

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA**



**ESTUDIO DEL PROCESO E IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE
CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METAL
MECÁNICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BYRON JOSÉ HERNÁNDEZ BOLAÑOS

ASESORADO POR: CARLOS GILBERTO LEÓN ESCRIBÁ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2005

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Que con su presencia me ayudó a alcanzar la meta que me había trazado.

A MI PADRE: Francisco Hernández (Q.E.P.D.), que Dios lo tenga en su santo cielo, por brindarme siempre su ayuda incondicional.

A MI MADRE: Victoria Bolaños Castillo, por su ejemplo de vida, cariño y apoyo que me ha brindado.

A MI HERMANO: Francisco Hernández Bolaños por su ayuda incondicional.

A MIS ABUELOS: Jesús Vásquez (Q.E.P.D.)
María Luisa Hernández (Q.E.P.D.)
Manuel Bolaños (Q.E.P.D.)
Dominga Castillo (Q.E.P.D.)

A MIS TIOS Y TIAS: Con especial cariño

A MIS PRIMOS Y PRIMAS: Con mucho aprecio

A MIS AMIGOS: Por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
INDICE DE TABLAS	VI
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XII
OBJETIVOS	XIV
INTRODUCCIÓN	XV

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1	Antecedentes históricos de la Industria metal mecánica	1
1.2	Descripción de la Estructura organizacional	2
1.3	Tecnología	3
1.4	Necesidad del control de calidad en la fabricación de las Torres de telefonía	4
1.5	Visión	6
1.6	Misión	6
1.7	Ubicación	6

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA EN FABRICACIÓN DE TORRES DE TELEFONÍA

2.1	Descripción del Producto	7
2.1.1	Diseño de la Torre de telefonía	7
2.1.2	Partes que la componen	8
2.1.3	Finalidad	9
2.1.4	Materiales de las torres	13
2.2	Descripción del proceso de Fabricaron de las Torres de telefonía	14
2.2.1	Diagrama de operaciones	14
2.2.2	Diagrama de Flujo del proceso	18
2.2.3	Análisis de la operaciones	20
2.3	Medios de producción	21
2.3.1	Maquinaria	21
2.3.2	Equipo de producción	21
2.3.3	Descripción del personal empleado en el proceso de fabricación	22
2.3.4	Controles actualmente utilizados	24
2.3.5	Condiciones de Trabajo	25

3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE CONTROL DE CALIDAD

3.1	En bodega de Materia Prima	27
3.1.1	Diseño del Plan de muestreo	28
3.1.2	Elaboración del Método de control	33
3.1.3	Análisis de los medios de control	37
3.2	Controles en el Proceso de fabricación	38

3.2.1	Definición de los Puntos de control	38
3.2.2	Elaboración de Los medios de control	39
3.2.3	Análisis de los resultados obtenidos	45
3.3	Controles para el Producto terminado	46
3.4	Especificaciones de la Materia prima	51
4.	IMPLEMENTACION O ADMINISTRACION DEL SISTEMA DE CALIDAD	
4.1	Objetivo de la Implementación del sistema de calidad	55
4.2	Política y compromiso	55
4.3	Funciones, responsabilidades y requisitos del departamento de calidad	56
4.3.1	Del Jefe del departamento	56
4.3.2	Del Asistente del departamento	59
4.3.3	Del Auxiliar del departamento	61
4.4	Procedimiento o Guía de Control de calidad	63
4.5	Elementos del sistema	65
4.5.1	Organización y Administración del departamento	65
4.5.2	Sistema de Calidad, Auditoria y Revisión	67
4.6	Costos de la Implementación del Departamento de control de calidad	69
5.	ASPECTOS RELATIVOS PARA LA CONTINUIDAD DE LA CALIDAD	
5.1	Seguimiento de controles	73
5.2	Mejora continua	74
5.3	Otros aspectos a considerar para la obtención de la calidad	76

5.3.1	Registros	76
5.3.2	Reclamos	77
5.3.3	Seguridad	78
5.4	Capacitación	82
CONCLUSIONES		XVI
RECOMENDACIONES		XVII
BIBLIOGRAFÍA		XX
REFERENCIAS		XXI
APÉNDICE		XXII
ANEXO		XXV

INDICE DE ILUSTRACIONES

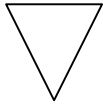
FIGURAS

1.	Organigrama general	2
2.	Diagrama de operación	15
3.	Diagrama de flujo de proceso	18
4.	Gráfico de Control para fracción defectuosa de acero	35
5.	Gráfico de control np en perfiles y láminas	37
6.	Gráfico de control C para flanges	40
7.	Gráfico de control C para platinas	42
8.	Gráfico de control C para breizas	43
9.	Gráfico de control C después de pintado	45
10.	Revisión de defectos visuales en materia prima	63
11.	Organigrama propuesto para el departamento de control de calidad	66
12.	Comparación de los niveles de aceptación	95

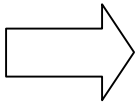
TABLAS

I.	Descripción de las secciones de una Torre de telefonía	8
II.	Criterio de aceptación y rechazo de lotes de piezas de acero	31
III.	Registro den defectos en la apariencia de piezas de acero	32
IV.	Registro de piezas defectuosas	34
V.	Registro de defectos en la fabricación de flanges	39
VI.	Registro de defecto en la elaboración de platinas	41
VII.	Registro de defectos en la elaboración de breizas	42
VIII.	Registro de defectos después de pintado	44
IX.	Costos de implementación del departamento de control de calidad	71
X.	Formato de control para mantenimiento de la torre	90
XI.	Formato de registro de defectos	91
XII.	Niveles de inspección	96
XIII.	Planes de muestreo	98

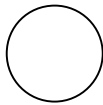
LISTA DE SIMBOLOS



Almacenamiento de materia prima o almacenamiento de producto terminado



Traslado del material de un proceso a otro.



Operación de transformación del producto



Secuencia del diagrama. Es decir, cuando termina la página y el diagrama no ha terminado, continua en la página siguiente, se utiliza con A, B, y C.

AQL o NCA

Grado de nivel aceptable de calidad

n

El número de valores observado en cualquier muestra

p	Fracción rechazada, relación entre el número de artículos no conformes y el número total inspeccionado.
np	El número de artículos no conformes en una muestra de tamaño n.
\bar{p}	Promedio de fracción rechazada, la relación entre la suma de artículos defectuosos encontrados en una muestra.
LCC	Límite central de control, utilizados en los gráficos C, P y np.
LSC	Límite superior de control, utilizado en los gráficos de Control C, P y np.
LIC	Límite inferior de control, utilizado en los gráficos de Control C, P y np.

GLOSARIO

Breiza	Pieza de acero recortada de tal medida que se coloca de forma inclinada que sirve de soporte, para formar la sección de la torre junto a los tubos.
Calidad	Es la totalidad de aspectos y de características de un producto o servicio que permite satisfacer necesidades implícitas (seguridad, confiabilidad, facilidad de uso, disponibilidad) o explícitamente.
Capacidad del proceso	Dispersión de un proceso. Cuando el proceso se encuentra en un estado de control estadístico, su capacidad es igual a seis veces su desviación estándar.
Curva característica de operación	Curva que muestra la probabilidad de que se acepte un lote que tenga cierto porcentaje de unidades defectuosas.
Defecto	Alejamiento de una característica de calidad respecto al nivel o condición deseable, en una magnitud suficiente como para que el producto o servicio correspondiente no satisfaga un requisito demandado en la especificación.

Flanges	Nombre que se le da en la industria metal mecánica a las piezas de lámina que van soldadas en los extremos de los tubos.
Inspección	Es el proceso que consiste en medir, examinar, ensayar o comparar de algún modo la unidad en consideración en consideración con respecto a los requisitos establecidos.
Lote	Cantidad definida de un producto o material acumulado en condiciones que se consideran uniformes para fines de muestreo.
Muestreo simple	Es seleccionar una muestra aleatoria de “n” artículos del lote. Si el número de unidades defectuosas es menor o Igual al número de aceptación “c” (cantidad de producto defectuoso máximo para ser aceptado), el lote se acepta.
Platinas	Piezas de lamina de acero cortadas, dobladas y perforadas que se soldan al tubo y es donde se sostienen las breizas.
Plan de muestreo	Es un plan específico que determina el tamaño de la muestra a utilizar y el criterio asociado a la aceptación o rechazo de un lote.
Riesgo	Incertidumbre de que ocurra un acontecimiento que pueda afectar el logro de los objetivos.

Sistema de calidad	Estructura organizacional, procedimientos, procesos y recursos necesarios para llevar a cabo la administración de la calidad.
Unidad defectuosa	Unidad de producto que contiene al menos un defecto o tiene varias imperfecciones que en conjunto hacen que la unidad no satisfaga los requisitos de uso normal.

RESUMEN

El sistema de Control de Calidad diseñado para una industria dedicada a la elaboración de Torres de telefonía, es definido como un control estadístico de procesos, ya que se establecieron sistemas de control para las piezas de acero que es la materia principal, durante el proceso de producción y en producto terminado. Las modernas técnicas de fabricación, el mercado actual competitivo y la creciente conciencia del consumidor en cuanto a la calidad, son algunos de los factores que exigen a los productores una especial atención en el cumplimiento de normas y especificaciones de calidad.

En el proceso productivo de las Torres de telefonía se determinó que el plan de muestreo para la aceptación de las piezas de acero (lámina y perfiles) es el muestreo simple. En desarrollo del proceso productivo el control se lleva a cabo en los puntos críticos, los cuales son, breizas, platinas, flanges y pintura. En este proceso es necesario aplicar los gráficos de control por atributos, debido a que la inspección es visual, por lo que se procedió a describir o registrar las fallas más comunes. Se determinó que los procesos se encuentran bajo control aunque existen defectos pero que están dentro de los límites aceptables.

Por medio de una inspección en el área de pintura se realiza el control de calidad en producto terminado, concluyendo con esta operación el proceso de elaboración de las piezas de la torre, quedando únicamente la instalación, correspondiéndole, en este caso, al departamento de ingeniería, pero que en este estudio también se dan a conocer algunas recomendaciones para la instalación de la torre.

El recurso humano es el elemento más importante, por lo que deben estar aptos para desempeñar eficientemente los procesos de fabricación. Y, tener una capacitación continua para que el operario identifique la necesidad de mejorar su trabajo.

Para que el sistema de calidad se lleve a cabo al máximo, incluye realizar un mejoramiento continuo en el proceso, así como darle un seguimiento a los controles y establecer supervisiones de calidad en materia prima, dentro del proceso y para producto terminado. Una vez iniciado completamente el sistema de calidad, se deben ir haciendo las correcciones necesarias, y, continuar en la búsqueda de la perfección de nuestro producto.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio al proceso de productos metal mecánicos e implementar el departamento de Control de calidad, que busque continuamente la perfección de la calidad en la línea de fabricación de las Torres de telefonía.

Específicos

1. Analizar el proceso de fabricación de las Torres de telefonía, así como las condiciones de trabajo que existen en cada una de las operaciones que conllevan la realización del producto final.
2. Determinar cuáles son los problemas críticos de calidad, para buscar el aseguramiento de la calidad en el proceso.
3. Aplicar las herramientas que se utilizan en la detección y solución de los problemas para un mejor control de calidad.
4. Implementar el departamento de control de calidad, así como los puntos de inspección en el proceso para buscar obtener un producto de calidad.
5. Lograr mantener el control de calidad mediante el seguimiento del diseño.
6. Diseñar los modelos de control necesarios que faciliten la verificación de la calidad en todo el proceso de fabricación.
7. Determinar los aspectos necesarios que garanticen la continuidad de la calidad.

INTRODUCCION

Las industrias de metal mecánica en Guatemala, están obligadas a innovar y a ofrecer mejores productos, con las aperturas y las exigencias actuales del mercado, ya que aún hay empresas con procesos deficientes, lo que hace que el producto no cumpla con los requisitos y, por consiguiente, se genera un flujo permanente de problemas; por ello para competir y sobrevivir en dichos mercados, es necesario llevar un control de calidad en los procesos productivos, en donde se asegure la calidad del producto desde el inicio de su fabricación.

Los sistemas de control de calidad en las industrias metal mecánica, hacen que las empresas se desenvuelvan en un ambiente competitivo, ya que no sólo garantizan resultados óptimos en los productos, sino que, también, ayudan a optimizar los recursos, minimizando reprocesos, los cuales generan costos y atrasos en producción. Principalmente, las pequeñas y medianas empresas que se quedan estancadas ante los cambios tecnológicos de las estructuras productivas y no buscan el mejoramiento continuo de la calidad de sus productos y procesos, terminan por desaparecer del mercado.

Al asegurar y controlar la calidad del producto, se tomarán técnicas de control estadístico, donde se toman las características de la materia prima principal de las Torres de telefonía siendo en este caso las piezas de acero para, luego, pasar al sistema de aceptación o rechazo de las mismas.

En lo que respecta al proceso productivo, el control se lleva a cabo en los puntos críticos los cuales son platinas, flanges, breizas y pintura, es necesario aplicar los

gráficos de control por atributos y, así, garantizar que el producto cumple con materiales y procesos controlados bajo el sistema de Control de calidad.

Con base en lo anterior, se considera que el adecuado conocimiento de los sistemas de control y aseguramiento de calidad, ayudaría a las empresas a analizar sus debilidades, para que éstas puedan corregirlas a tiempo, además de asegurar su calidad en el futuro y así continuar participando en los mercados nacionales e internacionales.

La participación de todos los operarios que laboran en la empresa, en el logro de la calidad deseada es importante debido a que un sistema de Control de calidad por sí solo, no determina la calidad de los productos, ya que los operarios implementan y logran el éxito de las actividades planificadas.

También se da a conocer la forma o lineamientos de cómo implementar el departamento de control de control de calidad, puesto que solamente de esta manera se aplicará correctamente el uso de la información.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Antecedentes históricos de la Industria metal mecánica

La empresa de metal mecánica Las Torres S.A., surgió hace más de veinte años con la fusión de tres grandes empresas que se complementaban entre si y deseaban expandir sus operaciones en los sectores de telecomunicación, energía, industria y servicios.

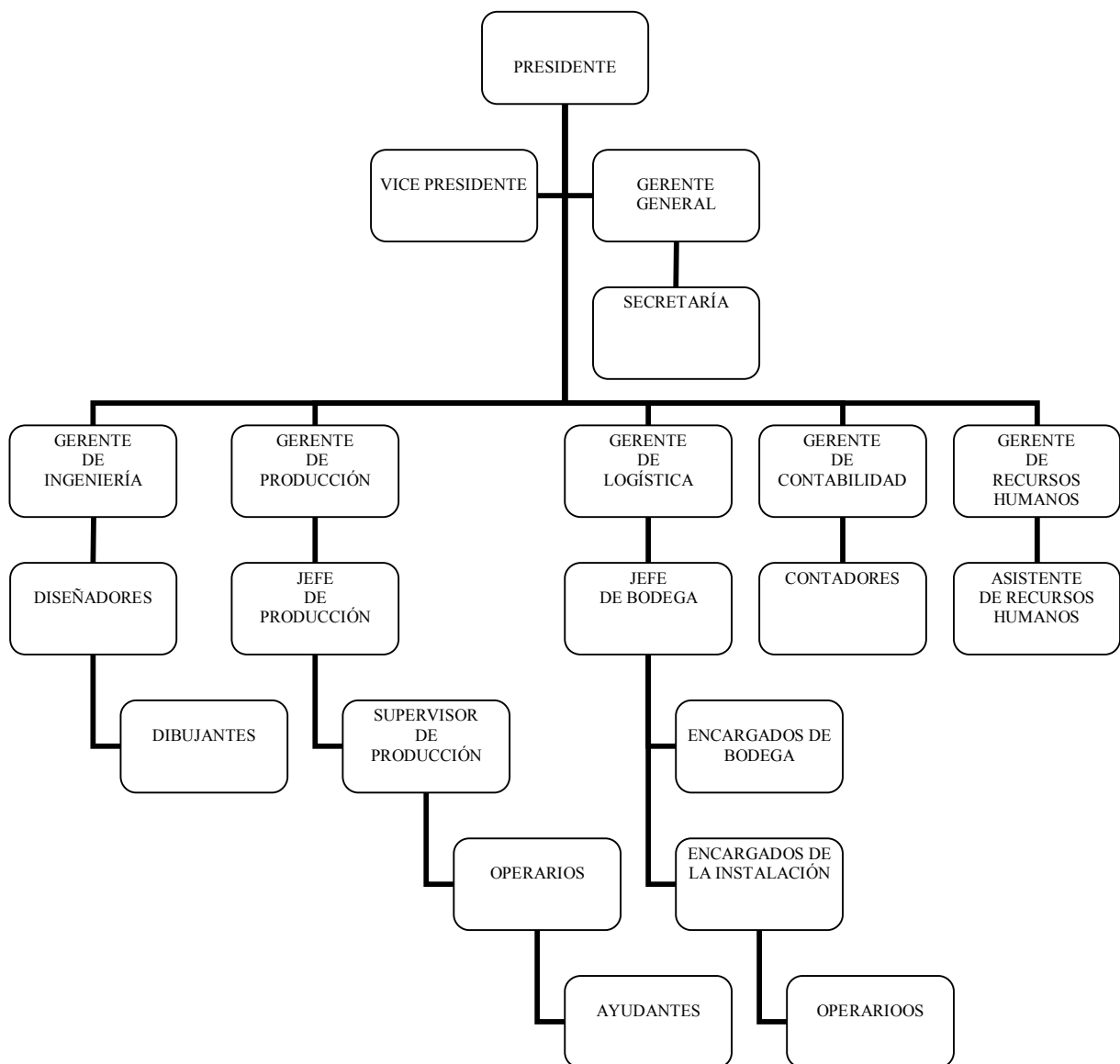
Posee gran experiencia en el diseño, fabricación y montaje de torres, las cuales se encuentran instaladas en todo el territorio guatemalteco y centroamericano.

