

10627
60



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADISTICO DE
CALIDAD PARA PRODUCTOS DE UNA EMPRESA DEDICADA
AL GALVANIZADO DE HERRAJES DE SEGURIDAD**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACION
P R E S E N T A :
LEOBARDO ROA MARTINEZ

ASESOR: DRA. FRIDA MARIA LEON RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDC. DE MEXICO

2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
 U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijang
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Propuesta de un Sistema de Control Estadístico de Calidad para Productos de una Empresa Dedicado al Galvanizado de Herrajes de Seguridad "

que presenta el pasante: Leobardo Roa Martínez
 con número de cuenta: 09958750-3 para obtener el título de :
Licenciado en Administración

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 12 de agosto de 2003

PRESIDENTE

Dra. Frida María León Rodríguez

Frida León

VOCAL

L.A. Sergio Pérez Hernández

Sergio Pérez

SECRETARIO

L.A. Fermín Cervantes Martínez

Fermín Cervantes

PRIMER SUPLENTE

L.A. Marcela Lucina Meneses Jiménez

Marcela Meneses

SEGUNDO SUPLENTE

L.A. José Santana Rivera

José Santana

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS:

A mi madre, por se lo maspreciado que tengo en mi vida y ser una mujer ejemplar, mamá te amo y nunca sabré como agradecerte todo lo que me has dado.

A mi padre, por darme la vida, te quiero papá.

A mi hermano y mi hermana, por el apoyo que nos tenemos y las platicas en el jardín que siempre nos hacen crecer como familia. Los quiero.

A mi novia, por el amor, apoyo y compañía. Te quiero amor.

A mis amigos el Lic. Oswaldo Saúl Tavera Ramírez, y el Lic. Luis Garduño Montaño, por ese apoyo y motivación que nos mantiene unidos, los quiero amigos.

A el Ing. Alejandro Muñoz Moya, por que sin su ayuda este proyecto solo hubiera sido un sueño, gracias Alejandro, siempre tendrás un lugar en nuestra familia.

A la Dr. Frida María León Rodríguez, por darme una gran oportunidad y confiar en mi. Gracias.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

	Pag.
Índice	1
Introducción	3
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Hipótesis	5
Capítulo 1 Filosofías de calidad	6
1.1 Definición de calidad	7
1.1.1 Definición factores intrínsecos y extrínsecos	8
1.2 Antecedentes de la calidad	11
1.2.1 W. E. Deming	11
1.2.2 Joseph M. Juran	16
1.2.3 Philip B. Crosby	17
1.2.4 Kaoru Ishikawa	21
1.2.5 La calidad en México	22
Capítulo 2 Control estadístico de calidad	24
2.1 ¿Qué es el control estadístico de calidad?	25
2.2 Antecedentes del control estadístico de calidad	27
2.3 Técnicas de control de calidad	29
2.3.1 Diagramas de causa y efecto	30
2.3.2 Diagramas de Pareto	32
2.3.3 Hojas de recolección de datos	35
2.3.4 Histogramas	37
2.3.5 Gráficas de control	39
2.3.6 Diagramas de correlación	41
2.3.7 Estratificación	44
2.3.8 <i>Brainstorming</i>	45

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

2.3.9 Jerarquización	46
2.3.10 Diseño de experimentos	48
Capítulo 3 Empresa de galvanizado de herrajes de seguridad	49
3.1 Antecedentes de la empresa	50
3.2 Importancia de los metales	52
3.3 Importancia del galvanizado	56
3.4 Electrólisis	59
3.5 Proceso de producción	63
3.6 Línea de productos	79
Capítulo 4 Propuesta del sistema de control de calidad	84
4.1 Diagramas de espina de pescado	85
4.1.1 Causas de falta de espesor en las piezas	86
4.1.2 Causas de exceso de espesor en las piezas	89
4.1.3 Causas de mayor o menor espesor en zonas específicas	91
4.1.4 Causas de desprendimiento o ampollas en las piezas	93
4.1.5 Causas de falta de brillo en las piezas	95
4.1.6 Causas de variación en el color de las piezas	96
4.2 Hojas de recolección de datos	99
4.2.1 semana 1	106
4.2.2 semana 2	106
4.2.3 semana 3	107
4.2.4 semana 4	107
4.3 Gráficas de control	109
4.3.1 semana 1	115
4.3.2 semana 2	116
4.3.3 semana 3	118
4.3.4 semana 4	119
Conclusiones	122
Bibliografía	124

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones se encuentran en un medio ambiente activo influenciado por factores internos y externos que las hacen cambiar constantemente; si se toma en consideración que en la actualidad se está generando un ambiente de globalización, que obliga a las empresas a aplicar modelos administrativos, preferentemente con un costo mínimo para permanecer en el mercado, cuyo principal objetivo de aplicación es tener un crecimiento y desarrollo sostenidos.

Es indudable que uno de los propósitos de las organizaciones es la satisfacción de necesidades humanas. Sin embargo, éstas cambian constantemente, así como gustos y preferencias de los consumidores.

Se han dejado atrás los monopolios para ser transformados en una gama de empresas nacionales e internacionales, las cuales elaboran un sin fin de productos, y de esta forma el consumidor tiene la capacidad de elegir entre alguno de ellos, o en su defecto, adquirir bienes sustitutos, lo que implica que el consumidor adquiera productos de la competencia, que es cada vez mayor.

Con el fenómeno de la globalización, la competencia se puede encontrar en cualquier parte del mundo, lo que hace necesario elaborar productos de alta calidad, así como ofrecer un servicio que cumpla más allá de las expectativas de los consumidores, para que éstos conserven siempre en su mente, por medio de un "posicionamiento", la adquisición de productos de la organización.

La finalidad de esta tesis, es proponer un sistema de control estadístico de calidad para el proceso de producción de una empresa dedicada al galvanizado de herrajes de seguridad, para tener un control de calidad en sus productos y así buscar la satisfacción de sus clientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La empresa, con ubicación en Cuautillán, Estado de México, se dedica al galvanizado de herrajes de seguridad, ha llevado de una manera empírica sus actividades de control de producción, y ha a tenido una estabilidad, tanto en producción como en ventas, por veintitrés años, tiempo durante el cual ha permanecido en el mercado.

En términos generales, comenzaremos por los antecedentes de la calidad, por qué y cómo surgió y qué personas fueron los pioneros de la misma. Por esta razón se toma en cuenta a Deming, Juran, Crosby e Ishikawa, así como la llegada de la calidad a México.

Una vez analizados los antecedentes de la calidad, se definirá el control estadístico de la misma así como su historia y evolución hasta la actualidad.

El capítulo consecutivo es dirigido al estudio de la empresa de galvanizado de herrajes de seguridad, su nacimiento, evolución y situación actual de la organización, para la cual se desarrollará el sistema de control estadístico de calidad.

Una vez analizada la empresa, se realizará una explicación del proceso de producción, al cual se aplicará el sistema de control estadístico de la calidad, clasificando sus productos, obteniendo criterios de muestra y medición, para obtener resultados objetivos y llevarlos a una adecuada y oportuna toma de decisiones.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO GENERAL:

Proponer un sistema de control estadístico de calidad para el proceso de producción de galvanizado de herrajes de seguridad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar mediciones de espesor en líneas de productos terminados para detectar fallas en el proceso de producción.
- Utilizar algunas herramientas de control estadístico de calidad para las mediciones obtenidas y analizar los resultados.
- Comparar los resultados del control estadístico de calidad con las especificaciones del cliente.
- Interpretar los resultados.
- Proponer cambios en el proceso de producción, en base a la interpretación de resultados para mejorar la calidad de los productos.
- Proponer alguna técnica de control estadístico de calidad dependiendo de la naturaleza y necesidades de la organización.

HIPÓTESIS:

La empresa tendrá mayor control en la calidad de los productos que ofrece a sus clientes mediante un sistema de control estadístico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 1.

FILOSOFÍAS DE CALIDAD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1 Definición de calidad

Resulta difícil definir calidad; para algunas personas ciertos productos la tienen o no, por lo tanto podemos decir que la calidad es un estado subjetivo.

En general, podemos decir que la calidad son ciertos estándares, formas y medios con los que se satisfacen y mejoran los productos.

A continuación se presenta una tabla con distintas definiciones de calidad basadas en factores intrínsecos y extrínsecos.

Definición trascendente	La calidad no es espíritu ni materia, sino una tercera entidad independiente de ambas... aunque la calidad no puede definirse, todo mundo sabe qué es.
Definición basada en el producto	Las desigualdades en calidad representan diferencias en la cantidad de alguno de los ingredientes o atributos deseados.
Definición basada en el usuario	La calidad consiste en la capacidad para satisfacer las expectativas.
Definición basada en la fabricación	La calidad significa la conformidad del productos con los requerimientos.
Definición basada en el valor	La calidad es el grado de excelencia con un precio aceptable y un control de variabilidad a un costo aceptable.
Definición de la ISO 9000:2000 norma NMX-CC-9000-IMNC-2000	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

El término "calidad" puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente.

Con las pasadas definiciones se puede decir que la calidad es el atributo clave que los clientes utilizan para evaluar los productos y servicios.

La calidad es igual a lo que todo mundo hace en una empresa, cualquiera que ésta sea, para satisfacer los requerimientos totales de los clientes, sin importar quienes sean éstos.

En conclusión, la calidad es dictada por el mercado, la competencia y especialmente por el cliente.

1.1.1 Factores intrínsecos y extrínsecos

La calidad solicitada por los clientes va de acuerdo a atributos medibles resultantes de criterios subjetivos. Las diferentes dimensiones de calidad en las que se basan los clientes para determinar sus estándares, se han clasificado en factores intrínsecos y extrínsecos.

Determinantes intrínsecos de la calidad: diseño, confiabilidad y duración.

Determinantes extrínsecos: medio ambiente, sicología de los desechos humanos, información sobre productos y servicios, publicidad, variedad y garantías.

Determinantes combinadas: precio, seguridad, mantenimiento, servicio, y aspectos estéticos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Otras investigaciones llegan a la conclusión de que los clientes son fuertemente afectados por "ocho dimensiones" en la determinación de los niveles de calidad.

La estructura de las dimensiones es la siguiente:

1. **Desempeño:** se refiere a las características operativas primarias de un producto.
2. **Cualidades:** es lo llamativo de los productos, ésto es, las características secundarias necesarias para complementar el desempeño básico de un producto.
3. **Confiabilidad:** la probabilidad de que un producto se desempeñe por un cierto periodo.
4. **Conformación:** nivel del cumplimiento del diseño y características de un producto con respecto a los estándares preestablecidos.
5. **Durabilidad:** medida de la vida de un producto, que tiene dimensiones tanto económicas como técnicas.
6. **Servicio:** rapidez, cortesía y confiabilidad de las reparaciones.
7. **Estética:** las cualidades de un producto en cuanto a cómo se aprecia, se siente, suena, sabe o huele.
8. **Percepción de la calidad:** evaluación de los estándares basados en medidas indirectas, al comparar con productos de otras marcas.

TESIS CON
RALLA DE ORIGEN

Con estas ocho determinantes de la calidad, es como los clientes la identifican, ya sea intrínsecamente y extrínsecamente, por eso se hace necesario que cada vez que se modifique, realice o se lance un nuevo producto al mercado, se contemplen estas determinantes o niveles de calidad para asegurar una permanencia de los productos y servicios.

1.2 Antecedentes de la calidad

La calidad es un concepto que existe desde hace mucho tiempo y que ha progresado desde sus etapas de función puramente de inspección, hasta su importancia moderna como estrategia competitiva de las empresas.

La calidad nació después de la producción en masa, como parte de la administración científica de Frederick Taylor, en la función de inspeccionar el trabajo de los subordinados.

El hombre que constituyó la vanguardia de la calidad fue W. A. Shewart, quien en 1931 propuso una definición muy clara del control de la calidad, cómo medirlo y cómo regularlo. Shewart sostenía que la variabilidad tenía que aceptarse como una parte de la vida industrial; él indicaba que al usar técnicas estadísticas y de probabilidad, resultaba más fácil comprender, detectar y controlar la variabilidad.

El movimiento de la calidad ha seguido progresando hasta la actualidad, adquiriendo la importancia crítica que le corresponde en la determinación de los objetivos de las organizaciones y los índices de competitividad.

A continuación se analizarán las filosofías de calidad de Deming, Juran y Crosby así como Ishikawa.

1.2.1 W. E. DEMING

Deming nació el 14 de octubre de 1900. Su principal interés fue la aplicación de las técnicas estadísticas. Fue influenciado por Shewart, quien dio a conocer los métodos de control estadístico. Deming fue el primer científico occidental en ser invitado por los japoneses para conducir una serie de seminarios para trabajadores y gerentes, con respecto al uso de control y técnicas estadísticas.

orientadas al control de la calidad. Formó parte de la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (UJCI) en 1950. También fomentó la idea de ir más allá de las estadísticas para luchar por mejoras continuas, usando lo que después se conoció como "ciclo de Deming" (planear, ejecutar, comprobar y actuar (PECA)).

Deming convenció a los directivos japoneses de que el propósito de la aplicación de las técnicas de administración de la calidad era el ayudar a las compañías a continuar operando. Deming creía con vehemencia en que las mejoras de calidad tienen que ser motivadas por la dirección. Conceptualizaba la responsabilidad de la gerencia en dos grandes áreas:

1. *Creación de un clima positivo para las mejoras de calidad:* Es responsabilidad de la alta gerencia asegurarse de que el trabajo es interesante y que los empleados y obreros lo disfruten y lo realicen con un propósito que constituya una parte de su automotivación.
2. *Énfasis en los trabajadores con conocimientos en lugar de sistemas rígidos:* Afirma que muchos de los errores que se presentan en las organizaciones no son causadas por errores del personal, sino por los sistemas imperantes, que son imprácticos, demasiado rígidos y poco precisos.

Las enseñanzas de Deming se pueden resumir en catorce puntos:

1. Crear consistencia de propósitos hacia las mejoras de los productos y servicios, con el objeto de volverse competitivos y sostener el negocio creando empleos.
2. Adoptar una nueva filosofía. "Estamos en una nueva era económica. Ya no necesitamos vivir con las excusas de retrasos, errores, materiales defectuosos y mano de obra deficiente".

3. Para lograr la calidad, debe cesar la dependencia en la inspección en masa. Debe eliminarse la necesidad de inspecciones, incorporando la calidad al producto desde la primera operación.
4. Se debe suspender la costumbre de recompensar a las empresas en base a la etiqueta de precio. En lugar de ello, el costo total debe reducirse al mínimo. Cambie a un proveedor para un sólo material, estableciendo una relación de lealtad y confianza a largo plazo.
5. Mejorar constantemente y para siempre el sistema de producción y servicio, para optimizar la calidad y la productividad, con lo que los costos también disminuirían de manera continua.
6. Instituir métodos modernos de entrenamiento y capacitación; incluyendo al nivel directivo.
7. Instituir liderazgo. El objetivo de la supervisión debe ser ayudar a las personas, las máquinas y los instrumentos a realizar un mejor trabajo.
8. Eliminar el temor, para que todo mundo pueda trabajar de manera efectiva para la compañía.
9. Romper las barreras entre departamentos. El personal de investigación, diseño, ventas y producción debe trabajar como equipo, para prevenir los problemas en la producción y en el uso del producto y servicio.
10. Eliminar las frases, exhortaciones y los objetivos numéricos para la fuerza de trabajo, que demandan cero defectos y nuevos niveles de productividad. Estas exhortaciones sólo crean relaciones de adversarios, pues la mayor parte de las causas de la baja de calidad y productividad recaen en el sistema y están fuera del alcance de la fuerza de trabajo.

11. Eliminar los estándares de trabajo (cuotas) de la fábrica, sustituyéndolos por liderazgo.
- a) Eliminar la administración por objetivos. Elimine la administración basada en números.
12. Romper las barreras que impiden al trabajador estar orgulloso de su trabajo. La responsabilidad debe cambiar, de los números fríos, a la calidad.
13. Instituir un programa vigoroso de educación y autodesarrollo.
14. Promover que todo el personal de la compañía esté motivado para lograr esta transformación. Que finalmente es responsabilidad de todos. (a través de mejoras de calidad en todos los niveles).

Estos catorce puntos pueden considerarse como los ingredientes que requieren las organizaciones para llevar a cabo la transformación total, basada en la filosofía de mejora de la calidad en toda la compañía. Deming también advierte los obstáculos que puede impedir la implantación de los catorce principios. A éstos les llama "pecados capitales" o "enfermedades mortales", tal como se analizan a continuación.

Enfermedades mortales.

Falta de consistencia: falta de consistencia en los propósitos de permanencia del negocio, al no planear los productos y servicios del futuro, apuntando a mercados específicos para que la compañía progrese y sea una fuente de empleos.

Utilidades a corto plazo: las estrategias a corto plazo derrotan a la constancia de propósitos para sobrevivir con crecimiento a largo plazo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Evaluaciones de desempeño: los efectos de las evaluaciones de desempeño (sistemas de revisión de personal, calificación de méritos, revisiones anuales, etc.) son devastadores.

Cambios de empleo: rotación frecuente de directivos causan inestabilidad, lo que conduce a la toma de decisiones por parte de personas con pocos conocimientos y comprensión de las actividades empresariales, quienes además se alimentan de experiencias en situaciones diferentes.

Uso exclusivo de cifras visibles: los directivos no deben referirse únicamente a las cifras visibles. Aunque éstas son importantes, la gerencia debe aprender a manejar el negocio con un enfoque mas amplio y global (las cifras desconocidas son también muy importantes).

Aunque se considera universalmente que los catorce principios de dirección son de enorme importancia para la competitividad moderna, las enseñanzas de Deming se pueden encontrar en todo lo que ha escrito y dicho. Su filosofía de la administración corporativa de la calidad puede caracterizarse como sigue:

- Debe iniciarse en la alta gerencia.
- Todo el personal de la organización debe participar.
- Está basada en un proceso continuo de mejoras.
- Es de base científicas.
- Tiene por objeto servir siempre mejor al cliente.

1.2.2 JOSEPH M. JURAN

En 1951 publicó su libro "Quality Control Handbook" (Manual de Control de Calidad). Juran analiza la contribución de la calidad en la reducción de costos y mejora de los estándares. Fue invitado al Japón en 1954, al mismo tiempo que Deming, para instruir a la gerencia en los programas de calidad. Juran es fundador y principal directivo del Instituto Juran y también autor de cientos de artículos. El Emperador de Japón le otorgó la orden del Tesoro Sagrado, en segundo grado, que es la condecoración más alta que puede recibir un ciudadano extranjero por su contribución al desarrollo del control de la calidad en Japón.

El enfoque de Juran al control de la calidad y su administración está constituido por dos partes:

1. La misión de las compañías en términos del suministro de productos y servicios adecuados a las especificaciones del cliente, incluyendo los aspectos de confiabilidad, disponibilidad, continuidad, servicio, etc.
2. La función de la alta gerencia, en cuanto a liderazgo, para proporcionar los recursos requeridos, alentar la participación y el desarrollo de sistemas de políticas, metas, planes, medición y control de la calidad.

De acuerdo con Juran, la calidad debe controlarse en cada una de las etapas del proceso, aunque no debe implantarse como un proceso mecánico. Sus objetivos deben ser:

- Controlar los procesos esporádicos o los costos eliminables (defectos de falla de los productos, desperdicios, mano de obra desperdiciada en reprocesos, reparaciones, atención de quejas de clientes, etc.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Controlar los gastos inevitables, atacando los problemas crónicos (prevención y control)

Juran propone tres procesos para la implantación y estructura de un programa de calidad total: planeación, control y mejoras.

1.2.3 PHILIP B. CROSBY

Crosby desempeñó las funciones de vicepresidente corporativo de calidad en ITT y es el fundador del Colegio Crosby de Calidad, que ha impartido cursos y seminarios para más de 15 000 directivos. Es también el autor de muchos libros, entre los que se puede citar "La calidad es gratis: El arte de asegurarse de la calidad," que constituye un texto de aceptación universal. La idea esencial del movimiento de calidad de Crosby es la prevención. Sostiene que la calidad es gratis. Sus costos sólo están relacionados con los diversos obstáculos que impiden que los operarios la obtengan desde la primera vez.

El principal objetivo de las empresas al implantar un sistema de calidad total debe ser, de acuerdo con Crosby, cero defectos (CD). Los niveles aceptables de calidad (NAC) deben prohibirse, pues comprometen el objetivo de CD.

Crosby sostiene que si la alta gerencia está convencida de las virtudes de CD, debe también aplicar la prevención. Propone varios lineamientos para los que llama: "cuatro principios absolutos para la administración de la calidad."

1. La calidad implica cumplir con los requerimientos: determinar los requerimientos es una de las responsabilidades de la gerencia, como también lo son los sistemas de comunicación y su efectividad;

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. La calidad proviene de la prevención (las enfermedades se previenen con vacunas). El primer principio absoluto fue la comprensión del proceso por medio del cual intervienen varios procesos para la producción de bienes/servicios. El segundo se refiere a identificar y eliminar las posibilidades de que ocurran errores:
3. El estándar de calidad es cero defectos: Se trata de que el producto o servicio sea conforme a los requerimientos y, de acuerdo con Crosby, éste debe ser también el estándar de desempeño personal de todos los miembros de la organización, que proviene de un cambio de actitud;
4. La medición de la calidad es el precio de la inconformidad: De acuerdo con Crosby, las compañías manufactureras gastan el 25 % de sus ventas haciendo las cosas mal y las compañías de servicio consumen el 40% de sus costos de operación en acciones igualmente desperdiciadas.

De manera similar a las afirmaciones de Deming y Juran, Crosby piensa que el desempeño de las compañías es el reflejo de la actitud gerencial con respecto a la calidad.

El enfoque de Crosby a la calidad total consiste en modificar la cultura y sus actitudes dentro de las organizaciones, para implementar mejoras continuas. Por consiguiente, este enfoque depende más de la gerencia que de las herramientas, pues no se refiere en lo absoluto al control de la calidad con el uso de técnicas estadísticas. Crosby propone una lista de catorce puntos:

- 1 Compromiso gerencial: La gerencia debe reconocer que se debe comprometer a participar personalmente en el programa de mejoras de calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 2 Equipo de mejoras de calidad: Para formar este equipo deben conjuntarse los participantes de cada departamento.
- 3 Medición de la calidad: Es necesario determinar el estado de calidad en toda la compañía.
- 4 Costo de la evaluación de calidad: Se establece el costo de la calidad para indicar dónde se deben aplicar acciones correctivas que sean rentables para la compañía.
- 5 Percepción de la calidad: Compartir con todos los empleados la medición de lo que la falta de calidad está costando, a través de material de entrenamiento y comunicación.
- 6 Acciones correctivas: Sacar los problemas a la luz para que todos los vean y se resuelvan periódicamente.
- 7 Formación de un comité adecuado para el programa de cero defectos: Después de un año, la celebración del día de cero defectos reafirmará el compromiso de la gerencia, tanto al concepto como a la idea de que todo mundo debe hacer las cosas bien desde la primera vez.
- 8 Entrenamiento de supervisores: Debe implantarse un programa formal de orientación para cero defectos, que debe desarrollarse antes de poner en acción las medidas pertinentes.
- 9 Día de cero defectos: Se selecciona un día del año como el estándar de desempeño de la compañía, para enfatizar el programa y crear una impresión duradera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 10 Establecimiento de metas: Las reuniones periódicas entre los supervisores y los empleados, ayudan a que el personal piense en términos de alcanzar las metas y desarrollar tareas específicas en equipo.
- 11 Eliminación de las causas de errores: Se les pide a todos que describan cualquier problema que les impida desarrollar un trabajo libre de errores. Un grupo funcional apropiado obtendrá las soluciones a estos problemas.
- 12 Reconocimientos: Se establecen programas de recompensas para premiar a los que cumplen sus metas o desarrollan labores extraordinarias. No es necesario que las recompensas sean económicas; lo importante es el reconocimiento público.
- 13 Consejos de calidad: El consejo de calidad, constituido por profesionales y los representantes de equipos, deben reunirse con regularidad para determinar las acciones a tomar y mejorar los programas.
- 14 Hacerlo nuevamente: Se establece un nuevo equipo de representantes para contrarrestar los cambios de personal y las situaciones cambiantes que pueden presentarse entre los 12 y 18 meses después de haber instituido el programa original.

El enfoque de Crosby a la calidad total consiste en modificar la cultura y sus actitudes dentro de las organizaciones, para implantar mejoras continuas. Por consiguiente, este enfoque, depende más de la gerencia que de las herramientas, pues no se refiere en lo absoluto al control de la calidad con el uso de técnicas estadísticas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.4 KAORU ISHIKAWA

Ishikawa está considerado en el Japón como el principal precursor de la administración de la calidad total. Se inspiró en los trabajos de Deming y Juran. Es muy admirado por las siguientes contribuciones:

1. Círculos de control de calidad - fue el primero en introducir este concepto y en ponerlo en práctica con éxito;
2. Fue el creador de los diagramas de hueso de pescado o diagramas de Ishikawa, que se usan actualmente en todo el mundo en las mejoras continuas, para representar los análisis de causas- efectos.

Técnicas estadísticas de Ishikawa para el control de calidad.

1. Técnicas estadísticas elementales

Análisis de Pareto (lo poco vital contra lo mucho trivial)

Diagrama de causas y efectos (no es realmente una técnica estadística)

Estratificación

Hojas de recolección de datos (bitácora)

Histograma

Diagrama de dispersión

Controles de gráficas y de Shewart (gráfica de CEP)

2. Método estadístico intermedio

Análisis teóricos y de muestreo

Técnicas estadísticas de muestreo

Diversos métodos de estimación estadística y comprobación de hipótesis

Métodos basados en pruebas sensoras

Métodos de diseño experimental

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. Métodos estadísticos avanzados (con computadoras)

Diseño experimental avanzado

Análisis multivariados

Métodos de investigación de operaciones

Ishikawa piensa que el 90 – 95 % de los problemas pueden resolverse utilizando técnicas estadísticas elementales.

1.2.5 LA CALIDAD EN MÉXICO.

En el transcurso de las dos últimas décadas se han presentado eventos, que han impactado en forma relevante el desarrollo de la economía mundial: el incremento de la población, el surgimiento de nuevos satisfactores y variaciones importantes en sus precios, las fluctuaciones en el tipo cambiario de diferentes monedas, etc.

Debido a estas situaciones, que han afectado de manera trascendente al campo de los negocios, el hombre de empresa ha debido afrontar ciertos problemas (la escasez de algunas materias primas, competencia mas agresiva con productos del exterior, dificultad en la liquidez de su estructura financiera, etc.) lo que ha provocado un retraso en su crecimiento y en varios casos pone en peligro la existencia de su compañía.

Por esto, el hombre de negocios en México precisa ahora llevar a cabo un replanteamiento de su actividad tradicional. Para ello necesita tener plena conciencia de que en las circunstancias actuales, solo podrán subsistir aquellas empresas que, a un nivel altamente competitivo, den un mejor aprovechamiento a sus recursos humanos, materiales y técnicos, generen bienes y/o servicios en las condiciones de calidad que esperan y merecen sus clientes; en cuanto a precio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

oportunidad en el abastecimiento, duración y el beneficio que en términos generales les produce su uso.

La base inicial que debe tener toda empresa para contar con estructura de calidad, es diseñar una adecuada organización que permita conocer el propósito de su actuación, así como los medios que necesita para lograrlos, y obtener de esta forma la productividad requerida.

En conjunto, todas estas situaciones que han surgido en el contexto mundial, han cambiado la mentalidad, tanto del consumidor, como del productor mexicano, creando una conciencia de adquirir y producir con mayor calidad bienes o servicios. El consumidor aprecia cada vez más el valor de su dinero y el productor las pérdidas por falta de calidad en sus productos o servicios; lo que da como resultado que el consumidor no adquiriría los productos, no exportarlos y el cierre de la compañía.

CAPÍTULO 2

CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1 ¿QUÉ ES EL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD?

En la producción de bienes y servicios, la cantidad de artículos producidos afecta al costo y calidad. Regularmente la primera unidad producida es muy costosa, la planeación, redistribución y reubicación de instalaciones, la compra de componentes, la venta y la facturación se realizan, ya sea que se vaya o no a repetir la producción. Los costos unitarios disminuyen y la calidad mejora a medida que se producen las siguientes unidades. Tanto los errores de la producción, como los de calidad, se descubren y corrigen por medio de especificaciones y diseños de productos posteriores.

Cuando se produce mayor cantidad de bienes y servicios, surge con frecuencia un problema diferente: el fabricante se vuelve descuidado. La monotonía de la producción descuida lo sentidos y la calidad se deteriora. En consecuencia, la función de controlar la calidad se transforma en una tarea aparte, que requiere un tipo de conocimiento distinto: uno de naturaleza estadística. Por esta razón, a dicha tarea se le llama **control estadístico de calidad**.

El término control, se refiere a la actividad o inactividad diseñada para cambiar una condición actual, o hacer que permanezca inalterable; el objetivo del control de calidad, es mantener una calidad o característica del producto dentro de los niveles satisfactorios.

La aplicación estadística significa el uso de un tipo de conocimiento que incluye la recopilación, el análisis e interpretación de datos para resolver un problema y llegar a una buena toma de decisiones de manera objetiva.

Algunas de las preguntas que contesta el control estadístico de calidad son las siguientes: ¿se debe aceptar o rechazar el lote de producción?, ¿se debe continuar o parar la producción de artículos o partes?.

Como se observa, la gran mayoría de decisiones que se toman son a futuro, por lo cual es conveniente que el análisis estadístico sea lo más apegado a la realidad, puesto que el resultado que se obtendrá será de gran importancia e impacto para la organización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.2 ANTECEDENTES DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

El control de calidad se remonta a los primeros esfuerzos de producción del género humano. Con seguridad, un producto que cumpliera con su cometido debe de haber sido motivo de orgullo para el fabricante, y sin duda frustración en caso contrario. Durante la Edad Media se hizo popular la costumbre de poner en marcha productos y con esta práctica se desarrolló el interés de mantener una nueva reputación asociada con la marca. La Revolución Industrial trajo consigo el sistema de máquinas y especialización del trabajo, de este modo se llegó a una mayor producción por medio de un número de horas – hombre, pero con la distribución del trabajo, la calidad se ve afectada. Una persona cuya tarea consiste en apretar tornillos hora tras hora, tiende a perder identidad con el producto. Como la única remuneración que tiene por su labor es su salario, el cual está en función a la cantidad producida y no a la calidad, la consecuencia es que la última se vea disminuida.

Una de las primeras soluciones al problema de la calidad fue inspeccionar la producción después de haber sido terminada. La inspección hasta hoy en día es una de las etapas necesarias en los controles de calidad.

El objetivo de la inspección es simplemente señalar los productos que no se ajusten a los estándares deseados. Mas sin embargo, hay que estar conscientes de que los rechazos no se debieron de haber producido.

El control estadístico de calidad comenzó en 1924 con Walter A. Shewart, de los laboratorios de Bell Telephone Company, quien inició la técnica de marcar datos estadísticos en gráficas especiales, de modo que contribuyeran al control de la calidad. Posteriormente, en la misma década H.F. Dodge y H.G. Roming, también de los laboratorios Bell, comenzaron a trabajar en las tablas Dodge – Roming de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

muestreo de inspección, que aún se utilizan como referencia en el muestreo de aceptación.

A pesar de la demostrada efectividad del control estadístico de calidad, se tardó mucho en ser aceptado, sin embargo, durante la II Guerra Mundial, la industria, obligada por las necesidades de la guerra, comenzó a usarlo. Las exigencias del gobierno de E.U. requerían gran cantidad de material de calidad relativamente elevada, e hizo inevitable el uso de nuevos métodos, ya que se disponía de poco personal en las fábricas, y eran pocas las personas con conocimientos de control estadístico de calidad. En todo E.U se implantaron cursos para entrenar un gran número de personas en esta técnica. Al final de la guerra, el control estadístico de calidad estaba destinado a convertirse en una herramienta de control industrial.

Debido a la necesidad de comunicación entre industriales y científicos, en 1944 apareció la revista *Industrial Quality Control*. Cuando en 1946 se formó la *American Society for Quality Control (ASQC)*, ésta tomó a su cargo la publicación de dicha revista. En 1968 cambió el nombre a *Quality Progress* y al año siguiente se inició la publicación de un suplemento llamado *Journal of Quality Technology*. La mayoría de los avances, desarrollos y perfeccionamientos recientes se pueden encontrar en estas publicaciones. Hoy en día, el control estadístico de calidad, es una herramienta usada por las empresas a nivel mundial, para llevar un control de la producción, garantizando los cumplimientos de requerimientos de calidad y especificaciones de nuestros clientes, por medio de las mediciones y estándares.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3 TÉCNICAS DE CONTROL DE CALIDAD.

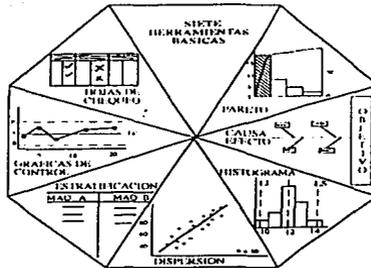
Existen características o factores que afectan la calidad de los productos, procesos o servicios; por esta razón existen varias técnicas de control de calidad que son utilizadas por las organizaciones. La importancia de la utilización de estas técnicas consiste en la jerarquización y clasificación de las mismas por orden de importancia.

Algunas técnicas simples son:

- Diagramas de causa – efecto
- Diagramas de Pareto
- Hojas de recolección de datos
- Histogramas
- Gráficos de control
- Diagramas de correlación
- Técnicas de estratificación
- Técnicas brainstorming
- Técnicas de jerarquización
- Técnicas de diseño de experimentos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las siete primeras son técnicas simples de control estadístico de calidad, mientras que las últimas tres se utilizan como complemento.



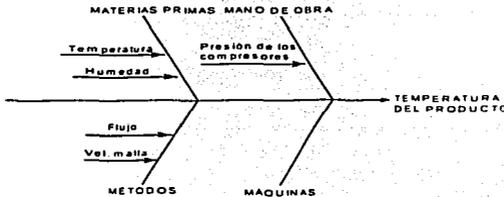
2.3.1 Diagramas de causa – efecto.

A los diagramas de causa y efecto, también se les conoce con el nombre de diagrama de espina de pescado, por la forma que tiene, fue creado por el Dr. Kaoru Ishikawa como herramienta para los círculos de calidad.

Representan de una forma clara y precisa qué factores afectan la calidad; en concreto, se trata de averiguar, a través de un efecto las causas que lo motivan para luego tomar acciones correctivas. El diagrama proporciona bases para la discusión de factores que provocan algún problema y su interrelación, se utiliza principalmente para resolver problemas de calidad, pero también en los de cualquier actividad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para diseñar diagramas de Ishikawa, básicamente hay que definir un objeto o efecto, por ejemplo: mejorar el sistema de facturación, reducir rechazos, etc. y establecer las posibles causas que motivan el efecto, representándolas gráficamente en una estructura denominada fishbone (espina de pescado). Cuando se definen las causas principales es necesario definir subcausas. Al pasar el tiempo, se siguen obteniendo subcausas, con lo cual se retroalimenta el diagrama con el fin de mantenerlo actualizado. Se denomina espina de pescado, porque consiste en una flecha horizontal, que apunta hacia el efecto y cuatro o seis flechas que se orientan a la flecha horizontal, cada una de éstas representa las posibles causas que intervienen en el efecto y que normalmente se clasifican en: Materiales, Métodos, Máquinas y Mano de obra. Como las cuatro causas comienzan con M también se le conoce como diagrama de las cuatro M. En la actualidad el diagrama de las cuatro M está siendo sustituido por el diagrama de las seis M puesto que se agregaron los siguientes elementos: Medio ambiente y Mantenimiento.



Este es un ejemplo sencillo de cómo se elabora un diagrama de pescado, se observa que el efecto es la temperatura del producto, originado por distintas causas en los materiales, mano de obra, máquinas y métodos.

Es importante que las causas y las subcausas sean desglosadas adecuadamente, para una buena y rápida detección de los problemas que originan el efecto.

2.3.2 Diagramas de Pareto o análisis A-B-C

Desarrollado por Wilfredo Pareto, economista italiano (1848-1923). El diagrama de Pareto, llamado también análisis ABC, consiste en la clasificación de elementos o factores que intervienen en un proceso, por orden de importancia, para tratar a cada una de ellas según su peso.

El resultado de un proceso depende esencialmente de un número pequeño de factores que intervienen en el mismo. Si se determinan cuáles son estas causas se podrán concentrar fuerzas en el estudio de las mismas, con lo que se resolverán la mayoría de los problemas. Pareto sostiene que "aplicando atención a los pocos asuntos vitales, se consigue la máxima eficacia y rendimiento de los esfuerzos dedicados".

Para hacer un diagrama de Pareto, en primer lugar se decide el asunto y características de calidad a analizar y su medida (máquinas, piezas, defectos, costos, etc.), después se decide el origen de los datos (históricos, retrospectivos, actuales o nueva información, etc.) a continuación se verifican los datos históricos o se confronta la exactitud de los datos actuales para pasar a registrar los datos medidos sobre las características de calidad en una hoja de registro adecuada y ordenarlos del más grande al más pequeño.

Consecutivamente se realiza la siguiente operativa:

- Efectuar las sumas acumuladas de los datos ordenados empezando por el mayor.
- Dividir cada valor acumulado por el total acumulado para hallar el porcentaje de importancia de cada dato en total.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Construir un diagrama de barras para los datos, colocando el porcentaje en importancia como altura de la barra de las ordenadas y los datos en el eje horizontal, del más grande al más pequeño.
- Analizar los resultados.

Algunos de los beneficios que se derivan de los diagramas de Pareto son los siguientes:

- Ayuda a identificar las causas de los fenómenos y a señalar la importancia de cada uno de ellos.
- Promueve el trabajo en equipo, ya que se requiere que participen todos los individuos relacionados con el área para analizar el problema, obtener información y llevar a cabo acciones para su solución.
- Canalizar esfuerzos hacia las causas importantes.
- Permite comparación entre el antes y después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.
- Facilita la comunicación entre grupos que participan en el análisis del problema o fenómeno.

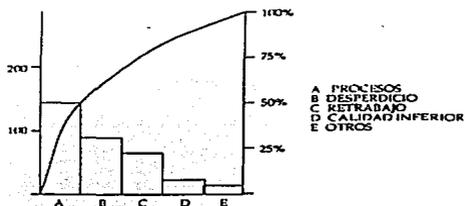
Cuando en un sistema hay problemas por resolver, existen pocos que son vitales y muchos que son triviales, por lo que debe seleccionarse el problema principal, el cual debe ser atacado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ejemplo de diagrama de Pareto.

PROBLEMAS	COSTO	% DEL TOTAL
Procesos	130	46.4*
Desperdicio	70	25
Retrabajo	50	17.8
Calidad inferior	20	7.1
Otros	10	3.5
TOTAL	280	99.8

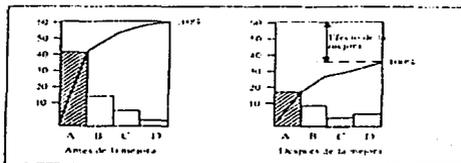
$$*(130/280)(100) = 46.4\%$$



Como se observa en el diagrama de Pareto se clasifican las fallas en A,B,C,D y E, pudiéndose notar que las que se presentan con mayor frecuencia y costo son la A y B, que deben de ser disminuidas.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Una vez disminuidas las fallas o errores, el diagrama inicial se compara en el que se aplicaron las correcciones, observándose de la siguiente manera:



Aplicando el diagrama de Pareto, la primera gráfica muestra las mediciones iniciales, mientras que en la segunda se muestran los efectos de las mejoras.

2.3.3 Hojas de recolección de datos

Para mejorar la calidad se hace necesario la recolección de datos, muchas veces los datos se toman de forma desordenada o mal documentada haciendo imposible su análisis posterior. Otras veces los datos son incorrectos debido a que se han tomado de forma distinta a la prevista, y las condiciones que se obtienen a partir de éstos carecen de sentido por mucho esmero que se ponga en su análisis, por esto, la recolección de datos debe efectuarse de manera cuidadosa y exacta; para ello nada mejor que utilizar plantillas especialmente diseñadas para cada caso.

Los usos de las plantillas son para facilitar la tarea de recolección de datos, evitar la posibilidad de errores y permitir un análisis rápido de la información obtenida. También tienen distintas finalidades, como controlar la variable de un proceso, llevar un control de productos defectuosos, estudiar la localización de defectos en un producto.

estudiar las causas que originan los defectos y realizar la revisión global de un producto.

Para recolectar los datos es necesario tener presente las siguientes reglas:

- No tomar datos si no se van a utilizar.
- Que los datos se tomen de forma que su análisis sea fácil.
- No pasar los datos en limpio.

Ejemplo de una hoja de recolección de datos

Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones				Promedio \bar{x}	Rangos R	Comentario
			X_1	X_2	X_3	X_4			
1	23/12/03	8:50	6.35	6.40	6.32	6.37	6.36	0.08	
2		11:30	6.46	6.37	6.36	6.41	6.40	0.10	
3		1:45	6.34	6.40	6.34	6.36	6.36	0.06	
4		3:45	6.69	6.64	6.68	6.59	6.65	0.10	
5	27/12/03	4:20	6.38	6.34	6.44	6.40	6.39	0.10	Op.nuevo
6		8:35	6.42	6.41	6.43	6.34	6.40	0.09	
7		9:00	6.44	6.41	6.41	6.46	6.43	0.05	
8		9:40	6.33	6.41	6.38	6.36	6.37	0.08	
9		1:30	6.48	6.44	6.47	6.45	6.46	0.04	
10		2:50	6.47	6.43	6.36	6.42	6.42	0.11	
11	28/12/03	8:30	6.38	6.41	6.39	6.38	6.39	0.03	
12		1:35	6.37	6.37	6.41	6.37	6.38	0.04	
13		2:25	6.40	6.38	6.47	6.35	6.40	0.12	
14		2:35	6.38	6.39	6.45	6.42	6.41	0.07	
15		3:55	6.50	6.42	6.43	6.45	6.45	0.08	
suma						96.27	1.15		

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

En la hoja de recolección de datos se observa que se realizaron mediciones durante tres días, con una muestra de cinco, con repeticiones de cuatro, a distintas horas.

Una vez obtenidas las mediciones, se calcula el promedio y el rango o desviación estándar según sea necesario. además se destina una columna para observaciones. En el ejemplo se muestra un operador nuevo, este cambio puede variar las mediciones.

2.3.4 Histogramas

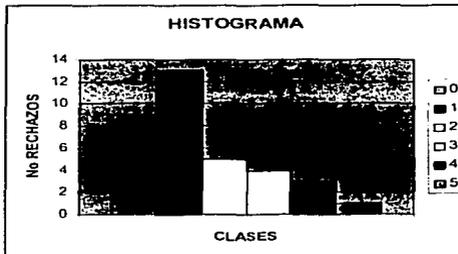
Cuando se obtienen los datos o mediciones de un problema, es práctico representarlos de una forma gráfica que refleje la dispersión de los datos respecto a la media. En el histograma generalmente se reflejan los resultados de un proceso para todas las causas; resulta muy conveniente para estudiar los factores que afectan la calidad.

Un histograma se construye dibujando una recta horizontal y colocando una escala en la misma, definiendo el rango de valores. En cada rango se dibuja una columna cuya altura indica el número de veces en que el valor se repite en ese rango. Se puede dibujar además la media obtenida real y el valor medio objetivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ejemplo de histograma con número de rechazos en un proceso con una muestra de 35 días.

Número de rechazos	Frecuencia (DÍAS)
0	9
1	13
2	5
3	4
4	3
5	1



2.3.5 Gráficas de control.

Las gráficas de control son usualmente utilizadas en el control estadístico de calidad, representan de una forma ordenada y cronológica la información recogida sobre el resultado de las operaciones a lo largo de un periodo. Estos datos, referidos a periodos unitarios (horas, días, semanas, etc.), pueden ser valores del diámetro de piezas, averías de maquinarias o proceso, accidentes, rendimiento del proceso. Está claro que estos gráficos son útiles para analizar los factores que intervienen en la calidad.

Esta gráfica se construye dibujando una recta vertical en la que se coloca una escala limitada al rango de valores de la característica de estudio. Horizontalmente se dibujan los puntos correspondientes a los valores que se alcanzan para la característica en los sucesivos periodos o números de muestras.

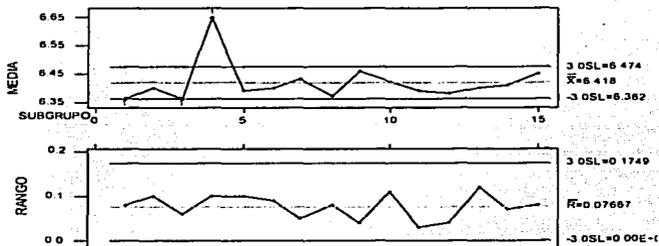
Se dibuja una recta horizontal al valor medio de los valores obtenidos, dos rectas paralelas correspondientes a los rangos superior e inferior de desviaciones admisibles. La interpretación visual de la gráfica permite apreciar fácilmente si los datos son normales o anormales o si se está conforme con los resultados obtenidos.

Ejemplo utilizando la hoja de recolección de datos anterior se calcularán las gráficas de control para la media y el rango.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones				Promedio \bar{x}	Rangos R	Comentario
			X_1	X_2	X_3	X_4			
1	23/12/03	8:50	6.35	6.40	6.32	6.37	6.36	0.08	Op.nuevo
2		11:30	6.46	6.37	6.36	6.41	6.40	0.10	
3		1:45	6.34	6.40	6.34	6.36	6.36	0.06	
4		3:45	6.69	6.54	6.68	6.59	6.65	0.10	
5	27/12/03	4:20	6.38	6.34	6.44	6.40	6.39	0.10	
6		8:35	6.42	6.41	6.43	6.34	6.40	0.09	
7		9:00	6.44	6.41	6.41	6.46	6.43	0.05	
8		9:40	6.33	6.41	6.38	6.36	6.37	0.08	
9		1:30	6.48	6.44	6.47	6.45	6.46	0.04	
10	28/12/03	2:50	6.47	6.43	6.36	6.42	6.42	0.11	
11		8:30	6.38	6.41	6.39	6.38	6.39	0.03	
12		1:35	6.37	6.37	6.41	6.37	6.38	0.04	
13		2:25	6.40	6.38	6.47	6.35	6.40	0.12	
14		2:35	6.38	6.39	6.45	6.42	6.41	0.07	
15		3:55	6.50	6.42	6.43	6.45	6.45	0.08	
suma						96.27	1.15		

GRÁFICAS DE CONTROL X BARRA Y RANGO



En la gráfica de X barra se observa que el promedio de los subgrupos 1 y 3 están al límite del control inferior, mientras que la subgrupo 4 está por encima del límite de control superior.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Estos promedios de subclases deben de ser analizados para determinar las causas de la variación del promedio.

La gráfica del rango permanece estable, con lo cual ésta queda descartada para revisión, ya que muestra la dispersión de los datos.

Estas gráficas fueron calculadas con tres desviaciones estándar con respecto a la media de la muestra.

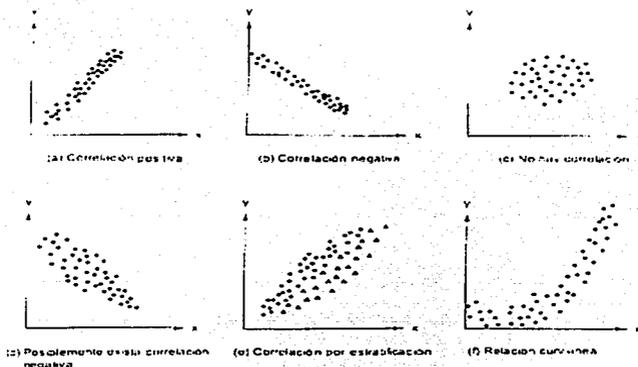
2.3.6 Diagramas de correlación

Es una estrategia que sirve para determinar si hay correlación entre dos características de calidad X y Y de un proceso. Se sitúa en el eje de las abscisas, la primera característica a una escala pertinente; y en el de las ordenadas, la segunda característica. En escala unitaria se miden los resultados de X y Y, se dibuja un punto en la gráfica.

Después de una serie de medidas obtenemos una nube de puntos. El tipo de correlación (positiva, negativa, inexistente o posiblemente existente, positiva o negativa) determinada por la estructura de la nube; donde pueden obtenerse expresiones matemáticas del grado de correlación entre las características, pero en informes de calidad se utiliza el diagrama y se deducen conclusiones, basándose en la nube de puntos, sin realizar cálculos numéricos. Si existe interrelación entre las características de calidad X y Y, controlando el factor independiente, el factor dependiente será controlado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

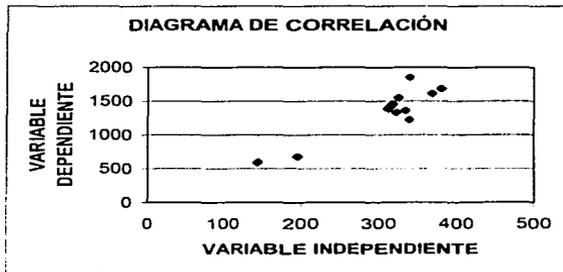
Algunas de las formas en las que se pueden presentar los diagramas de correlación son las siguientes:



Para hacer más claros los diagramas de correlación se dará un ejemplo:

Suponga que la variable independiente está expresada por la letra X y la variable dependiente por la letra Y; estas variables pueden ser el resultado de cualquier medición.

X	Y
196	679
311	1390
339	1852
333	1359
369	1610
317	1460
339	1222
148	596
314	1421
381	1684
324	1551
321	1333
146	586



En los datos se observa, una vez graficados, que es una correlación positiva. Es decir, mientras incrementa la variable independiente, la variable dependiente tiende a aumentar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3.7 Estratificación

Algunas fabricas tienen distintas máquinas y cada una de ellas tiene sus características propias. En tales casos, es mejor preparar un gráfico de control por cada una de ellas. También es mejor segregar los datos y preparar gráficas de control por separado de las materias primas de diferentes tipo u orígenes; diferentes materiales auxiliares, temporadas, meses, condiciones de trabajo; personal, turnos, volúmenes de trabajo y otros factores que se piense que pueden influir de manera individual y que causen variación. De este modo, se hace necesario dibujar gráficas de control por separado para diferentes tipos y unidades defectuosas. Esta división de datos en grupos homogéneos o estratos, se denomina estratificación.

La estratificación es una técnica simple, consiste en separar los problemas en causas, condiciones, áreas o rango de resultados por una característica que implique la incidencia que diferencie a los resultados.

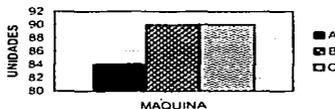
Ejemplo de un análisis de defectos estratificado por máquina

Máquina	Piezas producidas	Piezas defectuosas	Porcentaje de defectos
A	84	3	3.5 %
B	90	10	11.1%
C	90	12	13.3%
TOTAL	264	25	9.5%

La estratificación se puede representar en histogramas, gráficas de control así como diagramas de dispersión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PIEZAS PRODUCIDAS



PIEZAS DEFECTUOSAS



PORCENTAJE PIEZAS DEFECTUOSAS



Los histogramas muestran la estratificación por máquinas A, B y C en producción, piezas defectuosas y porcentaje de piezas defectuosas.

2.3.8 Brainstorming (lluvia de ideas)

Es una técnica que estimula la creatividad de los participantes, en la búsqueda de ideas para obtener el máximo de aportaciones en torno a un tema determinado. Pudiendo cada integrante apoyarse en los conceptos expresados por los demás. La parte crítica se realiza al final o en una próxima reunión. El éxito del *brainstorming* se basa en que los resultados en grupo son superiores a los de un sólo individuo.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

En la práctica, el *brainstorming* (lluvia de ideas) se distingue en tres etapas: definición del problema, exposición de ideas y selección.

La primera etapa consiste en que el líder del grupo delimita el tema o problema a solucionar. Esta fase es de corta duración de 10 a 30 minutos.

La segunda etapa, con duración de nos de una hora es la productiva del *brainstorming*, cuando cada participante aporta el máximo de ideas, pudiendo apoyarse en las ya citadas para explotar al máximo el rendimiento. Al inicio se fijan algunas reglas para un buen funcionamiento, como son: respetar el derecho de palabra, no reirse, no criticar, ser breve, tomar nota de todo, no valorar hasta el final y reflexionar.

La tercera etapa es la selección de ideas emitidas, suele tener un tiempo de dos a tres horas. Es aquí donde se juzgan y valoran las conceptos obtenidos. Esta fase está integrada por dos partes, la selección cualitativa y la cuantitativa.

Se seleccionan las mejores ideas para un análisis objetivo y subjetivo. Se eligen por votación de los integrantes del grupo, y califican en orden; el primero sería el de menor importancia hasta llegar final, que se considera de mayor importancia. Se eliminan los conceptos que tengan una puntuación baja y discuten los de mayor puntuación para ser puestos en práctica.

2.3.9 Jerarquización

Cuando están determinadas las posibles causas que afectan a la calidad, es preciso jerarquizarlas en función a su importancia, utilizando un criterio de clasificación ya previsto el efecto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para mejores resultados, debe realizarse un conteo real del número de veces que se repite una causa, lo cual puede requerir de una, dos o más semanas de recolección de datos. Una vez efectuado, se anota la frecuencia correspondiente de cada causa, así como el porcentaje de ocurrencia.

Se determinan subtotaes por cada clase, así como el total general. Cuando no sea posible realizar este conteo, se hace necesaria una valoración subjetiva efectuada por un equipo de trabajo que conozca la situación planteada.

Por último, se clasifican de forma subjetiva u objetiva por orden de importancia.

Cada vez que sea posible, se debe utilizar la valoración objetiva, pues mostrará el mínimo de error que pueda cometerse. El método subjetivo puede ser bueno para una primera jerarquización, pero se debe ser prudente si se utiliza en decisiones importantes, procurando contrastarlo con una valoración objetiva. También se puede utilizar, procesando datos históricos, como si estos fueran actuales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3.10 Diseño de experimentos

El diseño de experimentos, es una técnica útil para descubrir las variables clave que influyen en la calidad. Se trata de un proceso en el que varían sistemáticamente los factores controlables de entrada y se estudia el efecto de dichos factores, en los parámetros de salida del producto. El diseño de experimentos, es una técnica esencial para reducir la variabilidad en las características de calidad y determinar los niveles de variables controlables que optimizan el rendimiento del proceso de producción:

Un experimento diseñado es una prueba, o serie de pruebas, que permite llegar a una serie de conclusiones acerca del caso que se estudia. El objetivo, es determinar los mejores valores de los parámetros de un producto o proceso. Por ejemplo, a una empresa de pinturas le interesa determinar el efecto de diferentes aditivos en el tiempo que tarda en secar la pintura, y así hacer la selección del mas conveniente. Otro ejemplo: supongamos que se usan dos máquinas distintas para fabricar la misma pieza. El material que se usa en el proceso se puede cargar en ellas manualmente, o con un alimentador automático; el investigador desea determinar de que manera afectan los resultados el tipo de máquina y procedimiento de carga, y seleccionar la combinación ideal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 3

EMPRESA DE GALVANIZADO DE HERRAJES DE
SEGURIDAD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

El nombre con el cual denominaremos a la empresa será "Galvanizadora, S.A." a petición del dueño de la misma.

La empresa surgió hace veintitrés años con un solo propietario y un número aproximado de cinco empleados, entrando en Nacional Financiera, en la categoría de micro empresa la cual maneja un máximo de treinta empleados en el ramo industrial.

La superficie en la cual realiza sus operaciones es de doscientos metros cuadrados, donde se incluye la planta de producción y oficinas administrativas.

Se dedica principalmente al galvanizado de herrajes de seguridad, la empresa galvaniza una superficie aproximada de 982 m²/ año.

En sus comienzos, su principal cliente fue la empresa Samsonite (dedicada a la fabricación de mochilas, maletas y bolsos), realizando galvanizados de partes metálicas, para sus distintas líneas de productos.

En la actualidad, Galvanizadora, S.A. cuenta con diez empleados que trabajan un turno de ocho horas diarias. Su cliente principal es Herramientas Klein, también atiende órdenes de clientes directos, quienes acuden a ella con pocas unidades a maquilar, mismas que varían en peso y tamaño. La empresa tiene capacidad para procesar piezas hasta de tres metros de largo, trabajos que son considerados como servicios especiales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tiene una producción por procesos que se describirá, en forma detallada más adelante. En general, el galvanizado de piezas se realiza en colgados y barriles.

Una de las características de las empresas galvanizadoras, es que el maquilado o proceso que realizan se considera artesanal, puesto que no existe un egresado técnico que tenga los conocimientos específicos para realizar este trabajo.

Aún cuando las empresas tienen una línea de productos, en su mayoría estas realizan trabajos de servicios especiales, es decir, la galvanización de piezas en distintos tamaños, números y pesos.

Estos son los antecedentes de la compañía para la cual se realiza la propuesta del control estadístico de calidad de sus productos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2 IMPORTANCIA DE LOS METALES

El hombre siempre ha buscando mejores condiciones de vida y ha utilizado su ingenio a través de la historia. Mucho se lo debe al uso de metales que ahora forman parte de nuestra vida cotidiana, creando una dependencia que sería imposible hablar del desarrollo y progreso sin el uso de ellos.

Los metales tienen gran utilidad, por ejemplo: uso en instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, aviones, automóviles, cuchillos, estufas, refrigeradores, etc. Las casas y edificios tienen estructuras de acero que actúa como esqueleto, soporta y da resistencia a los mismos. En el caso de los automóviles o medios de transporte, como: carrocería, motor y casi todos sus componentes están hechos de distintos metales, lo mismo las naves espaciales y satélites que ayudan a tener más y mejores canales de comunicación.

Por consiguiente, podemos decir que gran parte de la civilización está basada en el uso de los metales y se requiere tengan una vida duradera.

Aunque sería perfecto que los metales tuvieran una vida larga, resulta lo contrario, éstos se degradan con el tiempo y de diversas formas. Dejan de ser funcionales, perdiendo propiedades mecánicas y decorativas; algunos simplemente se disuelven en el medio que los rodea.

La producción de acero y mejora de sus propiedades mecánicas han hecho posible su empleo en cuestiones variadas. Desafortunadamente, el desarrollo en la utilización de productos siderúrgicos va acompañado de un tributo que cada año se paga a la corrosión. Para que se tenga una idea, aproximadamente el 25% de la producción anual de acero es destruida por ésta.

La estabilidad de los metales está determinada por lo que sucede en la interfase entre el metal y el medio agresivo, la resistencia interna de un metal está influenciada a largo plazo por las reacciones que se llevan a cabo en esta interfase. La mayor parte de las degradaciones de un metal o aleación en su apariencia o resistencia mecánica comienzan en la superficie.

Los metales se degradan bajo los efectos de tres causas principales: desgaste, fatiga y sobre todo corrosión.

La corrosión es una destrucción relativamente lenta y progresiva que resulta de un ataque electroquímico a baja temperatura, siendo alguna de sus causas el ambiente químico, tal como: la atmósfera, el agua de mar, las soluciones ácidas, neutras o alcalinas y otros ambientes, a menudo acompañados por uso mecánico.

No se puede mencionar una causa específica de un proceso de corrosión, pero podemos decir que el oro y platino son metales nobles que se encuentran en estado natural en la tierra. Los demás metales resultan de combinaciones con otros elementos químicos formando minerales: óxidos, sulfuros, carbonatos, etc., que son susceptibles a la corrosión.

La corrosión en los metales presenta efectos como: disminución en el peso, alteración de la superficie y debilitamiento en las propiedades mecánicas.

Una clasificación de la corrosión es según la forma geométrica de la destrucción del metal, ésta se distingue en dos tipos:

Corrosión uniforme: el metal se disuelve regular y uniformemente, la resistencia mecánica disminuye proporcionalmente a la disminución de espesor, y por consiguiente a la pérdida de peso. Esta es la forma mas fácil de identificarla, ya que ocurre sobre toda la superficie metálica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Corrosión localizada: el ataque se efectúa de una manera intensa, localizado en alguna parte de la estructura, avanza rápidamente, llegando a perforar o agrietar gruesas secciones de estructuras metálicas.

En la figura 1. se muestra corrosión uniforme en la barandilla de un puente peatonal, se nota claramente que el recubrimiento de pintura no fue suficiente para evitar los daños ocasionados por la atmósfera rural. Para impedir este tipo de corrosión a demás del desgaste y pérdida de estructuras que a la larga afectan económicamente. es necesario galvanizar las barandillas.



Figura. 1

En la figura 2. se muestra una corrosión localizada, se observa en la estructura que detiene la malla ciclónica, en que sólo uno de los tubos tiene una pequeña parte que ha sufrido los efectos de la misma, mientras que el resto están en su mayoría intactos.

Lo anterior se puede deber a que el recubrimiento de los tubos es demasiado delgado y a la presión de las abrazaderas y alambre, que pueden deteriorar la superficie del material, facilitando la corrosión.

Una solución sería dar una mayor deposición de galvanizado a los tubos y utilizar plásticos como empaques para que den protección a las uniones.



Figura. 2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3 IMPORTANCIA DEL GALVANIZADO

Los trabajos sobre electroquímica llevados a cabo por el químico inglés Humphry Davy hacia 1800, y por Michael Faraday hacia 1830, condujeron a la galvanoplastia o empleo de la electricidad para recubrir un metal con otro.

Werner von Siemens, oficial artillero prusiano y pionero de la industria eléctrica, desarrolló uno de los primeros procesos de galvanoplastia en 1842; unos cuchilleros en Birmingham, los Elkington, lo utilizaron en 1843. Hacia 1860 se empleaba plata y otros metales nobles para recubrir aleaciones más baratas; en 1869, comenzaron a aplicar los baños de níquel y el de cromo se introdujo a mediados de los años veinte.

La galvanoplastia protege metales como el acero, contra la corrosión. Se utiliza para fabricar hojalata y cubiertos. El método empleado es el de electrólisis. En la galvanoplastia del cobre, por ejemplo, el objeto que se desea recubrir y una lámina de cobre puro se introducen en una solución de un compuesto de cobre. Se hace pasar corriente eléctrica entre la lámina, que constituye el ánodo o electrodo positivo, y el objeto, que forma el cátodo o electrodo negativo. El cobre se separa del ánodo y se deposita, puro, sobre el cátodo, que queda recubierto.

Ahora sabemos que es prácticamente imposible eliminar la corrosión y realmente lo que se logra, es tener control de la misma. Lo cual se inicia desde el diseño de las instalaciones, plantas, equipos, aparatos, etc. Actualmente se conoce el comportamiento de los metales ante diferentes medios específicos lo que nos lleva a poder programar el control de la corrosión.

Dentro de los métodos de control arriba mencionados en forma muy general, los recubrimientos protectores pueden dividirse en dos: metálicos y no metálicos.

Recubrimientos no metálicos:

- Pinturas, barnices, resinas naturales o sintéticas y lacas que permiten una protección relativamente durable.
- Ceras, grasas, aceites y celulosas, que son empleadas durante el almacenamiento o transporte de materiales metálicos ya manufacturados proporcionan una protección temporal.
- Recubrimientos cerámicos.
- Esmaltes vitrificantes, resistentes al calor y los ácidos.
- Recubrimientos de materiales plásticos, plastisol, teflón melaminas, etc.
- Reducción química (sin paso de corriente): de fosfato, cromato, que presentan una base excelente para la aplicación de pintura.

Recubrimientos Metálicos:

- Electro-deposición de metales como níquel, zinc, cobre, estaño, cromo, etc.
- El anodizado, considerado como un recubrimiento protector de naturaleza metálica, se aplica a varios metales no ferrosos, al aluminio y a sus aleaciones.
- Inmersión en metales fundidos: zinc (galvanización en caliente) aluminio (aluminizado)
- Proyección del metal fundido mediante una pistola atomizadora: metalizaciones de zinc, aluminio, estaño, plomo, etc.
- Procesos de cementación, con modificación de la superficie metálica en contacto con polvo de aluminio (calorizado), con polvo de zinc, o compuesto gaseoso de cromo (cromatizado) se obtienen capas de considerable espesor.

Para todos los recubrimientos previamente mencionados, es necesario preparar antes la superficie.

Según el estado de la superficie por proteger, más o menos oxidada, se puede seleccionar el procedimiento mecánico de limpieza más adecuado, desde el granallado, chorreado de arena, pasando por una limpieza química o electroquímica, como los baños ácidos, con corriente eléctrica o sin ella. La selección de un recubrimiento está en función de las dimensiones de los objetos y de la extensión de la superficie.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4 ELECTRÓLISIS

Antes de realizar la descripción del proceso del galvanizado de herrajes de seguridad, es necesario hacer mención de la electrólisis, puesto que es en gran medida la base de la electrodeposición de metales.

En la electrólisis la conducción eléctrica a través de una solución, da como resultado el movimiento de iones cargados. Los iones positivos se van hacia la barra negativa y los iones negativos se van hacia la barra positiva; el movimiento contrario de iones en la solución separa las dos partes del compuesto disuelto originalmente, conocido como separación electrolítica.

Ahora bien, la carga eléctrica es la principal fuerza a la que se debe la unión química de los compuestos; se puede usar corriente eléctrica para alterar los procesos químicos normales a lo que se le llama electrólisis.

La pila electrolítica está constituida por tres partes esenciales: un ánodo (que tiene carga positiva) y un cátodo (el cual tiene carga negativa), a la sustancia disuelta que se utiliza para realizar la electrólisis, se le conoce como electrolito. (ver figura 3)

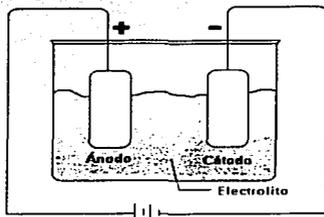


Figura 3. Pila electrolítica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Un ejemplo sencillo es la electrólisis de agua:

Si se hace pasar corriente eléctrica a través de agua (H_2O) que contenga una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, las moléculas de agua se separan en átomos de hidrógeno y oxígeno; si embargo, los átomos de oxígeno no liberan a los electrones de los átomos de hidrógeno que previamente compartían. Por lo tanto, los átomos de hidrógeno se convierten en iones positivos (H^+) y los átomos de oxígeno en iones negativos (O^{2-}), los iones son atraídos hacia los electrodos cargados con signo opuesto.

En el catión (electrodo negativo) recoge los iones de hidrógeno, (H^+) se reducen y escapan del agua como gas H_2 .



El ánion (electrodo positivo) recoge los iones negativos del oxígeno, (O^{2-}) se oxidan y escapan como gas O_2 .



Puesto que un electrón entra al electrodo negativo para sustituir a cada electrón recogido por un ion de hidrógeno y que dos electrones salen del electrodo positivo por cada átomo de oxígeno, la corriente eléctrica continúa fluyendo hasta que toda el agua se convierte en hidrógeno y oxígeno gaseosos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

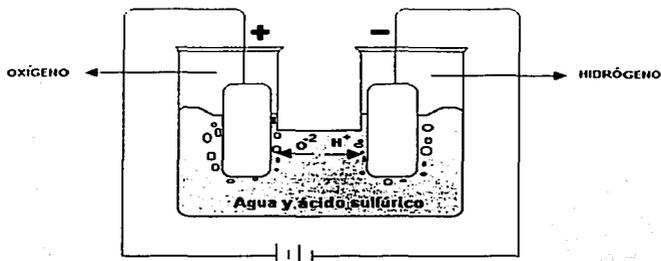


Figura 4. Electrólisis del agua.

Una de las aplicaciones de la electrólisis es la galvanoplastia, si el agua se mezcla con sulfato de zinc ($ZnSO_4$), el sulfato de zinc se dividirá en iones positivos de zinc (Zn^{+2}) y iones negativos de sulfato (SO_4^{-2}). Los iones de zinc irían al electrodo negativo (cátodo) y recogerían electrones, pero el zinc es metal que se va a adherir al cátodo. Después de algún tiempo, el cátodo se encontrará totalmente cubierto de zinc. Así se lleva a cabo también el proceso de deposición de: cobre, oro y plata.

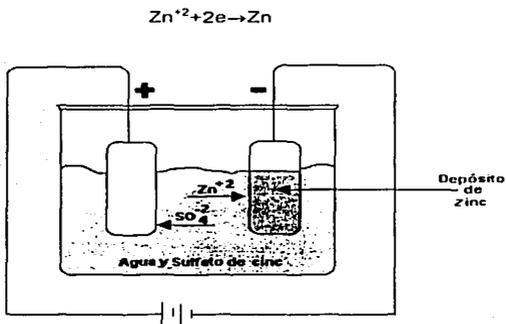


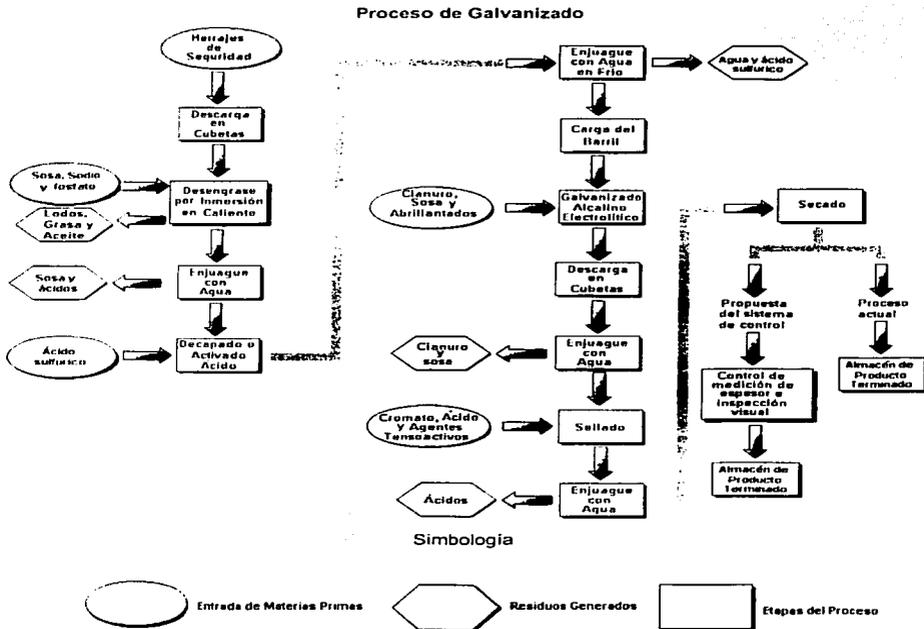
Figura 5. Galvanoplastia (electro-deposición)

Una vez explicada la electrólisis y su funcionamiento, lo siguiente es exponer cómo funciona el proceso de galvanizado de herrajes de seguridad.

El proceso consiste en una serie de catorce pasos, cada uno con funciones especiales. Al hablar de pasos, se hace referencia a una producción por procesos, los que se describen a continuación.

3.5 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente el proceso de producción consta de varias etapas, para facilitar la explicación de éstas se elaboró un diagrama de flujo del proceso de producción, el cual se describe posteriormente en forma detallada.



Los metales y aleaciones que se pueden galvanizar por medio de electrólisis son los siguientes: acero, latón, plata, metal blanco a base de plomo, zinc o estaño.

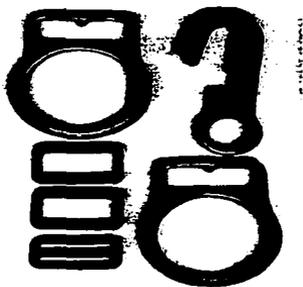
Es importante mencionar que el acero o fierro es el elemento metálico que sufre mayor corrosión. Por esta razón la mayoría de las veces el galvanizado se realiza en piezas de acero, como lo son los herrajes de seguridad.

Proceso 1. Herrajes de seguridad.

La primera parte del proceso consiste recibir en almacén los herrajes de seguridad, éstos son llevados a la empresa después de haber sido forjados.

Para la compañía que los envía es un producto semiterminado, mientras que para la compañía de galvanizado son productos por maquilar, es decir que el producto sufrirá un proceso de transformación.

Los herrajes de seguridad llegan al almacén con gran cantidad de polvo, grasa, lodos, partículas de metal, aceite, etc. (véase fotografía 1).



Fotografía 1. Herrajes sucios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Proceso 2. Descarga en cubetas.

El Proceso 2 consiste en que una vez recibidos los herrajes son depositados, en cargas de 25 kg., en cubetas de fierro que presentan una serie de orificios en la parte inferior, que permitirán la salida de la solución. (Ver fotografía 2.)



Fotografía 2.

Proceso 3. Desengrase por inmersión en caliente.

Una vez depositados en 2 cubetas que contienen 25 Kg de herrajes, se realiza el desengrase por inmersión en caliente, que consiste en introducir las cubetas en una tina con capacidad de 800 lt. aproximadamente de una solución al 6% de sosa, meta silicato de sodio y fosfato trisódico, para que el polvo, grasa, lodos, partículas de metal, aceite, etc. se desprendan de los herrajes y éstos salgan limpios. Sin este proceso no sería posible el galvanizado, puesto que la suciedad que contienen las piezas no permitirá la electro deposición homogénea en el material. Se limpian 50 kg. de herrajes de seguridad en un lapso de 5 a 10 minutos. (vea fotografía 3)

Las sustancias mencionadas son de patente, vienen preparadas de fábrica y su presentación es en polvo.

En la fotografía 3. se muestra a un trabajador, quien realiza el desengrase en caliente, se protege con guantes, botas y mandil de plástico.

Las características del proceso 3 son:

Reactivos: Sosa, meta silicato de sodio y fosfato trisódico.

Concentración: 60 gr/Lt.

Temperatura: 70°C

Tiempo: de 5 a 10 minutos.



Fotografía 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Proceso 4. Enjuague con agua.

Una vez desengrasadas las piezas se hace necesario un enjuague con agua para eliminar cualquier residuo que haya quedado en los herrajes, así como sustancias utilizadas en el proceso anterior.

Gracias a este enjuague se logra disminuir en gran medida la contaminación de las sustancias químicas en los procesos consecutivos. (Véase fotografía 4).

Para realizar el enjuague se necesita un tanque con capacidad aproximada de 200 Lt., en el cual se sumergen las cubetas.



Fotografía 4.

En ocasiones los herrajes contienen hendiduras en las que se introduce el polvo, grasa, lodos, partículas de metal, aceite, etc. En cuyo caso se hace necesario un lavado manual utilizando cepillos de acero y esponjas, para así eliminar la suciedad que hubiese quedado después del enjuague con agua. (véase fotografía 5).



Fotografía 5.

Proceso 5. Decapado o activado ácido.

Para que las piezas sean galvanizadas, estas deben ser activadas, se sumergen las cubetas con herrajes en una solución al 10% de ácido sulfúrico, en una tina con capacidad de 1800 Lt., por un tiempo aproximado de cinco a diez segundos. (véase fotografía 6)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La activación funciona a nivel de micro poros en las piezas y neutraliza residuos de sosa, sodio y fosfato que puedan contener los herrajes.

Las características del Proceso 5 son las siguientes:

Reactivos: Ácido sulfúrico.

Concentración: 100 ml /Lt.

Temperatura: Ambiente

Tiempo: de 5 a 10 segundos.



Fotografía 6.

Proceso 6. Enjuague con agua fría.

Las piezas se enjuagan después de ser activadas, en una tina con capacidad de 400 Lt. (véase fotografía 7), en la que se sumergen las cubetas para eliminar las sustancias y evitar la contaminación en procesos consecutivos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fotografía 7.

Proceso 7. Carga al Barril.

Ya enjuagadas las piezas se depositan dentro de un barril, que será sumergido dentro de la solución de galvanizado.

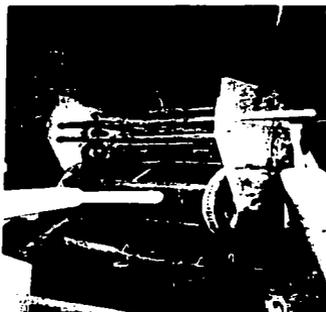
El barril con capacidad aproximada de 50 Kg., regularmente es de plástico para evitar que se adhiera el zinc a su superficie. (véase fotografía 9).



Fotografía 9.

Dentro del barril se encuentran los cables del cátodo, y al girar éste las piezas tocan el cátodo y sufren la electro deposición.

Para el proceso de galvanizado de herrajes de seguridad el barril se carga en 50 Kg. de piezas, es decir, 2 cubetas. Una vez lleno se cierra y sumerge dentro de la solución. (véase fotografía 10).



Fotografía 10.

Existe otra forma realizar el proceso 7, colgando las piezas en racks, varillas o láminas de cobre de distintos tamaños que tienen una protección de plástico, dejando que únicamente pequeñas partes del metal salgan de la protección para acomodar las piezas por galvanizar. (véase Fotografía 8).

En la parte superior de los racks, la lámina o varilla se dobla en forma de gancho, el cual es colgado en la tina, en la parte del cátodo, y la corriente pasa desde la parte superior de los racks a todas las piezas que serán galvanizadas.



Fotografía 8. Racks de distintos tamaños

La estructura de las tinas de electro-deposición para el uso de racks es la siguiente:

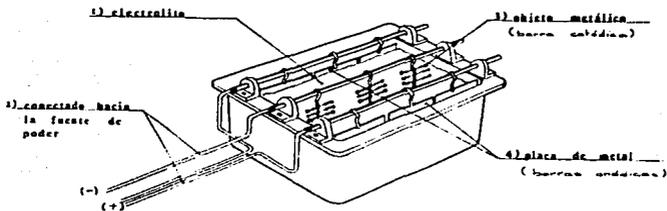


Figura 6. Tina de electro-deposición.

El uso del barril o de los racks depende del tamaño de las piezas y la cantidad a maquilar. En el caso de los herrajes de seguridad el procedimiento utilizado es el del barril giratorio, por su capacidad y tamaño de las piezas.

Proceso 8: Galvanizado alcalino electrofítico.

Cargado el barril, se sumerge en la solución, para realizar la electro-deposición de zinc. (véase fotografía 11)

Las características del Proceso 8 son las siguientes:

Reactivos: Sosa cáustica, cianuro de sodio y oxido de zinc.

Concentración: Sosa cáustica 80 gr /lt , cianuro de sodio 15 gr/lt y oxido de zinc 5 gr/ lt.

Temperatura: Ambiente

Tiempo: de 30 a 45 minutos.

Amperaje: 300 amperes por barril a 12 volts.



Fotografía 11.

Proceso 9. Descarga en cubetas.

Una vez realizada la electro deposición el paso siguiente es descargar los herrajes en cubetas. (véase fotografía 12), tratando de repartir 25 Kg. en cada una.



Fotografía 12.

Proceso 10. Enjuague con agua.

Las cubetas se sumergen en agua para enjuagar las piezas. La tina tiene una capacidad aproximada de 400 Lt. (véase fotografía 13).



Fotografía 13.

Proceso 11. Sellado.

Las piezas se someten a un sellado, que le da el acabado estético a los herrajes, el cual se puede realizar por medio de dos soluciones, dependiendo de la solicitud del cliente.

Las dos formas de acabados son las siguientes:

Sello azul: las piezas terminan con un color azulado brillante.

Tropicalizado: las piezas terminan con un color amarillo tornasol.

Para el sello azul es necesario:

Reactivos: Ácido nítrico, bicarbonato de sodio, bifloruro de amonio.

Concentración: Ácido nítrico 15 ml/lit; (bicarbonato de sodio y bifloruro de amonio 5gr/lit)

Temperatura: Ambiente

Tiempo: 20 segundos

Para el sello tropicalizado es necesario:

Reactivos: Ácido Crómico y ácido clorhídrico.

Concentración: (Ácido Crómico y ácido clorhídrico 25 ml/lit)

Temperatura: Ambiente

Tiempo: 20 segundos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se utiliza una tina para cada solución, dependiendo del acabado que se quiera dar a las piezas. (véase fotografía 14).



Fotografía 14.

Proceso 12. Enjuague con agua.

Ya terminado el proceso anterior, las piezas se enjuagan para eliminar el exceso de los reactivos del sellado, para lo cual se utiliza una tina con capacidad aproximada de 400 Lt. de agua. (Véase fotografía 15).



Fotografía 15.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

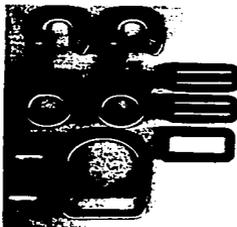
Proceso 13. Secado.

Las piezas se secan para eliminar el agua, en una centrifugadora que tiene capacidad aproximada de 25 kg. Y en 20 minutos más o menos se termina el proceso. (véase fotografía 16).



Fotografía 16.

Finalmente, en la fotografía 17, se muestran algunas piezas terminadas con sello azul.



Fotografía 17.

Proceso 14. Almacén de producto terminado.

Ya secas las piezas se entregan al almacén de producto terminado, donde se envuelven en papel o bolsas de plástico individuales, de acuerdo a las exigencias del cliente.

Las piezas ya envueltas se colocan en cajas clasificadas por contenido y se entregan a los clientes. (véase fotografía 18).



Fotografía 18.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.6 LÍNEA DE PRODUCTOS

Dentro de su proceso de producción, la empresa Galvanizadora, S.A. realiza la electro-deposición a distintos productos, a continuación se presenta la clasificación de éstos:

La clasificación contiene los siguientes rubros:

- Nombre del producto
- Número de clasificación
- Medidas
- Acabado
- Espesores requeridos por el cliente
- Utilización final del producto
- Notas

Clasificación:



Nombre del producto: Gancho 444-T

Número de clasificación: 444-T

Medidas: Altura 12.5 cm., ancho 6 cm., espesor 8 mm.

Acabado: Tropicalizado.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad, ganchos para cuerdas tubulares de nylon de tensión.

Notas: Este producto necesita un armado final en la compañía del cliente.



Nombre del producto: Gancho 460-D

Número de clasificación: 460-D

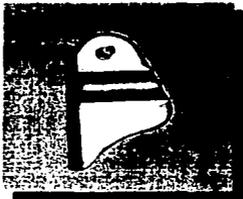
Medidas: Altura 13 cm., ancho 5 cm., espesor 8 mm.

Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad.

Notas: A este producto se le dará un armado final en la compañía del cliente.



Nombre del producto: Seguro 446-B

Número de clasificación: 446-B

Medidas: Altura 4.8 cm., ancho 2.5 cm., espesor 3 mm.

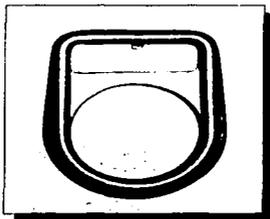
Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: seguro complementario para los ganchos 460-D

Notas: A este producto se le dará un armado final en la compañía del cliente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Nombre del producto: Anillo 404-A

Número de clasificación: 404-A

Medidas: Altura 9.5 cm., ancho 7.5 cm., espesor 8 mm.

Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad, sujetadores de cuerdas de nylon.

Notas: Se puede dar un acabado tropicalizado a este producto.



Nombre del producto: Anillo 1067-C

Número de clasificación: 1067-C

Medidas: Altura 11.5 cm., ancho 9 cm., espesor 8 mm.

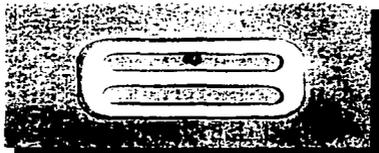
Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad, sujetadores de cuerdas de nylon.

Notas: Se puede dar un acabado tropicalizado a este producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Nombre del producto: Hebilla ES-20-2

Número de clasificación: ES-20-2

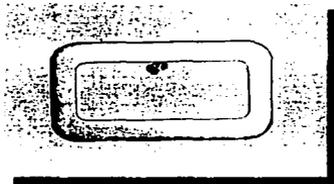
Medidas: Altura 5.8 cm., ancho 3 cm., espesor 4 mm.

Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad, aseguradores de cuerdas de nylon.

Notas: Se puede dar un acabado tropicalizado a este producto.



Nombre del producto: Hebilla ES-20-1

Número de clasificación: ES-20-1

Medidas: Altura 5.8 cm., ancho 3.5 cm., espesor 4 mm.

Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad, aseguradores de cuerdas de nylon.

Notas: Se puede dar un acabado tropicalizado a este producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Nombre del producto: Placa M-ES-2

Número de clasificación: M-ES-2

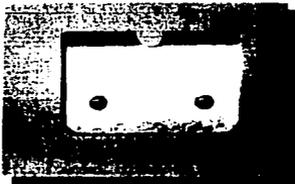
Medidas: Altura 8 cm., ancho 4.2 cm., espesor 1 mm.

Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad.

Notas: Se puede dar un acabado tropicalizado a este producto.



Nombre del producto: Placa M-ES-2-B

Número de clasificación: M-ES-2-B

Medidas: Altura 3.5 cm., ancho 4.5 cm., espesor 1 mm.

Acabado: Sello azul.

Espesores requeridos por el cliente: 12-15 micras.

Utilización final del producto: Cinturones de seguridad.

Notas: Se puede dar un acabado tropicalizado a este producto.

Estos son los principales productos en los que realiza la electro-deposición de cinc la empresa Galvanizadora, S.A de C.V.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En este capítulo se desarrollará la propuesta del sistema de control estadístico de calidad para la empresa "Galvanizadora, S.A." que consiste en la realización de diagramas de espina de pescado (causa - efecto), utilización de hojas de recolección de datos, en las que se anotarán las mediciones de espesor de zinc obtenidas durante un mes, y por último el empleo de las hojas de recolección de datos para la elaboración de gráficas de control.

4.1 DIAGRAMAS DE ESPINA DE PESCADO

Los diagramas de espina de pescado son utilizados para la detección de falta de calidad de los productos terminados. Ayudan a Identificar los efectos, las causas que los originan, así como la falta de especificaciones de las características solicitadas.

Para construir los diagramas de espina de pescado se hizo necesario realizar una serie de entrevistas al personal de producción, lo que facilitó la detección de las principales causas que originan los siguientes efectos:

- Falta de espesor de zinc en las piezas.
- Mayor espesor de zinc en las piezas.
- Mayor o menor espesor de zinc en zonas específicas.
- Desprendimiento o ampollas de zinc en las piezas.
- Falta de brillo en las piezas.
- Variación en el color de las piezas.

Los diagramas de espina de pescado resultan útiles para que una vez identificadas las piezas que no cumplen con las especificaciones, se determine la causa o causas que originan la falta de calidad, y de este modo hacer mejoras y correcciones en los procesos para los productos subsecuentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para la estructura de los diagramas se tomaron en cuenta las siguientes categorías:

- Métodos
- Mano de obra
- Máquinas
- Materias primas
- Medio ambiente
- Mantenimiento

4.1.1 Causas de una falta de espesor en las piezas

Las causas que pueden originar una falta de espesor, en cuanto a mano de obra, es que el trabajador deje las piezas menos tiempo en la electro-deposición. Un tiempo menor de 30 a 45 minutos puede ocasionarlo. Otra razón, sería que el operador ponga mayor carga de herrajes dentro del barril que tiene una capacidad de 50 Kg., lo que ocasionaría el mismo efecto, debido a que el cálculo de la concentración de los soluciones está referido a cargas de este peso.

En cuanto a las materias primas, es necesario que los ánodos de zinc sean puros, ya que de tener impurezas por contaminación con otros metales pueden ocasionar una falta de espesor en los herrajes. Otra causa es que las sustancias que se utilizan en el galvanizado, como lo son sosa cáustica, cianuro de sodio y óxido de zinc no sean completamente puras, por lo que se recomendaría cambiar de proveedor. Otra causa que origina una falta de espesor, es que los ánodos de zinc no estén en cantidad suficiente o en proporción con la cantidad de herrajes a producir, esta falta de ánodos se da por el desgaste que sufren los mismos a través del tiempo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En mantenimiento se presenta una falta de espesor en las piezas por un mal análisis de las soluciones, lo que ocasiona que las sustancias no se encuentren en la proporción adecuada para realizar el galvanizado. Otro motivo sería que no se detecte que las soluciones se encuentren impuras, con sustancias orgánicas y metálicas.

En máquinas, puede ser que los barriles tengan perforaciones tapadas, lo que provoca que la solución de galvanizado no penetre a la totalidad de los herrajes. También, puede ser que el rectificador genere una falta de corriente eléctrica, ésta se puede presentar por contactos eléctricos sucios y diodos en mal estado, que necesitarían ser cambiados. Otra causa que genera una falta de espesor, es que existan cortos de corriente eléctrica, fallas ocasionadas por suministros de luz ineficientes.

En métodos, se presenta una falla de espesor, por un exceso en el decapado que se realiza con ácido sulfúrico, en donde la proporción de éste sea mayor a la requerida. También un exceso de abrillantador en el sellado. Por último, cuando las proporciones de las soluciones se encuentren mal calculadas.

En medio ambiente, una causa que origina una falta de espesor en las piezas, es que la temperatura ambiente sea tal que la tina de galvanizado exceda una temperatura de 37°C.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se presentan las causas de una falta de espesor en el diagrama de espina de pescado.

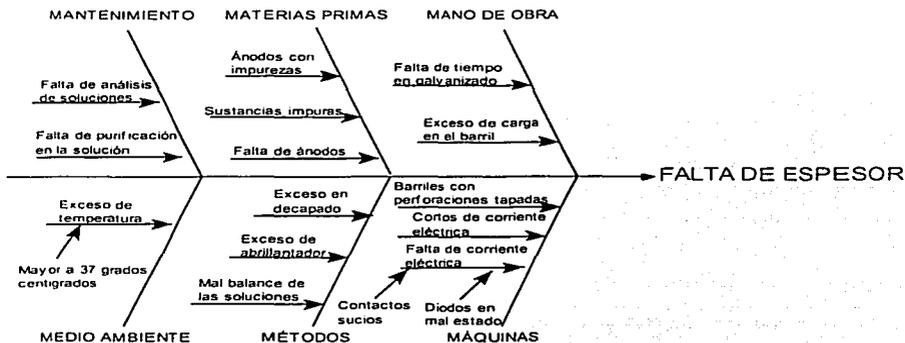


Diagrama 1. Falta de espesor en la piezas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1.2 Causas de exceso de espesor en las piezas.

En mano de obra las causas, que generan un exceso de espesor en las piezas, es cuando el operario deja los herrajes en el barril, por más de 30 a 45 minutos. Otra causa es cuando se colocan en el barril cargas de herrajes menores a 50 kg.

En materias primas, que exista un exceso de ánodos mayor al requerido para los 50Kg., de herrajes, lo que provoca una mayor deposición de zinc en las piezas.

En métodos, una causa, es que el óxido de zinc esté en mayor concentración a la requerida.

En máquinas puede suceder que el rectificador de corriente eléctrica no esté calibrado y haya una descarga mayor a la necesaria al realizar la electro-deposición.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se presentan las causas de exceso de espesor en el diagrama de espina de pescado.

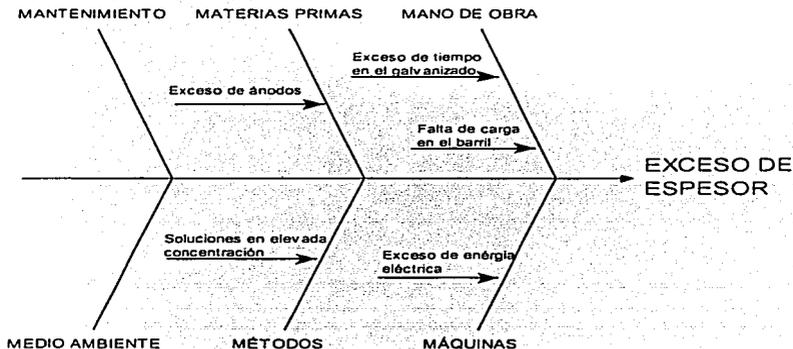


Diagrama 2. Exceso de espesor en las piezas.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.1.3 Causas de mayor o menor espesor en zonas específicas.

En mano de obra se puede presentar mayor o menor espesor, debido a que el operario coloque mayor o menor cantidad de herrajes en el barril que está diseñado para una carga de 50kg., otra causa sería que el operario calcule mal las adiciones de sosa cáustica, cianuro de sodio y óxido de zinc, y en el caso de utilización de racks, que las piezas sean mal colocadas en los mismos.

En materias primas, que los ánodos de zinc estén contaminados con otros metales y que las sustancias de patente utilizadas en el sellado tengan un exceso de purificador.

En mantenimiento, sería una falta de análisis en las soluciones y que éstas tengan una contaminación orgánica o metálica; también se puede dar debido a falta de purificación de las soluciones adquiridas a proveedores.

En máquinas, se presenta un mayor o menor espesor en los herrajes, por el mal embonado del barril, que éste no cierre bien y provoque que las piezas queden atascadas en el mismo, así como cortos generados por el rectificador de corriente eléctrica. Otro motivo sería que los barriles tengan perforaciones tapadas, lo que ocasiona que la solución no llegue a todos los herrajes por galvanizar.

En métodos, que las soluciones no estén balanceadas adecuadamente, lo que provoca una mala electro – deposición. También sería el no tomar en cuenta para el galvanizado, la forma de las piezas y que éstas depositadas en barril, siendo preferible, su colocación en racks.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se presentan las causas de exceso de espesor en el diagrama de espina de pescado.

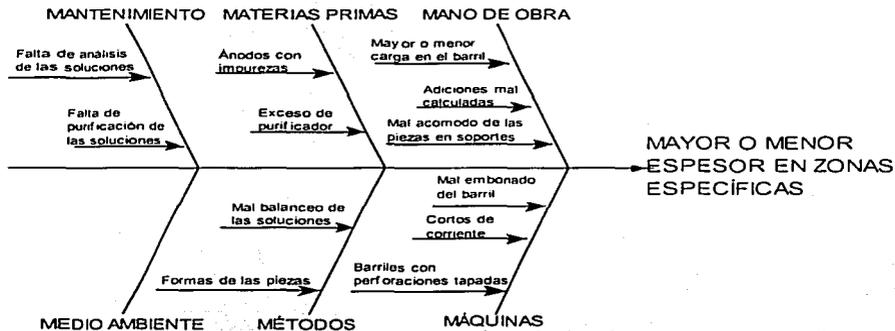


Diagrama 3. Mayor o menor espesor en las piezas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1.4 Causas de desprendimiento o ampollas en las piezas.

En materias primas, las causas de desprendimiento o ampollas de zinc puede ser las siguientes: cuando los operarios no laven bien las piezas y queden con grasa o polvo; no dejen las piezas el tiempo suficiente en el decapado, que es hecho con ácido sulfúrico; otra mas sería, que realicen adiciones mal calculadas de ácido sulfúrico en el decapado o activado ácido.

En materias primas, es la existencia de ánodos de zinc con impurezas, que los ánodos estén contaminados con otros metales; otra causa es una falta de óxido de zinc en la solución, lo que provoca el desprendimiento o ampollas de cinc en las piezas.

En mantenimiento, es que por falta de éste, el galvanizado esté contaminado con partículas de grasa; otra causa, es un exceso de abrillantador en el sellado y por ultimo, que las sustancias del galvanizado se encuentren en baja proporción por falta de análisis.

En máquinas, se presenta el desprendimiento o ampollas por un exceso de corriente eléctrica causado por una mala regulación de corriente, generada por diodos en mal estado.

En métodos, puede ser que no se contemple el decapado con ácido sulfúrico y se pase por alto este proceso; otra causa es cuando las piezas no se preparen con anterioridad o dar por hecho que éstas se encuentran limpias.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se presentan las causas de desprendimiento o ampollas en el diagrama de espina de pescado.

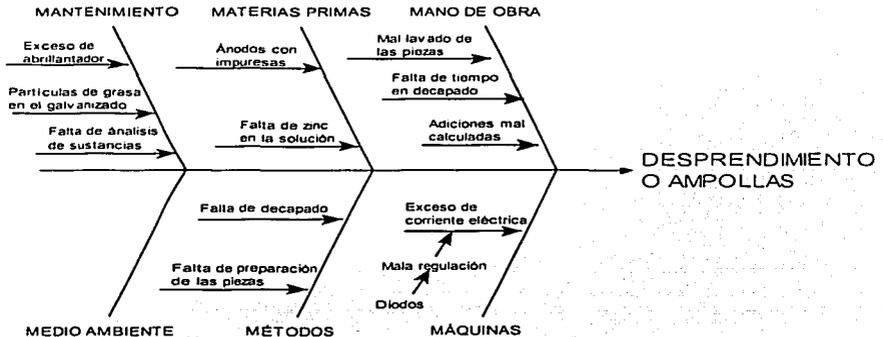


Diagrama 4. Desprendimiento o ampollas en las piezas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1.5 Causas de falta de brillo en las piezas.

En mano de obra, se puede presentar una falta de brillo debido a que el operador deje las piezas dentro del sellado menos tiempo del requerido, ya sea acabado azul o tropicalizado.

En materias primas, que se utilice, en el sellado, abrillantador de mala calidad lo que haría necesario un cambio de proveedor. Otra causa sería que los ánodos de zinc estén contaminados con otros metales como es el cobre.

En mantenimiento, que las sustancias estén contaminadas con sustancias orgánicas o metálicas y no se haya detectado por falta de mantenimiento en las soluciones.

En máquinas, que los contactos estén dañados o no se haga buen contacto del barril con los mismos o bien la falta de corriente eléctrica generada por el rectificador de corriente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se presentan las causas de falta de brillo en el diagrama de espina de pescado.

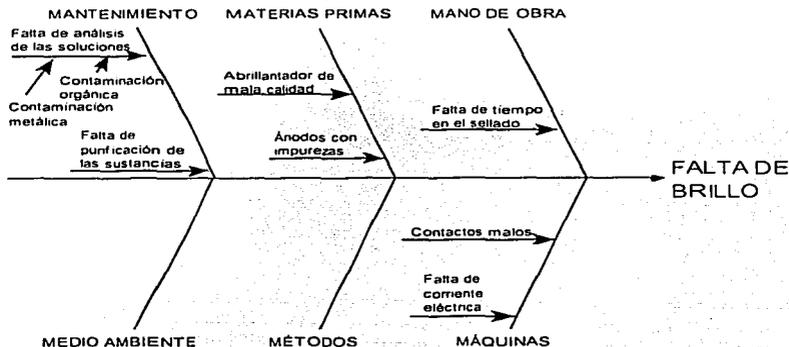


Diagrama 5. Falta de brillo en las piezas.

4.1.6 Causas de variación en el color de las piezas.

En mano de obra las causas de una variación en el color es cuando el operario no deja las piezas en el sellado el tiempo adecuado, ya sea más o menos afecta el color en las piezas.

En materias primas, que le producto de patente, utilizado en el sellado, es de mala calidad se hace necesario un cambio de proveedor.

En mantenimiento, por falta de éste las soluciones del galvanizado hayan perdido actividad dificultando la electro – deposición, otra causa, que la tina de galvanizado esté contaminada con cobre o plomo, dando como resultado variaciones de color o que las sustancias en la solución no sean totalmente puras.

En métodos, que el balanceo de soluciones en el sellado no sea óptimo, por exceso de sal o ácido, resultando variaciones en el color del sellado de las piezas.

A continuación se presentan en el diagrama de espina de pescado las causas de variación en el color.

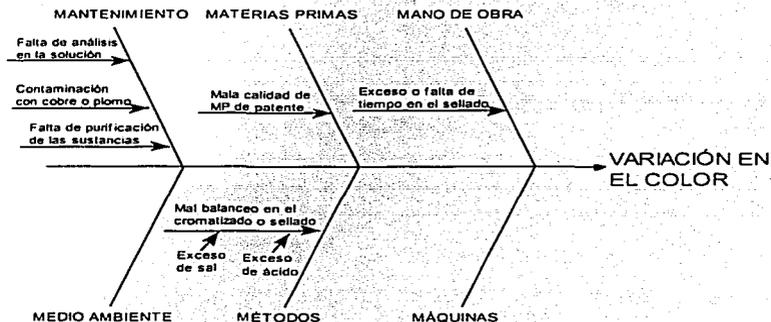


Diagrama 6. Variación en el color de las piezas.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Con el uso de estos diagramas resulta mas fácil identificar las causas de los problemas dentro del proceso de producción de galvanizado.

En los efectos de falta de brillo, desprendimiento o ampollas de zinc, variación en el color de las piezas, se realiza una inspección visual para identificar esta falta de calidad en los productos. Estas inspecciones regularmente las realiza un supervisor, mientras que en falta de espesor, mayor espesor y mayor o menor espesor de zinc en zonas específicas, se hace necesario el uso de mediciones. Por esta razón se propone la utilización de hojas de recolección de datos y construcción de gráficas de control. Para detectar en el proceso una mala deposición en el galvanizado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2 HOJAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Las hojas de recolección de datos se utilizaron para anotar en forma ordenada las mediciones de espesor obtenidas en los productos finales del proceso de galvanizado.

Para establecer el tamaño de muestra se utilizo un juicio subjetivo, por carecer de información para utilizar un método de estimación estadístico para el calculo de tamaño de muestra, pensando que la muestra subjetiva es representativa de la tendencia de la población; la propuesta consiste en realizar dos mediciones diarias a distintas horas, de cinco piezas cada una, lo que da un total de diez piezas medidas, clasificadas en subgrupos de cinco. Las mediciones se realizaron durante un mes, es decir 20 días hábiles de trabajo, siendo la muestra de doscientas mediciones.

Las mediciones diarias, semanales y mensuales se consideran una muestra piloto para analizar la tendencia de la población de piezas galvanizadas; siendo necesario para estudios posteriores determinar un tamaño de muestra estimado, y así obtener valores mas representativos de la tendencia de la población.

Para tener un tamaño de muestra estimado, es necesario la obtención de una muestra piloto, con la cual se calculan los valores de la media muestral así como la desviación estándar, una vez calculados estos valores se puede obtener el tamaño de la muestra estimado; es recomendable utilizar niveles de confianza del 90%, 95% o 99%.

En la propuesta se trabaja con la muestra piloto, pero se recomienda que si la compañía, desea seguir utilizando las herramientas de control estadístico se tome una muestra estimada, en base a la piloto.

A continuación se presenta la forma de calcular un tamaño de muestra en base a una muestra piloto.

Nota: los datos presentados son ficticios.

Suponga que la muestra piloto es de 50 mediciones en una semana; la media de la muestra es $\bar{x} = 13.25$ micras con una desviación estándar de $S = 1.555$ micras.

El primer paso consiste en determinar el error estándar por medio de la fórmula siguiente:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:		
S_x	=	Error estándar para la media
S	=	Desviación estándar muestral
n	=	Tamaño de muestra

El segundo paso consiste en determinar un error de estimación con la siguiente fórmula:

$$E = z_{\alpha/2} \cdot S_x$$

Donde:		
E	=	Error de estimación
Z	=	Puntuación normal estándar Z
α	=	Nivel de significancia
S_x	=	Error estándar para la media

El tercer paso consiste en calcular el tamaño de muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{S \cdot Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2$$

Donde:		
n	=	Tamaño de muestra
S	=	Desviación estándar muestral
Z	=	Puntuación normal estándar Z
E	=	Error de estimación
α	=	Nivel de significancia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para el ejemplo se tendrá el siguiente tamaño de muestra:

Paso 1 calcular el error estándar:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{1.555}{3.50} = 0.2199$$

Paso 2 calcular el error de estimación

$$E = z_{\alpha/2} \cdot S_x = 1.65(0.2199) = 0.3628$$

Para el paso 2, con el nivel de confianza del 99% el nivel significancia α será igual al 1%, con un nivel de confianza del 95% el nivel significancia será del 5% y a un nivel de confianza del 90% se utiliza en nivel de significancia del 10%.

Para obtener la puntuación normal estándar de Z, se utilizan las tablas de distribución normal cuando la muestra es grande $n > 30$, suponga que para el ejemplo utilizamos un nivel de confianza del 90%; como la área bajo la curva es igual tanto a la izquierda como a la derecha el valor de $z_{\alpha/2}$ será el siguiente: 1.65

Para obtener el valor dentro del área bajo la curva, el nivel de confianza del 90% se divide entre 2 y se toma el valor mas aproximado en tablas $0.90 / 2 = .45$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla de la distribución normal estándar

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.09	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4949	.4951	.4952	.4954
2.6	.4955	.4956	.4957	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Paso 3 calcular el tamaño de muestra

$$n = \left(\frac{S \cdot Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2 = \left(\frac{1.555(1.65)}{0.3628} \right)^2 = 50.01$$

Con lo cual el tamaño de muestra estimado es de 50 elementos para el ejemplo a un nivel de confianza del 90%. Si el nivel de confianza aumenta o el error de estimación disminuye el tamaño de muestra aumentará.

El nivel de confianza y error de estimación dependerá de que tan precisos se quieren obtener los valores muestrales en referencia a la población, un tamaño de muestra grande será mas representativo que un tamaño de muestra pequeño, pero las desventajas de obtener una muestra mayor se verán reflejados, en tiempo y dinero para la compañía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las hojas de recolección de datos se utilizaron para anotar las mediciones durante una semana, con lo cual se tendrán cuatro hojas en el mes.

El formato que se propone para anotar las mediciones por semana es el siguiente:

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	1										
	2										
2	3										
	4										
3	5										
	6										
4	7										
	8										
5	9										
	10										
	suma										

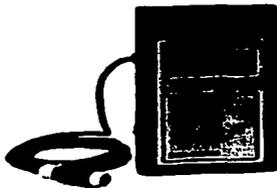
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las mediciones se efectuaron con un instrumento llamado medidor de espesores, que funciona por medio de magnetismo generado en las piezas e indica en micras el espesor de zinc depositado durante el proceso de galvanizado. En el caso de las piezas estudiadas estas deben tener un espesor entre 12 y 15 micras.

Cuando el material no tiene recubrimiento de zinc, los herrajes de acero son totalmente magnéticos, por esa razón el medidor marca cero. Al realizarse la deposición de zinc, el acero pierde conductividad magnética, esta falta sirve para obtener el espesor en micras.

El medidor de espesores tiene una pantalla digital en la que marca el espesor de zinc en las piezas, también existen medidores no digitales que son igual de precisos, regularmente estos últimos son utilizados en las líneas de producción.

Para tomar las mediciones, se coloca la terminal magnética del medidor de espesores en la superficie de la pieza, en la pantalla aparece el espesor en micras, se realizan varias mediciones en distintas zonas del herraje y se obtiene un espesor promedio, que se apunta en la hoja de recolección de datos.



Fotografía 19. Medidor de espesor digital marca "Mitutoyo" serie 179.

A continuación se presentan las mediciones de espesor zinc obtenidas en los herrajes de seguridad.

4.2.1 Hoja de recolección semana 1.

Mediciones de la semana 1 del día 5 de mayo del 2003 al 9 de mayo del 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	1	5/05/03	14:36	11.6	11.2	15.4	15.2	12.2	13.12	4.2	
	2		15:10	12.6	13.8	13.2	10.4	13.8			
2	3	6/05/03	14:20	14.4	13.2	14.8	14.8	12.8	14	2.0	
	4		14:50	14.2	15.0	14.4	12.2	12.8			
3	5	7/05/03	16:36	12.8	13.2	10.2	12.0	14.8	12.6	4.6	
	6		17:10	13.6	12.6	12.6	13.6	13.2			
4	7	8/05/03	14:50	13.8	13.6	10.2	11.0	12.4	12.2	3.6	Variación color.
	8		15:35	13.2	11.6	13.2	13.6	10.0			
5	9	9/05/03	17:32	12.6	10.4	12.6	10.6	9.4	11.12	3.2	
	10		17:55	11.0	9.6	12.0	12.4	11.0			
suma									126.16	31.2	

4.2.2 Hoja de recolección semana 2.

Mediciones de la semana 2 del día 12 de mayo del 2003 al 16 de mayo del 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	1	12/05/03	13:15	12.2	12.6	14.4	14.2	12.8	13.24	2.2	Tina rota.
	2		14:12	13.6	13.8	13.2	12.6	11.0			
2	3	13/05/03	17:30	13.4	12.4	11.4	13.8	11.0	12.4	2.8	
	4		18:20	11.8	12.6	12.6	12.2	12.6			
3	5	14/05/03	13:48	11.6	12.8	11.0	13.8	12.2	12.28	2.8	
	6		14:40	13.2	12.2	13.2	12.6	12.6			
4	7	15/05/03	16:10	13.6	12.6	12.8	10.2	13.2	12.48	3.4	
	8		17:44	13.8	13.2	12.6	11.2	11.0			
5	9	16/05/03	17:15	12.0	10.4	12.2	12.4	9.6	11.32	2.8	
	10		18:11	13.6	12.4	12.6	10.4	13.2			
suma									124.48	24.6	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.2.3 Hoja de recolección semana 3.

Mediciones de la semana 3 del día 19 de mayo del 2003 al 23 de mayo del 2003

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	1	19/05/03	15:05	13.2	14.8	12.6	11.8	11.2	12.72	3.6	
	2		15:50	12.6	12.4	12.2	11.6	12.0	12.16	1	
2	3	20/05/03	14:12	11.2	12.6	12.8	12.2	13.8	12.52	2.6	
	4		14:59	12.6	13.2	12.8	12.6	12.4	12.72	0.8	
3	5	21/05/03	17:40	13.2	11.8	12.6	10.4	13.8	12.36	3.4	
	6		18:25	13.8	12.0	11.6	11.2	13.2	12.36	2.6	
4	7	22/05/03	15:15	12.6	11.6	13.8	12.6	10.2	12.16	3.6	
	8		16:05	13.2	13.4	12.4	12.8	12.6	12.88	1	
5	9	23/05/03	16:50	13.2	12.4	13.0	13.6	11.6	12.76	2	
	10		17:45	13.6	12.2	12.6	13.2	11.0	12.52	2.6	
	suma								125.16	23.2	

4.2.4 Hoja de recolección semana 4.

Mediciones de la semana 4 del día 26 de mayo del 2003 al 30 de mayo del 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	1	26/05/03	14:00	12.6	12.8	12.4	12.0	11.6	12.28	1.2	
	2		14:50	13.2	12.6	11.2	11.6	13.8	12.48	2.6	
2	3	27/05/03	15:12	13.4	13.2	12.0	11.2	13.6	12.68	2.4	
	4		15:55	15.0	14.4	13.2	13.8	14.8	14.24	1.8	
3	5	28/05/03	17:07	12.8	12.2	10.2	13.2	13.4	12.36	3.2	
	6		17:40	13.2	12.6	13.8	13.2	14.8	13.52	2.2	
4	7	29/05/03	17:15	13.6	11.0	12.6	15.0	14.4	13.32	4.0	
	8		18:06	12.6	11.4	13.8	14.2	12.6	12.92	2.8	
5	9	30/05/03	17:13	11.6	11.0	11.6	9.6	10.4	10.84	2	
	10		17:58	10.6	12.2	12.6	11.8	12.2	11.88	2	
	suma								126.52	24.2	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Una vez que los datos han sido recolectados y anotados en forma ordenada en las hojas de recolección, son utilizados para la elaboración de gráficas de control, en las cuales se observará la tendencia del espesor de zinc en los herrajes de seguridad.

Se recomienda hacer gráficas semanales, para observar la tendencia del espesor desde el primer día de trabajo y hacer correcciones en el proceso cuando sea oportuno y necesario.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2 GRÁFICAS DE CONTROL.

Son utilizadas para expresar de forma gráfica las mediciones de espesor de zinc, son construidas con los datos obtenidos, y sirven para observar la tendencia del espesor de los herrajes. En cuanto al proceso, determinan si está bajo o fuera de control, y así poder tomar decisiones respecto a la producción, hacer correcciones y cumplir con las especificaciones solicitadas por los clientes.

Los diagramas de espina de pescado son el complemento de las gráficas de control para hacer correcciones dentro del proceso de producción.

A continuación se explica como se construyen las gráficas de control.

Primero se selecciona la muestra, que para el caso de la propuesta, es de 10 muestras diarias clasificadas en dos subgrupos y se anotan las mediciones promedio en la hoja de recolección de datos.

Quedando de la siguiente forma:

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	1	Fecha	S/h	8	9	15	4	11			
	2		S/h	7	10	7	6	8			
2	3	Fecha	S/h	11	12	10	9	10			
	4		S/h	12	8	6	9	12			
3	5	Fecha	S/h	11	10	6	14	11			
	6		S/h	7	7	10	4	11			
4	7	Fecha	S/h	10	7	4	10	10			
	8		S/h	8	11	11	7	7			
5	9	Fecha	S/h	8	11	8	14	12			
	10		S/h	12	9	12	17	11			
	suma										

Nota: los datos no corresponden a ninguna de las semanas de las muestras tomadas en la empresa, sólo son datos a modo de ejemplo para explicar la elaboración de las gráficas de control.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El siguiente paso es calcular la media de las muestras así como el rango; las fórmulas para calcular son las siguientes:

Fórmula de la media de una muestra.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde:

\bar{x} = media de una muestra
 $\sum x$ = suma de todos los valores de una muestra
 n = tamaño de muestra

La fórmula para el rango es la siguiente:

$$R = X \text{ max} - X \text{ min}$$

Donde:

R= rango
 X max= dato mayor de la muestra
 X min = dato menor de la muestra

Una vez calculadas la media de cada una de las muestras y el rango, la hoja de recolección de datos queda de la siguiente manera:

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	1	Fecha	S/h	8	9	15	4	11	9.4	11	
	2		S/h	7	10	7	6	8	7.6	4	
2	3	Fecha	S/h	11	12	10	9	10	10.4	3	
	4		S/h	12	8	6	9	12	9.4	6	
3	5	Fecha	S/h	11	10	6	14	11	10.4	8	
	6		S/h	7	7	10	4	11	7.8	7	
4	7	Fecha	S/h	10	7	4	10	10	8.2	6	
	8		S/h	8	11	11	7	7	8.8	4	
5	9	Fecha	S/h	8	11	8	14	12	10.6	6	
	10		S/h	12	9	12	17	11	12.2	8	
	suma								94.8	63	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El siguiente paso consiste en calcular la media global, así como los límites superior e inferior de control, calcular rango promedio, así como sus límites correspondientes.

Las fórmulas para calcular la media global y los límites inferior y superior de control son las siguientes:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{k}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \text{media global} \\ \sum X &= \text{suma de las medias de los subgrupos} \\ k &= \text{número de medias muestrales} \end{aligned}$$

$$LCS = \bar{X} + A_2 R$$

Donde:

$$\begin{aligned} LCS &= \text{limite superior de control} \\ \bar{X} &= \text{media global} \\ A_2 &= \text{constante del calculo de limites} \\ R &= \text{promedio del rango} \end{aligned}$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 R$$

Donde:

$$\begin{aligned} LCI &= \text{limite inferior de control} \\ \bar{X} &= \text{media global} \\ A_2 &= \text{constante del calculo de limites} \\ R &= \text{promedio del rango} \end{aligned}$$

Fórmulas para el rango promedio y sus límites superior e inferior de control.

$$R = \frac{\sum R}{k}$$

Donde:

$$\begin{aligned} R &= \text{promedio de los rangos} \\ \sum R &= \text{suma de los rangos de los subgrupos} \\ k &= \text{número de medias muestrales} \end{aligned}$$

$$LCS = D_4 R$$

Donde:

$$\begin{aligned} LCS &= \text{limite de control superior} \\ D_4 &= \text{constante del limite superior} \\ R &= \text{promedio de los rangos} \end{aligned}$$

$$L.CI = D_1 R$$

Donde:

- $L.CI$ = limite de control superior
- D_1 = constante del limite inferior
- R = promedio de los rangos

Los valores de las constantes de los límites superior e inferior para la media global y rango se encuentran en la siguiente tabla:

Número de elementos en la muestra n	Cuadro para los promedios	Cuadro para la amplitud y variación		
	Factores para los límites de control	Factores para línea central	Factores para los límites de control	
	A_2	d_2	D_3	D_4
2	1.880	1.128	0	3.267
3	1.023	1.693	0	2.575
4	0.729	2.059	0	2.282
5	0.577	2.326	0	2.115
6	0.483	2.534	0	2.004
7	0.419	2.704	0.076	1.924
8	0.373	2.847	0.136	1.864
9	0.337	2.970	0.184	1.816
10	0.308	3.078	0.223	1.777
11	0.285	3.173	0.256	1.744
12	0.266	3.258	0.284	1.716
13	0.249	3.336	0.308	1.692
14	0.235	3.407	0.329	1.671
15	0.223	3.472	0.348	1.652

Todas las constantes están dadas a tres desviaciones estándar con lo cual el intervalo será del 99.74% para la media.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cálculos de la media global y rango promedio.

Para la media global:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{K} = \frac{94.8}{10} = 9.48$$

Límite de control superior para la media global:

$$LCS = \bar{X} + A_1 R = 9.48 + 0.577(6.3) = 13.11$$

Límite de control inferior para la media global:

$$LCI = \bar{X} - A_1 R = 9.48 - 0.577(6.3) = 5.844$$

Rango promedio:

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{K} = \frac{63}{10} = 6.3$$

Límite de control superior para el rango promedio:

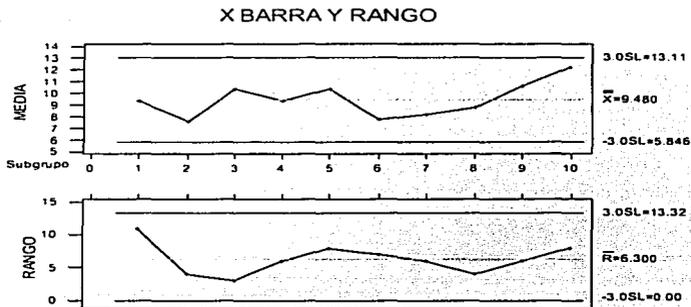
$$LCS = D_4 \bar{R} = 2.115(6.3) = 13.32$$

Límite de control inferior para el rango promedio:

$$LCI = D_3 \bar{R} = 0(6.3) = 0$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una vez calculados los valores de la media global y sus límites, así como el rango promedio y sus límites, se grafican a una escala adecuada y se anotan las medias muestrales y el rango de cada uno de los subgrupos, quedando de la siguiente manera:



Una vez explicado cómo se elaboran las gráficas de control, se presentan las correspondientes a las muestras semanales tomadas en la empresa "Galvanizadora, S.A." Debajo de cada una se da su explicación, con el fin de ser utilizadas para realizar mejoras o correcciones dentro del proceso del galvanizado de herrajes de seguridad, cumpliendo con las especificaciones solicitadas por los clientes.

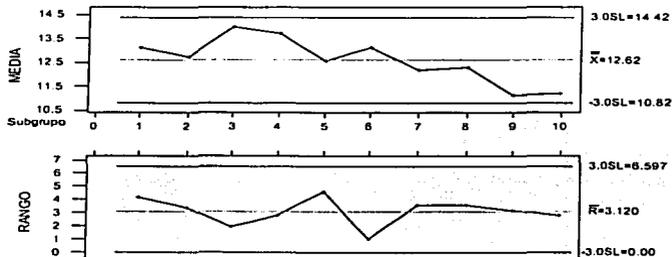
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.3.1 Gráfica de control semana 1.

Del 5 de mayo de 2003 al 9 de mayo de 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	1	2/06/03	14:36	11.6	11.2	15.4	15.2	12.2	13.12	4.2	
	2		15:10	12.6	13.8	13.2	10.4	13.8			
2	3	3/06/03	14:20	14.4	13.2	14.8	14.8	12.8	14	2.0	
	4		14:50	14.2	15.0	14.4	12.2	12.8			
3	5	4/06/03	16:36	12.8	13.2	10.2	12.0	14.8	12.6	4.6	
	6		17:10	13.6	12.6	12.6	13.6	13.2			
4	7	5/06/03	14:50	13.8	13.6	10.2	11.0	12.4	12.2	3.6	Variación color.
	8		15:35	13.2	11.6	13.2	13.6	10.0			
5	9	6/06/03	17:32	12.6	10.4	12.6	10.6	9.4	11.12	3.2	
	10		17:55	11.0	9.6	12.0	12.4	11.0			
suma									126.16	31.2	

X BARRA Y RANGO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la gráfica de control de X barra de la semana 1 se muestra que los subgrupos del 1 al 8 están dentro de las especificaciones de los clientes, que es de 12 a 15 micras, mientras que los subgrupos 9 y 10 están fuera de las especificaciones que puede ser una variación natural del proceso, pero se observa también una tendencia negativa que empieza desde el subgrupo 6. Si esta tendencia se sigue repitiendo durante la siguiente semana se hará necesario la utilización de los diagramas de Ishikawa para solucionar el efecto de falta de espesor en los herrajes de seguridad.

La gráfica de rango se muestra dentro de control, por consiguiente podemos decir que el rango de las piezas es constante, sin embargo, sería bueno reducir el rango de dispersión de las piezas producidas, puesto que el promedio de éste es de 3.12 micras.

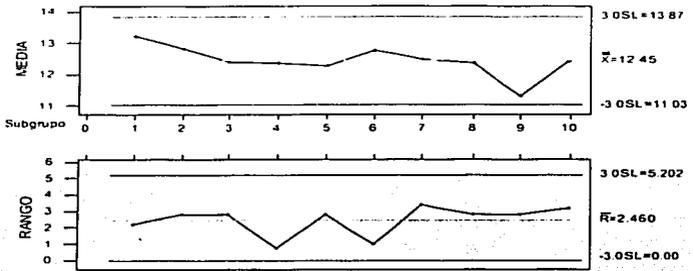
4.3.2 Gráfica de control semana 2.

Del 12 de mayo de 2003 al 16 de mayo de 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	1	12/05/03	13:15	12.2	12.6	14.4	14.2	12.8	13.24	2.2	Tina rota.
	2		14:12	13.6	13.8	13.2	12.6	11.0			
2	3	13/05/03	17:30	13.4	12.4	11.4	13.8	11.0	12.4	2.8	
	4		18:20	11.8	12.6	12.6	12.2	12.6			
3	5	14/05/03	13:48	11.6	12.8	11.0	13.8	12.2	12.28	2.8	
	6		14:40	13.2	12.2	13.2	12.6	12.6			
4	7	15/05/03	16:10	13.6	12.6	12.8	10.2	13.2	12.48	3.4	
	8		17:44	13.8	13.2	12.6	11.2	11.0			
5	9	16/05/03	17:15	12.0	10.4	12.2	12.4	9.6	11.32	2.8	
	10		18:11	13.6	12.4	12.6	10.4	13.2			
suma									124.48	24.6	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

X BARRA Y RANGO



En la gráfica de control de X barra de la semana 2, se observa que la tendencia negativa desaparece por completo y se puede decir que la producción de herrajes de seguridad se encuentra bajo control, aunque el subgrupo 9 está fuera de especificaciones de los clientes, se puede decir que esta es una variación natural del proceso, puesto que el subgrupo 10 regresa a la estabilidad.

En cuanto a la gráfica de rango, se observa una disminución del mismo, puesto que su promedio se encuentra en 2.4 micras, y algunos de los subgrupos tienden a cero, esto quiere decir que existe poca variación en el espesor de los herrajes de seguridad de la compañía.

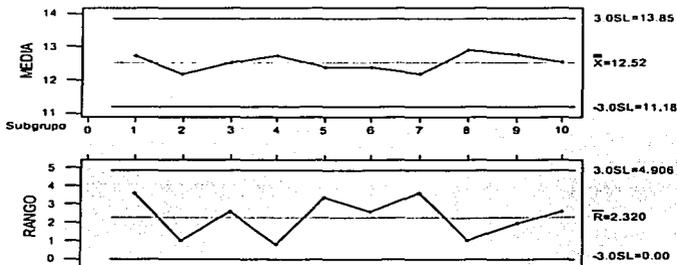
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.3.3 Gráfica de control semana 3.

Del 19 de mayo de 2003 al 23 de mayo de 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	1	19/05/03	15:05	13.2	14.8	12.6	11.8	11.2	12.72	3.6	
	2		15:50	12.6	12.4	12.2	11.6	12.0	12.16	1	
2	3	20/05/03	14:12	11.2	12.6	12.8	12.2	13.8	12.52	2.6	
	4		14:59	12.6	13.2	12.8	12.6	12.4	12.72	0.8	
3	5	21/05/03	17:40	13.2	11.8	12.6	10.4	13.8	12.36	3.4	
	6		18:25	13.8	12.0	11.6	11.2	13.2	12.36	2.6	
4	7	22/05/03	15:15	12.6	11.6	13.8	12.6	10.2	12.16	3.6	
	8		16:05	13.2	13.4	12.4	12.8	12.6	12.88	1	
5	9	23/05/03	16:50	13.2	12.4	13.0	13.6	11.6	12.76	2	
	10		17:45	13.6	12.2	12.6	13.2	11.0	12.52	2.6	
	suma								125.16	23.2	

X BARRA Y RANGO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la gráfica de control X, barra de la semana 3, se observa que el proceso de producción se encuentra bajo control y todos los subgrupos cumplen con las especificaciones del cliente, que es de 12 a 15 micras de espesor. Los subgrupos no tienen tendencia negativa ni positiva, lo que es bueno para la el proceso de producción de herrajes de seguridad.

La gráfica de rango, se mantiene dentro de los límites de control y algunos subgrupos tienden a cero, esto quiere decir que los herrajes no tienen gran dispersión en cuanto a espesores.

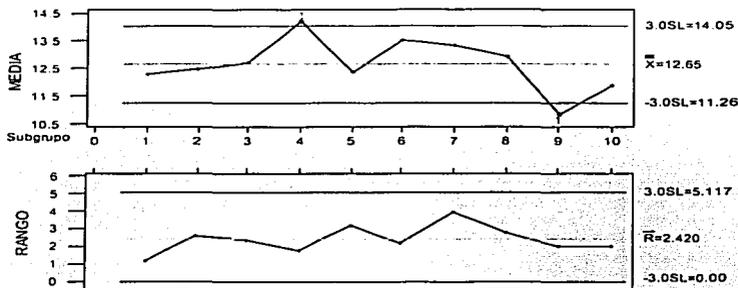
4.3.4 Gráfica de control semana 4.

Del 26 de mayo de 2003 al 30 de mayo de 2003.

Días	Número del subgrupo	Fecha D/M/A	Hora	Mediciones					Promedio \bar{x}	Rangos R	Observaciones
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	1	26/05/03	14:00	12.6	12.8	12.4	12.0	11.6	12.28	1.2	
	2		14:50	13.2	12.6	11.2	11.6	13.8			
2	3	27/05/03	15:12	13.4	13.2	12.0	11.2	13.6	12.68	2.4	
	4		15:55	15.0	14.4	13.2	13.8	14.8			
3	5	28/05/03	17:07	12.8	12.2	10.2	13.2	13.4	12.36	3.2	
	6		17:40	13.2	12.6	13.8	13.2	14.8			
4	7	29/05/03	17:15	13.6	11.0	12.6	15.0	14.4	13.32	4.0	
	8		18:06	12.6	11.4	13.8	14.2	12.6			
5	9	30/05/03	17:13	11.6	11.0	11.6	9.6	10.4	10.84	2	
	10		17:58	10.6	12.2	12.6	11.8	12.2			
	suma								126.52	24.2	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

X BARRA Y RANGO



La gráfica de X barra, de la semana 4, comienza con una tendencia buena, pero en el subgrupo 4 sufre un aumento que sale del límite superior de control; es bueno saber que aunque este subgrupo haya salido del límite superior de control sigue cumpliendo con las especificaciones del cliente, que es de 12 a 15 micras, también se puede considerar que esta es una variación natural del proceso.

A partir del subgrupo 6, se observa una tendencia negativa que continúa hasta el subgrupo 9, que sale del límite inferior de control. Esta tendencia es razón suficiente para hacer mejoras y correcciones en el proceso de producción de herrajes de seguridad utilizando los diagramas de espina de pescado para la detección de las causas del efecto de falta de espesor en las piezas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La gráfica de rango permanece en control, y el nivel de dispersión de las piezas se mantiene constante con un promedio de 2.42 micras, pero se recomienda disminuir el nivel de variación de los herrajes de seguridad, por medio de mejoras en el proceso de producción.

Como se observa, las gráficas de control son una herramienta estadística de gran utilidad en cualquier proceso de producción, con una buena interpretación se pueden utilizar para la detección de fallas en forma oportuna y realizar mejoras dentro de los procesos de galvanizado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

En conclusión se puede decir que las micro empresas mexicanas, en su mayoría, trabajan sin ningún control de calidad, por lo que su mercado se ve disminuido drásticamente, debido a la falta de éste. Hoy en día la competencia mundial obliga a las pequeñas empresas a aplicar controles de calidad para así adquirir sus productos que garanticen la satisfacción de los clientes, pertenecientes a la cadena de producción o consumidores finales.

Las técnicas de control estadístico de calidad propuestas a "Galvanizadora, S.A." son sencillas y fáciles de interpretar, de muy bajo costo y de aplicación rutinaria, consisten en diagramas de espina de pescado, hojas de recolección de datos y gráficas de control, con lo que la empresa podrá realizar mejoras y correcciones dentro de sus procesos y así lograr la satisfacción de los clientes.

Es importante aclarar que estas técnicas de control deben de ser actualizadas periódicamente, con ayuda de todos los trabajadores de la empresa y una conciencia total de la alta dirección hacia la mejora continua, puesto que sin su apoyo estos controles sólo quedarán en el olvido.

La propuesta de control estadístico de calidad puede ser un modelo de aplicación a todas las micro empresas dedicadas a la galvanoplastia, buscando apoyo por medio de las cámaras de comercio regionales y estatales, haciendo hincapié que la calidad es la llave del éxito, que garantiza una amplitud del mercado nacional dirigida a mercados internacionales.

La hipótesis del trabajo de investigación se basa en que la empresa tendrá mayor control de calidad de los productos que ofrece, mediante un sistema de control estadístico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La respuesta a esta hipótesis es la siguiente, se ha demostrado que con las técnicas de control estadístico de calidad propuestas y un compromiso de la alta dirección, "Galvanizadora, S.A." tendrá mayor control de la calidad de sus productos.

Los objetivos del trabajo consisten en proponer un sistema de control estadístico de calidad para el proceso de producción de galvanizado de herrajes de seguridad, realizar mediciones de espesor, utilizar herramientas de control de calidad, comparar los resultados del control estadístico de calidad con las especificaciones del cliente, interpretar resultados y sugerir cambios en el proceso de producción para así, mejorar la calidad de los productos, y por último recomendar alguna técnica de control estadístico de calidad para la empresa. Todos estos objetivos quedan cumplidos dentro del trabajo de tesis.

Se desea que este trabajo no sólo sea una propuesta, sino una realidad aplicada que sirva para que las empresas de este ramo se mantengan en el mercado y ayuden a la sociedad generando fuentes de empleo y logren un crecimiento y desarrollo sostenidos a través de su vida como organización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

1. Downie N.Mc y Hath R.W., Métodos estadísticos aplicados, Ed. Harla, México 1973.
2. Evans J. y Lindsay W., Administración y Control de Calidad, Thomson Editores, México 1999.
3. Grant E. y Leaventworth R., Control estadístico de calidad, Ed. Continental, México 1982.
4. Helouani R., Manual de los costos de la calidad, Ed. Macchi, Argentina 1999.
5. Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C. Organización de calidad, México 1990.
6. Kenett R. S., Estadística Industrial Moderna, International Thomson Editores, 1998
7. Mason R., Lind D. y Marchal W., Estadística para administración y economía, Ed. Alfaomega 10ª edición, México 2000.
8. Mileaf H, Curso práctico de electricidad Vol.1, Ed. Limusa, México 1988.
9. Norma ISO 9000:2000, NMX-CC-9000-IMNC-2000, vocabulario.
10. Oakland J. S., Administración por Calidad Total, Editorial C.E.C.S.A. 1999.
11. Taguchi G., Quality Engineering Series, American Supplier Institute, 1991.
12. Tamayo y Tamayo M., El proceso de la investigación científica, Ed. Limusa, México 1992.
13. Vaughn R., Control de la calidad, Noriega Editores, México 1989.
14. Zairi M., Administración de la calidad total para ingenieros, Ed. Panorama, México 1993.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN