta a todos los objetivos específicos propuestos se elaboraron una serie de formatos en el marco de la norma ISO 9001-2000 para que todos los protocolos estuvieran inmersos en la estandarización del proceso que se trabajó y del Sistema de Gestión de la Calidad antes nombrado.

Para poder analizar la estructura de los protocolos diseñados se procedió a realizar una tabulación para separar la estructura y determinar la funcionabilidad del producto obtenido de la aplicación de la metodología aplicada para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo.

ACTIVIDAD	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA OBTENIDA
<p>VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN</p>	<p>Esta sección es el producto de la información recopilada de la experiencia del personal técnico de la empresa, avalada y en muchos casos corregida y ampliada con la documentación especializada en el tema del aire acondicionado como lo son los manuales y handbook de la ASHRAE, de la AMCA, AABC y de la ISPE, encontrando que la información requerida para cada equipo es necesaria para tener una correcta instalación de los equipos y certificar que la calidad de la misma es óptima y excede los requerimientos más estrictos.</p>

<p style="text-align: center;">CALIBRACIÓN DE LOS CONTROLES</p>	<p>Al igual que la actividad anterior, la calibración de los controles cumple una etapa fundamental, por lo que la inclusión en cada protocolo de variables de trabajo como: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura del agua helada (suministro y retorno), temperatura del aire, humedad relativa, velocidad de giro de los motores(rpm), los setpoints, etc., son esenciales y por eso están incluidos en cada protocolo debido al hecho de que estas son las variables que controlan el sistema y de hecho la incorrecta configuración de alguno de los equipos o sensores con los que se monitorea el sistema pudiera llevar una reacción en cadena que descontrolaría el funcionamiento de una unidad comprometiendo el desempeño de la instalación. Es de vital importancia que esta etapa sea realizada antes de la puesta en marcha de cualquier instalación, esto implica que esta sección es altamente funcional y primordial antes de pasar a la siguiente actividad.</p>
<p style="text-align: center;">VERIFICACIÓN DE DESEMPEÑO FUNCIONAL</p>	<p>Esta actividad es el fundamento y corazón del proceso, su estructuración depende de cada sistema y de los equipos instalados, razón por la cual en este protocolo se dejan espacios en blancos para que la persona que realiza la verificación realice y complete la información con el mayor detalle posible, por ello el nivel de conocimiento del sistema de y de las acciones de control para garantizar que todos los equipos funcionan en armonía y certificar que se cumplen y se exceden las expectativas de funcionamiento de la instalación, haciendo que esta sección sea quizás la mas importante en la ejecución de las verificaciones.</p>

<p>VALIDACIÓN DE LOS SISTEMAS</p>	<p>Este protocolo se estructuró guardando una estrecha relación con los anteriores, debido a que siendo un proceso final, requería de que las verificaciones fueran aceptadas y las pruebas fueran satisfactorias, razón por la que en sus líneas se hace referencia a si se cumplieron las pruebas y procedimientos, en esta etapa también se incluyó las verificaciones de pre arranque y puesta en marcha de las unidades y siendo todos ítems verificados y aceptados se certifica y valida el sistema para si en un futuro algún organismo realiza una auditoria el proceso está firmemente documentado por profesionales del área.</p>
-----------------------------------	--

Tabla 7: *Análisis de la Estructura Obtenida.*

Fuente: Elaboración Propia.

Para la elaboración de toda esta documentación y estandarización del proceso fue necesario que fuera dividido el sistema de aire acondicionado en sus elementos constituyentes debido a que el estudio del sistema completo hubiese sido muy complicado realizando la integración de los componentes en las pruebas de desempeño funcional o de conjunto.

Estos protocolos son producto de un esfuerzo y de un trabajo constante en la búsqueda de información tanto a nivel de normativa aplicable, bibliografía, información de la red y de visitas a las obras para recabar la mayor información posible de los diversos sistemas y de las configuraciones existentes en los que a sistemas de aire acondicionado se refiere.

Actualmente estos protocolos están bajo mejora continua pues al igual que la normativa siempre se le esta añadiendo contenido y modificaciones y se están comenzando a adaptar para su aplicación en sistemas de expansión directa y sistemas de refrigeración.

CAPÍTULO V **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Luego de la realización del trabajo se llegó a las siguientes conclusiones del proceso:

- La calibración de los sensores es fundamental para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.
- El conocimiento de los procedimientos y de la normativa para la realización del proceso es primordial para el buen desarrollo de todas las actividades programadas para tal fin.
- Los protocolos generados dan un valor agregado a los servicios prestados por la empresa y contribuyen al mejoramiento profesional del recurso humano que en ella trabaja además de que se ven cumplidos los objetivos con la documentación del proceso de verificación, pruebas y validación.
- El proceso de verificación, pruebas y validación de cualquier instalación es fundamental para la vida de esta, pues aumenta su disponibilidad.
- La participación activa del ingeniero mecánico, en el proceso de Verificación, pruebas y Validación es esencial para asegurar la calidad de la instalación.
- La documentación de este proceso contribuye significativamente a la obtención de la certificación ISO 9001-2000 de la empresa.
- Es imprescindible para efectos de validar cualquier sistema tener la memoria descriptiva con el fin de tener un patrón de comparación.

Recomendaciones del proceso:

- Es recomendable realizar todas y cada una de las comprobaciones de manera sistemática para asegurar un eficiente desempeño de la instalación.
- Se recomienda que el coordinador de las pruebas tenga bien definido el proceso, con el fin de que la puesta en marcha de la instalación se realice sin contratiempos y situaciones inesperadas.
- Es altamente recomendable que se evite avanzar en las comprobaciones sin antes haber finalizado satisfactoriamente las etapas previas.
- Debido a que el proceso estudiado es altamente especializado, se recomienda que el personal involucrado en las actividades y operaciones haya recibido el entrenamiento respectivo.
- Es recomendable evitar dejar bajo mando manual los equipos que fueron diseñados para que su funcionamiento se realizara de modo automatizado.
- A medida que se va ejecutando la instalación es necesario que se vayan realizando un control de cambio para luego con la entrega e la documentación del proceso entregar los planos del proyecto como construido.(“As Built”).
- Debe recordarse que una instalación es óptima si su funcionamiento es eficiente, por lo que se recomienda y se hace necesario que en análisis de los resultados se reflejen las medidas que se puedan tomar para reducir el consumo eléctrico, mejorar el desempeño y hacer un uso racional de la energía.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. **AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (ARI)**, 1989. *Manual de refrigeración y aire acondicionado*. Prentice – Hall Hispanoamericana. México.
- [2]. **ASOCIATED AIR BALANCE COUNCIL(AABC)**, 2002. *Nationals Standards for field measurements and instrumentation.Total system Balance.air distribution. Hidronic Systems. Air Polution. Sound. Vibration*. Los Angeles, California.
- [3]. **ASHRAE**: Laboratory *HVAC Systems: Design, Validation and Commissioning*, ASHRAE collection of 11 papers, 1994. ASHRAE Publications Dept., 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329. (404) 636-8400
- [4]. **ÁLVAREZ M., CARLOS E Y LABONI P., MÁXIMO** (2003). *Análisis y rediseño del sistema de aire Acondicionado de Las galerías de equipos de control y maniobra de una central hidroeléctrica*. Trabajo Especial de Grado. UCV, FI, EIM.
- [5]. **ALZOLAR A., LISBETH F.** (2003). *Estudio de Factibilidad Técnico-Económica para la incorporación de un ahorro de energía en climatización..*Trabajo Especial de Grado. UCV, FI, EIM.
- [6]. **BARRETO B., Y CEDEÑO J** (1995) *Análisis Comparativo de costos de equipos de aire acondicionado que trabajan con electricidad y gas para uso comercial e industrial*. Trabajo Especial de Grado. UCV, FI, EIM.
- [7]. **BATTEN, J.**, (1993) *Como construir una cultura de Calidad Total*, México, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A.
- [8]. **CENGEL, Y. & BOLES, M.**, 2003, *Termodinámica*, McGraw – Hill Interamericana, México.
- [9]. **CIAMPA, D.**, (1993) *Calidad total, Guía para su implantación*, Venezuela, Editorial Addison Wesley Iberoamericana, S.A.
- [10]. **COHEN, M.**, 1999, *Apuntes de Aire Acondicionado*, Caracas.
- [11]. **COVENIN, Comisión Venezolana de Normas Industriales**. COVENIN-ISO 9000:2000. *Sistema de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario*.
- [12]. **COVENIN, Comisión Venezolana de Normas Industriales**. COVENIN-ISO 9001:2000. *Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos*.
- [13]. **COVENIN, Comisión Venezolana de Normas Industriales**. COVENIN-ISO 10011:2002. *Directrices para la Auditoria de los Sistemas de Gestión de la Calidad*.
- [14]. **CREUS, JOSE**. 1996. *Tratado practico de refrigeración automática*. Alfaomega grupo editor. México.
- [15]. **DOSSAT, ROY**. 1995 *Principios de Refrigeración*, Compañía Editorial Continental. México.

-
- [16]. **ISHIKAWA, K.**, (1986) *¿Qué es el Control de Calidad?, La Modalidad Japonesa*, Colombia, Editorial Norma.
- [17]. **JURAN, J. Y GRZYNA, F.**, (1993) *Manual de Control de Calidad*, 4ta Edición, Volumen 1, España, Editorial Mcgraw Hill.
- [18]. **KAUFMAN, B.**, (1974) *El Control de la Calidad*, España, Editorial Index.
- [19]. **UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR.**, (2000) *Manual de Trabajos de Grado de Maestría, Tesis Doctoral*. Venezuela.
- [20]. **RUIZ E., JEANNELEE** (2003). *Estudio de alternativa energética para el sistema de generación de agua helada de una edificación*. Trabajo especial de Grado. UCV, FI, EIM.
- [21]. **SABINO, C.**, (1986) *El Proceso de Investigación*, Venezuela, Edición Panapo.
- [22]. **SIEMENS-WESTINGHOUSE POWER CORPORATION: Commissioning Manual**. Combustión turbine Electric Generating Plant. Siemens. Orlando 1998
- [23]. **SUCRE M., GUSTAVO M.** (2003) *Estudio técnico-económico para la sustitución del sistema de agua helada en un edificio de oficinas*. Trabajo Especial de Grado. UCV. FI, EIM.
- [24]. **VAN WYLEN, G. & SONNTAG, R.**, 2003, *Fundamentos de Termodinámica*, 2ª Edición. Limusa Wiley, México
- [25]. **WARK, KENNETH.** 1991 *Termodinámica*, McGraw – Hill Interamericana, México.
- [26]. **YU CHUEN-TAO, L.**, (1973) *El Control de la Calidad en la Empresa*, España, Ediciones Deusto

Referencias electronicas:

1. <http://www.mx.carrier.com>
2. <http://www.terra.es/personal5/anajes/gas.htm>
3. http://es.wikipedia.org/wiki/Aire_acondicionado
4. <http://www.howstuffworks.com/>
5. <http://www.trane.com/>
6. <http://www.tehsa.com/>
7. <http://www.mundoenergia.com/>
8. http://depts.washington.edu/fsesweb/fdi2001/15_mech/doc/19-15t.doc
9. <http://www.smacna.org>

ANEXOS