Hasta la fecha, la experiencia de haber instalado más de 700 torres que varían en su resistencia, las cuales van desde resistencias de 70 MPH hasta 150 MPH con una altura que oscila entre los 20 hasta los 340 pies. Además, cuenta con la capacidad para brindarle soporte técnico en todas las etapas de los proyectos que se pueden realizar, así como asesoría práctica en instalación y mantenimiento, ofrece servicios de mantenimiento rápido, en cualquier tipo de estructura sin que la misma tenga que dejar de funcionar. Actualmente, con la globalización de mercados y así también al rápido crecimiento que ha tenido la telefonía celular, las torres de telefonía han sido un producto muy solicitado últimamente. La empresa transporta e instala torres completas, que pueden incluir soportes para torres parabólicas y de celular, escalerillas de cables y de ascenso de seguridad, sistema de pararrayos, sistema de luces de navegación y aterrizamiento de torres.

1.2 Descripción de la estructura organizacional.

La empresa de metal mecánica Las Torres S.A. está organizada de la manera que indica la figura N.1

Figura No. 1 Organigrama general de la industria Las Torres S.A.



1.3 Tecnología

La empresa de metal mecánica las Torres S.A. cuenta con tecnología de punta en ingeniería, instrumentación y procesos, posee gran experiencias en el diseño, fabricación de torres, de las cuales tiene amplia gama de diseños para satisfacer cualquier necesidad del cliente, el cual genera un diseño computarizado tridimensional. Para el diseño de las torres también utilizan un sistema o programas modernos. Mostrando tridimensionalmente la torre y que el cliente pueda observar de una forma completa la estructura fina que tendrá la torre solicitada. . En el proceso de fabricación, la maquinaria utilizada es de alta tecnología ya que utilizan cortadoras automáticas, de corte y perforación y dimensionalidad automática, así mismo en el caso de las troqueladoras. Todos los elementos de las torres son galvanizados en el horno de tamaño de ocho metros de diámetro, el cual proporciona un espesor de galvanizado adecuado con brillo y alta consistencia.

1.4 Necesidad de control de calidad en el proceso de fabricación de Torres de telefonía

En todo proceso productivo entran en juego cuatro variables importantes como lo son: mano de obra, materiales, dinero y máquinas; cuando éstos se han combinado en el proceso de transformación el resultado es: productos y/o servicios que se ponen a disposición del cliente ya sea intermediario, mayorista o consumidor final. Uno de los más importantes fines del producto, en este caso las Torres de telefonía producido es la satisfacción de la necesidad que impulsó al cliente a la compra, por lo que en la medida en que el producto o servicio con especificaciones ofrecidas por el productor en esa medida, será satisfecha la necesidad del cliente y cumplido el cometido del producto vendido, de esto se deduce la importancia que conlleva el control de calidad ya que es la herramienta mediante la cual se pueden establecer sistemas efectivos de control de calidad: en la recepción de materia prima, proceso

productivo y proceso terminado, con lo cual se estará asegurando que el producto cumplirá las especificaciones ofrecidas y requeridas por el consumidor, debiendo el productor encontrar el nivel de control de balance entre el control de calidad aceptable, que le permitirá con un buen precio en el mercado de su producto.

Las industrias que se dedican a la fabricación de Torres de telefonía han encontrado mercado debido al crecimiento que están teniendo las empresas de Telecomunicaciones tanto así que esta empresa ha extendido su mercado al territorio centroamericano; estas tendencias del mercado actualmente obligan a las industrias a trabajar en busca de nuevos conceptos y uno de los mayormente difundidos es el de calidad. Todas las actividades que se llevan a cabo con el fin de desarrollo, mantenimiento o mejora de la calidad se pueden clasificar dentro de cuatro tareas del control de calidad que son: 1. Control del diseño: esto comprende las actividades antes de la producción, lo cual es importante debido a que, al introducir un producto en el mercado, hay un gran riesgo potencial sobre la reputación de la empresa respecto de su calidad. El control del nuevo diseño comprende el establecimiento y la especificación de la calidad deseable de costo, calidad de realización, calidad de seguridad y calidad de confiabilidad del producto, para la satisfacción esperada del cliente incluyendo la eliminación o la localización de causas de deficiencia en la calidad antes que la producción formal se inicie. 2. Control de materiales adquiridos: esta tarea consiste en establecer un sistema efectivo de control de calidad de materiales y/o partes usadas en producción en el cual se recibirán y almacenarán, únicamente, los materiales que cumplan con las especificaciones requeridas y en la que se establecen las acciones a tomar con los lotes que cumplan con dichas especificaciones.

Es importante tener comunicación sobre los requerimientos con los proveedores, debido a que, dependiendo de la confiabilidad de la calidad de los proveedores de los materiales, deberá o no, hacerse más riguroso el muestreo de aceptación de

materiales con los que se puede ahorrar dinero en el muestreo. Las técnicas usadas en el control de materiales incluyen, fijación de precios, valuación de capacidad del proveedor, planes promedios del proveedor, certificación de calidad, procedimientos de inspección. 3. Control del producto: esta tarea consiste en ejercer un control en determinadas áreas del proceso de fabricación, con el fin de establecer o no variaciones en las especificaciones de calidad del producto, con lo que se toman las acciones necesarias para corregir las situaciones fuera de control, evitando la fabricación de productos defectuosos, para esto es necesario establecer un sistema efectivo de control de calidad el cual debe ajustarse con el sistema productivo tomando en cuenta que este debe ser funcional y económico para así cumplir con las especificaciones y las expectativas del cliente respecto de su funcionalidad y precio. 4. Estudios de procesos especiales: consiste en realizar investigaciones y pruebas, con el fin de localizar causas que motiven producto defectuosos y eliminar las causas de estas dificultades, con soluciones rápidas que aseguren una perdurable mejoría en las características de calidad del producto. En los estudios especiales del proceso se requiere la coordinación de los esfuerzos de la compañía como el empleo de los mejores métodos para obtener el resultado deseado.

Las cuatro tareas del control de calidad que anteriormente se expusieron se aplican en el proceso de fabricación de las torres de telefonía, atendiendo a sus características de producción, un efectivo control de calidad hará énfasis en: la tarea de control de recepción de materiales y el control del producto, tanto en el proceso productivo como en producto terminado con lo cual se estará asegurando dar al cliente un producto de calidad.

1.5 Visión: ser una empresa de metal mecánica líder en Centroamérica a través de fabricar productos y prestar servicios eficientes e innovadores. Mediante la ejecución de altos estándares de operación colaboradores identificados y motivados al cumplimiento de la Filosofía de la empresa.

1.6 Misión: proporcionar productos y servicios complementarios seguros y eficientes y, sobre todo, con calidad, para lograr una relación de confianza con los clientes. Manteniendo el producto de calidad, supervisado, cumpliendo siempre con la leyes, así como apoyando el desarrollo social y económico del país.

1.7 Ubicación: en el aspecto de la empresa, pretende ubicarse en un lugar en el cual el acceso de la materia prima y demás aspectos le favorezca, es por esa razón que aquí diremos que el lugar de ubicación hacia donde la empresa pretende ubicarse, según aspectos que ellos han determinado, es el departamento de Escuintla.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA EN LA FABRICACIÓN DE TORRES DE TELEFONÍA

2.1 Descripción del producto

Las torres se fabrican en secciones triangulares o cuadradas, las cuales incluyen accesorios tales como: escaleras para facilitar el mantenimiento y el redireccionamiento de antenas, por citar algunos, ya que pueden incluir otras características, las cuales son solicitadas por los clientes de acuerdo a sus necesidades. Los cálculos están realizados con cálculos que se apegan a normas o estándares de ingeniería designadas para los interesados para la eliminación de malos entendidos entre los fabricantes y los compradores, facilitando el intercambio y mejora de los productos y asistiendo al comprador en seleccionar con un mínimo retraso el propio producto para su particular necesidad. Para un análisis más detallado de la descripción del producto se desglosa de la forma en que se detalla a continuación.

2.1.1 Diseño de las Torres de Telefonía :

Si por el contrario, el cliente desea un estilo propio, se le proporciona la opción en el departamento del diseño, para que indique las características que lleve el producto y se le realiza el diseño para su posterior aprobación de acuerdo con las características solicitadas. Siempre, respecto de estos diseños del sistema tridimensional computarizado, mencionado anteriormente.

2.1.2 Partes que la componen

Todas las torres varían según el diseño y necesidad del cliente como de las condiciones topográficas en que se deseen instalar. Las torres en su estructura están divididas en secciones y dichas secciones varían en sus dimensiones, se utiliza como ejemplo una torre triangular de 70 metros, la cual consta de doce secciones que están divididas como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Descripción por secciones de una torre de telefonía

Sección	Tipo de	Peso Kg.	Cantidad	Peso Kg.	Cantidad	Medida
	Angular	Sección	Breiza	Breiza	Tubo	Tubo Sección
17-1	4x3/8"	784	6	130.67	3	8"
17-2	4x3/8"	757.24	6	126.21		
16-1	4x3/8"	728.37	6	121.39	3	8"
16-2	4x3/8"	701.88	6	116.98		
15-1	3x1/4"	334.96	6	55.83	3	8"
15-2	3x1/4"	321.9	6	53.65		
14-1	3x1/4"	307.87	6	51.31	3	8"
14-2	3x1/4"	295	6	49.17		
13-1	3x1/4"	282.59	6	47.1	3	6"
13-2	3x1/4"	270.01	6	45		
12-1	2-1/2x1/4"	215.06	6	35.8	3	5"
12-2	2-1/2x1/4"	204.85	6	34.14		
11-1	2-1/2x1/4"	178.17	6	29.69	3	4"
11-2	2-1/2x1/4"	170.92	6	28.49		
11-3	2-1/2x1/4"	163.73	6	27.29		
10-1	2x1/8"	63.07	6	10.51	3	3"
10-2	2x1/8"	60.24	6	10.04		
10-3	2x1/8"	57.46	6	9.58		
9-1	2x1/8"	54.19	6	9.03	3	3"
9-2	2x1/8"	51.52	6	8.59		
9-3	2x1/8"	48.92	6	8.15		
8-1	2x1/8"	41.8	6	6.97	3	3"
8-2	2x1/8"	39.76	6	6.63		
8-3	2x1/8"	37.77	6	6.29		
8-4	2x1/8"	35.83	6	5.97		
7-1	1-1/2x1/8"	120.62	30	4.02	3	2"
6-1	1-1/2x1/8"	120.62	30	4.02	3	2"
		6448.35	210		12	

2.1.3 Finalidad

Lógicamente, como su nombre lo indica, las torres generalmente se utilizan para colocar antenas de telefonía, también pueden utilizarse para otros usos, es por esa razón que a continuación se describen las características y capacidades que tienen los diferentes modelos de las torres que se fabrican en las empresas de metal mecánica.

Los modelos de torres de telefonía que la empresa Las Torres produce, son los que a continuación se describen.

- **MODELOS DE LA SERIE ASR 120 Y ASR 150**

Torres autosoportadas rectas reforzadas de configuración triangular diseñadas para soportar equipo pesado, plataformas y antenas de microondas de 120 centímetros de diámetro con una altura máxima de utilización de 36 metros y una velocidad de viento de 70 hasta 100 MPH. Especial para lugares restringidos de espacio, largo de la sección de seis metros, estructura de forma triangular, largueros de tubo de acero, todos los tramos serán atornillados, galvanizados en caliente, ensamblados por medio de bridas entre secciones.

MODELO ASR 120

Características:

- configuración triangular,
- largueros de tubo de cuatro pulgadas,
- bridas de ángulo de $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$,
- tramos atornillados,
- galvanizado en caliente.

Detalles de uso:

- altura mínima de uso 6 metros,
- altura máxima de uso de 36 metros,
- ancho de cara a extremos 120 centímetros.

MODELO ASR 150

Características:

- configuración Triangular,
- largueros de tubo de 4 pulgadas,
- breizas de ángulo de 2 x ¼ pulgadas,
- tramos atornillados,
- galvanizado en caliente,
- tramos ensamblados por medio de tornillos.

Detalles de uso:

- altura mínima de 6 metros,
- altura máxima de 36 metros,
- ancho de cara a extremo 150 centímetros.

- MODELOS DE LA SERIE ASL 201, ASL 202, ASL 203, ASL 204, ASL 205 Y ASL 206

Torres autosoportadas, piramidal ligera, de configuración triangular diseñada para soportar hasta 1500 kilogramos de carga muerta y velocidades de viento desde 70 hasta 100 MPH. Ensambladas con tornillería, siendo la unión entre breizas por medio de platinas, largo de la sección de 6 metros, largueros de tubo de acero, todos los tramos están atornillados, galvanizados en caliente.

Características MM-7

- largueros de tubo de 3 pulgadas,
- embreizado de angular,
- breizas atornilladas al tubo,
- galvanizado por inmersión en caliente.

Características MM-8

- largueros de tubo de 4 pulgadas,
- embreizado de angular,
- breizas atornilladas al tubo,
- galvanizado por inmersión en caliente.

Características MM-11-9

- largueros de tubo de 5 pulgadas,
- embreizado angular,
- breizas atornilladas al tubo,
- galvanizado por inmersiones caliente.

Características MM 17-12

- largueros de tubo de 6 pulgadas,
- embreizado de angular,
- breizas atornilladas al tubo,
- galvanizado por inmersión en caliente.

- MODELOS DE LAS SERIES ASSL 301, ASSL 302, ASSL 303, ASSL 304, ASSL 304, ASSL 305 Y ASSL 306.

Torres autoportadas, piramidal semiligera, de configuración triangular, diseñada para soportar hasta 2500 kilogramos de carga muerta y velocidades de viento desde 70 hasta 120 MPH, ensambladas con tornillería siendo la unión

entre breizas por medio de platinas. Largo de la sección de 6 metros, largueros de tubo de acero, galvanizado en caliente.

Características MM8-7

- largueros de tubo de 3 pulgadas,
- embreizado angular,
- breizas atornilladas al tubo,
- galvanizado por inmersión en caliente,

Características MM-11-9

- larguero de tubo de 5 pulgadas,
- embreizado angular,
- breizas atornilladas al tubo,
- galvanizado por inmersión en caliente.

Características MM 17-12

- largueros de tubo de 6 pulgadas,
- embreizado de tubo,
- breiza atornilladas al tubo,
- sección de anclaje braces en k,
- galvanizado por inmersión en caliente.

- MODELOS DE LA SERIE ASP 401, ASP 402, ASP 402, ASP 403 ASP 404, ASP 405 Y ASP 406

Torres autosoportadas, piramidal pesada de configuración triangular diseñada para soportar has 3000 kilogramos de carga muerta y velocidad de viento de 70 hasta 150 MPH, ensamblados con tornilleria siendo la unión entre breizas por medio de platinas, largo de la sección, seis metros, largueros de tubo de acero, todos los tramos eran atornillados galvanizados en caliente.

2.1.4 Materiales de las torres

El principal material utilizado en la fabricación de Torres de telefonía es el acero. El acero es una aleación maleable de hierro y carbono, que contiene, generalmente, ciertas cantidades de manganeso, silicio y otros componentes químicos. Deben, principalmente, sus propiedades distintivas al contenido de carbono presente, aunque también varias de sus propiedades, en menor escala, con otros componentes químicos como pueden ser: silicio, fósforo, molibdeno y azufre, así como impurezas presentes.

Desde tiempos pasados, el acero ha sido uno de los materiales más utilizados para una diversidad de fines y aplicaciones, debido principalmente a la importante cantidad de características químicas y mecánicas que este presenta, así como a la facilidad que presenta para alearse con otros componentes para producir aceros especiales.

El acero, generalmente, puede subdividirse en dos grupos: a) de bajo carbono 0.05 al 0.25 por ciento, de los que solamente se requiere una resistencia moderada y una plasticidad considerable, b) al medio carbono o acero para maquinaria, entre el 0.3 a 0.55 por ciento, capaces de ser tratados térmicamente para el desarrollo de alta resistencia y c) al alto carbono o acero para herramientas, entre 0.6 a 1.3 por ciento de contenido de carbono.

Una de las características físicas más importantes de un acero es la temperatura de fusión, la cual está relacionada, directamente, con el contenido de carbono, menor temperatura de fusión y viceversa. Otra característica importante es el peso específico el cual es de 7.85g/cm^3 .

Las características fundamentales que se utilizan para definir la calidad de los aceros son las siguientes:

- a) carga unitaria-deformación,
- b) carga unitaria máxima a tracción o resistencia a tracción,
- c) límite elástico,
- d) deformación correspondiente a la resistencia a tracción o deformación bajo carga máxima,
- e) deformación remanente concentrada de rotura,
- f) Tenacidad de fractura.

2.2 Descripción del proceso de fabricación de las Torres de telefonía

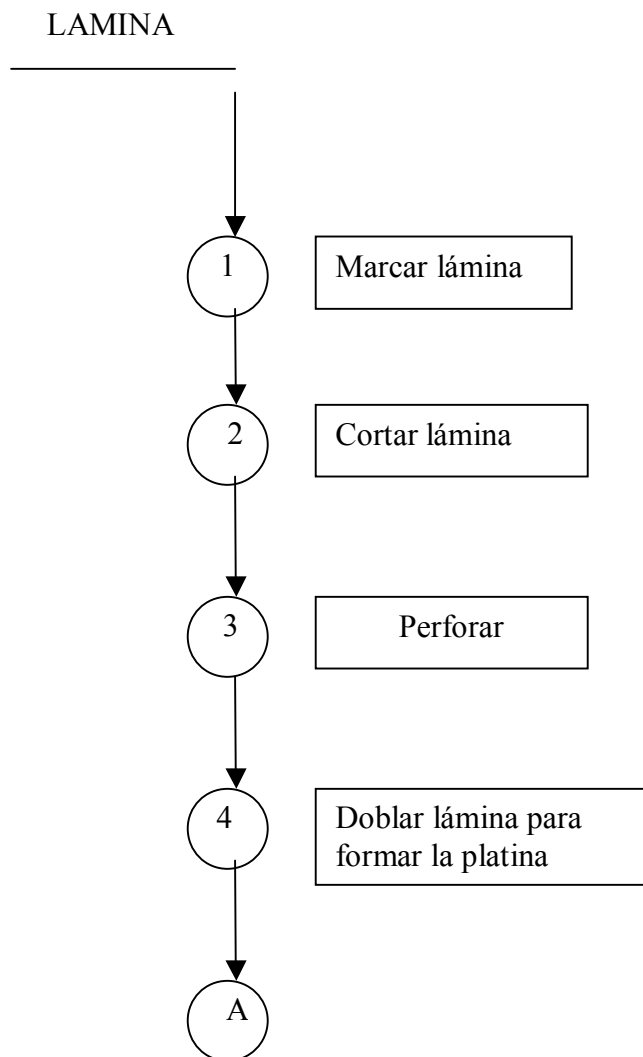
2.2.1 Diagrama de operaciones

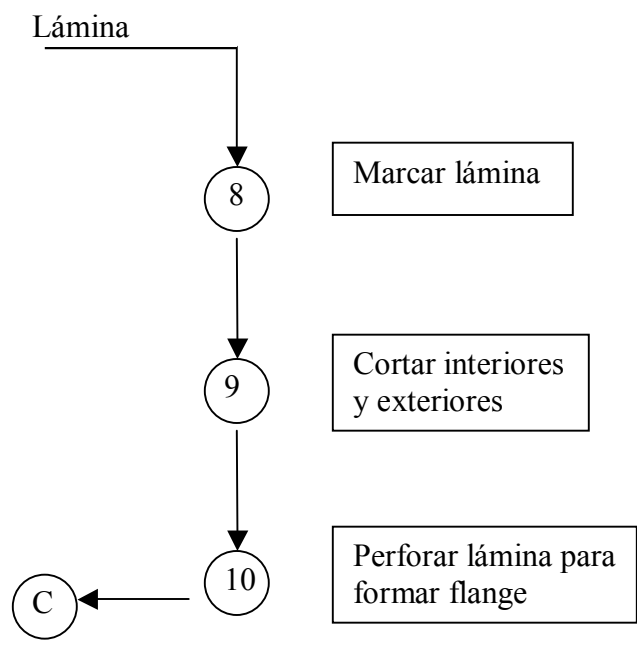
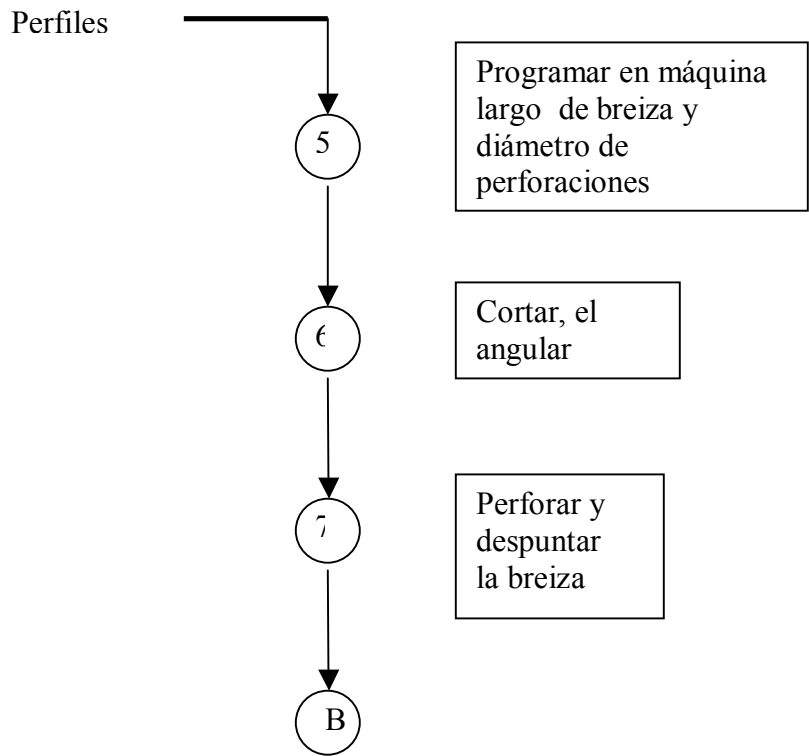
El diagrama muestra la secuencia ordenada de todas las operaciones que son necesarias para el proceso de fabricación de las Torres de telefonía.

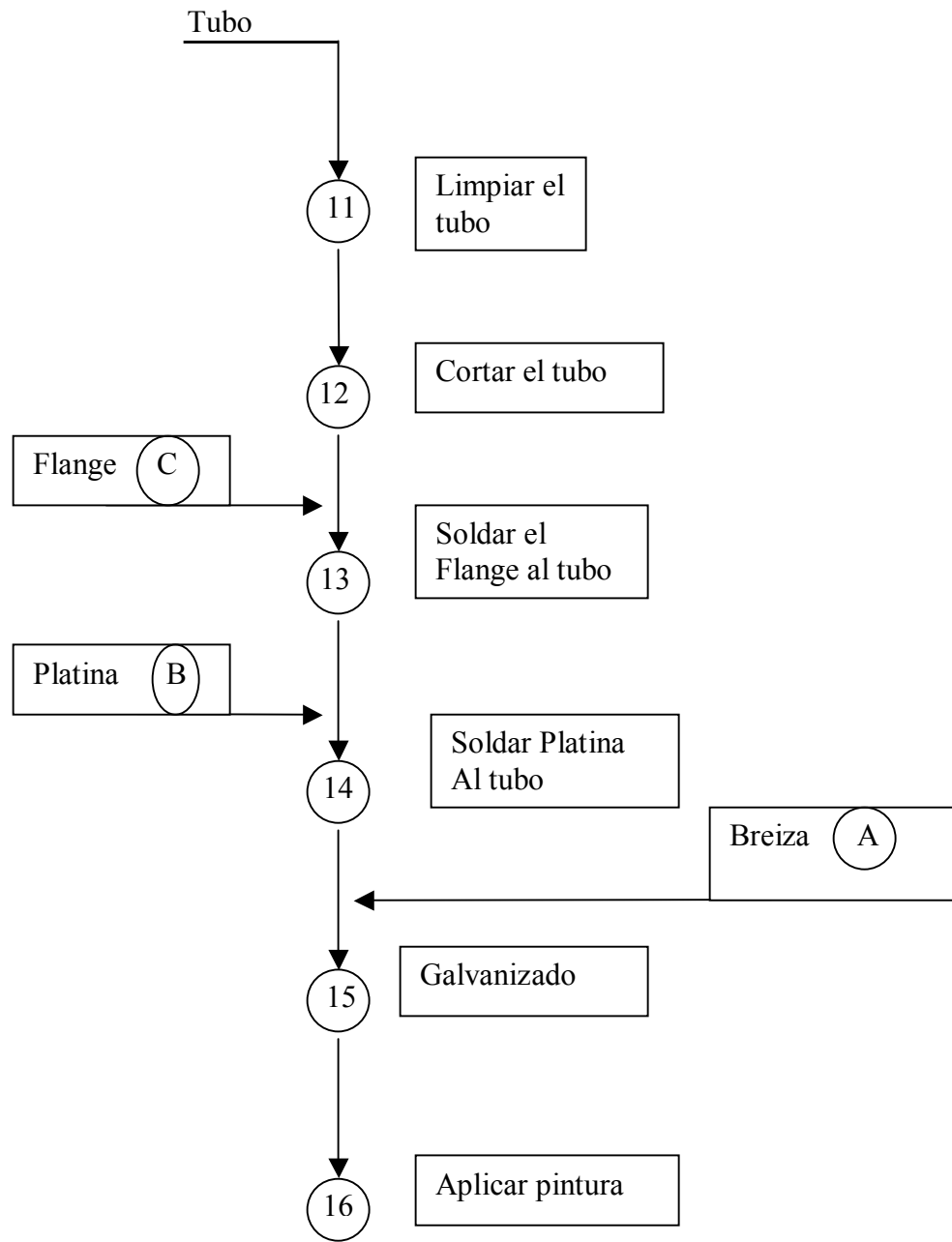
El diagrama de operaciones es muy importante para un estudio del proceso ya que con éste se podrán analizar todas las operaciones y el orden o secuencia para luego, hacerle las mejoras correspondientes.

Figura 2 Diagrama de operación

ASUNTO	: Fabricación de Productos Metal Mecánicos
INICIO	: Bodega de Materia Prima
PRODUCTO:	Torres de Telefonía
METODO	: Actual
ANALISTA:	Byron José Hernández Bolaños
FINALIZA	: Bodega de Producto Terminado





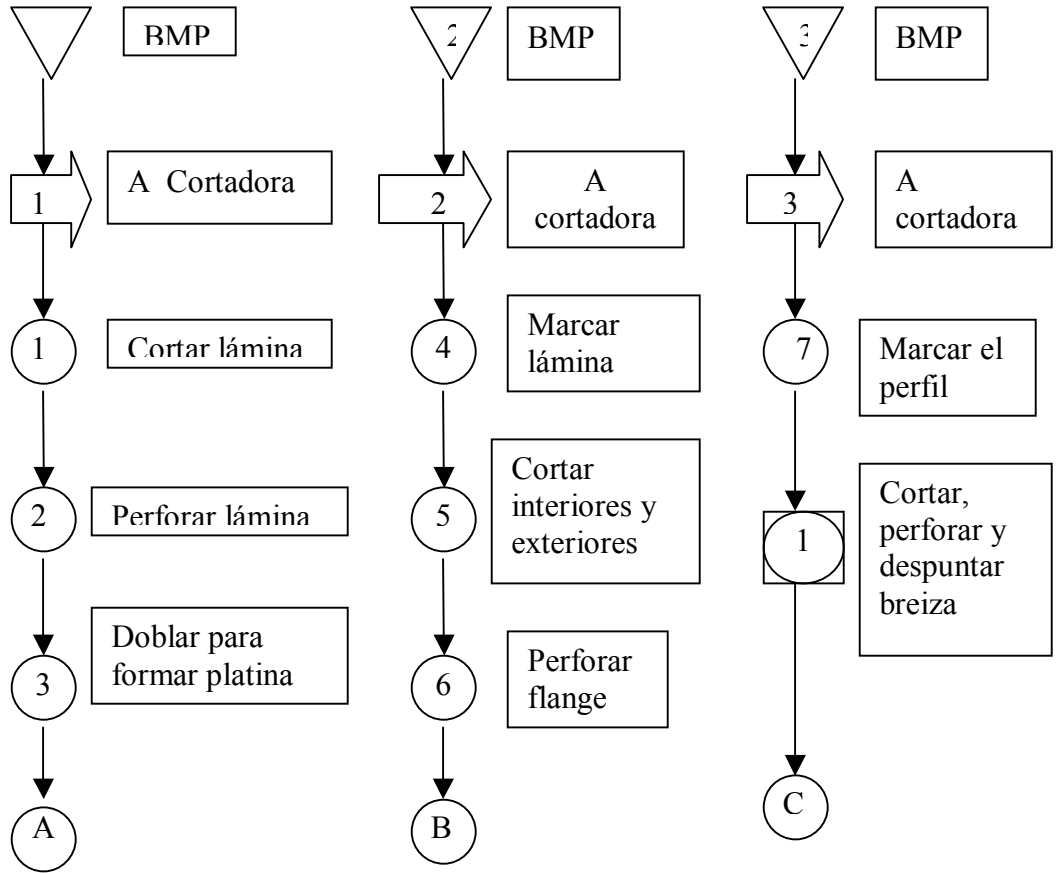


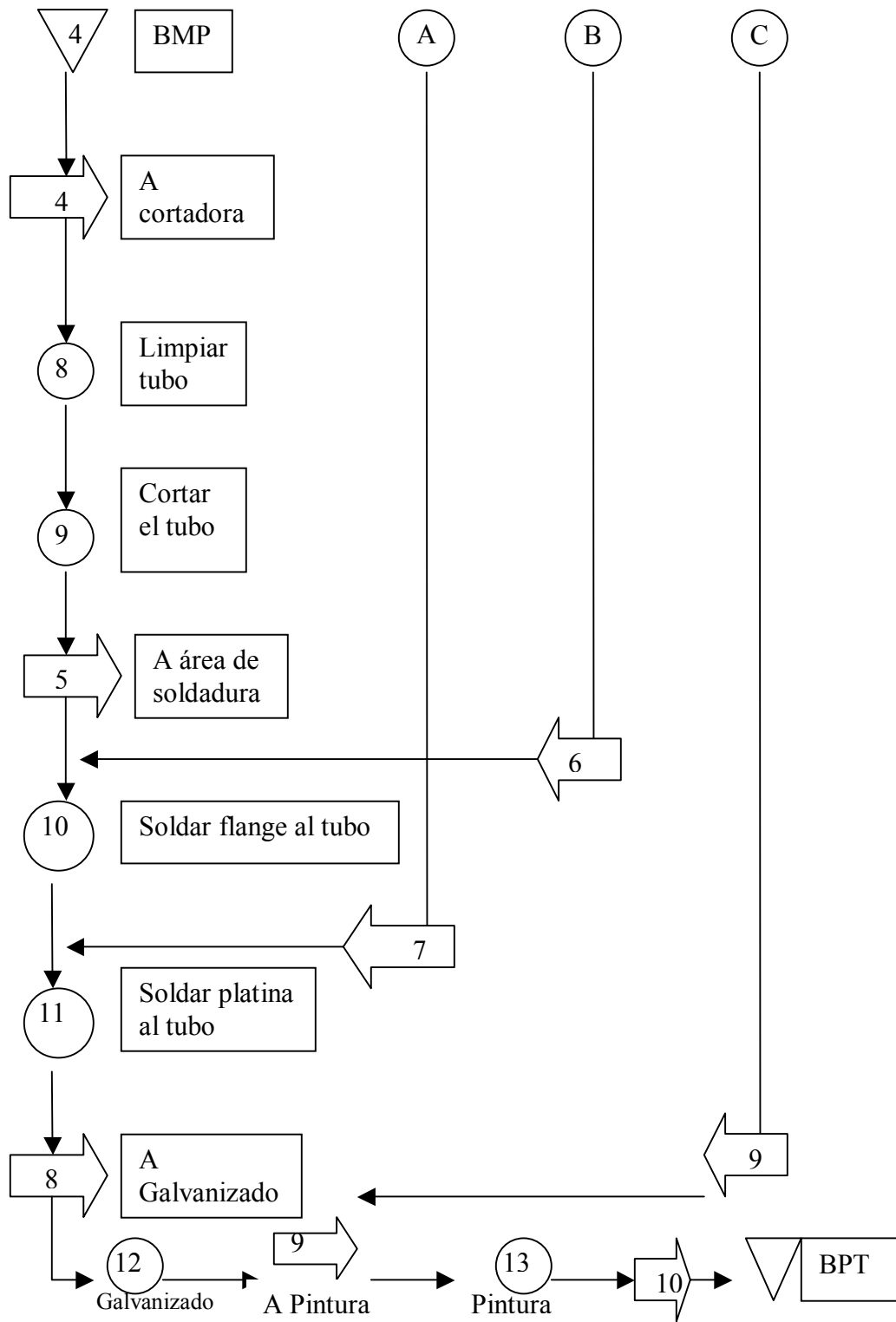
2.2.2 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo detalla mucho mas que el diagrama de operaciones, muestra los componentes de las diferentes etapas del proceso de fabricación de :

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso

ASUNTO	: Fabricación de Productos Metal mecánicos
INICIO	: BMP
PRODUCTO:	Torres de telefonía
METODO	: Actual
FINALIZA	: BPT
ANALISTA	: Byron José Hernández Bolaños





2.2.3 Análisis de las operaciones

Después de observar los diagramas de operaciones y flujo del proceso, se puede concluir que el proceso de las Torres de telefonía se basa en cuatro líneas, las cuales son: línea de fabricación de las platinas, breizas, flanges y por último, la línea de tubo al cual se unen las líneas mencionadas anteriormente, todas estas líneas se unen antes de llegar al área de galvanizado. Si se hace un análisis de las diferentes líneas que conforman este flujo se puede observar que al final de cada línea de producción, antes de trasladarse todas las piezas al área de soldadura, se puede realizar una inspección de calidad, las cuales como se ha mencionado representan la base para lograr productos con alto nivel de calidad.

Es importante mencionar que el flujo que se presentó anteriormente, no termina en la bodega de producto terminado, ya que si el producto son la Torres de telefonía, el flujo termina con la instalación de éstas, las cuales tendrán un apartado especial en el presente estudio, y, más adelante, se hará alusión a los requisitos y lineamientos de la instalación. Pero, para el actual estudio, nos basaremos en el flujo que se produce propiamente en el departamento de producción, lo cual indica que el producto terminado llegue a bodega.

Es muy importante el análisis del diagrama de flujo presentado ya que aquí se pueden realizar los estudios que se le pueden aplicar al proceso, en cuanto al control de calidad que se puede implementar, así también, a las operaciones o puntos críticos que se pueden detectar, todo este análisis se debe realizar en coordinación con el departamento de control de calidad que debe existir en una empresa; es por ello que el presente diagrama será el punto de partida para realizar un profundo estudio, con el fin de buscar la perfección respecto de la calidad del producto.

El tipo de proceso que se desarrolla en la fabricación de Torres de telefonía es un proceso de tipo intermitente o por pedidos, ya que por el tipo de producto, para fabricarlo deberá existir previamente un pedido por parte del cliente, ya que como se ha mencionado anteriormente, en las empresas de metal mecánica se fabrica diversidad de productos.

2.3 Medios de producción

Los medios de producción forman parte de los procesos y éstos, a su vez, dependen de la calidad de insumos utilizados. En todo enfoque de producción se contemplan los insumos, procesos y salidas. En esta industria, los medios de producción utilizan la mayor parte de la inversión inicial ya que se requiere de maquinaria especializada para la obtención de productos de calidad.

2.3.1 Maquinaria

La maquinaria utilizada en el proceso de fabricación se resume en: cortadoras, troqueladoras, en el proceso principal, pero que además se utilizan cuando sea necesario, punzonadoras, plegadoras, variando sus capacidades de cincuenta a doscientas toneladas.

2.3.2 Equipo de producción

El equipo de producción utilizado en el proceso de fabricación de las Torres de telefonía, consiste en lo que a continuación se detalla.

- **Herramientas de mantenimiento:** se incluye toda la gama de éstas utilizada en un taller, como por ejemplo: llaves de copa, Allen en sus diferentes medidas, vernier y pulidoras.

- **Montacargas:** utilizado para descargar materia prima de gran volumen y para trasladarla en el proceso, éste puede ser de tipo Yale o Manual.
- **Carretas:** se utilizan, también, para trasladar producto un poco más liviano, que viene para materia prima, o, durante el proceso.
- **Escaleras de bodega:** se utilizan en la bodega de producto terminado, para ubicarlo.
- **Estanterías:** son utilizadas en bodega de producto terminado, para mantener de manera ordenada los accesorios o piezas de las torres como platinas, flanges, etc.
- **Burros de madera:** se utilizan en bodega de materia prima y producto terminado, para apilar y sostener los tubos de acero.
- **Mesas:** las mesas se encuentran en las diferentes áreas de trabajo, principalmente, para colocar las herramientas utilizadas.

2.3.3 Descripción del personal empleado en el proceso de fabricación:

Para describir el personal empleado en el proceso de fabricación de las Torres de telefonía se inicia con el Gerente de Producción: a quien le corresponde la planificación de los diferentes procesos, y, es quien tiene constante comunicación con los diferentes departamentos de la empresa, principalmente, con el departamento de diseño, ya que son ellos los encargados de entender y comunicar las necesidades o especificaciones planteadas por el cliente. A continuación se describe el personal que labora en el departamento de producción:

- **Jefe de producción:** es la persona encargada de permanecer en constante comunicación con el gerente de producción, es quien indica a los supervisores los lineamientos que se tomarán en la fabricación de las torres, su línea de comunicación inferior es con el supervisor de producción. Así, también, el grado académico que requiere la empresa para este puesto, es el de Ingeniero Mecánico o Ingeniero Mecánico Industrial, con experiencia en fabricación de productos metal mecánicos.
- **Supervisor de producción:** su función es supervisar toda la línea de producción para observar que las especificaciones o requerimientos solicitados se estén cumpliendo a plenitud. La línea de comunicación superior es con el jefe de producción, y, la línea de comunicación inferior es directamente con el operario. El nivel académico que se requiere en la empresa metal mecánica para cubrir este puesto es, mínimo, Tercer año en la carrera de Ingeniería Mecánica, con gran experiencia, especialmente en fabricación de productos metal mecánicos.
- **Operario:** es la persona que trabaja directamente en el proceso productivo, es quien realiza todas las mediciones y maneja la maquinaria, además, su línea de comunicación superior es con el supervisor, y, además posee un ayudante. El grado de conocimiento que la empresa solicita para cubrir este puesto es, mínimo, bachiller de un instituto técnico en estructuras metálicas, o, mecánica general ya que para operar las máquinas es necesario que posean conocimientos técnicos, o, de lo contrario, con suficiente experiencia en el manejo de cortadoras y perforadoras.

- **Ayudantes:** éstas son las persona que auxilian en el trabajo a los operarios, esto quiere decir que para cubrir tales puestos, deben tener experiencia comprobada en talleres de mecánica.

2.3.4 Controles actualmente contratados.

Los controles que la empresa en estudio realiza en la línea de producción de las Torres de telefonía son controles que, por política, la empresa los realiza en cada operación del proceso, de ahí que a continuación se describe la forma en que esta empresa realiza los controles para realizar un producto de calidad.

- **Controles en Bodega de Materia Prima:** los controles en bodega de materia prima que realiza la empresa de metal mecánica son, por política, controles que se basan en la inspección pero, también, en la confianza de los proveedores; esto quiere decir que los proveedores poseen certificaciones o distintivos de calidad que respaldan su producto, por ejemplo, con los perfiles únicamente se realiza una inspección somera del producto y del sello o sticker de calidad que traen los perfiles. Así, también, es el mismo caso para la lámina de acero, además de verificar el tipo de producto se realizan las mediciones respetivas, para que se cumpla con las especificaciones solicitadas. Estas mediciones son realizadas por el encargado de bodega.
- **Controles en la línea de fabricación de las breizas:** Los controles que se realizan en el momento de estar realizando las breizas, consisten únicamente en que, después de realizar los cortes a las dimensiones solicitadas, se comprueban estas medidas, por parte del supervisor de producción, así también, es el mismo procedimiento en el momento de realizar las perforaciones a la breiza. Después de haber realizado los cortes correspondientes, se verifica si necesita despunte de la breiza.

- **Controles en la línea de fabricación de los flanges:** para la línea de fabricación, los flanges, los controles que se realizan, se verifican en el momento de realizar los cortes de la lámina, que las medidas sean exactas y, también, después de realizar las perforaciones se realizan las corroboraciones de diámetros y tipos de cortes. Todos estos controles son verificados por el supervisor de calidad, ya que se le delegaron éstas funciones, porque posee capacitaciones sobre estos tipos de controles, asimismo la experiencia que dan los años.
- **Controles en la línea de fabricación de las platinas:** los controles que se realizan en el momento de estar fabricando las platinas son muy parecidos a los controles mencionados anteriormente, de realizar las medidas y un control que se realiza en esta línea en el momento de operar el doblado de la platina, se debe observar que, éste forme un ángulo recto y que no exista fisura alguna en la pieza. De igual manera, estos controles son realizados por el supervisor de calidad.
- **Controles en el área de soldadura:** en el área de soldadura es donde se unen las líneas de producción mencionada anteriormente, excepto la de breizas que se va directamente al área de galvanizado, los controles que se tienen aquí son, que el punto de la soldadura esté uniforme y que cubra el espesor de la pieza soldada.
- **Controles en galvanizado:** luego que todas las piezas han sido soldadas al tubo, se procede al galvanizado de las piezas, aquí los controles que utilizan son únicamente de que el galvanizado posea el espesor deseado, el brillo y la consistencia se note uniformemente en toda la pieza.

Como se puede observar, los controles que se realizan son únicamente por simple inspección o medición, no existe un control de aceptación o rechazo del lote, ni registros de las fallas encontradas, ni controles sistemáticos durante el proceso de fabricación, únicamente los certificados o sellos que posea la materia prima.

2.3.5 Condiciones de trabajo: la seguridad dentro de una industria puede considerarse como la aplicación de los principios de ingeniería y de administración en los sistemas que constan de trabajadores, equipos, materiales y procesos dentro de un ambiente definido, con el objetivo de reducir la probabilidad y la gravedad de lesiones y daños a todos los componentes del sistema. En la industria metal mecánica siempre debe tomarse en cuenta la seguridad, por el tipo de mercancía que se maneja, así como los riesgos que conlleva el proceso de éstos. En la industria metal mecánica Las Torres S.A. la forma en que están organizados para el manejo de la seguridad es que contrataron a dos personas que laboran en el proceso, se reúnen cada mes para verificar que se cumplan los aspectos de seguridad, con el fin de minimizar los riesgos.

El riesgo de incendio que existe obedece a la utilización de materiales debido a la utilización de de productos inflamables como el Thiner que se utiliza para limpiar los tubos de acero así, también, están presentes los riesgos eléctricos.

Para prevenir los riesgos de incendios, se utilizan extintores, estos son utilizados para toda clase de incendios, por lo que una persona que no conozca el origen del fuego puede usarlo indistintamente. Están colocados en las áreas del proceso. A los extintores se les da mantenimiento cada seis meses.

Los riesgos eléctricos deben ser considerados ya que la maquinaria utilizada en el proceso tiene altos voltajes, los cuales pueden causar lesiones si no se toman las precauciones necesarias o se cumple con los aspectos de seguridad que eliminen la situación de riesgo. Los aspectos de seguridad que se cumplen dentro de la empresa son: el aislamiento de conductores eléctricos, para prevenir el contacto accidental que puede tener como resultado lesiones al personal.

Otro aspecto que se cubre pero no en su totalidad es el de la protección personal, ya que cumpliendo con los aspectos necesarios de seguridad se obtiene la el máximo rendimiento del recurso disponible, como es el ser humano, que forma parte importante en el proceso de producción. La protección personal utilizada se puede identificar así: zapatos de punta de acero, cinturón, mascarillas, lentes protectores, cascos, gafas, guantes de cuero.

3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL CONTROL DE CALIDAD

3.1 En bodega de materia prima

Los perfiles y las láminas de acero integran la materia prima más importante en la fabricación de la Torres de telefonía, por lo que debe considerarse la necesidad de determinar ciertos parámetros que satisfagan las especificaciones de aceptación. Debe llevarse el control desde el inicio de la recepción de la materia prima, ya que, es en este punto donde se rechaza o se acepta determinado lote de los diferentes proveedores, los

que pudieran estar entregando lotes, en los cuales con su aceptación pudiera estar cayendo en problemas que se le puede ocasionar a nuestro producto final.

3.1.1 Diseño del plan de muestreo

El plan de muestreo será el de atributos, es decir, pasa o no pasa, se utilizara muestreo simple, lo cual consiste en tomar una muestra aleatoria de (n) unidades del lote para su apreciación y, así, determinar el destino del lote con base en la información obtenida por la muestra.

El muestreo aleatorio es importante en el muestreo para aceptación, porque si no se usa, se introducirá un sesgo, es decir, que el proveedor de las unidades, en la parte superior del lote asegure de calidad excepcional.

Las cualidades a muestrear en las piezas de acero, primero, la apariencia, observa que no tenga fisuras, roturas, abolladuras, astilladuras en las orillas. Así, también, que tenga su sello de certificación de calidad, y se le realizarán las pruebas o ensayos no destructivos, esto quiere decir que en bodega de materia prima se le aplicarán a las piezas de acero, un liquido que revele si estas tienen fisuras que no se pueden ver a simple vista.

Pero algo muy importante para aceptar el lote son las dimensiones solicitadas, se refiere a que las piezas deben tener las medidas previamente acordadas.

Los demás materiales que se necesitan para la elaboración de las Torres de telefonía, no necesitan un muestreo de aceptación, como los tornillos y tuercas, ya que la empresa conoce a sus proveedores desde hace muchos años, y sabe que cuentan con un estricto control de calidad, lo que para la empresa es muy valioso.

Pasos a seguir para el plan de muestreo

1. El encargado de supervisar la calidad en la materia prima, define el tamaño del lote a inspeccionar, el cual debe ser homogéneo, es decir, que todo el producto que figure en un lote deberá ser el mismo material y proveedor; para el presente estudio el tamaño del lote se tomará de 300 piezas de acero (perfiles).
2. Es necesario conocer las diferencias entre las curvas características de la operación, correspondiente a los niveles de inspección, I, II, y III. Las cuales se muestran en el anexo, figura 12. La decisión sobre qué nivel de inspección es también del tipo de producto, en el caso de productos que no son caros, en las pruebas que implican destrucción deberá considerarse el nivel II.

Si los costos son elevados, o si los productos son complejos y costosos, debería aplicarse el nivel III, que consiste en el doble de la calidad de inspección. Para este estudio se utilizó el nivel de inspección III.

3. El tamaño de la muestra dependerá del tamaño del lote y del nivel de inspección, como se muestra en el anexo de la tabla 10, donde se localiza la letra código correspondiente al tamaño de la muestra.
4. Es necesario establecer un nivel de calidad aceptable (NCA) para el sistema de muestreo, el cual para la recepción de la piezas de acero será de 1.5%. Se establece un NCA con el fin de establecer un máximo que se acepta como promedio, se escoge 1.5% ya que son los primeros muestreos, y esto da un margen para incrementar el margen de aceptación de los lotes.

5. Se procede a identificar los criterios de aceptación por medio de las tablas maestras para inspección (muestreo sencillo). Ver anexo. Figura 15
6. Se utilizará la inspección normal, debido a que no se tiene historial registrado para los proveedores.
7. En este muestreo, en primer lugar, se efectuará una inspección visual, revisando las piezas de las orillas, para supervisar que no vengan astilladas y, seguidamente, se le efectuará una prueba de ensayos o destructivos, o sea la aplicación del liquido revelador.

El departamento de control de calidad debe clasificar el tipo de falla que trae las piezas, esto porque si es una falla o fractura profunda se debe realizar una inspección más detallada, así también, porque las fallas observadas no deben ser fallas que provoquen la realización de producto defectuoso como en este caso, las piezas de acero no deben traer las fisuras profundas, y, deben traer las medidas correspondientes o solicitadas previamente.

Para continuar con el proceso de muestreo, se tomaron 300 piezas de acero (perfiles).

Número de piezas del lote: 300

NCA: = 1.5% en el defecto apariencia (inspección visual)

Nivel de inspección: Nivel III

Inspección Normal.

Basados en la información obtenida: tamaño del lote = 300 Piezas, para proceder a determinar la letra clave del tamaño de la muestra, según la tabla 10 del anexo, es la letra J.

Con base en esta letra se establece el plan de muestreo con la tabla inspección normal y muestreo sencillo, y se obtiene lo que a continuación se describe.

Nivel de calidad aceptable NCA o AQL = 1.5%

Letra clave	Tamaño de muestra	Aceptar	Rechazar
J	80	3	4

A continuación se presenta una tabla de muestreo donde se simplifica el trabajo porque da a conocer los criterios de aceptación y de rechazo el cual se debe utilizar para cada tamaño del lote que reciba la empresa.

Tabla II. Tabla de criterio de aceptación y de rechazo para lotes con piezas de acero con defecto

TIPO DE INSPECCIÓN: NORMAL		NCA o AQL= 1.5%	
NIVEL III		ACEPTAR	RECHAZAR
TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA		
2 – 8	3	0	1
9 – 15	5	0	1
16 - 25	8	0	1
26 – 50	13	0	1
51 – 90	20	1	2

91 – 150	32	1	2
151 – 280	50	2	3
281 – 500	80	3	4
501 - 1200	125	5	6
1201 – 3200	200	7	8
3201 – 10000	315	10	11
10001 – 35000	500	14	15
35001 - 150000	800	21	22

El departamento de control de calidad deberá llevar los registros sobre el trabajo elaborado y sus resultados, para tener una base de información sobre la calidad del producto de los proveedores. Por lo que se diseña un formato para que el encargado del registro de los datos del muestreo y establezca un reporte de control de calidad.

Tabla III. Registros de defectos en la apariencia de la pieza de acero

Proveedor:		Tamaño del lote: 300 pza.		Inspección : Normal		NCA: 1.5%	
Número muestra	Apariencia Aceptable	Apariencia Rechazable	Observación	Número muestra	Apariencia Aceptable	Apariencia Rechazable	Observación
1	X			41	X		
2	X			42	X		
3		X	Pza lastimada	43	X		
4	X			44	X		
5		X	Pza lastimada	45	X		
6	X			46	X		
7	X			47	X		Pza lastimada
8	X			48	X		
9	X			49	X		
10	X			50	X		
11	X			51	X		
12	X			52	X		
13	X			53	X		
14	X			54	X		
15		X	Pza lastimada	55	X		
16	X			56	X		
17	X			57	X		
18	X			58	X		
19	X			59	X		
20	X			60	X		
21	X			61	X		

22	X			62	X		
23	X			63	X		
24	X			64	X		
25	X			65	X		
26	X			66	X		
27	X			67	X		
28	X			68	X		
29	X			69	X		
30	X			70	X		
31	X			71	X		
32	X			72	X		
33	X			73	X		
34	X			74	X		
35	X			75	X		
36	X			76	X		
37	X			77	X		
38	X			78	X		
39	X			79	X		
40	X			80	X		

Según estos datos, queda establecido que la calidad del lote muestreado respecto de la apariencia o los daños encontrados, no es aceptable, ya que el criterio de aceptación es menos de cuatro piezas dañadas, y en este muestreo se obtuvieron cuatro piezas defectuosas, por lo que tenían que rechazarse. Pero, antes, analizar el tipo de daños encontrados y, luego, continuar el análisis con los gráficos de control.

3.1.2 Elaboración del Método de control

El tipo de control que se aplica en la materia prima es: gráficos de control por atributos, p , np , debido a que muestra características de calidad en artículos que cumplen o no están conformes con las especificaciones.

Para realizar los gráficos de control es necesario estudiar las características de calidad por atributos, para identificar los defectos en las piezas de acero, estos defectos como ya se hizo mención de los mismos, son defectos que no deben incidir en el

producto, sino que, únicamente, debe ser nuestro punto de partida para un análisis más profundo de la materia prima, como en este caso, en que el lote debía ser rechazado, se procederá con el análisis del método o gráficos de control por atributos.

Para lo anterior se obtuvo la información que se detalla a continuación.

Tabla IV registro de piezas defectuosas (perfiles de acero)

Número muestra	Tamaño (n)	Defectuosos	Fracción (P)
1	12	2	0.166
2	12	0	0
3	12	1	0.083
4	12	1	0.083
5	12	0	0

Pasos a seguir para la elaboración del Grafico P

1. Cálculo del límite central

$$\bar{P} = \frac{\text{No. total rechazados}}{\text{No. total de inspeccionados}} = \frac{4}{60} = 0.067$$

2. Cálculo del límite superior de control

$$LSCP = \bar{P} + 3 \left[\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n} \right]^{1/2}$$

$$LSCP = 0.067 + 3 \left[\frac{0.067(1-0.067)}{12} \right]^{1/2}$$

$$LSCP = 0.2835$$

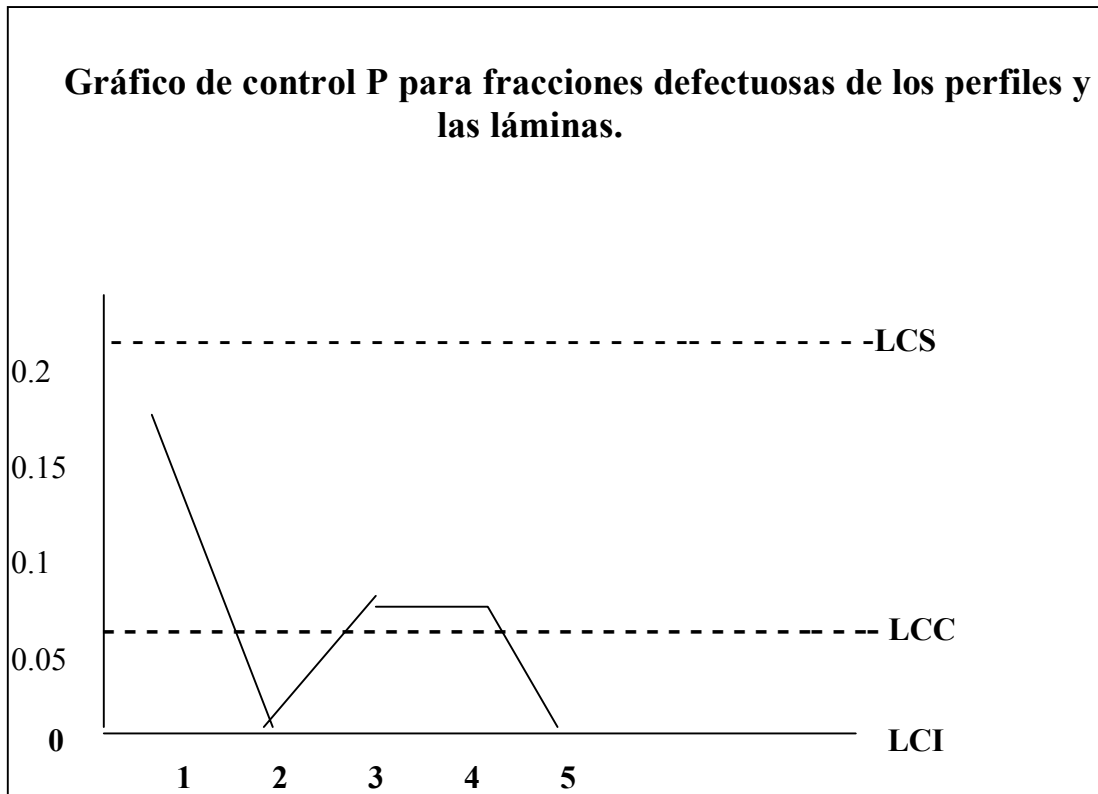
3. Cálculo del límite inferior de control

$$LICP = \bar{P} - 3 \left[\bar{P}(1 - \bar{P}) / n \right]^{1/2}$$

$$LICP = 0.067 - 3 \left[0.067(1 - 0.167) / 12 \right]^{1/2}$$

$$LICP = -0.15 \text{ Se toma como cero}$$

Figura 4 gráfico de control para fracción defectuosa de piezas de acero (Lámina y perfiles)



Cálculo de los límites, gráfico de control NP

Límite central LCC = np

$$np = 12 * 0.067 =$$

$$np = \mathbf{0.804}$$

Límite superior de control

$$LSC = np + 3 [np (1-p)]^{1/2}$$

$$LSC = 0.804 + 3 [0.804 (1-0.067)]^{1/2}$$

$$LSC = \mathbf{3.40}$$

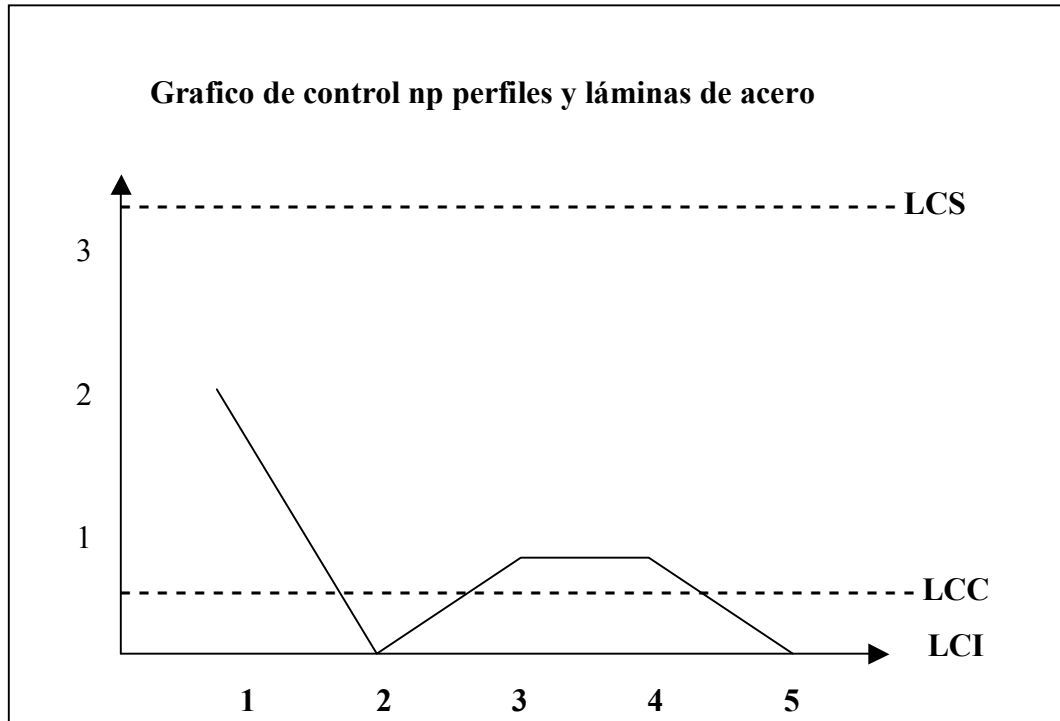
Límite inferior de control

$$LIC = np - 3 [np (1-p)]^{1/2}$$

$$LIC = 0.804 - 3 [0.804 (1-0.067)]^{1/2}$$

$$LIC = \mathbf{- 1.79 \text{ Se toma como cero.}}$$

Figura 5 Gráfico de control NP en perfiles y láminas de acero.



3.1.3 Análisis de los medios de control

Como se puede observar se planteó un riguroso plan de muestreo para la materia prima, debido a que la empresa, en primer lugar, no cuenta con controles o procedimientos establecidos de control de la materia prima, como se ha mencionado anteriormente y es, también por esa razón como este método se propone para el control en este departamento. Posee cierto margen de flexibilidad para el inicio de estos controles, ya que, si este plan no acepta o no cumple con los requisitos de la materia prima, se propone el Método de los gráficos de control para analizar si la materia prima está bajo control o si, por el contrario, se debe rechazar.

De esta forma, si se analiza el estudio anterior de los gráficos de control, nos damos cuenta que el grafico de control por fracciones muestra que existen defectuosos pero que se encuentran entre los límites de control, el porcentaje de unidades no conformes se encuentra en su mayoría, por encima del límite promedio, por lo que se llego a concluir que el lote se encuentra bajo control. Mientras que para el gráfico np, se concluye lo mismo a diferencia que este tipo de gráfico proporciona información mucho más fácil de analizar e interpretar o, sea, que indica las unidades no conformes las cuales se encuentran entre los límites aceptables de control.

3.2 Controles en el proceso de fabricación

Todos los controles que se realiza en el proceso de fabricación de las Torres de telefonía se realizan por medio de los gráficos de control por defectos, esto, con el único objetivo de realizar una revisión detallada y profunda de las piezas fabricadas, y con ello, rechazar las piezas que, definitivamente, no se pueden utilizar en el producto final.

3.2.1 Definición de los puntos de control

Para el estudio del proceso de fabricación de las Torres de telefonía, se definen cuatro puntos de control en el proceso, siendo estos:

- a) en la fabricación de las breizas,
- b) en la fabricación de platinas,
- c) en la fabricación de flanges,
- d) después de la operación de pintado.

La definición de estos puntos de control tiene como objetivo la descentralización de controles en el proceso, debido a que de esta forma se podrán diferenciar y ubicar más fácilmente las causas de los defectos encontrados. Así, también, se han definido estos puntos de control ya que, dentro del proceso, existen fases para el proceso final, y, también, porque las fallas que puedan ocasionar problemas graves se pueden producir en estos puntos. Los tipos de defectos que se han encontrado, en el proceso de fabricación son fisuras, astilladuras, mal despuntado, discontinuidad en la aplicación de la soldadura, diferencia en dimensiones, por mencionar algunas.

3.2.2 Elaboración de los medios de control

El medio de control que se utiliza en el Gráfico por defectos o Gráfico “C”, en este se analizará la variabilidad y definirá el número de defectos para cada punto de control definido anteriormente.

a) Gráfico de control para la elaboración de las flanges

Tabla V Registro de defectos en flanges

Número de muestra	Número de defectos
1	0
2	1
3	1
4	7
5	2
6	4

7	2
8	7
sumatoria	24

Cálculos para los límites de control:

Límite central: $C = 24 / 8 = 3$

Límite Control Superior

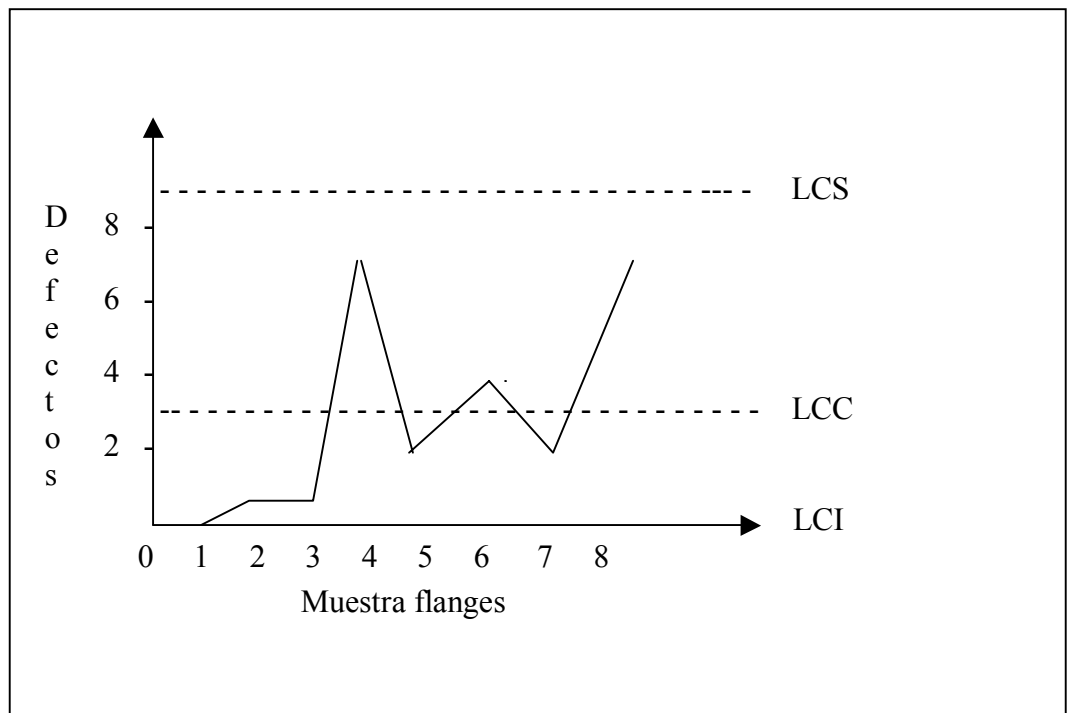
$LCS = \text{Límite central} + 3[\text{límite central}]^{1/2}$

$LCS = 8.2$

Límite de control inferior

$LCI = \text{Límite central} - 3[\text{límite central}]^{1/2}$ $LCI = -2.19$ se toma **0**

Figura 6 Grafico de control C en Flanges



b) Gráfico de control C, defectos en la elaboración de Platinas

Tabla VI Registro de defectos en la elaboración de platinas

Número de muestra	Número de defectos
1	3
2	0
3	1
4	2
Sumatoria	6

Cálculos para los límites de control

Límite Central: $C = \text{Número de defectos} / \text{número de muestra}$

$$\text{Límite Central} = 6 / 4 = \mathbf{1.5}$$

Límite de Control Superior

$$\text{LCS} = \text{Límite central} + 3[\text{límite central}]^{1/2}$$

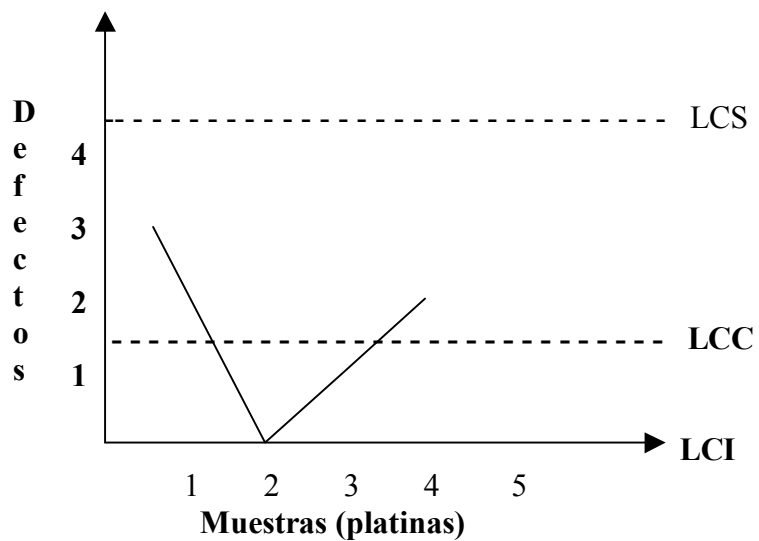
$$\text{LCS} = 5.17$$

Límite de Control Inferior

$$\text{LCI} = \text{Límite central} - 3[\text{límite central}]^{1/2}$$

$$\text{LCI} = \mathbf{-2.17 \text{ se toma } 0}$$

Figura 7 gráfico de Control C defectos en platinas



c) Gráficos de Control C, defectos en la elaboración de breizas

Tabla VII Registro de defectos en la elaboración de breizas

Número de muestra	Número de defectos
1	4
2	0
3	2
4	5
5	1
6	3
7	2
8	3
Sumatoria	20

Cálculos para los límites de control

Límite Central: $C = \text{Número de defectos} / \text{número de muestra}$

$$\text{Límite Central} = 20 / 8 = \mathbf{2.5}$$

Límite de Control Superior

$$\text{LCS} = \text{Límite central} + 3[\text{límite central}]^{1/2}$$

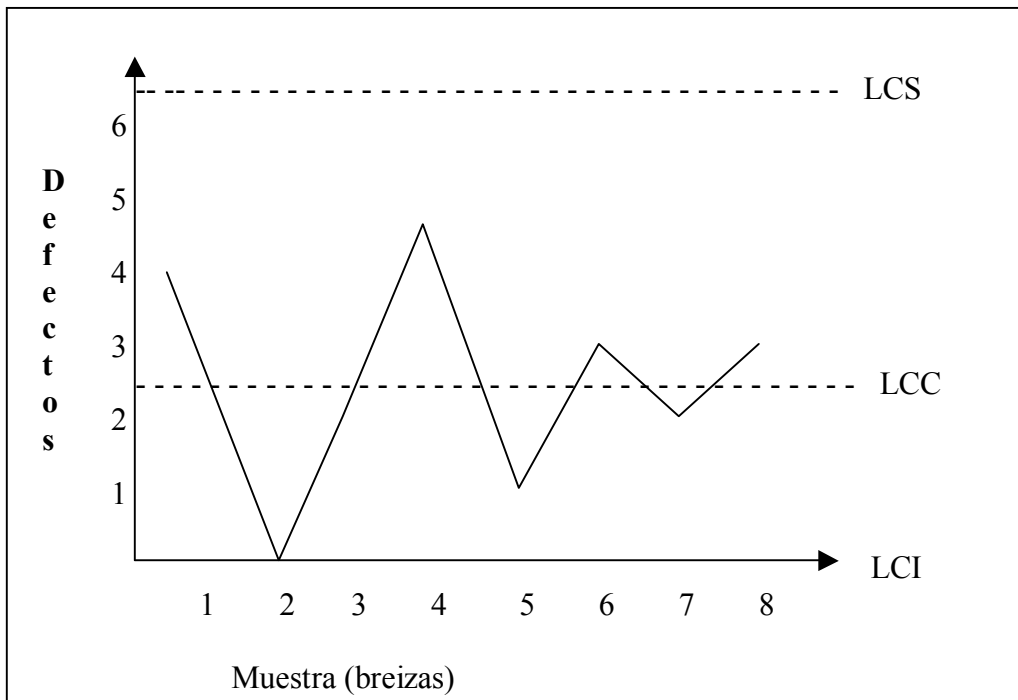
$$\text{LCS} = 7.24$$

Límite de Control Inferior

$$\text{LCI} = \text{Límite central} - 3[\text{límite central}]^{1/2}$$

$$\text{LCI} = -2.24 \text{ se toma } \mathbf{0}$$

Figura 8 Gráfico de control C defectos en breizas



d) Gráficos de Control C, defectos después de Pintado

Tabla VIII Registro de defectos después de pintado

Número de muestra	Número de defectos
1	0
2	1
3	0
4	1
5	1
6	1
Sumatoria	4

Cálculos para los Límites de Control

Límite Central : $C = \text{Número de defectos} / \text{número de muestra}$

$$\text{Límite Central} = 4 / 6 = \mathbf{0.67}$$

Límite de Control Superior

$$\text{LCS} = \text{Límite central} + 3[\text{límite central}]^{1/2}$$

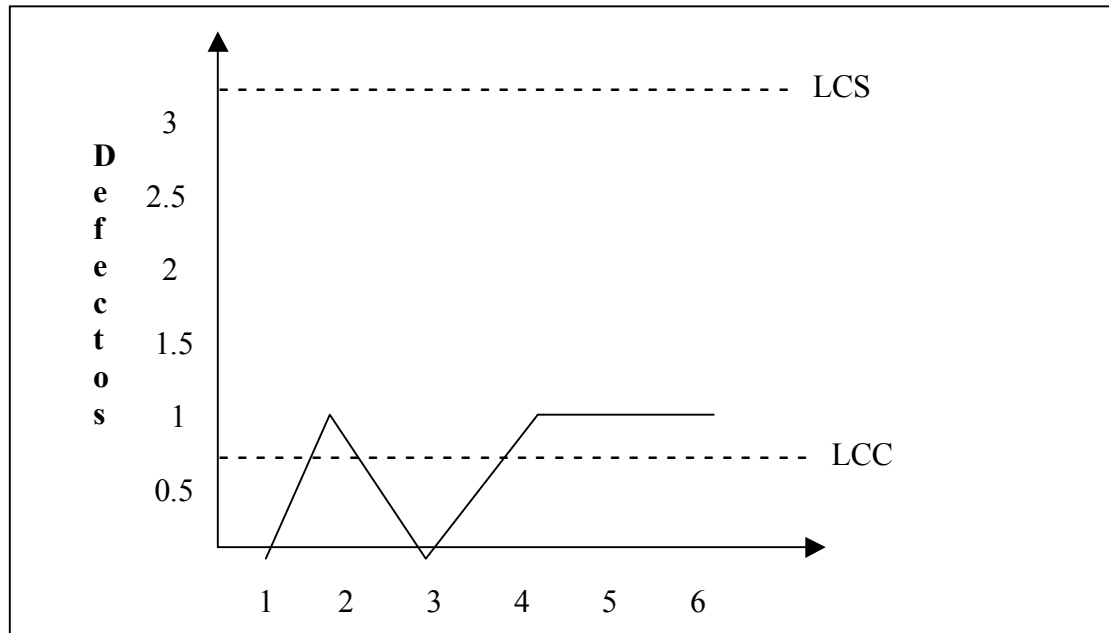
$$\text{LCS} = 3.12$$

Límite de Control Inferior

$$\text{LCI} = \text{Limite central} - 3[\text{limite central}]^{1/2}$$

$$\text{LCI} = \mathbf{-1.79 \text{ se toma } 0}$$

Figura 9 Gráfico de control C defectos después de pintado



3.2.3 Análisis de los resultados obtenidos

El gráfico de control “C” para el proceso de flanges muestra que existen defectos pero que se encuentran entre los límites de control aceptable, existen dos puntos que están cercanos al límite central superior, debido a que en el proceso de los flanges, se encontraron con defectos de escoria o mala terminación en los cortes, por lo que se debe tomar en cuenta a la hora de hacer los cortes, la perforaciones y hacer las correcciones necesarias para no volverlos a cometer.

En el caso del Gráfico de control “C” para el proceso de las platinas, indica que el proceso está bajo control, debido a que los límites están dentro de los puntos aceptables, la mayoría se encuentra en el límite promedio central, sólo uno está cerca del límite superior, pero, es porque se tuvo problema al momento de cortar la lámina y no se realizó una perforación completamente.

En el gráfico de control “C” de defectos en breizas, se puede concluir que el número de defectos se encuentra bajo control, por lo que es importante seguir realizando estos estudios para tener registro de los defectos y poder controlarlos.

En el gráfico de control “C”, después de pintado, se puede concluir que el proceso se encuentra bajo control, por lo que es necesario que se siga inspeccionando, para que las fallas se reduzcan y no se incrementen.

3.3 Controles para el producto terminado

Cuando se habla, de producto terminado, en este caso, respecto de la ejecución del producto final, es decir, de la construcción o instalación de las Torres de telefonía, en tanto se ha hecho mención de los controles necesarios en el proceso de obtención de las piezas de las torres o, sea, todas las operaciones que se realizan en el departamento de producción, en este apartado únicamente se ampliará en el tema del producto terminado, para dejar claro los controles o recomendaciones que se deben tener en cuenta para la realización del producto en estudio.

Una Torre de telefonía debe ser proyectada, construida y mantenida para que, con seguridad aceptable, sea capaz de soportar todas las acciones que la puedan solicitar durante la construcción y el período de vida útil previsto en el proyecto, para mantener su funcionalidad y resistir la agresividad del ambiente.

Se entiende por vida útil de una estructura, el período de tiempo a partir de la finalización de su ejecución, durante el que debe mantener los requisitos de seguridad y funcionalidad de proyecto y un aspecto estético aceptable. Durante ese período requerirá una conservación de acuerdo con el plan de mantenimiento.

Una Torre de telefonía debe, también, ser concebida de manera que las consecuencias de acciones excepcionales, tales como explosiones o impactos, así como

de errores, no produzca daños desproporcionados en relación con la causa que los ha originado.

Los requisitos anteriores se satisfarán mediante un proyecto correcto que incluya una adecuada selección de la solución estructural y de los materiales de construcción, una ejecución cuidadosa conforme a lo establecido, un control adecuado del proyecto y de la ejecución, así como el uso y mantenimiento apropiado, conforme a los criterios especificados.

Entre otros aspectos, en el Plan de ejecución de las torres se deberá tratar:

- descripción de las propiedades de los elementos que pueden afectar,
- comportamiento de la estructura (geometría, características de los materiales,
- tolerancias o procedimientos de montaje),
- descripción completa de los modelos,
- establecimiento de las acciones, secuencia y velocidad de aplicación de cargas,
- condiciones ambientales,
- modo previsto de comportamiento,
- descripción de la instrumentación, y del registro de resultados,
- tolerancias y margen de error previsto en los dispositivos de medición.

Antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que define la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural. Para conseguir durabilidad adecuada, se deberá establecer en el proyecto, y, en función del tipo de ambiente, una estrategia acorde con los criterios expuestos.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitudes consideradas en el análisis estructural.

Las diferentes clases de exposición relativas a la corrosión atmosférica se definen en términos de pérdida de masa por unidad de superficie o pérdida de espesor de las piezas normalizadas de acero de bajo contenido en carbono o de cinc, después del primer año de exposición, si bien, debe tenerse en cuenta que la corrosividad atmosférica en un clima frío o en uno seco es inferior que en un clima templado, mientras que será mucho mayor en un clima cálido y húmedo.

La durabilidad de una Torre de Telefonía es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y solicitudes consideradas.

Se recomienda que las formas de los elementos estructurales sean sencillas, evitando una complejidad excesiva. Debe evitarse la corrosión potencial en orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones, mediante un sellado eficaz, que en general estará constituido por soldaduras continuas.

Debe prestarse atención especial a la protección contra la corrosión de las uniones, tanto atornilladas (de manera que los tornillos, tuercas y arandelas tengan la misma durabilidad que el resto de la estructura) como soldadas (cuidando que la superficie de la soldadura esté libre de imperfecciones, como fisuras, cráteres y proyecciones, que son difíciles de cubrir eficazmente por la pintura posterior),

En general, la resistencia a la fatiga de una torre de telefonía es tanto menor cuando sea desfavorable la geometría del propio detalle en general y de los cordones de soldadura existentes en el mismo en particular.

Se llama, especialmente, la atención sobre el hecho de que cordones de soldadura no previstos en proyecto y ejecutados sobre la estructura, generalmente, para fijación de elementos provisionales que pueden ser necesarios durante la construcción de la misma,

pueden reducir severamente su resistencia a fatiga.

El montaje de la estructura comenzará cuando se cumplan los requisitos del Plan de Seguridad, que entre otros, debe considerar los siguientes aspectos:

- a) zonas de aparcamiento para vehículos, maquinaria en general y acopios,
- b) acceso y circulación en la obra,
- c) instalación de grúas fijas,
- d) preparación del terreno de emplazamiento en cuanto a condiciones de suelo, y estabilidad de taludes, si ha lugar,
- e) comprobación de servicios afectados, incluyendo cables aéreos o cualquier otro condicionante físico,
- f) comprobación de que las piezas de mayores dimensiones y peso pueden ser suministradas a pie de obra.
- g) zonas contiguas afectadas por el montaje.
- h) Condiciones climáticas y medioambientales.
- i) Comprobación de las condiciones del terreno que permitan prever o corregir eventuales movimientos, tales como asentamientos de bases de pilares durante la ejecución de la obra.

El programa de montaje es competencia, en este caso, del departamento de ingeniería civil y deberá ser aprobado por el Director de Obra antes del inicio de los trabajos. No obstante, el pliego de prescripciones técnicas deberá incluir un método de montaje preliminar adecuado a las características o especificaciones de la estructura en sus distintas fases que servirá de orientación al constructor para la redacción del Programa de montaje definitivo.

En el programa, además de los requisitos ya enumerados, se detallarán los puntos siguientes:

- a) descripción de fases, incluyendo la necesaria coordinación con la elaboración en taller y el transporte a obra,
- b) equipo en cada fase, incluyendo grúas,
- c) personal, especificando su calificación profesional,
- d) precauciones especiales frente a las condiciones climáticas que pueden darse durante el montaje,

Deberá incluir el montaje en blanco realizado en taller para asegurar el ensamble de piezas si así está previsto y cualquier elemento constructivo auxiliar necesario para el montaje, como apeos o ensambles provisionales.

Todas las cimentaciones, como losas o macizos de apoyo deben haber sido inspeccionadas previamente, incluyendo los pernos de anclaje embebidos en ellas, para garantizar que su posición y alineaciones están de acuerdo con los planos.

Tanto los propios pernos de anclaje como los calzos o cuñas de nivelación de placas base, han de ser capaces de soportar la estructura montada, previamente al retacado con mortero de nivelación. En el caso de que los elementos provisionales queden embebidos, debe asegurarse que disponen de durabilidad igual a la de la estructura.

Deberán repararse los daños que pueda sufrir cualquier pieza que afecte a sus tolerancias, acabado de protección o a sus uniones.

Debe preverse el efecto de las cargas de ejecución, incluyendo peso de personal y equipo durante el montaje, así como la acción del viento sobre la estructura no completa.

3.4 Especificaciones de la materia prima

En este apartado describirán las características que debe tener la materia prima y el material de aportación que se utiliza en la fabricación de las Torres de telefonía, así como recomendaciones en el uso de estos.

Se recomienda que, regularmente, del material utilizado para la fabricación de las torres, se tomen muestras y se envíen a un laboratorio para comprobar sus caracteres descritos mediante ensayos, se recomienda utilizar el laboratorio de ensayo de materiales de la facultad de Ingeniería de la USAC.

Así, también, se deberá exigir al proveedor que, cuando se estime oportuno, en el lugar adecuado de la pieza, se coloque una placa que indique el valor máximo de la carga para el cual se propone la utilización de la estructura.

Igualmente, detallará las formas de medición y valoración de las distintas unidades de la pieza, establecerá el plazo de garantía y especificará las normas y pruebas previstas para las recepciones.

La soldabilidad es la aptitud de un acero para ser soldado mediante los procedimientos habituales sin que aparezca figuración en frío. Es una característica tecnológica importante, de cara a la ejecución de la estructura. La resistencia al desgarro laminar del acero se define como la resistencia a la aparición de defectos en piezas soldadas sometidas a tensiones de tracción en dirección perpendicular a su superficie. Para evitar el desgarro laminar, se deberán reducir, en lo posible, dichas tensiones mediante un proyecto adecuado de los detalles constructivos correspondientes y analizar, si es preciso, el empleo de aceros poco susceptibles a este defecto, tales como los aceros con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie del producto.

La aptitud al doblado es un índice de la ductilidad del material, y, se define por la ausencia o presencia de fisuras en el ensayo de doblado, asimismo, se debe tener muy en cuenta ya que en el proceso de fabricación de las platinas es muy importante esta característica.

De acuerdo con lo estudiado, deben elegirse las condiciones de soldeo y el nivel de soldabilidad, para cada tipo de acero, en función de los requisitos de producto, de su espesor, del proceso de soldeo, de la energía aportada a la soldadura, de la eficiencia de los electrodos y de las características del metal de aportación.

En cuanto a composición química del acero, los contenidos más importantes son los de los elementos que aparecen en la expresión del valor del carbono equivalente, así como los contenidos en fósforo y azufre, cuya limitación obedece a la necesidad de minimizar las inclusiones.

La determinación rigurosa de la tenacidad de fractura se efectuará, en los casos especiales en que se requiera, mediante ensayos específicos de Mecánica de fractura, los cuales deberán realizarse en laboratorios especializados.

El parámetro fundamental de los aceros desde el punto de vista de la soldabilidad es el valor del carbono equivalente que se establece para cada tipo de acero.

Es necesario proteger, superficialmente, el acero en los casos en que se prevé que su superficie va a estar en contacto con agua durante largos períodos, permanentemente húmeda, o, sometida a ambiente marino con salinidad moderada o elevada.

Los medios de unión que contempla este estudio son los constituidos por tornillos, tuercas y arandelas, para uniones atornilladas, y, el material de aportación, para

uniones soldadas.

Se utilizarán los tornillos ordinarios, tornillos de alta resistencia, grado 4.6 5.6 6.8 8.8 10.9.

El material de aportación utilizable para la realización de soldaduras (electrodos) deberá ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta el material a soldar y el procedimiento de soldeo.

Será necesario establecer un control de materiales establecido, de tal manera, que se realizará sobre los productos de acero e incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

- a) control de la documentación del suministro,
- b) control de calidad de las características de los aceros mediante la realización, en su caso, de los correspondientes ensayos,
- c) control de las características geométricas de los productos,

Se debe mencionar, también aquí, los tipos de pintura y sistemas de pintura que pueden utilizarse para la protección de estructuras de acero, así como las prescripciones técnicas que deben cumplir, según la durabilidad requerida del sistema de pintura protector.

Pueden emplearse los siguientes tipos de pintura:

- pinturas de secado al aire,
- pinturas de curado físico,
 - pinturas en base disolvente,
 - pinturas en base agua,
- pinturas de curado químico,
 - pinturas epoxídicas de dos componentes,
 - pinturas de poliuretano de dos componentes,
 - pinturas de curado por humedad.

La garantía suficiente para proceder a la aceptación de un material o producto, debe comprobarse mediante el cumplimiento de los procedimientos y criterios contemplados y que se fundamente valores máximos en la probabilidad de aceptar un lote que no cumpla las especificaciones exigibles. Dicha garantía debe conseguirse mediante los sistemas de control establecidos. En algunos casos y de forma voluntaria, los aceros y productos incluidos en el ámbito de este estudio pueden estar en posesión de marcas, sellos y certificados de calidad, en adelante distintivos de calidad, que avala que los productos que los ostentan están sometidos a unos procesos específicos y a un control de producción en fábrica que permite garantizar, con un cierto nivel de confianza que cumplen las especificaciones.

Los distintivos de calidad de carácter voluntario deberán cumplir, para su reconocimiento oficial, los requisitos establecidos. En su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de calidad por parte de una empresa competente que lo lleve a efecto, incluirá la declaración explícita del cumplimiento de los citados requisitos.

Los centros certificadores velarán para que el reconocimiento de tales distintivos responda a los criterios establecidos para el mismo, así como para que se mantengan dichos criterios durante la totalidad del período para el que se ha efectuado el reconocimiento.

4. Implementación o administración del sistema de calidad

4.1 Objetivos de la implementación del sistema de calidad

- Desarrollar, implementar y mantener un sistema de calidad que colabore con el mejoramiento del control de calidad y que asegure la satisfacción en el uso de las Torres de telefonía.
- Proporcionar la certeza de que se obtiene y mantiene la calidad esperada del producto en las condiciones de fabricación.
- Determinar las características de los productos de acero, para la formación de bases de criterio en la toma de decisiones respecto de su aceptación.

4.2 Política y compromiso

La política será de crear y aplicar los procedimientos del sistema de calidad para garantizar el producto en cuanto a sus condiciones físicas y mecánicas, ello se logra al asignar todos los recursos necesarios para el mantenimiento y mejora continua, y dar prioridad a las acciones de prevención y acciones correctivas a corto plazo, así como la capacitación y comunicación con el personal encargado para la obtención de los mejores resultados en la gestión de control de calidad.

El compromiso será el de asegurar el estricto apego, de todo el personal de calidad, hacia los procedimientos establecidos dentro del sistema de calidad y hacia las disposiciones tendientes a su aseguramiento.

4.3 Funciones, responsabilidades y requisitos del personal del departamento de control de calidad

A continuación se detallaran las funciones, responsabilidades y requisitos del personal del departamento de control de calidad:

4.3.1 Del Jefe del departamento

- I. UNIDAD DE TRABAJO: departamento de control de calidad
- II. NOMBRE DEL PUESTO: Jefe de control de calidad
- III. TIPO DE PUESTO: científico, técnico y administrativo.
- IV. LÍNEAS JERÁRQUICAS:
Depende, funcionalmente, de supervisión ejercida a:
 - a. asistente del departamento de control de calidad,
 - b. auxiliar del departamento de control de calidad.
- V. FUNCIÓN PRINCIPAL
Planificar, dirigir, coordinar y controlar todas aquellas actividades y funciones relacionadas a la calidad de la materia prima para la fabricación de las Torres de telefonía.
- VI. FUNCIONES ESPECÍFICAS
 - Planificar y diseñar los mecanismos, sistemas y procesos de control de calidad en la fabricación de las torres de telefonía, tomando en cuenta los aspectos específicos establecidos para tal fin.
 - Dirigir todas las actividades de control de calidad realizadas en la planta.
 - Coordinar y controlar todos los procesos de control de calidad.
 - Supervisar directamente al personal del departamento de control de calidad.
 - Velar por el cumplimiento de los procedimientos técnicos y administrativos de su departamento.

- Asesorar a las jefaturas y personal implicado de la empresa, en actividades relacionadas con el control de calidad.
- Aprobar los informes y documentos relacionados con las actividades del departamento.
- Coordinar los programas de trabajo del personal a su cargo.
- Atender las dudas, inquietudes y reclamos, acerca de los controles de calidad.
- Velar por la mejora continua de los procedimientos de control de calidad.
- Proporcionar el apoyo logístico necesario a la gerencia y/o alta dirección en el requerimiento de materia prima y todos aquellos aspectos relacionados con el control de calidad.
- Clasificar la materia prima por proveedores, para establecer los registros correspondientes.
- Desarrollar programas de capacitación y entrenamiento para el personal del departamento.
- Proporcionar el apoyo necesario para la implementación de las medidas adoptadas por la gerencia, en cuanto a políticas y recursos asignados al departamento.
- Atender todas aquellas tareas específicas del puesto que le sean requeridas.

VII. REPOSABILIDADES

- Velar por el eficiente desempeño de las actividades del departamento a su cargo.
- Coadyuvar permanentemente en el desarrollo, implementación, mantenimiento y mejora del sistema de calidad.
- Velar por el adecuado uso y conservación de los materiales y equipo de trabajo asignados.
- Interactuar con los diferentes departamentos de la empresa para el adecuado seguimiento de las actividades de control de calidad.

- Velar por el cumplimiento de otras actividades afines a las operaciones administrativas y técnicas de control de calidad, así como la seguridad del departamento.
- Velar porque el personal a su cargo cumpla con las normas técnicas y administrativa correspondientes.

VIII. REQUISITOS

Estudios: Ingeniero mecánico, químico, mecánico-industrial o industrial

Experiencia: - 2 años como asistente del departamento de control de calidad o
3 años en el área de control de calidad.

Habilidades: - Manejo de personal
- Toma de decisiones
- Conocimientos sobre computación.
- Conocimientos sobre maquinaria y equipo utilizado.

IX ESFUERZO

Físico: por las actividades de supervisión en planta.

Mental: por la naturaleza del trabajo.

Atención continua: - a las actividades del personal de control de calidad
- a los fallos en el procedimiento de control.

X. CONDICIONES DE TRABAJO

Ambiente: el trabajo se desarrolla en oficina y planta, alternando con todos los diferentes departamentos.

Riesgos: de seguridad por el trabajo en planta.

Del asistente del departamento

- I. UNIDAD DE TRABAJO: Departamento de control de calidad.
- II. NOMBRE DEL PUESTO: Asistente de control de calidad.
- III. TIPO DE PUESTO: Técnico-administrativo.
- IV. LÍNEAS JERARQUICAS:
Depende funcionalmente de Jefe de control de calidad
Supervisión ejercida a Auxiliar de control de calidad.
- V. FUNCIÓN PRINCIPAL
Control, mantenimiento y supervisión de las actividades de control de calidad.
- VI. FUNCIONES ESPECÍFICAS
 - Supervisar directamente al personal técnico del departamento de control de calidad.
 - Manejar y actualizar la base de datos y archivos del departamento de control de calidad.
 - Brindar apoyo en la ejecución de muestreos.
 - Elaborar los reportes de control de calidad.
 - Sustituir al jefe de control de calidad en su ausencia.
 - Supervisar el uso de equipo adecuado para las actividades de control de calidad.
 - Elaborar o implementar nuevos procedimientos necesarios para la mejora continua de los sistemas actuales de control de calidad.
 - Preparar las muestras necesarias.
 - Participar en los programas de capacitación y entrenamiento.
 - Atender todas aquellas tareas específicas del puesto que le sean requeridas.

VII. RESPONSABILIDADES

- Velar por el eficiente desempeño de las actividades técnicas del departamento.
- Programar y ejecutar muestreos.
- Velar por la implementación de procedimientos de calidad.
- Velar por el adecuado uso y conservación del equipo y herramienta.
- Interactuar con los diferentes departamentos de empresa para el adecuado seguimiento de las actividades de control de calidad.
- Velar por el cumplimiento de aquellas otras actividades afines a las operaciones de control de calidad, así como la seguridad del personal técnico del departamento.
- Velar porque el personal a su cargo cumpla con las normas técnicas correspondientes.

VIII. REQUISITOS

Estudios Ingeniero mecánico, químico, mecánico-industrial o industrial.

Experiencia 2 años en el área de control de calidad.

Habilidades - Manejo de personal

- Toma de decisiones
- Conocimientos sobre computación
- Manejo de maquinaria herramienta.

IX. ESFUERZO

Físico: por las actividades de supervisión en planta.

Mental: por la naturaleza del trabajo.

Atención continua - A las actividades del personal técnico del departamento

- A los fallos en los procedimientos del control de calidad.

X. CONDICIONES DE TRABAJO

Ambiente: el trabajo se desarrolla en oficina, interactuando con planta.

Riesgos: de seguridad por las actividades dentro y fuera del departamento.

4.3.2 Del auxiliar del departamento

- I. UNIDAD DE TRABAJO: Departamento de control de calidad
- II. NOMBRE DEL PUESTO: Auxiliar de proceso
- III. TIPO DE PUESTO: Operativo
- IV. LINEAS JERÁRQUICAS:
Depende funcionalmente de
 - a. Jefe de control de calidad
 - b. Asistente del departamento de Control de calidad.
- V. FUNCION PRINCIPAL
Obtención de información sobre los factores que afecte la calidad del producto final, en el proceso de producción.
- VI. FUNCIONES ESPECÍFICAS
 - Análisis del producto terminado, para advertir sobre posibles defectos a los supervisores en planta.
 - Extracción de muestras para el control y mantenimiento del producto.
 - Obtención de toda la información útil para la realización del reporte.
 - Análisis de los resultados en la medición e inspección.
 - Información al jefe o asistente del departamento de control de calidad, sobre cualquier anomalía encontrada dentro del proceso que afecte la calidad del producto.
 - Fijación y control de la longitud en lo que a los cortes se refiere.
 - Atención de todas aquellas actividades eventuales que sean requeridas para la ejecución de su trabajo o atribuciones asignadas por el jefe inmediato superior.

- Control de la ubicación y cuantificación de la materia prima.
- Revisión de la materia prima
- Control y aseguramiento de ingreso de materia prima.
- Coordinación de información entre los encargados de la materia prima.

VII. RESPONSABILIDADES

- Por las buenas prácticas de su trabajo, que favorezcan la obtención de información real y efectiva acerca del proceso y el adecuado control de la materia prima.
- Por el resguardo, conservación y correcta utilización del equipo y materiales asignados a su cargo.
- Por el fomento de las relaciones de trabajo con el personal del departamento de control de calidad y de la planta de producción.
- Por guardar medidas de seguridad e higiene en su trabajo para el resguardo propio y de otras personas.

VIII. REQUISITOS

Educación: poseer título de técnico en mecánica a nivel medio

Experiencia: 2 a 3 años en trabajo de productos metal mecánicos

Habilidades: necesarias para el manejo de equipo y herramienta:

- Vernier,
- calculadora,
- herramientas varias, metro, tenazas, etc.

IX. ESFUERZO

Físico: verificación visual del producto y extracción de muestras.

Mental: por el manejo de datos, vinculados a los controles de calidad.

X. CONDICIONES DE TRABAJO

Ambiente: el trabajo se realiza directamente en la planta de producción, periódicamente se alterna con el departamento

Riesgos: de seguridad por el trabajo en planta

4.4 Procedimiento o guía de control de calidad

El departamento de Control de calidad priorizará sus operaciones en la bodega de materia prima, esto quiere decir que la aceptación o verificación de la materia prima es una de las tareas más importantes de este departamento, así pues, a continuación se presentará el procedimiento donde se detalla la secuencia base, lo que se debe hacer, dónde y cuándo hacerlo. La Figura 10 detalla el procedimiento.

Figura 10 **Revisión de defectos visuales de materia prima. Guía de procedimiento**

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD			
GUIA DE PROCEDIMIENTO			
Nombre del procedimiento: Revisión de defectos visuales de materia prima Área de control: Materia prima (lámina y perfiles angulares) Responsable: Auxiliar de calidad Fecha de revisión: Elaborado por: Asistente y auxiliar de calidad Revisado por: Jefe y asistente de control de calidad Aprobado por: Gerente de producción			
Secuencia	Qué hacer	Dónde	Cuándo
1. Ubicar la materia prima	Dirigirse al lugar donde se encuentra la lamina y perfiles	Bodega de patio	Antes del ingreso a BMP
2. Revisar	Realizar inspección de todos los perfiles y láminas	Bodega de patio	Antes del ingreso a BMP
3. Marcar	Marcar con pintura amarilla las láminas y perfiles que tengan defecto y con pintura blanca los que estén en buen estado	Bodega de Patio	Al ser revisado el total

Figura 10 Continuación

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD			
GUIA DE PROCEDIMIENTO			
Nombre del procedimiento: Revisión de defectos visuales de materia prima Área de control: Materia prima (lámina y perfiles angulares) Responsable: Auxiliar de calidad Fecha de revisión: Elaborado por: Asistente y auxiliar de calidad Revisado por: Jefe y asistente de control de calidad Aprobado por: Gerente de producción			
Secuencia	Qué hacer	Dónde	Cuándo
4. Separar	La separación de defectuosos	Bodega de patio	Al quedar la pieza defectuosa libe del resto
5. Separación parcial	Separa una parte del total de piezas encontradas defectuosas	Bodega de patio	Al encontrar defectos
6. Informar al asistente	Entregar informe al departamento de control de calidad	Bodega de patio	Al terminar la verificación

4.5 Elementos del sistema

Básicamente, el departamento de control de calidad presentará una estructura simple, pero completa en función de sus actividades. Específicamente esta integrado por el personal que se describe, asimismo, sus funciones generales son:

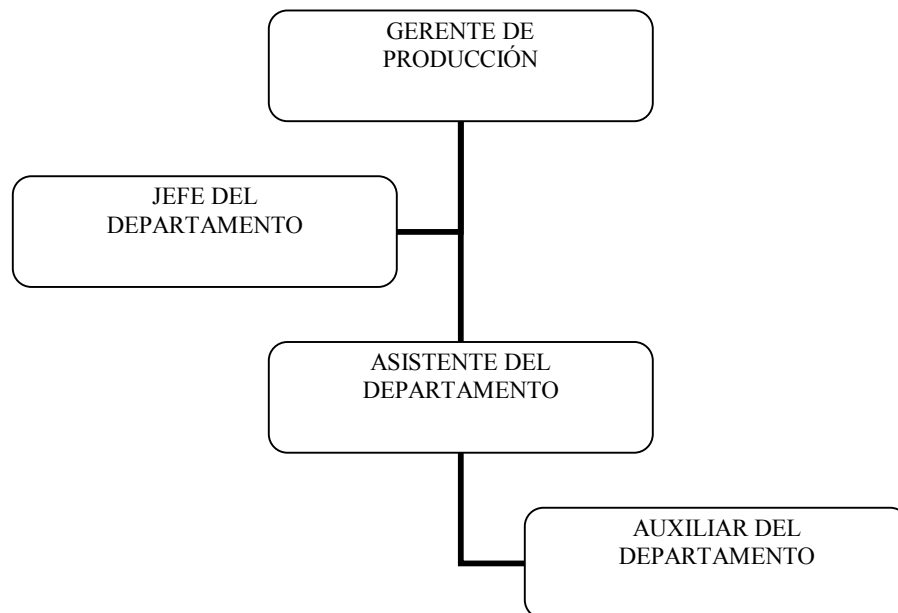
- a. Jefe de control de calidad: responsable de todas las operaciones administrativas y de investigación;
- b. Asistente de Control de calidad: responsable por las operaciones técnico administrativas del departamento;
- c. Auxiliar del Departamento: responsable del control de dicho producto en planta.

4.5.1 Organización y administración del departamento

La estructura del departamento del control de calidad siempre estará monitoreada o en continua comunicación por el Gerente de Producción, es así como en el organigrama del departamento se incluirá al gerente de producción.

A continuación se muestra la forma en que debe estructurarse el departamento de control y sus líneas de jerarquización,

Figura 11. Organigrama propuesto para el departamento de control de Calidad



Los elementos y disposiciones se encuentran asignados de la siguiente manera:

- a) el personal de control de calidad no participará en relaciones comerciales, (venta, promoción, distribución y/o manejo de producto terminado) ni de producción o de ninguna otra clase que afecte las actividades de control de calidad;
- b) el departamento de control de calidad deberá operar como un ente consultor y debe ser imparcial e independiente sobre las

decisiones tomadas por otros departamentos con los que esté relacionado;

- c) el personal del departamento de control de calidad podrá ser consultado, más no podrá tomar decisiones acerca de las operaciones de otros departamentos, principalmente el de producción;
- d) el personal del personal de control de calidad deberá estar exento de cualquier pago como incentivo, por las verificaciones realizadas;
- e) todos los elementos y documentación de calidad deberán estar al alcance del personal del departamento;
- f) el personal supervisor deberá estar en constante actualización, sobre el procedimiento para su revisión y mejora.

4.5.2 Sistema de calidad, auditoria y revisión

Es necesario considerar la relación que debe existir entre el sistema de calidad y la auditoría, puesto que será esta última la que mantenga actualizado el sistema de calidad.

Básicamente se presentan las generalidades del sistema de Control de calidad presentado entre lo más importante, la revisión de la materia prima y las supervisiones en el proceso.

a) Sistema de calidad

El sistema de calidad, básicamente, se encuentra establecido por el control de la materia prima y las actividades de supervisión del proceso, según los requerimientos de alcance y los objetivos del departamento de control de calidad.

Otro punto es el tipo de actividad específica a la que está dirigida la aplicación. La actividad general del departamento de control de calidad deberá ser concebida, siempre, como el ente encargado de velar por la calidad de los productos de acero.

Por último, la implementación o manutención de manuales o registros de informes se encontrarán en constante actualización, con el objeto de registrar las actividades de control de calidad. Esto quiere decir que se tiene que llevar control por Torre fabricada.

b) Auditoría

Las auditorías son las herramientas que dirán cómo se encuentra, sobre la marcha, la aplicación del sistema de calidad con base en toda la información que se obtenga de los auditores internos o externos. Las auditorías internas estarán dirigidas por el gerente de producción y se realizarán cada año, y, las externas, se solicitarán a empresas de los clientes para que observe el proceso de fabricación.

Dichas auditorias tienen como objetivo diseñar las acciones correctivas que puedan aplicarse en un lapso corto. Dichas acciones deben ser documentadas

y analizadas por el personal del departamento de control de calidad, y, debe además ser contenido de los programas de capacitación.

c) Revisión

Las revisiones serán aquellas que se utilicen para dos casos especiales. El primero de ellos es la revisión de los trabajos nuevos, es decir, la inspección del recurso necesario para nuevos y diferentes controles. El segundo caso es la realización de comparaciones con otros departamentos de control de calidad de otras empresas.

4.6 Costos de la implementación del departamento de control de calidad

Los costos de calidad surgen como un medio de control financiero para la administración. Éstos se han logrado medir o explicar por medio de los costos de la función de calidad, ya que, se necesita comunicar eficazmente estos costos en lenguaje usual en términos de dinero. Hay varias razones por las cuales habría que considerar los costos de calidad en una empresa, como ejemplo de ello se encuentran los aumentos de los costos de calidad debido al incremento de la complejidad de productos fabricados, asociados con avances en la tecnología. En general, los costos de la calidad están asociados a la producción, identificación, diseños o reparación de productos que no satisfacen los requisitos.

El establecimiento de los costos de la implementación del sistema de calidad se convierte, básicamente, en una referencia de lo que se debe invertir en el desarrollo y ejecución del sistema y no puede ser visto como una condición que limite las posibilidades del mismo. Es indispensable aclarar que estos costos son los de la implementación del sistema. Los costos de

implementación son estimados porque se establecen tomando como base la inversión por mes.

Para la determinación de los costos se tomarán básicamente, sencillos y generalizados, pero que fijan con mucha precisión las estimaciones necesarias. El tiempo de estimación del sistema se estará considerando sobre seis meses . Los elementos son los que se describen seguidamente.

a) Salario

Aquí se tomará en cuenta el pago que por concepto de estudio e implementación del sistema de calidad, harán las personas encargadas. Se tendrán dos personas que estarán a cargo del estudio del sistema de calidad con una inversión fija en los seis meses.

b) Papelería y útiles

Aquí estarán contemplados todos los suministros de papelería, útiles, insumos, etc. que serán utilizados para la documentación, control y registro de los elementos que colaboran en el diseño e implementación del sistema de calidad.

c) Capacitación

Todo lo relacionado con el personal implicado dentro del sistema estará determinado en este costo, incluidos los elementos como documentación, equipo, servicios e instalaciones. El costo incluirá, únicamente, los últimos tres meses, por razones de obtención de información acerca del proceso.

d) Energía eléctrica

Todos los gastos en cuanto a equipo, herramienta, computadoras, etc. que sean utilizados en el diseño e implementación del departamento. Costo fijo sobre los seis meses.

e) Otros

Dentro de este costo se tomará lo relacionado con transporte, copias, inversiones en cuanto a folletos, afiches y cualquier otro que servirá como referencia o base para el diseño del sistema. Se toma el costo de los primero tres meses puesto que son lo establecidos para recabar toda la información acerca del sistema de calidad.

Tabla

5. Aspectos Relativos para la continuidad de la calidad

5.1 Seguimiento de controles

Para mejorar la calidad continuamente, es necesario controlar mediante registros y gráficos las cualidades de la calidad en un producto siendo, en este caso, las Torres de telefonía. Para esto se necesita seguir los controles necesarios para establecer problemas críticos de calidad. El aseguramiento de calidad viene de evidencia, por lo que se tienen que seguir los controles establecidos o mencionados anteriormente, para tener la evidencia necesaria y asegurar la calidad del producto de forma indefinida, garantizando, así, la satisfacción del cliente.

Para el continuo mejoramiento de la calidad y el aseguramiento de la misma, se necesita de una revisión independiente por parte del departamento de calidad, realizada, para comparar algún aspecto de la calidad, con un estándar para ese desempeño, lo cual es llamado: supervisiones de calidad. Se lleva a cabo dentro del proceso de calidad, se necesita de planeación y realización de algunas actividades tales como:

- legalidad: se necesita que la administración apoye al 100% al supervisor de calidad o inspector, de modo que éste puede realizar sus rondas de inspección, solo, y, puede entrevistar a cualquier operario, es decir, el miembro del departamento de calidad debe contar con todos los permisos y autorizaciones por parte de la gerencia,
- programación: la mayor parte de las supervisiones de calidad se hacen siguiendo un orden, esto permite a todos los interesados organizar sus áreas de trabajo, asignar trabajo a operarios, de modo que las inspecciones no perjudiquen el proceso del producto,

- uso de estándar de referencia: se espera que el personero del departamento de calidad compare las actividades tal como son, con algún estándar objetivo de lo que debe ser como en el caso de las medidas de las piezas de la torre, pero, al tratarse de inspecciones visuales, es necesario que el supervisor haga un juicio subjetivo,
- verificación de los hechos: los encargados de la inspección de la calidad junto a los supervisores del área de producción.

Para cualquier deficiencia descubierta durante la supervisión, se debe haber llegado a un acuerdo sobre los hechos antes de los elementos se incluyan en el informe, es decir, tomar las medidas correctivas antes de pasarlo a registros a manera de eliminar lo antes posible las piezas defectuosas.

Las supervisiones son instrumentos que conectan las operaciones para asegurar una fuente de información, los resultados de una supervisión deben presentarse en un informe y, para esto, se deben revisar continuamente los procesos críticos de la producción de las torres, tales informes son, básicamente, los estudios y su respectiva presentación a gerencia, con el objetivo de mostrar tanto en forma cuantitativa como en forma esquemática los resultados obtenidos.

5.2 Mejora continua

Cuando se habla de mejoramiento continuo, se tiene claro lo que implica un proceso, debido a que existe una serie de influencias (personas, maquinaria, materiales y métodos) que se combinan para ser único cada producto del proceso. La calidad del producto dependerá de la variación que puede ocurrir en la combinación de las influencias cuando el proceso se efectúa.

Una vez aplicado el sistema propuesto preliminar, siempre será necesario que continuamente se revise el proceso de producción de las torres de telefonía, con el fin de ir asegurando la satisfacción del cliente en cuanto a sus necesidades y expectativas. Esto implica que al analizar el proceso se utilicen herramientas que permiten recabar información y que éstas sean utilizadas para la toma de decisiones cuando se efectúa un cambio, es decir, que con la aplicación de las herramientas para el mejoramiento de la calidad se pueda:

- definir problemas en una forma clara,
- establecer prioridades en la solución de problemas,
- analizar problemas para detectar causas,
- recabar información útil,
- identificar e implantar las soluciones necesarias para corregir los problemas.

A continuación se muestra una lista de las principales herramientas que se pueden utilizar para el mejoramiento continuo del proceso:

- diagrama de causa efecto,
- entrevista,
- lluvia de ideas,
- hoja de verificación,
- muestreos,
- diagrama de operaciones.

Cuando se implementan métodos de trabajo no siempre ayudarán a determinar y mejorar el proceso en su totalidad, si no se cuenta con una planificación, además, debe ir acompañado con planes de motivación, a los cuales es necesario se les dé énfasis, ya que lo más probable es que el personal, contando con la

materia prima, el equipo necesario, pero las condiciones de trabajo no son las adecuadas, no obtendrá un producto con las especificaciones o características necesarias para salir al mercado.

El recurso humano es otro de los aspectos a considerar, ya que, si se ofrecen las condiciones adecuadas de trabajo, el empleado dará su máximo rendimiento y la empresa obtendrá grandes beneficios. La empresa debe seguir realizando un diagnóstico de los riesgos en cada área de trabajo para luego tomar acciones preventivas y correctivas, para brindar seguridad tanto a la empresa como a los trabajadores.

Pero lo más importante de todo esto es que la búsqueda de la perfección de calidad sea continua, mediante supervisiones, capacitaciones registros, y controles.

5.3 Otros aspectos a considerar para la obtención de la calidad

Estos puntos conocidos como otros aspectos o elementos de calidad, los cuales son complementarios y utilizados para llevar a cabo el control de calidad de manera que sea eficiente y se logren los objetivos.

5.3.1 Registros

Los registros estarán diseñados para contener toda la información necesaria para las actividades de control y gestión de la calidad. Las disposiciones y registros aplicables son:

- a) los registros deben ser revisados, como máximo, cada año o cuando se haga necesario, debido a los cambios en los procedimientos de control de calidad;
- b) el jefe del departamento de control de calidad será el encargado de decidir acerca de los cambios propuestos que a cada uno de los registros se les realice;
- c) los datos solicitados dentro de los registros deberán ser respetados;
- d) se archivarán los registros durante todas las supervisiones o para cada orden.

Lo anterior quiere decir que para todas las visitas o supervisiones que se realicen por parte del departamento de control de calidad al área de producción, debe ser registrada para formar el archivo. De los registros que se debe de llevar son

- rechazo de materia prima,
- registro de consumo de materia prima,
- registros de control de producto terminado,
- registro de muestras,
- registro de productos en proceso.

Los registros deben ser archivados, utilizando el formato quiere decir que se utiliza para las supervisiones y con el nombre del cliente y la fecha de fabricación.

5.3.2 Reclamos

Todos los reclamos que lleguen a la empresa, serán de gran importancia para el sistema de control de calidad, por lo que se tendrá que seguir la política de que el departamento de control de calidad, mantendrá toda la atención necesaria para los reclamos hechos por los clientes externos e internos, y, aplicar inmediatas soluciones a corto plazo para lograr la satisfacción de ambas partes.

Las disposiciones aplicadas para este caso serán:

- a) la información de los controles deberá estar al alcance de los clientes, que así lo soliciten;
- b) todos los reclamos, procedimientos realizados y las acciones aplicadas por el departamento de control de calidad, deberán ser documentados y mantenidos en registro;
- c) todos los reclamos hechos por los clientes, deberán ser atendidos con la mayor brevedad posible.

5.3.3 Seguridad

Cuando se habla de seguridad, es necesario saber que ésta es un conjunto de actividades de planeación y control las cuales permiten mantener al personal con la mínima exposición a los riesgos del medio laboral.

Parte importante del sistema de calidad serán las instalaciones y el ambiente, donde se desenvuelven las actividades, tanto de supervisión, como de fabricación, para ello, se tienen las siguientes disposiciones:

- a) cualquier instalación de la empresa dentro del proceso de fabricación que no cumpla con las especificaciones de seguridad, deberá ser tratada con la brevedad indispensable, en la primer semana de haberse encontrado la irregularidad;
- b) las instalaciones deben brindar seguridad al empleado, como al proceso, y; será obligación del departamento de control de calidad supervisar estos aspectos;
- c) todas las medidas adoptadas para mantener y asegurar las instalaciones y ambiente, deberán ser dadas a conocer a todo el personal, relacionado directa o indirectamente con el proceso de fabricación.

La temperatura no es factor que afecte directamente al proceso, sin embargo es deseable que las condiciones en el área de producción ofezcan de 20 a 27 grados para desempeñar una actividad dentro los parámetros establecidos

La ventilación e iluminación natural son las que cubren un 65% de la misma, por ser este un edificio de segunda categoría, presenta estas características, no obstruyendo tal aspecto la realización del proceso productivo.

El voltaje para el área del departamento de control de calidad será de 110 voltios, monofásico, para los servicios de iluminación, equipo de cómputo y los generales.

Como regla, siempre deberá existir un tomacorriente tipo polarizado, por cada mil vatios a consumirse, como mínimo, dos en cada pared, en donde esto sea necesario, todos los tomacorrientes deben tener como minino, dos tomas.

El ruido no es un factor que afecte de gran manera al personal, sin embargo, se debe tener siempre el quipo de protección personal auditivo: como tapones para alguien que crea que esto le afecta.

El acceso a las áreas de trabajo sólo debe permitírsele al personal operativo, y, cuando a solicitud del cliente deseen observar el proceso de fabricación, se dará conocer ante todo, las restricciones o peligros en las áreas de trabajo.

Todos los consumibles que se utilicen para la limpieza y mantenimiento de las máquinas deben ser manejados de tal manera que se mantenga la limpieza de los alrededores y sea fácil su eliminación. El departamento de calidad también velará por el orden y la limpieza en el área de trabajo de cada operario, y será responsable de mantener las buenas prácticas de limpieza dentro de las instalaciones.

Los elementos que deben tomarse en cuenta para implantar un programa de seguridad serían los que seguidamente se describen.

a) Compromiso de jefatura.

- Recursos: proporcionar los recursos necesarios y obligatorios para resguardar al personal.
- Organización y control del programa: organizar una seguridad, que sirva para que el personal conozca las medidas por tomar, las cuales permitan mejor control de los actos inseguros.
- Motivación: motivar al personal por medio de capacitación y charlas que conllevarán a que cada persona resguarde su seguridad y la de otros trabajadores.

- Comunicación de la política de calidad: para que el programa de seguridad pueda ser acomodado y asociado a dicha política.
- Evaluación de resultados: medición o control rutinario de faltas o actividades inseguras para colaborar con la actualización del programa de calidad.

b) Participación del personal.

- Asignación de responsabilidades: crear un listado de responsabilidades, respecto de seguridad, para cada grupo de trabajadores, con el fin de crear el debido compromiso ante el mismo.
- Creación del compromiso para el cuidado propio y el de sus compañeros: inherente resultado de la asignación de responsabilidades y de la motivación.

c) Análisis del lugar de trabajo.

- Identificación de riesgos, condiciones y operaciones existentes: se deben analizar todas las condiciones y operaciones de riesgo para la seguridad del trabajador.
- Análisis de nuevas instalaciones y procesos: al crear instalaciones nuevas se deben analizar éstas y los procesos correspondientes sobre la base de las políticas de calidad, con el fin de prevenir y eliminar la mayor cantidad de riesgos.
- Investigar accidentes ocurridos y sus posibles causas: llevar en detalle el o los accidentes ocurridos dentro de la empresa, sus causas y posibles soluciones a corto plazo.

d) Prevención y control de riesgos.

- Diseño efectivo del lugar de trabajo: cada vez que se realicen nuevas instalaciones o centros de trabajo deberán ser diseñadas utilizando principios de ergonomía y seguridad.
- Plan de prevención y práctica insegura: la acción a corto plazo que se debe aplicar es un programa de prevención sobre las actividades de trabajo, en especial, la práctica segura.
- Procedimientos para la corrección de riesgos: el programa de prevención mencionado anteriormente se alimentará de procedimientos para la corrección de riesgos de cada centro de trabajo.
- Abastecimiento de equipo de seguridad: la empresa debe mantener el principio y compromiso de dotar de equipo de seguridad adecuado a todo el personal, dependiendo de su actividad de trabajo.

e) Preparación del empleado.

- Análisis de riesgos potenciales: con los programas y capacitación de seguridad lograr que el personal identifique las zonas o actividades de riesgo potencial.
- Mantenimiento de registros de adiestramiento: cada empleado deberá ser inspeccionado para medir el nivel de adiestramiento que alcanza.
- Implementación de registro de accidentes: todos los accidentes que puedan ocurrir, deben ser registrados y analizados para obtener fuentes lógicas que puedan corregir los riesgos.

5.4 Capacitación

El papel de los seres humanos ha cambiado a través de los siglos, ya que el impacto de calidad en la actualidad, crea cambios en la estructura emocional de los seres humanos y esto lleva a un cambio en la conducta de los operarios.

Muchas veces, la conducta de los operarios en lo que respecta a la calidad es rebeldía, piensan que el trabajo con calidad, es trabajar bajo presión, lo que conlleva a un sinnúmero de problemas que distorsionan el objetivo de la empresa de producir con calidad, ya que los objetivos se tienen que alcanzar con la ayuda principal de los operarios. Se necesita de educación continua, para que el operario identifique la necesidad de mejorar su trabajo, y mejorar su vida.

Se ha determinado que siempre existe natural resistencia al cambio en toda la empresa, en general, la gente no se resiste al cambio sino a la incertidumbre que éste produce, debido a que la incertidumbre provoca miedo. Reduciendo esa incertidumbre del cambio que se introducirá, disminuirá, lógicamente el miedo y es más probable que los individuos aceptarán el cambio propuesto.

Para empezar es conveniente conocer, individualmente, a todos los miembros del personal. Verlos no sólo como un conjunto de empleados de la empresa sino como seres humanos con sus propias finalidades, aspiraciones y ambiciones.

Cuando alguien se acerca con una idea nueva, la primera reacción por instinto es ponerse a la defensiva. Por lo que es muy importante motivar este

sentido en los operarios, haciéndoles partícipes de la idea, sin que se percaten de ello. Cuando el operario sabe lo que se espera de él, conoce las razones de estas expectativas y los beneficios que para él se derivaran de la consecución de los objetivos, es más probable que dé su pleno apoyo a los fines y acepte los cambios establecidos por la dirección.

Una forma efectiva de tratar de involucrar a los empleados, es empezar a realizar círculos de calidad, los cuales deben hacerse en forma voluntaria, pero si se le brinda a cada empleado la información pertinente acerca de la importancia que tiene esta actividad para el mejoramiento de un proceso y, por consiguiente, para él como individuo es posible crear una participación voluntaria pero en forma masiva para todos los miembros de la empresa.

La capacitación estará basada en todas las actividades propias de control de calidad dentro del sistema, tendientes a su mantenimiento y a su actualización. El encargado de dar la capacitación respecto del sistema será el jefe y el asistente de control de calidad. Para realizar todo esto, se deberá realizar una solicitud al departamento de recursos humanos. Dentro de los puntos de capacitación y entrenamiento más importantes deberán estar los elementos que se detallan.

Personal administrativo.

- Explicación y seguimiento de las nuevas revisiones.
- Introducción o especificaciones del departamento de calidad.
- Control y actualización de documentos.
- Introducción sobre la toma de decisiones.
- Aseguramiento de la calidad.
- Manejo de personal.
- Seguridad.

Personal operativo

- Explicación y seguimiento de las nuevas revisiones.
- Introducción o especificaciones del departamento de calidad.
- Control y actualización de documentos.
- Actualización de los métodos de control de calidad.
- Introducción de nuevos elementos de trabajo.
- Explicación y aplicación de modificaciones y procedimientos.
- Inducción sobre la toma de decisiones.
- Seguridad.

En general, los planes de capacitación estarán dirigidos a todo el personal y la jefatura del departamento de control de calidad será el encargado directo. La base será la que a continuación se expresa:

** Realización de diagnóstico*

El diagnóstico se basará en:

- a) determinación del logro de los objetivos establecidos de calidad;
- b) revisión de los requisitos básicos del personal;
- c) análisis del desempeño del personal;
- d) análisis de problemas en el control de calidad.

** Determinación de las necesidades de capacitación y entrenamiento.*

Dentro de los elementos para la determinación que se utilizarán con este fin, están: observaciones y cambio intencional de procedimientos.

** Planeación de la capacitación y entrenamiento*

- a) Definición clara del objetivo.
- b) Determinar los cursos o entrenamientos que se le dará al personal.
- c) Determinar la manera en que se llevará a cabo la capacitación..
- d) Periodicidad de la instrucción.
- e) Determinación del contenido, según cantidad y calidad de la información.
- f) Elección de los métodos de enseñanza.
- g) Determinación de los recursos.
- h) Evaluación y seguimiento de los resultados.

Toda la capacitación deberá quedar registrada en los archivos del departamento de control de calidad, y, se podrán utilizar para determinar la relación entre los empleados y sus respectivos puestos de trabajo, es decir que se persigue que las personas sean lo suficientemente capaces para desempeñar el puesto en el área de la calidad.

Además, los registros pueden servir en determinado momento para colaborar con los planes de promoción y mejora de las condiciones del personal.

CONCLUSIONES

1. Mediante el estudio realizado se determinó que los problemas críticos en la producción de las piezas de la torre de telefonía se da desde la recepción de la materia prima, y, en las operaciones de elaboración de breizas, flanges, platinas y pintura.
2. Para la materia prima principal (lámina y perfiles de acero) se logró aplicar el sistema de aceptación, ya que es necesario. La ventaja de aplicar un sistema de aceptación es la base de muestreo, ya que la inspección al 100% de la materia prima, es motivo de monotonía y de fatiga en los inspectores, lo cual hace que surjan errores en la inspección, además que el producto sufre menos daño, y, se requiere de menos personal, simplificando con ello el trabajo de coordinación.
3. Para el seguimiento que debe dársele al diseño de un sistema de control de calidad es realizar una revisión continua del proceso de producción, utilizando herramientas que permitan recopilar información y que sean empleadas para la toma de decisiones cuando se efectúa un cambio. Y, también, seguir realizando un diagnóstico de los riesgos en cada área de trabajo para luego tomar acciones correctivas o preventivas, para brindar seguridad, tanto a la empresa como a los trabajadores, con el fin de ir asegurando la satisfacción del cliente en cuanto a sus necesidades y expectativas.

4. Por medio del seguimiento de controles se asegura la calidad en el proceso, y, también, por revisiones independientes realizadas continuamente en los procesos críticos de la producción, los cuales se deben realizar en la recepción de la materia prima, dentro del proceso como en el acabado final.

5. La eficiencia productiva aumenta, cuando se logran incrementar los niveles de calidad, tanto en la recepción de la materia prima como en los procesos de producción, por lo que hay un mayor aprovechamiento de los recursos.

6. Al implantar el sistema de calidad, surge una significativa reducción de costos, reproceso, como consecuencia de una mayor conciencia de calidad de todos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un mejoramiento continuo en el proceso, Recurso humano, así como darle seguimiento a los controles y establecer supervisiones de calidad en materia prima, dentro del proceso y acabado final.
2. En el Proceso de fabricación de las Torres de telefonía es importante la mano de obra calificada por lo que se deben establecer planes de entrenamiento, así como evaluar el desempeño, para que ellos realicen su labor lo más eficientemente.
3. Capacitar a los inspectores de calidad en las técnicas estadísticas de inspección y muestreo, así como establecer procedimientos para realizar dichas inspecciones en las áreas seleccionadas. Básicamente, los inspectores de calidad actúan dependiendo de cómo juzguen la calidad, la importancia de la toma de decisiones, tiene que ser individual y descentralizada ya que, así, disminuye la probabilidad de aceptar que esté defectuoso, o por el contrario, todo depende de la manera en que se pueda juzgar la calidad del producto.
4. Se debe buscar la motivación de los empleados a como dé lugar, ya sea por sistemas de reconocimiento o recompensas, pues, ellos son los encargados de dirigir el funcionamiento de las máquinas, de mantener un estándar satisfactorio del proceso y de encargarse de que la empresa ofrezca un producto competitivo.

5. Promover una cultura de compromiso hacia el mejoramiento continuo de la actitud, el comportamiento individual y colectivo que resulta en mayormente satisfactorio para las personas y eleve el nivel de competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, Eugene y Theodore Baumeister III. **Manual del ingeniero mecánico** 3a. ed. Esp. (Volumen I). México: Mcgraw-Hill, 1999
2. Besterfield, Dale H. **Control de calidad.** 4ta ed. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana, 1995. 508pp.
3. Juran, J. M. y Frank Gryna. **Manual de control de calidad.** 4ta. ed. España: Editorial Mcgraw-Hill, 1994.
4. Gutierrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** México: Mcgraw- Hill Interamericana, 1997. 399pp.
5. Grant, Eugene L. y Richard S. **Control estadístico de calidad,** 2da ed. México: Continental, 1998.
- 6 Walpole, Ronald y Raymond Myers. **Probabilidad y estadística.** 4ta. ed. México: Editorial Mcgraw-Hill, 1992

REFERENCIAS

1. Carl Morrow. **Enciclopedia de mantenimiento industrial.** (10^a. ed. Volumen III. Medico: Editorial Continental, 1998.) pp. 648-651.
2. Consejo Interamericano de Desarrollo. **Noticias de Seguridad.** (Estados Unidos: Editorial Graph & Graph, 1997.) pp. 16-19.
3. **Diccionario de Ingeniería.** (3^a.edición; Colombia: Editorial Norma, 1985.) p. 73.

APENDICE

Tabla X. Formato de control para mantenimiento de la Torre

Formato de control para el Mantenimiento de la Torre

Inspector: _____ Lugar _____
Tipo de Torre _____ Tamaño: _____
Fecha de Instalación: _____ Empresa: _____

Visita No.	Fecha	Daños encontrados	Observación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Recomendaciones

Tabla XI. Formato de Registro de defectos

Formato de registro de defectos

Inspector: _____ Tamaño del lote _____

Tamaño de la muestra: _____ Línea: _____

Fecha: _____

Muestra No.	No. De defectos		No. De defectos	
1			11	
2			12	
3			13	
4			14	
5			15	
6			16	
7			17	
8			18	
9			19	
10			20	

No. Total de defectos: _____

Observaciones:
