



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**“PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE LA
PLANEACION AVANZADA DE LA CALIDAD
(APQP) Y HERRAMIENTAS ESTADISTICAS EN
UNA LINEA DE PINTURA ELECTROSTATICA
EN EL MARCO DE LA NORMA ISO 9001:2000”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

FRANCISCO VERA BIBIANO

ALEJANDRO MADRID MIRANDA

ASESOR: M. I. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA



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 ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
 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:

"Proyecto de implementación de la planeación avanzada de la calidad (APOQ) y herramientas estadísticas en una línea de pintura electrostática en el marco de la norma ISO 9001:2000"

que presenta el pasante: Alejandro Madrid Miranda
 con número de cuenta: 8639718-0 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de Junio de 2008

PRESIDENTE	<u>M.I. José Juan Contreras Espinosa</u>	
VOCAL	<u>Ing. Jorge de la Cruz Trejo</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. José Luz Hernández Castillo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Colina Elena Berutía Vargas</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.E. Carlos Ordoñez Lombrera</u>	



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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 26 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

"Proyecto de implementación de la signación programada de la salida (APSP)
y herramientas estadísticas en una línea de pintura electrostática en el
marco de la norma ISO 9001:2000".

que presenta al pasante Francisco Vera Sibiano
 con número de cuenta: 8925331-8 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de Junio de 2014

PRESIDENTE	<u>M.J. José Juan Contreras Espinosa</u>	
VOCAL	<u>Ing. Jorge de la Cruz Trejo</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. José Luz Hernández Castillo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Celina Elena Urrutia Vargas</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.J. Carlos Drovide Lagorreta</u>	

Dedicatoria y agradecimientos

Dedicatoria:

Este trabajo, como culminación del esfuerzo por adquirir mi profesión, lo dedico a mi papá Jorge Madrid Gordillo, mi esposa Any, mi hija Alejandra, mis hermanos Ricardo, Florentino y Gustavo; además de todas las personas que ha influido en mi vida y que sin ellas no sería lo que soy. Pero especialmente lo dedico a mi mamá Juanita y a mi inolvidable hermano Armando, a quienes les agradezco el haberme acompañado en mi travesía por la vida, hoy ya no están físicamente conmigo pero siempre vivirán en mi corazón.

Alejandro Madrid Miranda

Agradecimientos:

Agradezco profundamente a todas las personas que contribuyeron en la elaboración de esta tesis, especialmente al M.I. José Juan Contreras Espinosa, quien me apoyó en todo momento para que este trabajo sea una realidad.

Dedicatoria y agradecimientos

Dedicatoria:

A mi Madre Margarita:

Madre, quiero dedicarte el presente trabajo; ya que fuiste siempre ejemplo y símbolo de esfuerzo incansable; base de mi educación y formación.

“Lo que un día soñaste y sembraste para mí, ahora te lo entrego simbólicamente en este libro como una realidad tangible. Gracias madre por todo tu apoyo y todo ese esfuerzo que me dedicaste; que reconozco no fue poco; pero que bien ha valido la pena, pues el día de hoy yo soy un hombre de bien.”.

Francisco Vera Bibiano

Agradecimientos:

A Dios; por la luz de la vida y el soplo de aliento que me brinda para seguir disfrutando de un día mas.

A Guadalupe Vera; hermana gracias por estar conmigo y ser parte de mi vida.

A Marisela Mireles; mi pareja, por su compañía y compartir esta etapa de mi vida.

A Alejandro Madrid, colega gracias por compartir este logro.

Al M.I. José Juan Contreras Espinosa, por su asesoría y apoyo en la culminación de esta tesis.

A la UNAM, por la grandeza de esta casa de estudios.

Índice

		Página
I	OBJETIVO	8
II	INTRODUCCIÓN	8
A	Pintura Electrostática	8
A.1	¿Qué son las pinturas en polvo?	8
A.2	Historia de la pintura en polvo	9
A.3	Clases de pintura en polvo	9
A.4	Usos de la pintura en polvo	10
A.5	Composición	11
A.6	Fabricación	13
A.7	Propiedades	13
A.8	Ventajas y desventajas	15
B	Síntesis de la empresa	16
III	DESARROLLO	17
Capítulo 1	ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	17
1.1	Reseña histórica de la calidad	17
1.2	Conceptos teóricos fundamentales	19
Capítulo 2	NORMATIVA APLICABLE	21
2.1	Norma ISO 9000:2000	21
2.1.1	¿Qué es ISO?	21
2.1.2	¿Qué tipo de norma es la ISO 9001:2000?	21
2.1.3	Evolución de las ISO 9000	21
2.1.4	La última versión del año 2000	22
2.1.5	Justificación de su empleo	22
2.1.6	La estrategia para su empleo	23
2.1.7	Razones para su implantación	23
2.1.8	Calidad y conceptos asociados	24
2.1.9	Gestión de Calidad	27
2.1.10	Producto	28
2.2	Planeación avanzada de la calidad (APQP)	29
Capítulo 3	CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO	31
3.1	Gráficas de control	31
3.1.1	Introducción	32
3.1.2	Gráfica de control por variables	32
3.1.3	Gráficas de control por atributos	33
3.1.4	¿Cómo elegir una gráfica de control?	34
3.2	¿Cómo construir gráficas de control?	36
3.2.1	Gráficas por variables	36
3.2.2	Gráficas por atributos	38
3.3	Fórmulas para gráficas por variables	41
3.3.1	Glosario	43
3.3.2	Tabla de estimadores y facilitadores	44
3.4	Fórmulas para gráficos por atributos	45
3.4.1	Glosario	45
3.5	¿Cómo interpretar los gráficos de control?	46
3.5.1	Estado de control	46
3.5.2	Cuando el proceso está fuera de control	48
3.5.3	Análisis de una condición fuera de control	49
3.6	¿Cómo calcular la capacidad del proceso?	51
3.6.1	Habilidad del proceso	51
3.6.2	¿Cómo calcular la fracción de producto no conforme?	55
Capítulo 4	HERRAMIENTAS DE LA PLANEACION AVANZADA DE LA CALIDAD	56
4.1	AMEF. Análisis de modo y efecto de falla potencial	56
4.1.1	¿Qué es el AMEF?	56

Dedicatoria y agradecimientos

	4.1.2	Bases para el desarrollo del AMEF	57
	4.1.3	AMEF de diseño	57
	4.1.4	El AMEF de proceso	57
	4.1.5	Formato del AMEF	58
	4.1.6	Definiciones de AMEF	58
	4.1.7	Escala de evaluación del AMEF	59
4.2		PLAN DE CONTROL	60
	4.2.1	El plan de control	60
	4.2.2	Información desarrollada y usada cuando se prepara el plan de control	60
	4.2.3	Formato de plan de control	61
	4.2.4	Métodos del plan de control	62
Capítulo 5		PROCESO DE PINTURA ELECTROSTATICA	63
5.1		Aplicación de la pintura en polvo	63
	5.1.1	Factores que afectan el correcto pintado	63
	5.1.2	Tratamiento previo de las piezas	63
	5.1.3	Curado	65
	5.1.4	Problemas de la pintura curada	65
	5.1.5	Problemas del equipo de pintado	68
5.2		El proceso de pintura electrostática en una planta metal-mecánica	69
Capítulo 6		APLICACION DE LAS HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN UN PROCESO DE PINTURA ELECTROSTATICA	70
	6.1	Justificación	71
	6.2	Sistema de Gestión de Calidad Basado en la Norma ISO 9001:2000	71
	6.2.1	Manual de Calidad	71
	6.2.2	Procedimientos de Sistema	72
	6.2.3	Procedimientos de los Procesos de apoyo	72
	6.2.4	Procedimientos del Proceso de Pintura Electrostática	73
		6.2.2.1 Diagrama de proceso	74
		6.2.2.2 Proceso de Pintura Electrostática	74
		6.2.2.3 Registros de control	78
	6.2.5	Herramientas Planeación Avanzada de la Calidad	85
		6.2.5.1 AMEF	85
		6.2.5.2 Plan de Control	86
	6.2.6	Herramientas estadísticas de la calidad	87
		6.2.6.1 Gráficos de Control en el Proceso de Tinas	88
		6.2.6.2 Gráficos de Control en el Proceso de Curado	94
IV		Conclusiones	95
V		Bibliografía	99

I. OBJETIVO

Implementar el AMEF y Plan de Control como herramientas de la planeación avanzada de la calidad y gráficos de control como herramientas estadísticas en el proceso de pintura electrostática como mecanismos de control para asegurar la eficacia del proceso y que el producto satisfice al cliente. Cumpliendo con los requerimientos de la normativa ISO 9001:2000 que sirve de marco para los procesos.

II. INTRODUCCION

A. PINTURA ELECTROSTATICA.

A.1 ¿Qué son las pinturas en polvo?

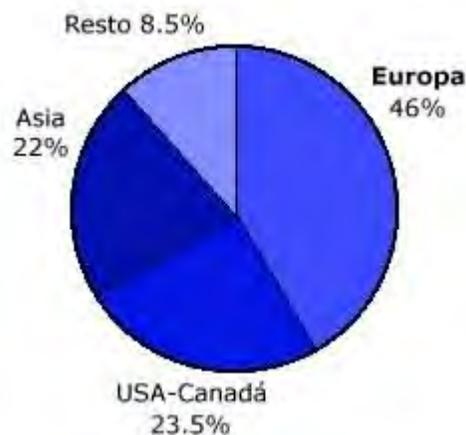
ANTECEDENTES

Las pinturas en polvo son recubrimientos orgánicos similares a las pinturas líquidas en su función, al igual que éstas se componen de resinas sintéticas, pigmentos y aditivos pero, tienen la gran ventaja ecológica de no contener solventes orgánicos. Esto las hace de bajo impacto ambiental, factor de gran importancia en países donde existen normativas estrictas al respecto.

Precisamente la necesidad de disminuir las emisiones de solventes orgánicos a la atmósfera por parte de las industrias fue el motivo inicial para el desarrollo de una tecnología que evitase el uso de los mismos. En este sentido, las investigaciones se dirigieron a las pinturas líquidas con alto contenido en sólidos y a las pinturas en polvo.

Actualmente estos recubrimientos son utilizados de preferencia en líneas industriales donde es necesario practicidad en la aplicación, buenas terminaciones y calidad de pintura.

A fines de la pasada década (90's) el consumo de pinturas en polvo se distribuía de la siguiente forma:



América Latina queda incluida en el 8.5 % referido como "Resto" junto con los países africanos y Oceanía. Como se puede observar el mercado está prácticamente sin explotar y las posibilidades de uso son enormes en esta región del globo. Prueba de ello es el constante crecimiento de su uso a nivel mundial y en particular en América latina.

A. 2 Historia de la pintura en polvo

A continuación se hace una breve reseña histórica de la evolución de la Pintura en Polvo en el mundo, si bien no es exhaustiva, tiene la ventaja de resumir en pocas líneas los hechos más significativos de la misma.

En la década del 50 se realizan los primeros intentos por fabricar pinturas en polvo a partir de resinas epoxi, las únicas disponibles en aquella época para tal fin. El uso de equipos inadecuados para fabricar la pintura (molinos de bolas para mezclar los constituyentes y lecho fluidizado para aplicación) hacen que la misma sea costosa de producir por lo que su uso no se extiende.

En la década de los 60 se retoma el tema bajo la dirección de la compañía Shell la cual desarrolla nuevas resinas epoxi y nuevos métodos de fabricación.

Con la introducción, sobre fines de esta década, de la extrusora en la producción de la pintura se establece la base para la obtención de la misma mediante un proceso continuo el cual permite bajar los costos de forma apreciable.

De la misma forma, en Europa y los Estados Unidos se comienza a utilizar la pistola electrostática para la aplicación de la pintura en polvo, es importante recordar que hasta este momento la misma se aplicaba en lecho fluidizado lo que producía capas excesivamente gruesas y sin una homogeneidad de la misma.

De esta forma sobre el final de los 60's ya se dispone de los elementos necesarios para un desarrollo rápido a nivel industrial: producción continua y controlada.

Entre los años 1966 y 1973 se desarrollan las pinturas epoxi, híbridas, poliuretano, y poliéster-Tgic. Las industrias de fabricación de electrodomésticos, sobre todo de línea blanca, son las primeras en adoptar estas pinturas en sus líneas de producción.

Hacia fines de la década del 70 se produce un gran crecimiento en el uso de la pintura en polvo en Europa y en los comienzos de los 80's ocurre lo propio en los Estados Unidos y el Japón.

Entre los años 1985 y 1993 se introducen en el mercado varios tipos de pinturas en polvo acrílicas.

EL FUTURO

En los primeros años del siglo XXI el desafío para la pintura en polvo pasa por la conquista de campos actualmente restringidos como lo son:

a) Pintado de sustratos no metálicos como madera, plásticos comunes y reforzados, etc; para esto se están desarrollando sistemas de horneado a baja temperatura y sistemas de curado mediante rayos ultravioleta (UV).

b) Mercado automotor: se utilizan pinturas acrílicas, las cuales se encuentran en permanente desarrollo.

A.3 Clases de pintura en polvo

Existen 5 clases de pinturas en polvo:

Epoxi : Están constituidas por resinas epoxídicas, fueron las primeras desarrolladas y se las utiliza principalmente con fines funcionales.

Poliéster/Tgic : Contienen resinas poliéster endurecidas con triglicidil isocianurato o compuesto similar, se desarrollaron principalmente para su uso al exterior.

Epoxi/Poliéster : Son pinturas constituidas por resinas poliéster endurecidas con resinas epoxis, son de uso extendido para aplicaciones interiores debido a su menor costo.

Poliuretánicas : Fueron desarrolladas principalmente para uso exterior.

Acrílicas : Constituidas por resinas acrílicas, son de aplicación exterior pero de elevado costo.

En la siguiente tabla se enumeran algunas de las características de los diferentes tipos de pinturas:

	Epoxi	Híbridas	Poliéster/Tgic	Poliuretánicas	Acrílicas
Dureza	excelente	muy buena	muy buena	buena	buena
Flexibilidad	excelente	excelente	excelente	excelente	mediocre
Resistencia al sobrehecho	mediocre	muy buena	excelente	muy buena	excelente
Resistencia al exterior	mala	mala	excelente	excelente	excelente
Resistencia a la corrosión	excelente	muy buena	muy buena	buena	muy buena
Resistencia Química	muy buena	excelente	muy buena	buena	buena
Propiedades Mecánicas	regular	buena	muy buena	buena	regular

A.4 Usos de la pintura en polvo

Comencemos diciendo que el ámbito natural del uso de estos recubrimientos es la industria; la pintura en polvo es muy versátil en cuanto a la implementación de líneas continuas de pintado, por ejemplo los electrodomésticos (heladeras, lavadoras, lavavajillas, microondas, cocinas, etc.) se pintan casi exclusivamente con ellas; se observa asimismo, y día a día más, la aparición de talleres en los cuales se efectúan reparaciones o simplemente repintados de pequeños objetos (p. ej. bicicletas) en los cuales los responsables han optado por el uso de pintura en polvo, debido principalmente a su costo y facilidad de uso.

Los ámbitos de aplicación son:

- Pintado de lámina de hierro :

- Electrodomésticos.
- Perfiles y marcos.
- Gabinetes eléctricos.
- Tambores.
- Estanterías.
- Muebles metálicos.
- Chapas estructurales (galpones, silos, etc.)



- Pintado de piezas metálicas ferrosas :

- Piezas metalúrgicas (vigas, planchas, etc.)
- Herramientas.
- Caños y Tuberías.
- Grifos y elementos sanitarios.
- Bicicletas.



- Artesanías.
- Exhibidores comerciales.
- Estanterías.
- Muebles metálicos de tubo (camas, mesas, etc.)

- Pintado de piezas de aluminio :

- Perfilería.
- Puertas y Ventanas.
- Rines de automóviles.

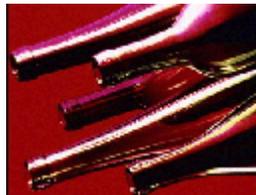


- Pintado de piezas galvanizadas :

- Chapas onduladas y acanaladas para techos.
- Codos, tubos, codos, etc.

- Pintado de Vidrio :

- Botellas, frascos y envases.
- Artículos decorativos



A.5 Composición

La pintura en polvo está compuesta por resinas sintéticas, endurecedores (agentes de cura), aditivos, pigmentos y cargas. Aunque muchos fabricantes hablan de "carga" en general englobando a los pigmentos, estos tienen particular importancia y deben ser tenidos en cuenta en forma independiente. Ellos son los que brindan el color al recubrimiento y, salvo contadas oportunidades, el rol decorativo es fundamental en una pintura.

La composición de la pintura en polvo es demasiado variada como para que se puedan indicar valores porcentuales absolutos, de acuerdo al tipo, uso, o caso particular la misma varía en forma importante.

Sin embargo se pueden dar algunos lineamientos que permiten moverse al formulador para lograr un recubrimiento de acuerdo a las exigencias del cliente ya sea variando o modificando las cantidades de los compuestos que conforman la pintura:

- RESINAS
- ENDURECEDORES
- PIGMENTOS
- CARGAS
- ADITIVOS

Las **RESINAS** son la base de la pintura, son los polímeros que le otorgan el brillo y la mayoría de las propiedades mecánicas a la misma. Un buen recubrimiento no debería tener menos de un 50 - 55% en peso de resina. Así por ejemplo, si se requiere un compuesto de alto brillo o que soporte bien el tratamiento mecánico (maquinado) se debe incrementar necesariamente dicho porcentaje.

Introducción

Asimismo las resinas utilizadas tienen, en general, una baja "temperatura de transición vítrea" T_g , por lo que sufren un ablandamiento a temperaturas no demasiado elevadas (30 – 35 °C); por ello si se almacenan a temperatura ambiente en climas cálidos el producto sufre un apelmazamiento que si bien, no deteriora sus propiedades, si crea problemas durante la aplicación (ver almacenamiento). Esto es particularmente importante en las pinturas transparentes y "clears" las cuales tienen arriba de un 90% de resina en su composición, lo recomendado en estos casos es almacenar en lugares de temperatura controlada.

Los **ENDURECEDORES** son los compuestos que reaccionan con las resinas y permiten que la misma "cure", es decir polimerice. Son específicos de cada sistema, así por ejemplo las resinas poliéster curan con isocianurato de triglicidilo o TGIC, las híbridas no requieren de un endurecedor específico ya que las resinas epoxi y poliéster reaccionan entre sí. La relación Resina: Endurecedor en general no tiene mucha opción de variaciones y es un valor constante no dando al formulador motivo para alterarla.

Los **PIGMENTOS** como se indicó son de fundamental importancia en la formulación ya que son los que brindan el color a la pintura. Aquí es donde el formulador debe esforzarse para lograr las tonalidades requeridas por los clientes y en mantenerla en los sucesivos "batches" (lotes) ya que, pese a la existencia de equipos de medición y ajuste del color, la "elaboración" del color sigue teniendo una buena dosis de arte. Otro punto a considerar por el formulador es la necesidad de utilizar pigmentos específicos para pinturas en polvo, pigmentos que resisten las temperaturas de horneado a las que son sometidos; si el uso de la pieza pintada será al exterior es necesario considerar también que deben soportar los rayos ultravioletas.

Las **CARGAS** pese a su nombre no solo sirven para "extender" la pintura y hacerla competitiva con su par líquida, sino que, brindan al producto final de importantes propiedades mecánicas, como aumentar la resistencia al impacto, y ayudan a mejorar el aspecto visual por ejemplo mateando el brillo excesivo. Las cargas principalmente utilizadas son la barita (sulfato de bario) micronizada, precipitada y el carbonato de calcio también micronizado ó precipitado y en algunos casos la dolomita (carbonato de calcio y magnesio).

Los **ADITIVOS** son compuestos que se incluyen en la formulación en cantidades porcentuales pequeñas y que confieren a la pintura ciertas propiedades en cuanto a aspecto, acabado, etc. Los más utilizados son los siguientes:

Benzoína: Se la utiliza en pinturas híbridas y epoxídicas para ayudar a la extracción de gases que se producen durante el curado y evitar que produzcan defectos en la película.

Ceras: En realidad polímeros de polietileno ó polipropileno, su fin es aumentar la dureza superficial de la pintura de forma tal de conferirle mayor resistencia al rayado. En general no se supera el 2% en la composición.

Acetobutirato de Celulosa: Este es un aditivo cuya finalidad es la de producir un efecto superficial texturizado en la pintura, existen otros compuestos que también modifican el aspecto de la misma conocidos por su nombre comercial.

Nivelantes: Son de particular importancia en la formulación de la pintura ya que son los responsables de un acabado liso de la misma, evitando así la llamada cáscara de naranja.

Mateantes: Son endurecedores específicos que matean la pintura, existen para epoxis endurecidos con diciandiamida, para híbridos y para poliuretanos. No se los utiliza como endurecedores absolutos en el sistema, sino que se reemplaza parte del utilizado comúnmente por ellos en proporciones adecuadas para lograr el grado de mateado requerido.

A.6 Fabricación

La fabricación de la Pintura en Polvo se realiza en 4 etapas:

- 1º Pesado de los componentes de la misma.
- 2º Premezcla de los mismos.
- 3º Extrusión.
- 4º Molienda y Envasado.

El Pesado ó Preparación para la Premezcla consiste en la dosificación de los componentes de la pintura en la proporción adecuada. Es importante destacar que un error en esta etapa es crítico en lo que se refiere al producto obtenido y en la productividad en línea. Para disminuir la frecuencia de errores se suelen utilizar equipos de pesada con registro impreso, los cuales permiten comprobar el correcto peso de todos los ingredientes.

La premezcla del material pesado en la etapa anterior se realiza en equipos adecuados a las cantidades a ser mezcladas, estos equipos deben ser capaces de producir fuerzas de cizalla de modo tal de poder romper aglomeraciones de material y lograr una mezcla homogénea, es importante destacar que la obtención de un buen producto depende en forma directa de partir de una mezcla lo más homogénea posible.

La extrusión es la etapa en la cual los componentes de la pintura funden y entran en estrecho contacto uno con otro lográndose obtener así una masa homogénea en sus propiedades, este proceso se realiza en extrusoras de simple y/o doble tornillo a temperaturas del orden de los 100 °C (212 °F). A continuación la masa de pintura fundida es oprimida entre dos cilindros refrigerados que la depositan, generalmente, en una cinta de enfriamiento, esta cinta transporta el material hacia unas ruedas dentadas (crusher) que lo rompen llevándolo a la forma de trozos pequeños o chips.

En la etapa de molienda los chips obtenidos en la extrusión son micronizados de forma tal que se transforman en polvo, mediante un sistema de ciclón se separa una fracción de lo molido, se tamiza y se envasa. Los molinos utilizados para pintura en polvo son del tipo de bandeja con dientes o martillos y separador el cual realiza la separación del polvo fino de las partículas más gruesas.

El envasado consiste en disponer el producto obtenido en forma adecuada para su expedición, en general este se realiza en bolsas de polietileno contenidas en cajas de cartón. Bajo esta presentación se venden de a 25, 20 e inclusive 10 kilogramos; cuando una planta de pintura en polvo fabrica directamente para un consumidor final importante no es raro que el producto se envase en contenedores o barricas de 200 o aún más kilogramos.

Como consideración final es importante destacar que, aunque la pintura en polvo no es un producto perecedero en tal sentido, es necesario disponer de las condiciones adecuadas para el almacenamiento del mismo.

A.7 Propiedades

A continuación se indican algunas de las propiedades que poseen las pinturas en polvo de las variedades epoxi, poliéster e híbridas. Las mismas son indicadas a título orientativo, si se desea conocer valores más exactos es necesario consultar al fabricante de cada marca en particular.

Estas propiedades se cumplen bajo condiciones de aplicación adecuadas (curado efectivo, sustrato tratado, etc.).

Introducción

		EPOXI			POLIESTER		HIBRIDOS		
	Norma	Brillantes	S/Mates	Mates	Brillantes	S/Brillo	Brillantes	S/Mates	Mates
Propiedades Visuales									
Brillo a 60º	ASTM D-523	85 - 98 %	15 -40 %	< 15 %	80 - 100 %	40 - 80 %	80 - 100%	20 - 45%	< 20 %
Nivelación	Visual	LCN	B	E	LCN - CN	E - B	LCN - CN	E - B	E
Propiedades Mecánicas									
Adherencia	ASTM D-3359	100 %							
Flexibilidad	ASTM D-522-60	E							
Dureza Lápiz	ASTM D-3363	H - 2H							
Impacto Directo (kg.cm)	ASTM D-2794	> 115	> 90		> 115		> 115		> 90
Impacto Inverso (kg.cm)	ASTM D-2794	> 90		M	> 90		> 90		M
Embutido Erichsen	DIN 53156	> 9 mm.	> 5 mm	> 3 mm	> 9 mm.	> 8 mm.	> 9 mm.	> 5 mm.	> 3 mm
Mandril Cónico	ASTM D-522	B	R	M	B		B		R
Dureza Persoz (seg.)	ASTM D3363/74	300 - 330		250 - 280	300 - 320		300 - 320		290 - 300
Propiedades Químicas									
Cámara de Humedad	ASTM D-1735	1000 horas							
Niebla Salina (*) (horas)	ASTM B117-73	500		400	1000		500		400

Notas:

E : Excelente **B** : Bueno **R** : Regular **M** : Malo **CN** : Cáscara de Naranja **LCN** : Ligera Cáscara de Naranja
 (*) Sobre placa de hierro tratada con ácido fosfórico excepto en poliésteres, la cual está tratada con fosfato de zinc.

A.8 Ventajas y desventajas

VENTAJAS

<ul style="list-style-type: none"> No hay vaporización de solventes. 	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación a normativas ambientales. Ambiente de trabajo más agradable. Bajo riesgo de explosión o incendio.
<ul style="list-style-type: none"> Flash-point mayor de 500°C. 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo riesgo de explosión.
<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del aire en la zona de trabajo menor. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor facilidad de limpieza de la zona circundante.
<ul style="list-style-type: none"> Posibilidad de aplicación sobre sustratos calientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Existe posibilidad de pintar luego de formar la pieza. Se puede pintar la pieza luego de secarla con posterioridad al pretratamiento.
<ul style="list-style-type: none"> Automatización fácil de implementar. 	<ul style="list-style-type: none"> Permite gran flexibilidad en el diseño de las líneas de pintado. Grandes volúmenes de producción. Ideal para pintar grandes lotes.
<ul style="list-style-type: none"> Una sola aplicación en la gran mayoría de los casos. 	<ul style="list-style-type: none"> Menor tiempo de trabajo. Tiempo de espera entre aplicaciones nulo.
<ul style="list-style-type: none"> Existe recuperación del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor aprovechamiento de la pintura. Disminución de la contaminación debido a los residuos.

DESVENTAJAS

<ul style="list-style-type: none"> Generación de polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> Debe limpiarse con aspiración la zona sucia luego del trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> Imposibilidad de pintar sustratos que se deterioran con excesivo calor. 	<ul style="list-style-type: none"> Se están desarrollando sistemas para pintar plásticos y madera. Existen técnicas para pintar algunas clases de plásticos. Varios tipos de madera pueden pintarse.
<ul style="list-style-type: none"> El nivelado obtenido no es tan bueno como con las pinturas líquidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Especialmente en el caso de los productos brillantes.
<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de controlar la contaminación de la pintura en polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza cuidadosa de los equipos. No mezclar polvo contaminado con pintura fresca. Si el recuperado es grande es necesario tamizar la pintura.

B SINTESIS DE LA EMPRESA

Nombre : AREVA T&D S.A. DE C.V.

Ubicación: TIZAYUCA HIDALGO

Actividad principal: MANUFACTURA DE INTERRUPTORES Y SUBESTACIONES DE MEDIA Y ALTA TENSION.

AREVA T&D unidad Tizayuca es una compañía que cuenta con la experiencia y recursos necesarios para la producción de equipos electromecánicos en media, baja y alta tensión, y todos sus productos son desarrollados bajo los más altos estándares de calidad.

AREVA T&D S.A. DE C.V. unidad Tizayuca (media y alta tensión) es especialista en la manufactura de:

- Tableros Metal Clad
- Interruptores de potencia (Dog House)
- Tableros de Control y protección
- Paneles de Distribución de Baja Tensión
- Sub-estaciones Eléctricas Compactas
- PIX (Tableros de media Tensión)
- Cuchillas desconectoras en aire con o sin cuchilla de puesta a tierra tipo Pantógrafo modelo Z(T)/AM 123, 145, 170, 245 y 420 kv.
- Cuchilla de apertura vertical con o sin cuchilla de puesta a tierra modelo H(T)/ AM 123,145, y 170 kv.
- Cuchilla doble apertura lateral con o sin cuchilla de puesta a tierra modelo SG3C y SG3C-1T tensión nominal 245 kV.
- Cuchilla doble apertura lateral modelo S3CD y S3CDT para 420 kV.
- Interruptor de Potencia en Tanque Muerto aislado en SF6 tipo DT1-123 y 145 kV.
- Interruptor de Potencia aislado en SF6 tipo GL312-123 y145 kV.
- Cuchilla tripolar desconectora tipo "V" de 123 kV.
- Interruptor de potencia aislado en SF6 tipo GL-314, 245 kV.

III. DESARROLLO

Capítulo 1 ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

1.1 RESEÑA HISTORICA DE LA CALIDAD

El sistema industrial moderno comenzó a surgir a fines del siglo XIX. En Estados Unidos, **Frederick Taylor** fue el pionero de la administración científica; suprimió la planificación del trabajo como parte de las responsabilidades de los trabajadores y capataces y las puso en manos de los ingenieros industriales.

En 1920 **Edwards** dijo: “La buena calidad no es accidental y no se obtiene con desearlo simplemente. Mas bien es un resultado de las actividades planificadas de todas partes de las organizaciones de la compañía, diseño, ingeniería, planeación técnica y de la calidad, especificación, esquemas de producción, normas y aun el entrenamiento del personal administrativo, supervisor y de producción.”

En 1924 el matemático **Walter Shewart** introdujo el control de calidad estadístico. Ello proporcionó un método para controlar económicamente la calidad en los medios de producción en masa. Shewart se interesó mucho en los aspectos del control de calidad, aunque el interés primordial de Shewart eran los métodos estadísticos, también estaba muy consciente de los principios de la ciencia, la administración y del comportamiento, siendo él la primera persona en hablar de los aspectos fisiológicos de la calidad: por ejemplo señaló un aspecto objetivo y otro subjetivo.

En 1935, **E.S. Pearson** desarrolló el British Estándar 600 para la aceptación de muestras de material de entrada, el cual fue sustituido por el British Estándar 1008, adaptación del U.S. Z-1 estándar desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial. A partir de este momento la inspección de muestras se desarrolló rápidamente.

En 1946 se instituyó la ASQC (American Society for Quality Control) y su presidente electo **George Edwards** declaró “La calidad va a desempeñar un papel cada vez más importante junto a la competencia en el costo y precio de venta, y toda compañía que falle en obtener algún tipo de arreglo para asegurar el control efectivo de la calidad se verá forzada, a fin de cuentas a verse frente a frente a una clase de competencia de la que no podrá salir triunfante.

En ese mismo año, **Kenichi Koyanagi** fundó la **JUSE** (Union of Japanese Scientists and Engineers) con **Ichiro Ishikawa** . Como su primer presidente una de las primeras actividades de este grupo fue formar el primer grupo de investigación de control de calidad (Quality Control Research Group). QCRG), cuyos miembros principales fueron Shigeru Mizuno, Kauro Ishikawa y Tetsuichi Asaka.

En 1950, **W. Edwards Deming** un hombre dedicado a la estadística que había trabajado con George Edwards y Walter Shewart fué invitado a hablar ante los principales hombres de negocios en Japón, quienes estaban interesados en la reconstrucción de su país. Deming los convenció de que la calidad japonesa podría convertirse en la mejor del mundo al instituirse los métodos que él proponía.

De esta experiencia desarrolló 14 puntos, para que la administración lleve a la empresa a una posición de producción y competitividad.

Creó el ciclo Deming (en realidad lo creó Walter Shewart, pero Deming lo difundió)

Planear.- Identificar oportunidad de mejora, desarrollar teoría (plan) de solución.

Hacer.- Implementar el plan, probar la teoría.

Verificar.- Verificar los resultados de la prueba, adquirir conocimiento profundo.

Actuar.- Aceptar, normalizar el cambio, aceptar modificar la teoría, abandonar, desarrollar nueva teoría.

Capítulo 1

En los años 1950, 1960, **Armand V. Feigenbaum** fijó los principios básicos del control de la calidad total; el control de la calidad existe en todas las áreas, desde el diseño hasta las ventas. En 1958 un equipo japonés de estudio de control de la calidad, dirigido por el **Dr. Kauro Ishikawa**, visitó a Feigenbaum, al equipo le gustó el nombre de control total de calidad y lo llevó consigo a Japón; sin embargo el TQC japonés difiere del de Feigenbaum.

La principal aportación del Dr. Kauro Ishikawa fué el plantear las diferencias entre las actividades de control de calidad japonés y el del occidente, estas son:

- El profesionalismo
- Japón es una sociedad vertical
- Los sindicatos
- Los métodos de trabajo propuestos por Taylor y su relación con el ausentismo laboral
- El elitismo y las conciencias de clase
- El sistema de pagos
- La rotación de puestos de trabajo
- Las políticas de despidos y el sistema de empleo vitalicio
- Diferencia del sistema de escritura
- Homogeneidad racial
- Sistema de educación
- La religión
- La relación de los subcontratistas
- La democratización del capital
- El papel del gobierno en la eliminación de las regularizaciones.

En 1954 el **Dr. Joseph Juran** fué invitado a **Japón** a explicar a los administradores de nivel superior y medio el papel que les tocaba desempeñar en la obtención de actividades de control de la calidad. Su visita fué el inicio de la nueva era de actividad del control de la calidad, dirigiendo la senda de las actividades de la calidad basadas tecnológicamente en fábricas hacia un interés global sobre la calidad en todos los aspectos de la administración en una organización.

El expone la llamada **trilogía de Juran** la cual consiste en:

PLANEACIÓN	CONTROL	MEJORA
<ul style="list-style-type: none">• Identificar clientes.• Determinar necesidades.• Traducirlas a las de la Compañía.• Desarrollar productos con características que respondan a las necesidades del cliente.• Desarrollar un proceso.• Transferir el proceso a la operación.	<ul style="list-style-type: none">• Establecer retroalimentación a todos los niveles.• Que cada empleado esté en autocontrol.• Establecer objetivos de calidad y medición para ellos.• Proporcionar medios para ajustar el proceso de conformidad.• Mantener el proceso en el nivel planeado de capacidad.• Evaluar el proceso mediante análisis estadísticos.• Aplicar medidas correctivas para restaurar los objetivos.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar mejoras.• Establecer consejos de calidad.• Definir proceso de selección de proyectos.• Designar personas con responsabilidad.• Otorgar reconocimientos.• Aumentar los parámetros de calidad.• Participación de la alta administración.• Proporcionar entrenamiento al equipo.• Establecer proceso de mejora anual.

Philip Crosby en los años 70 propuso un programa de 14 pasos que llamó cero defectos, además Crosby afirma que la calidad está basada en 4 principios absolutos.

- ✓ Calidad es cumplir los requisitos.
- ✓ El sistema de calidad es la prevención.
- ✓ El estándar de realización es cero defectos.
- ✓ La medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

En el año de 1984 propone una *vacuna de calidad* que es una idea que tiene toda organización de prevenir la falta de conformidad con las especificaciones del producto.

Integridad: Todos en la organización deberán dedicarse a encontrar cuales son los requisitos y necesidades de los clientes.

Sistemas: La administración de calidad, la educación en calidad, y el énfasis en la prevención de los defectos deben de abarcar toda la compañía.

Comunicaciones: Se deberá contar con un suministro continuo de información que ayude a identificar y eliminar errores y desperdicios, y con un programa de reconocimientos.

Operaciones: Deberán ser tareas de rutina, proveer de educación y capacitación a los empleados y contar con procedimientos formales para identificar oportunidades de mejoramiento.

Políticas: Definir políticas de calidad claras.

1.2 CONCEPTOS TEÓRICOS FUNDAMENTALES

Calidad.- Cuando se menciona el término calidad, por lo general lo asociamos con productos o servicios excelentes, que satisfacen nuestras expectativas y, más aun, las rebasan. Tales expectativas se definen en función del uso que se dará al producto o servicio en cuestión de su respectivo precio de venta.

Calidad es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícitas o explícitamente formuladas.

Control de la calidad.- Es la aplicación de técnicas y esfuerzos para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio.

Implica la integración de las técnicas y actividades siguientes relacionadas entre sí:

1. - Especificación de qué se necesita.
- 2.- Diseño del producto o servicio de manera que cumpla con las especificaciones.
- 3.- Producción o instalación que cumpla cabalmente con las especificaciones.
- 4.- Inspeccionar para cerciorarse del cumplimiento de las especificaciones.
- 5.- Revisión durante el uso a fin de allegarse información que, en caso de ser necesario, sirva como base para modificar las especificaciones.

Control estadístico de la calidad.-Es una rama del control de la calidad. Consiste en el acopio, análisis e interpretación de datos para su uso en el control de la calidad.

Aseguramiento de calidad.- A todas las acciones planeadas o sistemáticas que se necesitan para asegurar que un producto o servicio satisfaga determinados requisitos de calidad se les conoce como garantía de calidad.

Control total de la calidad.- El impacto a través de la organización del control total de la calidad implica la implementación administrativa y técnica de las actividades de calidad orientadas hacia el cliente como responsabilidad primordial de la gerencia general y de las operaciones de línea principal de mercadotecnia, ingeniería, producción, relaciones industriales, finanzas y servicio así como la función de control de calidad en sí.

Justo a tiempo (just - in - time) JIT

El “Justo a Tiempo” es un nuevo modo de administración industrial que consiste, por definición, en comprar o producir solo lo que es necesario y cuando es necesario.

Su puesta en práctica permite obtener resultados excepcionales:

- ❖ Del 75 al 95% de reducción de plazos y existencias.
- ❖ Del 15 al 30% de mejora de productividad global; máquinas, debido averías e incidentes.
- ❖ Del 20 al 50% de reducción de la superficie utilizada.
- ❖ Del 70 al 90% de reducción de los tiempos de parada de maquinaria
- ❖ Del 75 al 95% de disminución de número de defectos.

El Justo a Tiempo es un principio de organización industrial. Sus principales conceptos, que se refieren a todos los tipos de empresas, pueden parecer simples y ya conocidos: eliminando desperdicios, reduciendo todos los ciclos, mejorar la calidad, reducir los costos, desarrollar las capacidades del personal, crear y mantener una dinámica de mejora. La dificultad, que no debe subestimarse, consiste en combinar el conjunto de estos conceptos para funcionar siguiendo la filosofía del Justo a Tiempo.

El Justo a Tiempo a veces llamado “Producción en Flujo Continuo” o Just in Time puede enunciarse así: “Hay que comprar o producir solo lo que hace falta y cuando hace falta”.

Reingeniería

La Reingeniería involucra un cambio radical no aparente en la forma de ejecutar los procesos. La Reingeniería no es la sustitución del personal por una complicada red de computadoras o una sola adquisición de maquinaria moderna y tecnología. Tampoco consiste únicamente en abatir inventarios, integrar una cadena de proveedores, vender una división y comprar otra o pasar a un nuevo negocio.

La Reingeniería, sin embargo, incluye todo lo anterior, siempre y cuando se cuente con un conocimiento pleno de las condiciones actuales de la compañía y hacia donde se quiere ir a través de cambios radicales en los procesos para alcanzar mejoras espectaculares. Se trata en pocas palabras, de hacer más con menos.

Entre las múltiples ventajas de la Reingeniería se pueden mencionar:

- Promover la actitud de sentirse más “dueño” del trabajo.
- Estimular la toma de decisiones en los niveles más bajos.
- Simplificar los procesos laborales.
- Dar mayor flexibilidad (los trabajadores pueden hacer más de una tarea).
- Fomentar la utilización de recursos.
- Incrementar el trabajo en equipo mediante el proceso.
- Reducir los costos.

Capítulo 2 NORMATIVIDAD APLICABLE

2.1 NORMA ISO 9000:2000

2.1.1 ¿Qué es ISO?

La Organización Internacional para la Normalización se origina a partir de la Federación Internacional de Asociaciones Nacionales de Normalización (1926-1939). En octubre de 1946, en Londres, representantes de veinticinco países deciden adoptar el nombre de International Organization for Standardization conocida como ISO por sus siglas y por la referencia a la palabra griega relativa a la igualdad.

ISO realiza su primera reunión en el mes de junio de 1947 en Zurich, Alemania, y se establece como sede para su funcionamiento la ciudad de Ginebra, Suiza. Su finalidad principal es la de promover el desarrollo de estándares internacionales y actividades relacionadas incluyendo la conformidad de los estatutos para facilitar el intercambio de bienes y servicios en todo el mundo.

ISO es una federación mundial integrada por organismos nacionales de normalización (organismos miembros de la ISO como el IMNC) representantes de cada país participante, en la actualidad existen 138 países miembros cuyos representantes se encuentran divididos en tres categorías: Miembros del Comité Ejecutivo, Miembros correspondientes y Miembros suscritos.

2.1.2 ¿Qué tipo de norma es la ISO 9001:2000?

ISO 9001:2000 es una norma de carácter internacional emitida por la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) cuya sede se encuentra en Ginebra, Suiza. El organismo que se encarga de adaptarlas para el caso de México es el Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de calidad (COTENNSISCAL) el cual revisa las normas y las adapta para que éstas se ajusten mejor a la tipología de las empresas de este país.

2.1.3. Evolución de las ISO 9000

En 1959, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos estableció un programa de administración de la calidad el cual fue llamado MIL-Q-9858. Cuatro años más tarde se revisó y nació la MIL-Q-9858A. En 1966 la Organización de Tratados del Atlántico Norte (OTAN) prácticamente adaptó esta última norma para elaborar la publicación referente al tema del Aseguramiento de la Calidad (Quality Assurance Publication); años más tarde, en el año 1970, el Ministerio de Defensa Británico adoptó esta publicación en su programa de Administración de la Estandarización para la defensa (DEF/STAN 05-8).

Con esta base, el Instituto Británico de la Estandarización (British Standard Institute, BSI) desarrolló en 1979 el primer sistema para la administración de la estandarización comercial conocido como el BS-5750.

Con este antecedente, ISO creó en 1987 la serie de normas ISO 9000 adoptando la mayor parte de los elementos de la norma británica BS-5750, en ese mismo año la norma fue adoptada por los Estados Unidos como la serie ANSI/ASQC-Q90 (American Society for Quality Control); la norma BS-5750 sufrió su primera revisión con el objetivo de que esta asimilara los cambios y mejoras planteados en la norma ISO 9000.

A partir de ese momento se empiezan a adoptar las normas ISO 9000 como estándar mundial con lo referente a la gestión de la calidad; hasta este entonces y debido a los cambios tecnológicos, cambios de mentalidad y a la globalización de los mercados se han realizado dos revisiones de esta norma que han generado dos nuevas versiones: la versión 1994 y la versión 2000 que reemplaza a las anteriores y es con la cual se trabaja actualmente.

2.1.4 La última versión del AÑO 2000

En esta nueva versión, las normas ISO 9001 y 9004 tienen mayor congruencia en sus estructuras y contenido, se fundamentan en los ocho principios de administración de la calidad, de alto nivel, definidos por el Comité Técnico, que reflejan las mejores prácticas de administración.

Estos ocho principios son:

Organización enfocada al cliente: Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

Liderazgo: Los líderes establecen unidad de propósito y dirección a la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en la consecución de los objetivos de la organización.

Participación del personal: El personal, con independencia del nivel de la organización en el se encuentre, es la esencia de una organización y su total implicación posibilita que sus capacidades sean usadas para el beneficio de la organización.

Enfoque basado en procesos: Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionados se gestionan como un proceso.

Enfoque del sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar un sistema de procesos interrelacionados para un objetivo dado, mejora la eficacia y eficiencia de una organización.

Mejora continua: La mejora continua debería ser un objetivo permanente de la organización.

Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones basada en hechos: Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y de la información.

Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y unas relaciones mutuamente beneficiosas intensifican la capacidad de ambos para crear valor.

Esta versión de la norma exige un mayor énfasis en el papel de la alta dirección, lo cual incluye su compromiso en el desarrollo y mejora del sistema de gestión de la calidad, la consideración de los requisitos reglamentarios, legales y del cliente y el establecimiento de objetivos medibles en todas las funciones y niveles relevantes de la organización.

La familia de normas ISO 9000 promueven la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora un sistema de gestión de la calidad (SGC). El enfoque basado en procesos está reflejado en la estructura de la Norma ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos, y también en la Norma ISO 9004:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño.

2.1.5 Justificación de su empleo

La calidad se ha visto como la capacidad para identificar las necesidades y expectativas de los clientes y demás partes interesadas para satisfacerlas, cumpliendo los requerimientos del producto o servicio ofrecido, esto adquiere cada vez más importancia en la gestión de las empresas de ahí que los gerentes reconozcan que se pueden obtener ventajas competitivas sustanciales mediante el desarrollo de sistemas de gestión de calidad.

La calidad se ha convertido en el mundo globalizado de hoy, en una necesidad ineludible para permanecer en el mercado. Por ello los sistemas de gestión de la calidad basados en las normas ISO 9000, que reflejan el consenso internacional en este tema, han cobrado una gran popularidad, y muchas organizaciones se han decidido a tomar el camino de documentarlo e implementarlo.

La documentación es el soporte del sistema de gestión de la calidad, pues en ella se plasman no sólo las formas de operar de la organización sino toda la información que permite el desarrollo de todos los procesos y proporcionan la información necesaria para la adecuada toma de decisiones.

Las norma ISO 9001:2000 trata sobre los requisitos de los sistemas de gestión de la calidad y, gestionar la

calidad, consiste en definir e implantar un conjunto de actividades orientadas a proporcionar a la alta dirección de la empresa la confianza de que se está consiguiendo la calidad prevista a un costo adecuado.

Es importante señalar que la norma no define exactamente el sistema de calidad a aplicar por las empresas, sino que se limita a describir los requisitos mínimos que debe cumplir dicho Sistema de Gestión de la Calidad.

Entre las ventajas o beneficios más evidentes de gestionar los procesos según el modelo de mejora continua planteado en las normas ISO-9001:2000 se pueden mencionar:

- Apertura de nuevas oportunidades de mercado.
- Generación de valor al optimizar procesos y hacerlos más eficientes.
- La certificación es un fuerte elemento de diferenciación frente a mercados potenciales.
- Mejora de la planificación general.
- Creación de un marco para gestionar adecuadamente los procesos.
- Definición de estrategias, políticas, objetivos y métodos de trabajo.
- Cumplimiento de las especificaciones.
- Reducción de los costos asociados a los productos no conformes.
- Supresión de costes inútiles debidos a procesos y actividades que no agregan valor al producto.
- Mejora de las comunicaciones internas y externas.
- Mayor facilidad en la realización de las actividades gracias a documentación de los procedimientos.
- Resolución de problemas más fácilmente y rápidamente.
- Mayor conciencia de la importancia de los clientes.
- Incorporación del cambio y la innovación en un sistema probado internacionalmente e intersectorialmente.

2.1.6 La estrategia para su empleo

Los sistemas de calidad basados en reglamentos y procedimientos estandarizados según normas internacionales de aceptación mundial representan, desde hace algunos años, la mejor opción para las empresas comprometidas de todos tipos y tamaños que se desenvuelven en diferentes industrias, a involucrar procedimientos adecuados y eficientes que reflejen un alto grado de calidad y mejora continua. A diferencia de muchos programas de mejora continua de la calidad, la implantación de estándares, como las normas ISO 9000, no caduca, sino que se renuevan en forma dinámica logrando mantener niveles máximos de calidad en forma permanente. La certificación ISO 9000, para una empresa determinada, no significa la eliminación total de fallas en sus procesos internos, pero ofrece métodos y procedimientos eficaces sistematizados para determinar las causas de los problemas para luego corregirlos y evitar que estos se repitan nuevamente.

1. **Calidad de los productos y servicios.** Deben de cumplir y superar las necesidades, gustos y expectativas del cliente.
2. **Costos.** Elaborar productos o brindar servicios con precios competitivos.
3. **Flexibilidad.** Reflejado en menores tiempos de entrega y mayor gama de productos. Como consecuencia, se logra mantener satisfechos a los clientes y por supuesto un mejor posicionamiento de mercado.

2.1.7 Razones para su implantación y resultados obtenidos a nivel mundial

Las razones para la implantación son lógicamente obtener las ventajas que se tienen al implantar el modelo ISO 9000 y que han sido resumidas como siguen:

- a) Lograr una mejor calidad de sus productos.
- b) Mejora en satisfacción de los clientes.
- c) Mejora en Control y Gestión.
- d) Ayuda a preservar clientes.
- e) Útil para incrementar cuotas de mercado.

- f) Sensible disminución de quejas.
- g) Trazabilidad más apropiada y efectiva de las quejas.
- h) Aumento de la productividad del trabajo.
- i) Disminución sensible de los costos.
- j) Mejor Control.

En el Cuadro siguiente, se muestra un enfoque cronológico de la evolución de la calidad y su gestión, desde su concepción inicial de inspección hasta los más actuales vinculados a la gestión de la calidad y la filosofía de la Calidad Total.

Evolución de la calidad y esencia de sus actividades

Década	Actividad	Esencia.
1920	Inspección de la Calidad.	Separación de las unidades buenas de las malas.
1950	Control de la Calidad.	Detección y prevención de los defectos en el proceso de fabricación.
1970	Aseguramiento de la Calidad.	Incorporación del Control de la Calidad en TODAS las actividades de la Organización.
1980	Gestión de la Calidad.	INTEGRAR los esfuerzos de TODOS hacia el logro de la calidad.
1990	Gestión Total de la Calidad.	Extensión del logro de la calidad a todas las actividades que realiza la Organización.

2.1.8 Calidad y conceptos asociados

El concepto de calidad viene del latín *Qualitas* y está asociado al atributo o cualidad que distingue a las personas, bienes o servicios.

Con el tiempo, como ya se ha referido anteriormente al abordar la evolución histórica de la calidad, el término de "calidad" ha venido evolucionando; anteriormente, la calidad era vista como aquella que el productor era capaz de darle al cliente, es decir, que el sentido del flujo estaba orientado en una sola dirección: productor→cliente.

Bajo este concepto la calidad se expresaba como "aquella que el productor es capaz de darle al cliente en conformidad con las especificaciones de su producto". Hoy en día, la calidad ya no queda expresada de esa manera, sino como aquella que se adecua a las necesidades de los consumidores, y se asocia con el uso y valor que da satisfacción a dichas necesidades. De hecho, existen autores que al hablar de calidad refieren:

"La calidad es el nivel de excelencia que la empresa ha escogido alcanzar para satisfacer a sus clientes clave".

Este enfoque de la calidad hace que existan diversos niveles de exigencia para cada producto y, por lo tanto, una calidad para cada necesidad.

No es esta la única definición aceptada y reportada en la literatura. Consecuentemente, son muchos los esfuerzos de algunos autores para definir el concepto de calidad desde su propia perspectiva. Sin embargo, todos concuerdan en que la calidad debe estar encaminada a la satisfacción plena y total del cliente. Es

imprescindible que la calidad esté en toda la empresa y no sólo en algunas áreas o funciones, debido a que se puede crear un desequilibrio en los sistemas de la empresa.

Por tal motivo, muchos términos de uso corriente se emplean en el campo de la calidad con un significado específico o más restringido respecto del conjunto de definiciones del diccionario, por razones como las siguientes:

- La adopción de una terminología de la calidad, por diferentes sectores comerciales e industriales, para satisfacer sus necesidades específicas percibidas;
- La introducción de una multiplicidad de términos por los profesionales de la calidad en los diferentes sectores industriales y económicos.

En lenguaje corriente el término calidad tiene muchas veces un significado diferente para personas diferentes. En este trabajo, el término calidad se define como **“Grado en el que el conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” (ISO 9000:2000).**

Existen diferentes acepciones de la palabra calidad. Estas diferentes acepciones dan lugar a muchas confusiones y malentendidos. Dos de estas acepciones recogidas en la Norma ISO 9000:2000, son: "conformidad con los requisitos" y "grado de excelencia". La "conformidad con los requisitos" lleva a las personas a argumentar que "la calidad cuesta menos", lo que es verdad en ciertos casos. Por el contrario "el grado de excelencia" implica que "la calidad cuesta más", lo que en ciertos casos es así. Con el fin de evitar cierta confusión en la acepción del término calidad, se puede usar el término grado para describir el nivel de excelencia. El término grado se emplea en sentido descriptivo de la excelencia técnica. El grado refleja una diferencia planificada o reconocida en los requisitos para la calidad. Si bien las diferentes categorías de grados no están necesariamente ubicadas en orden jerárquico unas respecto de otras, se pueden utilizar indicadores de grado con sentido de orden jerárquico para describir el sentido de la excelencia técnica. Un ejemplo de este uso es que cuesta más proveer y administrar un hotel cinco estrellas que una pensión.

Las necesidades habitualmente se traducen en características con criterios especificados, reconocidos como requisitos para la calidad. Las necesidades pueden incluir, por ejemplo, aspectos de desempeño, de facilidad de uso, de seguridad de funcionamiento (disponibilidad, confiabilidad, mantenimiento), de seguridad, de aspectos relativos al medio ambiente, de aspectos económicos y aspectos estéticos.

El término "calidad" no debería emplearse aisladamente para expresar un grado de excelencia en un sentido comparativo ni, en un sentido cuantitativo, para evaluaciones técnicas. Para expresar estos dos sentidos, se debería usar un adjetivo calificativo.

Por ejemplo, se pueden emplear los términos siguientes:

- a) "Calidad relativa" cuando las entidades se clasifican en función de su grado de excelencia o en forma comparativa, no confundir con grado.
- b) "Nivel de calidad" en un sentido cuantitativo (como el que se emplea en el muestreo para la aceptación) y "medida de la calidad" cuando se efectúan evaluaciones técnicas precisas.

La obtención de una calidad satisfactoria abarca todas las fases del ciclo de la calidad. Las contribuciones a la calidad de estas diferentes fases a veces son consideradas separadamente para distinguirlas; por ejemplo, la calidad debida a la definición de necesidades, la calidad debida al diseño del producto, la calidad debida a la conformidad, la calidad debida al respaldo al producto a lo largo de su ciclo de vida.

En algunos textos, la calidad está identificada por la frase "aptitud para el uso" o "aptitud para el empleo" o "satisfacción del cliente" o "conformidad con los requisitos". Estas nociones no representan sino ciertas facetas de la calidad, tal como se indica más arriba.

Capítulo 2

En la ISO 8204:1994, la calidad queda definida como “Totalidad de las características de una entidad que influyen en su capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas”.

En la última versión de la ISO 9000:2000, correspondiente al año 2000, la calidad queda definida como “Grado en el que el conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Cuando se hace referencia a calidad resulta imprescindible precisar los requisitos para la calidad, los cuales deben ser entendidos como la expresión de las necesidades o su traducción en un conjunto de especificaciones, establecidos en términos cuantitativos o cualitativos, para las características de una entidad, con el fin de permitir su realización y su examen.

Es esencial que los requisitos para la calidad reflejen completamente las necesidades establecidas e implícitas del cliente, lo cual debe precisarse en el contrato que regula las relaciones contractuales Cliente-Proveedor.

El término "requisitos" cubre los requisitos del mercado, los contractuales o los internos de una organización. Pueden ser desarrollados, detallados y actualizados en diferentes etapas de la planificación.

Los requisitos establecidos en términos cuantitativos para las características incluyen, por ejemplo, valores nominales, valores asignados, desviaciones límites y tolerancias.

Conviene expresar los requisitos para la calidad en términos funcionales y documentados.

Otro elemento importante a tener en cuenta al hablar de calidad a partir de la definición aquí adoptada está relacionada con los requisitos de la sociedad, entendiéndose como tal las obligaciones que resultan de leyes, reglamentos, reglas, códigos, estatutos y otras consideraciones.

La expresión "otras consideraciones" se refiere a la protección del medio ambiente, la salud, la seguridad, la seguridad de acceso, la conservación de la energía y de los recursos naturales.

Conviene que se tomen en cuenta todos los requisitos de la sociedad cuando se definen los requisitos para la calidad.

Los requisitos de la sociedad comprenden los requisitos jurídicos y reglamentarios y pueden variar de una jurisdicción a otra.

Las nuevas exigencias asociadas a la gestión de la calidad requieren cambios de mentalidad y cultura organizativa de las empresas, así como la adecuación de las estructuras y funcionamiento de las entidades.

La gestión de la calidad supone la garantía suficiente de que los servicios, obras y productos que se brindan cumplen las exigencias de calidad, previamente establecidas y acordadas con el Cliente, en el plazo convenido y con el menor costo de producción que ofrezca un precio atractivo al Cliente y la obtención de ganancias para la Empresa.

Por lo anteriormente expuesto, se hace más amplio el concepto de la calidad estableciéndose la gestión de la calidad de todas las actividades.

De tal manera, y teniendo en cuenta que en la actualidad todo lo relacionado a la calidad debe tener un enfoque integral definido como Gestión de la calidad se considera importante hacer referencia al concepto expresado por la ISO 9000:2000 y que es el siguiente: “actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad”; se basa en: planificación, control, aseguramiento, mejoramiento continuo de la actividad, quedando definido el Sistema de Gestión de la Calidad como “sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad”.

2.1.9 Gestión de Calidad.

En el Cuadro siguiente se presentan resumidamente algunas de las principales diferencias entre el control y la gestión de la calidad.

Diferencias fundamentales entre el control y la gestión de la calidad.

CONTROL DE LA CALIDAD	GESTION DE LA CALIDAD
Involucra sólo al servicio, obra o producto	Abarca todas las actividades de la empresa
Está separado de la producción o servicios	Forma parte de la producción o servicio
El protagonista es el jefe de control de calidad	El protagonista es el director de la empresa
Se dedica sólo a la producción	Se dedica a todas las actividades de la empresa
El control de la calidad no participa en las compras	Las compras son parte del sistema de la calidad
La relación con el cliente es indirecta	Se incorpora el cliente al sistema de la calidad
Se desarrolla en el área de control de calidad	Se desarrolla en todas las áreas de la entidad
Separa los productos defectuosos	Evita que se produzcan productos defectuosos
Los costos de calidad son debidos a evaluaciones, correcciones y fallas	Los costos de calidad son sólo debidos a la prevención

La gestión de la calidad comprende tanto el control de la calidad como el aseguramiento de la calidad, así como los conceptos suplementarios de política de la calidad, planificación de la calidad y mejoramiento de la calidad. La gestión de la calidad opera a todo lo largo del sistema de la calidad. Estos conceptos se pueden extender a todas las partes de una organización.

Conceptualmente, la gestión de la calidad es el conjunto de actividades de la función general de la dirección que determinan la política de la calidad, los objetivos y las responsabilidades y se lleva a cabo, tal como ya ha sido mencionado, por medios tales como la planificación de la calidad, la inspección, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad, en el marco del sistema de la calidad.

La gestión de la calidad es responsabilidad de todos los niveles de dirección, pero debe ser conducida por el más alto nivel de la dirección. Su implementación involucra a todos los miembros de la organización y toma en cuenta los aspectos económicos. Como signo distintivo debe garantizar la participación activa y consciente de todo el personal.

La política de la calidad está referida al conjunto de orientaciones y objetivos generales de la organización concernientes a la calidad, expresados formalmente por el más alto nivel de la dirección. Es un elemento de la política general y es aprobada por el más alto nivel de la dirección.

La planificación de la calidad está asociada a las actividades que establecen los objetivos y los requisitos para la calidad, así como los requisitos para la aplicación de los elementos del sistema de la calidad y abarca:

- a) La planificación del producto: identificación, clasificación y ponderación de las características relativas a la calidad, así como el establecimiento de los objetivos, de los requisitos para la calidad y de las restricciones.
- b) La planificación administrativa y operativa: preparación de la aplicación del sistema de la calidad, incluida la organización y la programación.
- c) La preparación de planes de la calidad y el establecimiento de disposiciones para el mejoramiento de la calidad.

2.1.10 Producto.

El término producto se utiliza ampliamente a lo largo de todo este trabajo. Es otro de los conceptos asociados a la calidad que ha evolucionado notoriamente en los últimos tiempos. Así, al referirnos a este término en el trabajo, se hará como el resultado de actividades o procesos y puede ser tangible (por ej: conjuntos o materiales procesados) o intangible (por ej.: conocimientos o conceptos) o una combinación de éstos.

En la definición actual de la ISO 9000:2000 se mantiene el concepto de que los productos se clasifican en cuatro categorías genéricas:

- materiales (hardware) (por ej.: piezas, componentes, montajes);
- soportes lógicos (software) (por ej.: programas de computación, procedimientos, informaciones, datos, registros);
- materiales procesados (por ej.: materias primas, líquidos, sólidos, gases, chapas, alambres);
- servicios (por ej.: seguros, bancos, transportes);

Se admite que los productos, generalmente son una combinación de estas cuatro categorías genéricas de productos.

Como quiera que sea el producto es el resultado de un proceso, es bueno precisar éste como el conjunto de recursos y actividades relacionadas entre sí que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Estos recursos pueden incluir el personal, las finanzas, las instalaciones, los equipos, las técnicas y los métodos.

La gestión total de la calidad aporta a estos conceptos una estrategia de gestión global a largo plazo, así como la participación de todos los miembros de la organización en beneficio de la organización misma, de sus miembros, de sus clientes y de la sociedad considerada en su conjunto. Por "todos sus miembros" se entiende el personal en todos los departamentos y a todos los niveles de la estructura de la organización.

Un compromiso fuerte y permanente del más alto nivel de la dirección y la educación y adiestramiento permanente de todos los miembros de la organización son indispensables para el éxito de esta forma de gestión.

En la gestión total de la calidad, el concepto de calidad se refiere al hecho de lograr todos los objetivos de la dirección.

Como ya se ha expresado, todas estas actividades vinculadas a la calidad tienen lugar en el marco de un sistema de la calidad. Este, incluye la estructura de la organización, los procedimientos, procesos y recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad. Conviene que el sistema de gestión de la calidad sea tan amplio como se necesite para lograr los objetivos relacionados con la calidad.

El sistema de gestión de la calidad de una organización está concebido esencialmente para satisfacer las necesidades empresariales internas de la misma. Va más allá de los requisitos de un cliente particular, el cual sólo evalúa la parte del sistema de la calidad que le concierne.

A los fines de una evaluación de la calidad contractual u obligatoria puede ser exigida la demostración de la implementación de elementos identificados del sistema de gestión de la calidad.

2.2 PLANEACIÓN AVANZADA DE LA CALIDAD (APQP)

¿Qué es APQP?

Es un proceso estructurado para definir las características importantes para la conformidad con requisitos reguladores y alcanzar la satisfacción de cliente. La APQP incluye los métodos y los controles (es decir, medidas, pruebas, riesgos, etc.) que serán utilizados en el diseño y la producción de un producto o de una familia específica de productos (es decir, piezas, materiales, etc.). La APQP incorpora los conceptos de la prevención del defecto y de la mejora continua en contraste con la detección del defecto.

Propósito

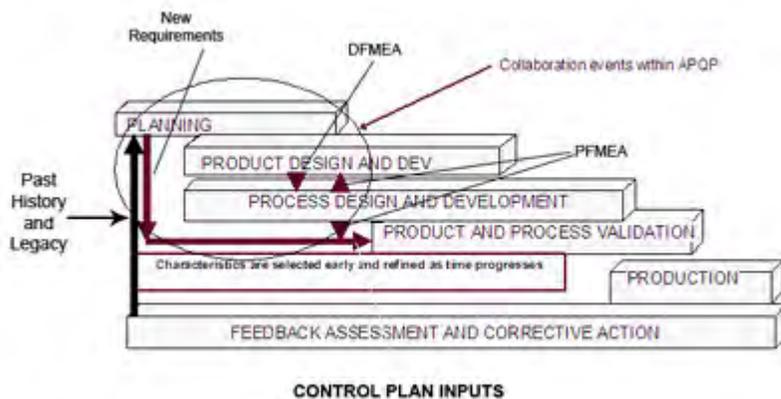
Su propósito es "producir un PLAN DE CONTROL que apoye el desarrollo de un producto o lo mantenga y que satisfaga a cliente."

Las características importantes son desarrolladas al inicio en el APQP. Las características inician desde los requerimientos del nuevo producto y con las fallas anteriores las cuales se convierten en partes/características durante la actividad de desarrollo del AMEF de Proceso. Estas características son la base para una completa evaluación del riesgo y la estrategia del Plan de Control.

La APQP requiere de disciplina y el uso de varias herramientas y técnicas que sean aplicadas correctamente y a tiempo a fin de lograr los beneficios del APQP.

La APQP es generalmente es aplicado en 5 fases concurrentes y de colaboración.

- 1) Planear y Definir
- 2) Diseño y Desarrollo del Producto
- 3) Diseño y Desarrollo del Proceso
- 4) Validación del Producto y Proceso
- 5) Retroalimentación y Mejora Continua



Estas cinco fases nunca terminan y son de hecho información analizada y riesgos técnicos que requieren planes para controlarlos.

Capítulo 2

Cada herramienta de la APQP es seleccionada de acuerdo a su aportación específica. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es un ejemplo típico de una herramienta utilizada en la APQP. Existen muchas más a seleccionar dependiendo de las circunstancias y condiciones donde la APQP se esté aplicando. Los resultados de estas herramientas proveen la base para las revisiones formales del diseño donde los Modos de Falla y planes de acción que evitan fallas potenciales pueden ser mejorados mediante una o varias de las siguientes preguntas:

- ¿Puede el producto/proceso estar en “a prueba de error”?
- ¿Puede el Producto o Proceso lograr un alto nivel de capacidad mediante el diseño de la tolerancia y/o una reducción en la variación del proceso?
- ¿Qué Controles deben ser desarrollados para asegurar que los defectos no lleguen al cliente?

Para efectos de este trabajo de tesis se considerarán sólo 2 herramientas de la APQP:

- *AMEF*
- *Plan de Control*

CAPITULO 3 CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO

3.1 GRÁFICAS DE CONTROL

3.1.1 Introducción

Uno de los axiomas verdaderos o evidentes de la fabricación es que nunca se producen dos objetos que sean exactamente iguales. La variación puede ser grande y evidente, o por el contrario mediante instrumentos de precisión se hará patente la diferencia.

Existen 3 clases de variaciones en la producción de las partes por pieza:

1. Variación en la pieza misma.
2. Variación de una pieza a la otra.
3. Variación de una hora a otra.

Las categorías de la variación de otros tipos de procesos, como los procesos químicos continuos, no son exactamente como las anteriores; sin embargo, el concepto será el mismo.

La variación es algo inherente a todo proceso, debido al efecto conjunto de equipo, materiales, entorno y operario. La primera causa de variación es el equipo. En ésta figuran el desgaste de la herramienta, la vibraciones de la máquina, el equipo de sujeción de trabajo y del posicionamiento de dispositivos, así como las fluctuaciones hidráulicas y eléctricas.

La segunda causa de variación es debido al material puesto que se producen variaciones en el producto terminado, también deben estar presentes en las materias primas.

Una tercera causa de variación es medio ambiente; la temperatura, la luz, la radiación, el tamaño de las partículas, la presión y la humedad contribuyen todas a las variaciones en el producto.

Una cuarta causa de variación es la mano de obra. En esta causa figura también el método que emplea el operario para realizar determinada operación; además el bienestar emocional y físico del operario contribuye a la variación.

Las 4 causas anteriores son las responsables de la auténtica variación. Se habla también de una variación vinculada a las tareas de inspección. Un mal equipo de inspección, o la inadecuada aplicación de una norma de calidad, o una excesiva presión ejercida en un micrómetro, todas pueden ser causas de un erróneo informe sobre la variación. En general.

Siempre que estas fuentes de variación fluctúan de manera natural o prevista, se producirá un patrón estable de diversas CAUSAS FORTUITAS (causas aleatorias) de la variación. No es posible eliminar las causas fortuitas de la variación. Debido a que son muchas, y cada una de ellas por separado reviste poca importancia, es difícil detectarlas o descubrirlas. Aquellas causas de la variación cuya magnitud es grande, gracias a lo cual se les puede identificar fácilmente, se les clasifica como causas ATRIBUIBLES, cuando en un proceso sólo están presentes causas fortuitas, se considera que el proceso se encuentra dentro del control estadístico. Es estable y predecible. Sin embargo, si se dan causas atribuibles de variación, ésta resultará excesiva y al proceso se le clasifica como fuera de control o que está más allá de la variación esperada.

3.1.2 Gráfica de control por variables

Para indicar cuando las variaciones de alguna característica de calidad no rebasan el límite de las causas fortuitas, se utiliza el método de análisis y presentación de datos conocido como gráfica de control por variables, que consiste en registrar la variación experimentada en un promedio de muestras de una característica en particular, la cual debe ser medible numéricamente.

Objetivos de las gráficas de control de variables

Las gráficas para el control de variables proporcionan la siguiente información:

1. Para definir la capacidad del proceso. la verdadera capacidad de un proceso se logra sólo después de alcanzar una profunda mejora de la calidad. durante el ciclo de mejoramiento de calidad, la gráfica de control indicará que ya no es posible mejorar más si no está dispuesto a hacer cambios radicales en tecnología y capacitación. es en este momento cuando se ha conseguido la verdadera capacidad del proceso.
2. Para adoptar decisiones relativas a las especificaciones del producto. una vez que se obtiene la verdadera capacidad del proceso, ya se pueden calcular las especificaciones efectivas correspondientes. si la capacidad del proceso es de ± 0.003 , es mejor esperar que el personal de operaciones tenga especificaciones de ± 0.004 .
3. Para adoptar decisiones relacionadas con el proceso de la producción. es decir, la gráfica de control sirve para saber si se trata de un patrón natural de variación (y por lo tanto no hay nada que hacerle al proceso) o si se trata de un patrón no natural en cuyo caso habrá que emprender acciones para detectar y eliminar las causas de la perturbación o motivos atribuibles. con relación a lo anterior, se considera que el desempeño del personal de operaciones es el adecuado si los puntos graficados quedan dentro de los límites de control. si el anterior desempeño no es satisfactorio la responsabilidad no es atribuible al operario, sino al sistema.
4. Para adoptar decisiones relativas a productos recién elaborados. en este caso la gráfica sirve como fuente informativa para poder decidir si un producto o productos pueden pasar ya a la siguiente fase de la secuencia o deberá adoptarse alguna medida alterna, por ejemplo, separar o reparar.

Limitaciones de las gráficas por variables.

Las gráficas de control por variables son excelentes para controlar la calidad y, adicionalmente, para mejorarla. Sin embargo, tienen limitaciones. Una de ellas, obviamente es que este tipo de gráfica no sirve en el caso de características de calidad que son atributos; por el contrario, una variable se puede cambiar a atributo simplemente definiendo si cumple o no cumple con determinadas especificaciones. Es decir, no conformidades como el que falten partes, un color equivocado, etc., no son medibles, por lo que no se puede utilizar una gráfica de control por variables.

Otra de las limitaciones se refiere al hecho de que son muchas las variables que están presentes en un proceso de producción. Por ejemplo, en una pequeña planta se tiene 1000 variables que son características de calidad. Dado que por cada características se necesita contar con una gráfica \bar{X} -R, se necesitarían en total 1000 gráficas. Es evidente que esto es muy costoso y poco práctico. Utilizando una gráfica de control por atributos se minimiza esta limitación, ya que es posible contar con información global sobre la calidad por un costo mucho menor.

3.1.3 Gráficas de control por atributos

El término atributo, aplicado al control de calidad, se refiere a todas aquellas características que cumplen con determinadas especificaciones o que no cumplen con ellas. Hay dos tipos de atributos:

Aquellos casos cuando no es posible hacer mediciones, por ejemplo cuando se efectúa una inspección visual: color, partes faltantes, rayaduras, daños, etc.

Aquellos casos en los que sí es posible hacer mediciones, pero no se realizan debido al tiempo, costo o necesidad implicados. Por ejemplo, si bien es posible medir el diámetro de un orificio utilizando un micrómetro de interiores, es más práctico utilizar un patrón que directamente indique si “pasa” o “no pasa”, y determinar si así se cumple con la especificación respectiva.

Para referirse a un atributo que no cumple con las especificaciones, se emplean diversos términos. La **no conformidad** indica que la característica que define la calidad se aleja del nivel o condición deseable, de magnitud suficiente como para que el producto no satisfaga un requisito demandado en la especificación. La definición de **defecto** o **defectuoso** es semejante a la anterior, excepto que tiene que ver con el cumplir deseable condiciones, o incluso razonables condiciones de uso previsibles. Se utiliza defecto cuando la evaluación que se realizará está en función del uso; el término no conformidad se emplea cuando se trata del incumplimiento de especificaciones.

Tipos de gráficas por atributos

Existen 2 grupos de gráficas de control por atributos. Una de ellas es para **unidades no conformes**. Se basa en la distribución binomial. Una gráfica de proporción, **p**, nos muestra la proporción de no conformidad de una muestra o de un subgrupo. La proporción se expresa como una fracción o como un porcentaje. De igual manera, se pueden construir gráficas para la proporción de conformidad, que también se expresan como una fracción o un porcentaje. Otro tipo de gráfica para este grupo es la **cantidad de no conformidades**, o gráfica **np** y en la que también se representa la cantidad de no conformidad.

Otro grupo de gráficas es la de **no conformidades**. Se basa en la distribución de Poisson. En una gráfica **c** se muestra el número de no conformidades presentes en determinada unidad que se inspecciona, por ejemplo, en un automóvil, en un trozo de tela o en un rollo de papel. Otro tipo de gráfica estrechamente relacionada es la gráfica **u**, que sirve para el número de no conformidades por unidad.

Los objetivos de gráficas de no conformidad (n, np) y gráficas de número de no conformidad (c, u) son los siguientes:

1. Calcular el nivel promedio de la calidad. Consiste en saber cual es el valor promedio en un punto de referencia básico. Esta información proporciona la capacidad del proceso en términos de atributos.
2. Llamar la atención del área que administra el proceso siempre que se produzca cualquier desviación respecto al promedio. Una vez definida la calidad promedio (proporción de no conformidad), cualquier cambio que se produzca, aumento o disminución, cobra significación.
3. Mejorar la calidad del producto. Sobre la base de lo anterior, la gráfica **p** motiva al personal de operación o administrativo a poner en ejecución ideas para mejorar la calidad. La gráfica indicará si la idea es adecuada o no.
4. Evaluar el desempeño de calidad del personal de operación y administrativo (las gráficas de número de no conformidades por lo general se puede utilizar en el caso de errores, son muy eficientes para la evaluación de la calidad en área de funciones como finanzas, ventas, servicio al cliente, etc.).
5. Sugerir posible aplicaciones de la gráficas \bar{X} -R, ya que son mucho más sensibles a las variaciones y, por lo tanto, son más útiles para diagnosticar posibles causas.
6. Definir el criterio de aceptación de un producto antes de enviarlo al cliente. Si se sabe cual es la proporción de no conformidad estará en condiciones de decidir si se surte un pedido o no.

3.1.4 ¿Cómo elegir una gráfica de control?

Bajo los criterios anteriores podemos elegir los gráficos de control que se describen en el tabla no.1. Su finalidad (objetivos) se explica en 3.1.2 y 3.1.3. Se debe elegir aquel que se adapte satisfactoriamente a la necesidad de control.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
A menor es mejor	Este criterio es adecuado cuando las características a controlar tienen un valor unilateral y lo que se desea es que su valor vaya al origen.
A promedio es mejor	Este criterio es adecuado cuando las características a controlar presentan valores bilaterales y la tendencia central es lo que deseamos.
A mayor es mejor	Este criterio es adecuado cuando las características a controlar tienen un valor unilateral y lo que se desea es que su valor vaya al infinito.

TABLA1

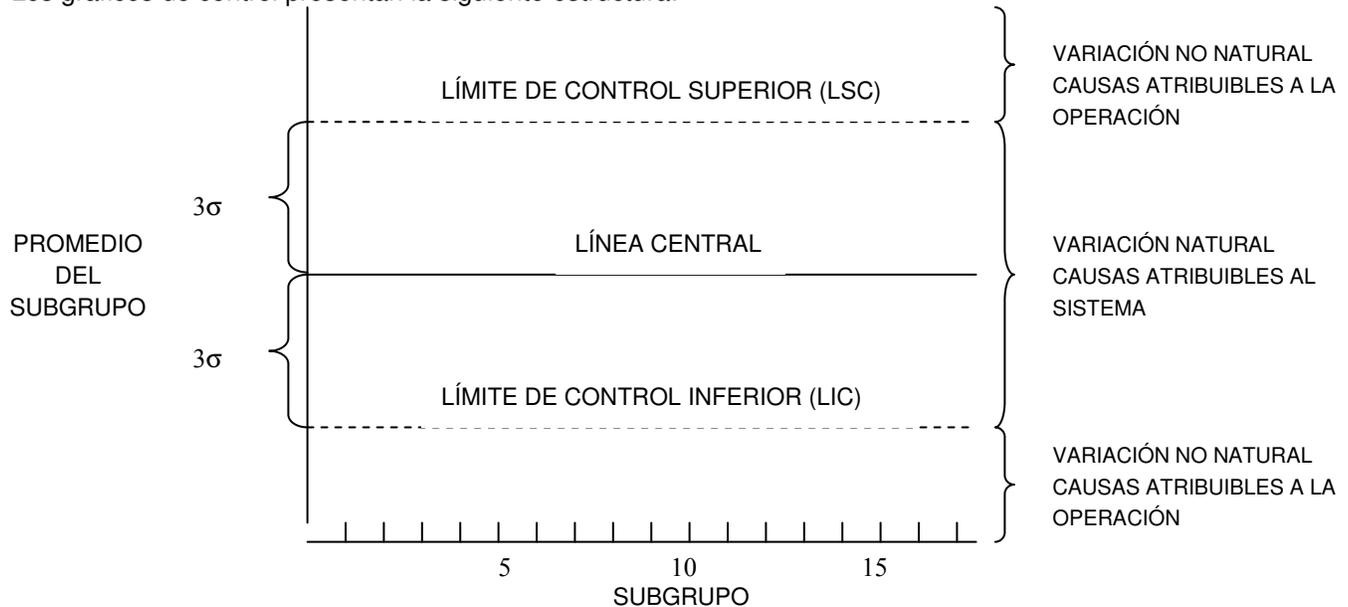
TIPO DE DATOS	PARÁMETROS REPRESENTADOS	USO CARACTERÍSTICO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	COMENTARIOS
VARIABLES					
\bar{x} y R/s	Media y recorrido (o desviación tipo) del subgrupo	Proceso con predominio de máquina	Un buen observatorio de las variaciones estadísticas de un proceso	Cálculos complejos; respuesta lenta; relación indirecta entre límites de control y tolerancia	Selección de tamaño de los subgrupos, frecuencia y cantidad de subgrupos utilizados para fijar y modificar cuidadosamente los límites de control
ATRIBUTOS					
p np u c	-Fracción no-conforme -Cantidad no-conforme -Disconformidades por unidad -Cantidad de disconformidades	Sólo disponibles datos por atributos o para orientar la calidad de una unidad compleja con más de una característica de interés	Normalmente, datos más fáciles de obtener que por variables. Cálculos más fáciles que en las gráficas de \bar{X}	Los datos por atributos no son tan útiles para los trabajos de análisis como los datos por variables	A medida que mejora la calidad, los subgrupos se hacen mayores. A la larga, las gráficas por atributos se hace obsoletas

3.2 ¿CÓMO CONSTRUIR GRÁFICAS DE CONTROL?

Existen 2 maneras:

- A través del software (SuperCEP, Minitab, etc.)
- De manera manual:

Los gráficos de control presentan la siguiente estructura:



Donde la línea central es la media de la característica graficada y se calcula genéricamente así:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

- Donde:
- \bar{X} = Promedio de la característica
 - X_i = Valor numérico de cada dato
 - n = Número de muestras o datos que conforman el promedio

Y los límites de control se definen normalmente a partir del ± 3 veces valor de la desviación estándar que se calcula genéricamente de la siguiente manera:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

- Donde:
- σ = Desviación estándar del universo
 - s = Desviación estándar de la muestra o subgrupo
 - X = Valor observado
 - \bar{X} = Promedio de los datos
 - n = Número de muestras o datos

El rango se define de la siguiente manera

$$R = X_{MAX} - X_{MIN}$$

Donde: R = Rango

X_{MAX} = Dato correspondiente con el valor numérico más alto

X_{MIN} = Dato correspondiente con el valor numérico más bajo

3.2.1 Gráficas por variables

Defina cual será la característica de calidad. La variable que se elija para las gráfica \bar{X} -R deberá ser una característica de calidad medible y expresable mediante números. Hay que otorgar la máxima prioridad a aquellas características que están causando problema en cuanto a producción y costo se refiere

Defina el subgrupo. El subgrupo es un conjunto de mediciones o muestras, obtenidas de la siguiente manera:

Método del instante. Se eligen artículos consecutivos de una misma máquina o partes de un lote que se acaba de producir

Método del intervalo de tiempo. Se eligen en determinado tiempo artículos elaborados en un lapso de tiempo. Por ejemplo, cada hora tomar 5 botellas de todas las producidas durante la hora anterior.

En el caso del método al instante, la variación encontrada dentro de un mismo subgrupo es mínima y máxima entre subgrupos. En el de intervalo, la variación dentro del subgrupo es máxima y entre subgrupos es mínima. Aunque no existe una regla que nos diga de que tamaño deben ser los subgrupos la siguiente tabla nos da una idea en que rangos podemos trabajar.

Tamaño del lote	Tamaño del subgrupo	Tamaño del lote	Tamaño del subgrupo	Tamaño del lote	Tamaño del subgrupo
91 – 150	10	401 – 500	25	3201 – 10000	75
151 – 280	15	501 - 1200	35	10001 – 35000	100
281 – 400	20	1201 – 3200	50	35000 - 15000	150

En caso de que el subgrupo sea de más de 10 elementos, para controlar la dispersión debe utilizarse la gráfica **s** en vez de la gráfica **R**.

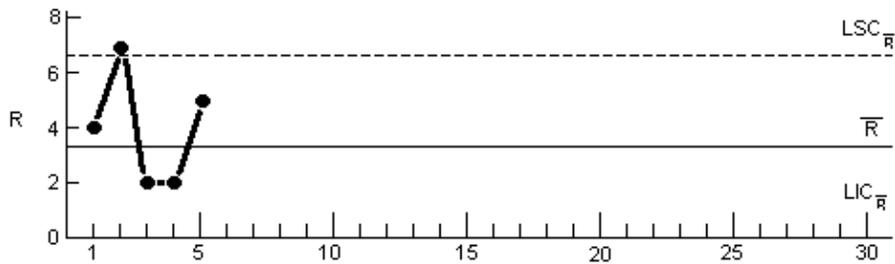
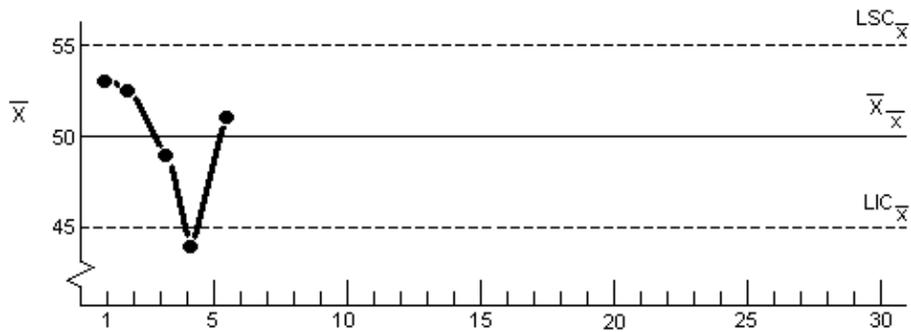
Reúna los datos necesarios

Realice los siguientes cálculos:

Se calcula el promedio de cada subgrupo y el rango, si se aplica una gráfica \bar{X} -s se calcula la desviación estándar de cada subgrupo. ver **punto 3.2**.

Calcule los límites de control aplicando las fórmulas del punto 3.2, según corresponda.

Elabore la gráfica (se sugiere el siguiente formato)



Hora	8:30	9:30	10:30	11:30	13:30							
Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	etc.
X1	55	51	48	45	53							
X2	52	52	49	43	50							
X3	51	57	50	45	48							
X4	53	50	49	43	50							
Suma	211	210	196	176	201							
\bar{X}	52.8	52.5	49	44	50.2							
R	4	7	2	2	5							

3.2.2 Gráficas por atributos

a) Gráfica *p*

Seleccione la característica de calidad. Esta gráfica puede servir para controlar el desempeño de un operario, de un departamento, de un turno, etc.

Calcule el tamaño del subgrupo. Debe ser como mínimo de 50, pero es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones, por ejemplo, si un lote tiene una proporción de no conformidad, *p*, de 0.001 y un tamaño de subgrupo, *n*, de 1000, entonces el número promedio de no conformidad, *np*, sería de 1 por subgrupo. En este caso no se puede obtener una buena gráfica. Si la proporción de un lote es 0.15 y el tamaño del subgrupo es 50, el número promedio de no conformidad sería 7.5, en cuyo caso se obtendría una buena gráfica. Se sugiere el uso de 25 subgrupos como mínimo.

Recopile los datos

Realice los siguientes cálculos para cada subgrupo:

$$p = np/n$$

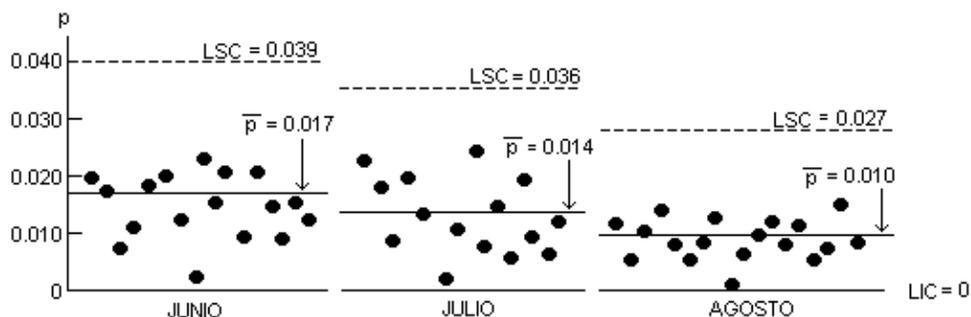
Número de subgrupo	Cantidad inspeccionada (tamaño de subgrupo) <i>n</i>	Cantidad de no conformidades <i>np</i>	Proporción de no conformidades <i>p</i>
1	300	12	0.040
2	300	3	0.010
etc.			

Calcule la línea central \bar{p} y los límites de control aplicando las fórmulas del punto 3 y 3, c), según corresponda

$$\bar{p} = \Sigma np / \Sigma n$$

n = Cantidad de elementos que forman un subgrupo

Elabore la gráfica (se sugiere el siguiente formato)



Logre el objetivo. En la figura anterior los datos de julio sirven para calcular la línea central y los límites de control del agosto. El patrón de variación de agosto indica que no se obtuvieron más mejoras. Sin embargo, de junio (0.017) a agosto (0.010) se obtuvo una mejora del 41%. Es decir, la gráfica de control permitirá saber si la implementación de una **idea** mejora la calidad, la reduce o no tiene ningún efecto sobre de ella.

b) Gráfica np

Esta gráfica es muy similar a la gráfica **p**, la diferencia estriba en que mientras la gráfica **p** utiliza la fracción (o porcentaje) de no conformidad en la gráfica **np** figura la cantidad de no conformidades

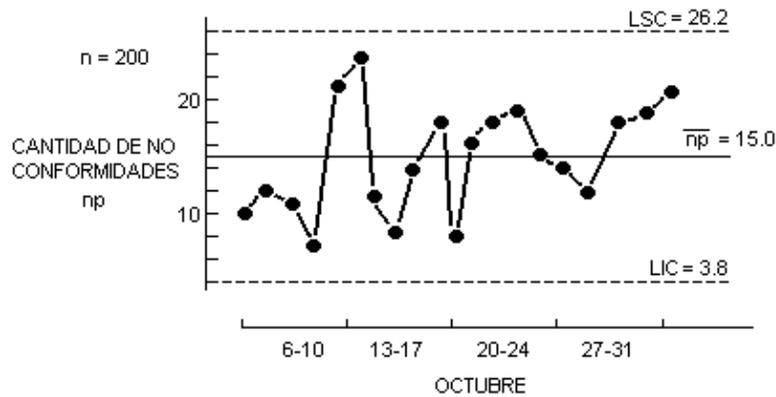
Calcule la línea central \bar{np} y los límites de control aplicando las fórmulas del punto 3, c) y 3, según corresponda

$$\bar{np} = \frac{\sum np}{K}$$

np = Cantidad de no conformidades

K = Número de subgrupos empleado en la gráfica

Elabore la gráfica (se sugiere el siguiente formato)



c) Gráfica c

Seleccione la característica de calidad. Al igual que la gráfica *p* esta gráfica puede servir para controlar el desempeño de un operario, de un departamento, de un turno, etc.

El tamaño del subgrupo debe ser la unidad inspeccionada. Por ejemplo un automóvil, una botella, un rollo de tela, etc.

Recopile los datos

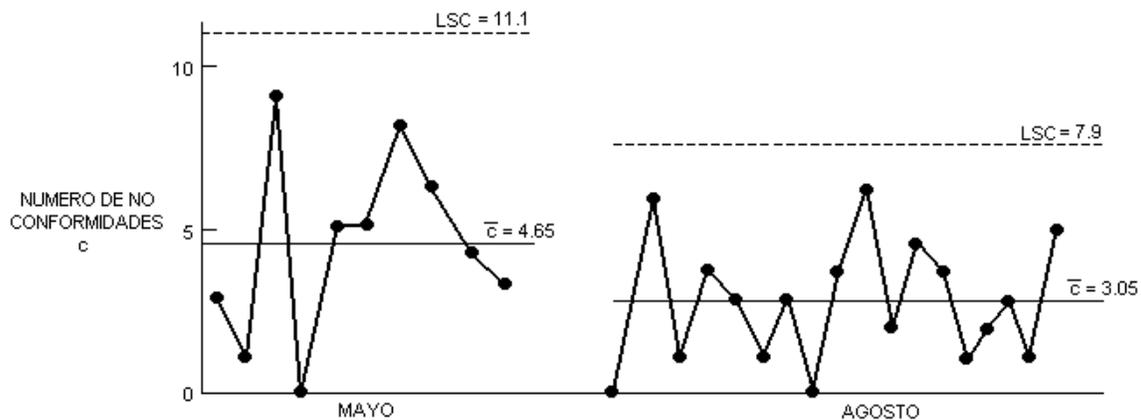
Número de identificación del rollo de tela	Cantidad de no conformidades <i>C</i>
TC15	12
TC16	7
etc.	

Calcule la línea central \bar{c} y los límites de control aplicando las fórmulas del punto 3 y 3, c), según corresponda

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{K}$$

c = Cantidad de no conformidades por unidad
K = Número de subgrupos empleado en la gráfica

Elabore la gráfica (se sugiere el siguiente formato)



Tipo de No Conformidad																										
Rayaduras	1		2		2		3			1							1	2	1		1				1	
Imperfecciones en pintura						1	2	1			1			3				1				1				
Abolladuras	1		2						2		1				1		1	2		5		1	2		2	
Rasguños	1	1	5		3	4	3	5	2	2	4	1	2		1	2	1	3	1		2					
TOTAL	3	1	9	0	5	5	8	6	4	3	0	6	1	4	3	1	3	0	4	7	2	5	4	1	2	3
Número de serie	305	310	321	354	373	409	441	469	485	487	129	150	178	185	209	230	260	283	303	321	347	359	407	471	485	493

Logre el objetivo

d) Gráfica u

Esta gráfica es muy similar a la gráfica c , la diferencia estriba en que mientras la c utiliza el número total de defectos por unidad de inspección es decir por botella, por rollo de tela (sólo los que fueron inspeccionados). La gráfica u indica el número de no conformidades promedio por unidad de producción (todos los que fueron producidos).

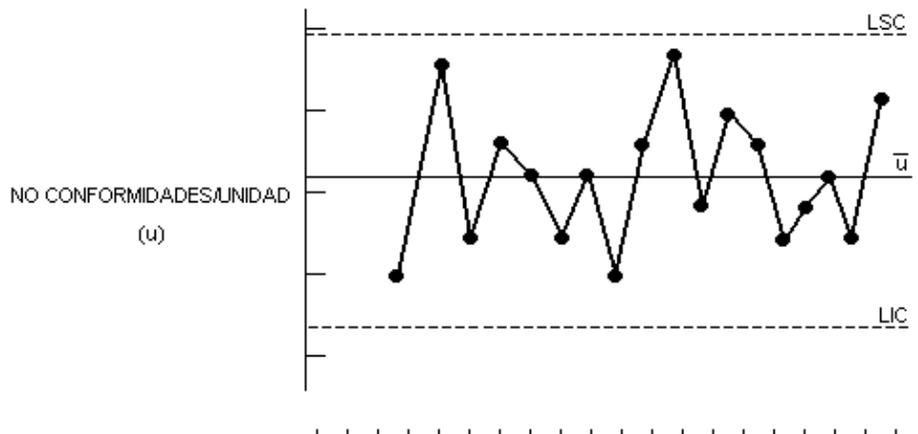
Calcule la línea central \bar{u} y los límites de control aplicando las fórmulas del punto 3 y 3, c), según corresponda

$$\bar{u} = \Sigma c / \Sigma n$$

c = Utiliza el número total de defectos por unidad de inspección

n = Cantidad de elementos que forman un subgrupo

Elabore la gráfica (se sugiere el siguiente formato)



3.3 FÓRMULAS PARA GRÁFICAS POR VARIABLES

TIPO DE CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL	TIPO DE GRÁFICO	No. DE FORMULA	LÍNEA CENTRAL	FÓRMULA PARA LOS LIMITES DE CONTROL
Límites de control históricos, provisionales o de estudio inicial. Cálculo exacto	$\bar{X} - R$	a1	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$
		a2	\bar{R}	$LC_R = \bar{R} \pm 3\sigma_R$
	$\bar{X} - S$	a3	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$
		a4	\bar{S}	$LC_S = \bar{S} \pm 3\sigma_S$
Límites de control históricos, provisionales o de estudio inicial. Cálculo con estimadores	$\bar{X} - R$	b1	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \bar{X} \pm A_2 \bar{R}$
		b2	\bar{R}	$LSC_R = D_4 \bar{R}$ $LIC_R = D_3 \bar{R}$
	$\bar{X} - S$	b3	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \bar{X} \pm A_1 \bar{S}$
		b4	\bar{S}	$LSC_S = B_4 \bar{S}$ $LIC_S = B_3 \bar{S}$
Límites de control dados, conocidos o estándares. Cálculo exacto	$\bar{X} - R$	c1	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \text{datos}$
		c2	R	$LC_R = d_2 \sqrt{n} (LSC - LIC) / 6 \pm 3\sigma_R$
	$\bar{X} - S$	c3	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \text{datos}$
		c4	S	$LC_S = c_2 \sqrt{n} (LSC - LIC) / 6 \pm 3\sigma_S$
Límites de control dados, conocidos o estándares. Cálculo con estimadores	$\bar{X} - R$	d1	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \text{datos}$
		d3	R	$LSC_R = D_4 d_2 \sqrt{n} (LSC - LIC) / 6$ $LIC_R = D_3 d_2 \sqrt{n} (LSC - LIC) / 6$
	$\bar{X} - S$	d2	\bar{X}	$LC_{\bar{X}} = \text{datos}$
		d4	S	$LSC_S = B_4 c_2 \sqrt{n} (LSC - LIC) / 6$ $LIC_S = B_3 c_2 \sqrt{n} (LSC - LIC) / 6$

Para llegar de a.1 a b.1		Para llegar de a.3 a b.3	
$\sigma_{\bar{X}} = \sigma' / \sqrt{n}$	$A_2 = 3 / d_2 \sqrt{n}$	$\sigma_{\bar{X}} = \sigma' / \sqrt{n}$	$A_1 = 3 / c_2 \sqrt{n}$
$\sigma' = \bar{R} / d_2$		$\sigma' = \bar{S} / c_2$	

Para llegar de a.2 a b.2 y b.6		Para llegar de a.4 a b.4	
$\sigma_R = d_3 \sigma'$	$D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2}$	$\sigma_S = B \sigma'$	$B_4 = 1 + 3 \frac{B}{c_2}$
$\sigma' = \bar{R} / d_2$	$D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$	$\sigma' = \bar{S} / c_2$	$B_3 = 1 - 3 \frac{B}{c_2}$

Para llegar de a.2 a c.2 y de b.2 a d.2		Para llegar de a.4 a c.4 y de b.4 a d.4	
$\bar{R} = d_2 \sigma'$	$\sigma' = \sigma_{\bar{X}} \sqrt{n}$ $\sigma_{\bar{X}} = (LSC - LIC) / 6$	$\bar{S} = c_2 \sigma'$	$\sigma_{\bar{X}} = (LSC - LIC) / 6$ $\sigma' = \sigma_{\bar{X}} \sqrt{n}$

3.3.1 Glosario

$\bar{X} - R$	Gráfica de Medias y Rangos
$\bar{X} - S$	Gráfica de Medias y Desviaciones Estándar
LC	Límites de Control
LSC	Límite Superior de Control
LIC	Límite Inferior de Control
n	Tamaño del subgrupo
\bar{X}	Media del subgrupo
$\bar{\bar{X}}$	Media de las medias de los subgrupos
R	Rango del subgrupo
\bar{R}	Media de los rangos de los subgrupos
S	Desviación estándar del subgrupo
\bar{S}	Media de las desviaciones estándar de los subgrupos
σ	Desviación estándar
σ'	Desviación estándar del universo
c_2	Estimador de la desviación estándar del universo con la media de las desviaciones estándar de los subgrupos
d_2	Estimador de la desviación estándar del universo con la media de los rangos de los subgrupos
d_3	Estimador de la desviación estándar del universo con la desviación estándar de los rangos de los subgrupos
B	Estimador de la desviación estándar del universo con la desviación estándar de las desviaciones estándar de los subgrupos
A_1	Facilitador de cálculo para gráficas de medias y desviaciones estándar
A_2	Facilitador de cálculo para gráficas de medias o puntos individuales y rangos
B_3	Facilitador de cálculo para gráficas de medias y desviaciones estándar
B_4	Facilitador de cálculo para gráficas de medias y desviaciones estándar
D_3	Facilitador de cálculo para gráficas de medias o puntos individuales y rangos
D_4	Facilitador de cálculo para gráficas de medias o puntos individuales y rangos

3.3.2 TABLA DE ESTIMADORES Y FACILITADORES

n	c2	d2	d3	A1	A2	B	B3	B4	D3	D4
2	0.5642	1.1280	0.8533	3.7599	1.8806	0.4262	0.0000	3.2664	0.0000	3.2670
3	0.7236	1.6930	0.8869	2.3937	1.0231	0.3782	0.0000	2.5682	0.0000	2.5740
4	0.7979	2.0590	0.8813	1.8799	0.7285	0.3367	0.0000	2.2659	0.0000	2.2820
5	0.8407	2.3260	0.8644	1.5959	0.5768	0.3053	0.0000	2.0895	0.0000	2.1140
6	0.8686	2.5340	0.8472	1.4100	0.4833	0.2808	0.0300	1.9700	0.0000	2.0040
7	0.8882	2.7040	0.8325	1.2766	0.4193	0.2612	0.1176	1.8824	0.0760	1.9240
8	0.9027	2.8470	0.8199	1.1750	0.3726	0.2452	0.1850	1.8150	0.1360	1.8640
9	0.9139	2.9700	0.8084	1.0942	0.3367	0.2317	0.2395	1.7605	0.1840	1.8160
10	0.9227	3.0780	0.7976	1.0282	0.3082	0.2205	0.2830	1.7170	0.2230	1.7770
11	0.9300	3.1730	0.7872	0.9726	0.2851	0.2102	0.3219	1.6781	0.2560	1.7440
12	0.9359	3.2580	0.7777	0.9253	0.2658	0.2019	0.3529	1.6471	0.2830	1.7170
13	0.9410	3.3360	0.7692	0.8842	0.2494	0.1939	0.3818	1.6182	0.3070	1.6930
14	0.9453	3.4070	0.7617	0.8482	0.2353	0.1870	0.4064	1.5936	0.3280	1.6720
15	0.9490	3.4720	0.7552	0.8162	0.2231	0.1809	0.4281	1.5719	0.3470	1.6530
16	0.9523	3.5320	0.7491	0.7876	0.2123	0.1750	0.4487	1.5513	0.3630	1.6370
17	0.9551	3.5880	0.7434	0.7618	0.2028	0.1702	0.4655	1.5345	0.3780	1.6220
18	0.9576	3.6400	0.7378	0.7384	0.1943	0.1657	0.4810	1.5190	0.3910	1.6080
19	0.9599	3.6890	0.7325	0.7170	0.1866	0.1611	0.4964	1.5036	0.4030	1.5970
20	0.9619	3.7350	0.7278	0.6974	0.1796	0.1573	0.5094	1.4906	0.4150	1.5850
21	0.9638	3.7780	0.7236	0.6792	0.1733	0.1532	0.5231	1.4769	0.4254	1.5746
22	0.9655	3.8190	0.7196	0.6625	0.1675	0.1495	0.5354	1.4646	0.4347	1.5653
23	0.9670	3.8580	0.7152	0.6469	0.1621	0.1464	0.5458	1.4542	0.4438	1.5562
24	0.9684	3.8950	0.7102	0.6324	0.1572	0.1433	0.5561	1.4439	0.4530	1.5470
25	0.9696	3.9310	0.7074	0.6188	0.1526	0.1410	0.5638	1.4362	0.4602	1.5398
30	0.9747	4.0855	0.7040	0.5619	0.1341	0.1287	0.6039	1.3961	0.4830	1.5170
35	0.9784	4.2134	0.7000	0.5183	0.1204	0.1193	0.6342	1.3658	0.5016	1.4984
40	0.9812	4.3220	0.6970	0.4835	0.1098	0.1111	0.6604	1.3396	0.5162	1.4838
45	0.9831	4.4151	0.6951	0.4549	0.1013	0.1059	0.6767	1.3233	0.5277	1.4723
50	0.9849	4.4982	0.6939	0.4308	0.0943	0.1000	0.6953	1.3047	0.5372	1.4628
55	0.9900	4.5720	0.6930	0.4086	0.0885	0.0415	0.8744	1.1256	0.5453	1.4547
60	0.9900	4.6220	0.6914	0.3912	0.0838	0.0569	0.8277	1.1723	0.5512	1.4488
65	0.9900	4.6720	0.6881	0.3759	0.0796	0.0672	0.7964	1.2036	0.5582	1.4418
70	0.9900	4.7220	0.6815	0.3622	0.0759	0.0749	0.7729	1.2271	0.5670	1.4330
75	0.9900	4.7720	0.6702	0.3499	0.0726	0.0810	0.7544	1.2456	0.5787	1.4213
80	0.9900	4.8220	0.6521	0.3388	0.0696	0.0860	0.7393	1.2607	0.5943	1.4057
85	0.9900	4.8720	0.6249	0.3287	0.0668	0.0902	0.7267	1.2733	0.6152	1.3848
90	0.9900	4.9220	0.5864	0.3194	0.0642	0.0937	0.7159	1.2841	0.6426	1.3574
95	0.9900	4.9720	0.5335	0.3109	0.0619	0.0968	0.7066	1.2934	0.6781	1.3219
100	0.9900	5.0220	0.4635	0.3030	0.0597	0.0995	0.6985	1.3015	0.7231	1.2769

3.4 FÓRMULAS PARA GRÁFICOS POR ATRIBUTOS

TIPO DE CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL	TIPO DE GRÁFICO	No. DE FORMULA	LÍNEA CENTRAL	FÓRMULA PARA LOS LIMITES DE CONTROL
Límites de control históricos, provisionales o de estudio inicial. Cálculo exacto	c	a1	\bar{c}	$LC_c = \bar{c} \pm 3\sigma_c$
	p	a2	\bar{p}	$LC_p = \bar{p} \pm 3\sigma_p$
	np	a3	\bar{np}	$LC_{np} = \bar{np} \pm 3\sigma_{np}$
	u	a4	\bar{u}	$LC_u = \bar{u} \pm 3\sigma_u$
Límites de control históricos, provisionales o de estudio inicial. Cálculo exacto	c	b1	\bar{c}	$LC_c = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
	p	b2	\bar{p}	$LC_p = \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$
	np	b3	\bar{np}	$LC_{np} = \bar{np} \pm 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$
	u	b4	\bar{u}	$LC_u = \bar{u} \pm 3\sqrt{\bar{u}/n}$
Límites De Control Dados, Conocidos O Estándares	c	c1	c	$LC_c = \text{datos}$
	p	c2	p	$LC_p = \text{datos}$
	np	c3	np	$LC_{np} = \text{datos}$
	u	c4	u	$LC_u = \text{datos}$

DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS CON ESTIMADORES

Para llegar de a.1 a b.1	$\sigma_c = \sqrt{\bar{c}}$	Para llegar de a.2 a b.2	$\sigma_p = \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$
Para llegar de a.3 a b.3	$\sigma_{np} = \sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$	Para llegar de a.4 a b.4	$\sigma_u = \sqrt{\bar{u}/n}$

3.4.1 Glosario

n	Tamaño de la muestra	\bar{np}	Promedio de defectuosos
c	Número de no conformidades o defectos	u	No conformidades o defectos por unidad
\bar{c}	Promedio de defectos	\bar{u}	Promedio defectos por unidad
p	Fracción no conforme o defectuosa	LC	Límites de Control
\bar{p}	Promedio de no conforme fracción defectuosa	σ	Desviación estándar
np	Número de no conformes o defectuosos		

3.5 ¿CÓMO INTERPRETAR LOS GRÁFICOS DE CONTROL?

3.5.1 Estado de control

Un proceso está bajo control

Una vez eliminadas las causas atribuibles del proceso, al grado de que los puntos graficados en la gráfica de control permanecen dentro de los límites de control se dice que el proceso está en estado de control. Ya no puede alcanzar mayor grado de uniformidad en el proceso existente. Sin embargo se puede lograr mayor uniformidad mediante una modificación del proceso básico a través de ideas para el mejoramiento de la calidad.

Cuando un proceso está bajo control, se produce un patrón natural de variación, ilustrado en la figura no. 1. En este patrón natural de variación del 34% de los puntos graficados están dentro de una banda imaginaria del ancho de 1 desviación estándar a ambos lados de la línea central; aproximadamente 13.5% de los puntos graficados están dentro de una banda imaginaria situada entre 1 y 2 desviaciones estándar a ambos lados de la línea central; aproximadamente 2.5% de los puntos graficados están dentro de una banda imaginaria situada entre 2 y 3 desviaciones estándar a ambos lados de la línea central. Los puntos se ubican hacia atrás y hacia delante, atraviesan la línea central de manera aleatoria, sin puntos que rebasen los límites de control. El punto natural de los puntos o valores promedio del subgrupo forma su propia distribución de frecuencia. Si todos los puntos se concentraran en uno de los extremos formarían una curva normal (ver figura no. 2).

Por lo general los límites de control se definen a 3 desviaciones estándar a partir de la línea central. Sirven para evaluar sin existen pruebas de una falta de control. El escoger los límites 3σ es por motivos económicos, con relación a 2 tipos de errores que se pueden producir: tipo I, se produce cuando los esfuerzos se concentran en buscar una causa atribuible de la variación, cuando en realidad lo que existe es una causa aleatoria. Si los límites se fijan a 3 desviaciones estándar, se producirá un error el 0.27% de las veces (3 en 1000). En otras palabras, si un punto queda fuera de los límites de control, se supondrá que es debido a una causa atribuible, incluso si se debe a una causa fortuita en 0.27% de las veces. El otro tipo de error, denominado tipo II, se produce al suponer que una causa fortuita de variación es la responsable, cuando en realidad la que la produce es una causa asignable. En otras palabras, cuando un punto se encuentra dentro los límites de control, se supone que se debe a una causa fortuita si bien puede deberse a una causa atribuible.

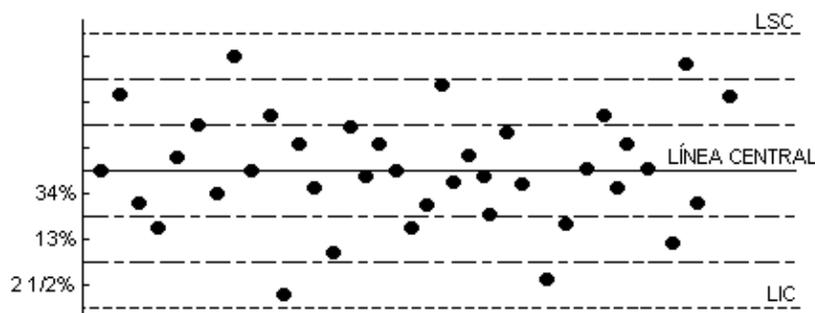
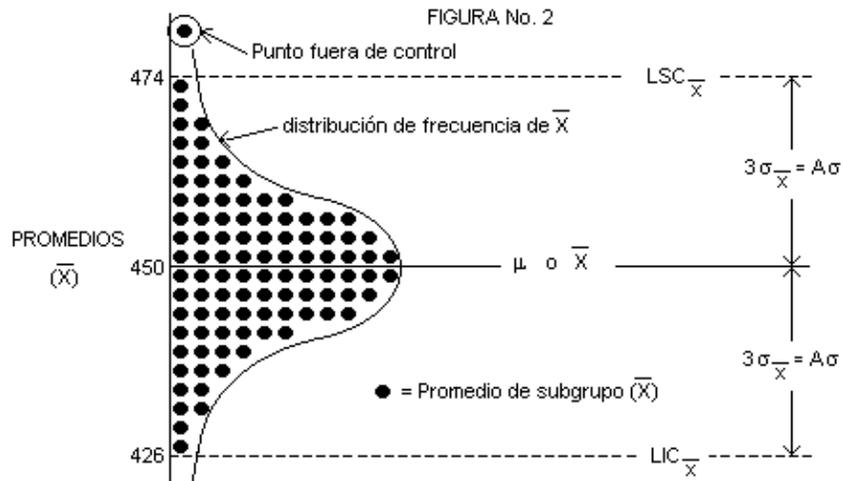


FIGURA No. 1

Si un proceso está bajo control, sólo estarán presentes las causas aleatorias de la variación. Las pequeñas variaciones que siempre están presentes en el desempeño de máquinas y operarios y las características de los materiales se deberán considerar como parte de los procesos estables.

Si un proceso está bajo control, hay ciertas ventajas prácticas que acrecentarán el interés por parte del productor y el consumidor.



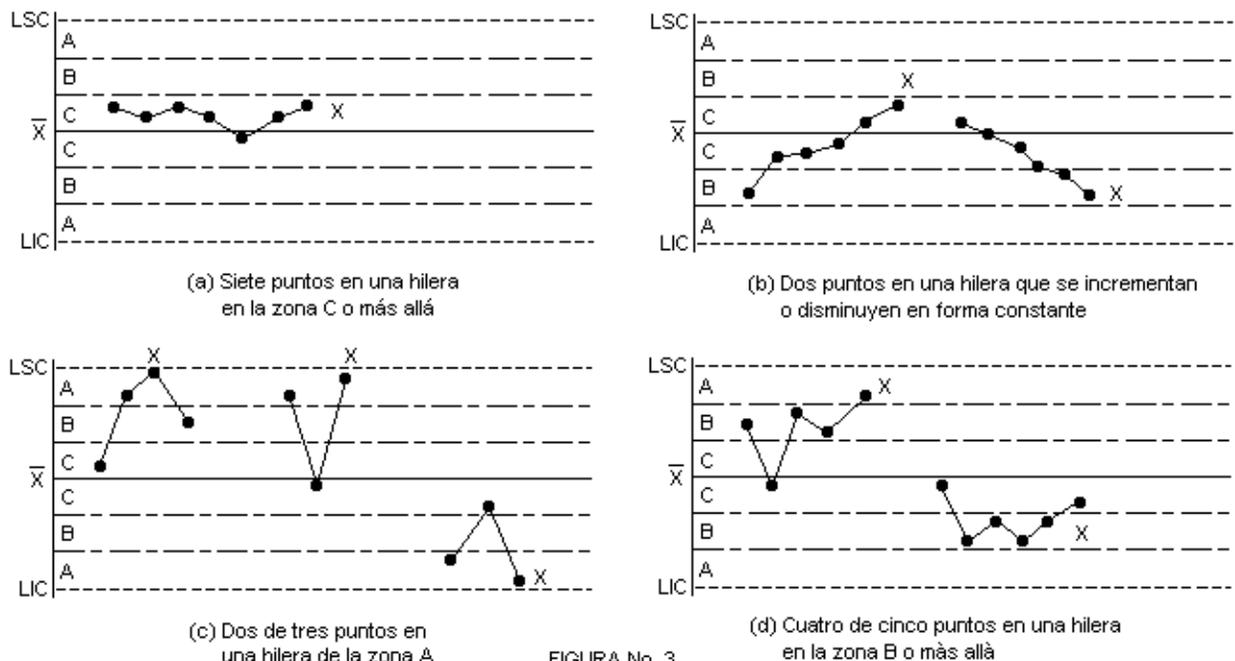
1. Cada una de las unidades del producto serán más uniformes; o dicho de otra forma, habrá menos variación.
2. Dado que el producto es más uniforme, se necesitan menos muestras para evaluar la calidad. Gracias a esto es posible disminuir al mínimo el costo por inspección. Esta ventaja es muy importante cuando no es determinante el cumplimiento en un 100% de las especificaciones.
3. La capacidad o alcance del proceso se alcanza fácilmente a partir de 6σ . Al contar con un conocimiento de la capacidad del proceso es posible adoptar diversas decisiones confiables relativas a las especificaciones, como por ejemplo:
 - a) Decidir cuales deberán ser las especificaciones del producto.
 - b) Decidir qué tanto retrabajo o desecho se aceptará, cuando la tolerancia es insuficiente, y
 - c) Decidir si se producirá un producto muy apegado a las especificaciones y permitir el intercambio de componentes, o producir un producto con más tolerancia en especificaciones y ser muy estrictos en el reemplazo de componentes.
4. El porcentaje de producto comprendido dentro de un determinado par de valores se puede predecir también con el más alto grado de seguridad. Por ejemplo, esta ventaja puede ser muy importante durante el ajuste de las máquinas rellenas para obtener un distinto porcentaje de elementos que estén debajo, entre o por encima de determinados valores.
5. Permite al consumidor el uso de los datos del productor y, con ello, someter a prueba sólo unos cuantos subgrupos para así verificar los valores informados por el producto. Las gráficas \bar{X} -R sirven de evidencia estadística en el control de procesos.
6. El desempeño del operario es el adecuado desde el punto de vista de la calidad. Para mejorar más aún el proceso es necesario cambiar los factores de entrada: materiales, equipo, entorno y operarios. Estos cambios indican la directa participación del área administrativa.
7. Si sólo existen causas de variación fortuitas, el proceso es estable y predecible permanentemente, sabemos que las variaciones que se produzcan en el futuro, tal como la de la figura de puntos será la misma a menos que se introduzca un cambio en el proceso debido a una causa atribuible.

3.5.2 Cuando el proceso está fuera de control

El término fuera de control se utiliza como un cambio en el proceso debido a una causa atribuible.

Cuando un punto (valor del subgrupo) cae fuera de sus límites de control. Significa que existe una causa de variación atribuible. Otra forma de ver el punto fuera que está fuera de control es considerar que el valor del subgrupo proviene de otra población distinta de la cual se obtuvieron los límites de control. En la figura no. 2, se muestra una distribución de la frecuencia de los puntos graficados que se concentran en uno de los extremos y forman una curva normal de promedios. Los datos se obtuvieron de una cantidad considerable de subgrupos, y por lo tanto, representan la media de población, $\mu = 450$ G, y la desviación estándar de los promedios, $\sigma_{\bar{x}} = 8$ g. El punto que está fuera de control tiene un valor de 483 g. Este punto está tan lejos de los límites 3σ (99.73%) que no se le puede considerar sino proveniente de otra población. Con otras palabras, el proceso que produjo el promedio del subgrupo 483 g es un proceso distinto al proceso estable del que se obtuvieron los límites de control de 3σ . Es decir, el proceso ha cambiado; debe existir alguna causa de variación atribuible.

El comportamiento no natural, inestable de la variación, impide predecir las variaciones futuras. Es necesario determinar las causas atribuibles y corregirlas si es que se desea que continúe un proceso natural, estable.



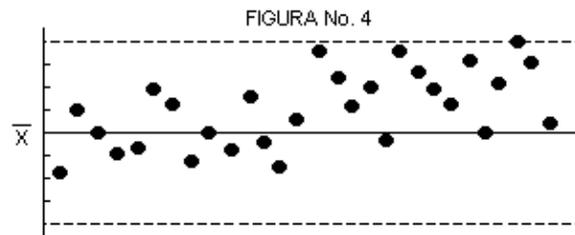
También se considera que el proceso está fuera de control si los puntos están fuera de los 3σ . Esto sucede cuando se presentan en el proceso accesos no naturales de variación. Primero hay que dividir la gráfica de control en 6 bandas de desviación estándar iguales, igual que en la figura no. 1. Para identificarlas, las bandas se denominan zonas a, b y c, como se muestra en la figura no. 3.

No es natural que 7 ó más puntos consecutivos estén por arriba o por abajo del eje de la línea central, como se muestra en la figura no 3,a). Asimismo, cuando 10 de 11 puntos ó 12 de 14 puntos etc., se encuentran a un lado de la línea central, existe una condición no natural. Otra situación no natural existe en el caso "b)" pues 6 puntos seguidos aumentan o disminuyen continuamente. En el caso de la figura no 3,c), 2 de 3 puntos seguidos están en la zona a y en "d)" 4 de 5 puntos seguidos están en la zona b y después de esta. Hay muchas posibilidades estadísticas en el caso de los 4 puntos comunes que se muestran en la figura. En realidad, cualquier divergencia del patrón natural que se muestra en la figura no. 1 sería innatural y deberá considerarse como una condición que está fuera de control.

3.5.3 Análisis de una condición fuera de control

Si un proceso está fuera de control, deberá determinarse la causa responsable de tal condición. La labor de detección necesaria para localizar la causa de la condición fuera de control se simplifica si se conocen los tipos de patrones fuera de control y sus causas atribuibles. Entre los tipos de fuera de control de los patrones \bar{X} -R figuran:

a) Cambio o salto de nivel. Este tipo se refiere a un cambio repentino de nivel de la gráfica \bar{X} o en la gráfica R, o en ambas, ver figura no. 4, en el caso de una gráfica \bar{X} , el cambio en el promedio del proceso posiblemente se deba a:



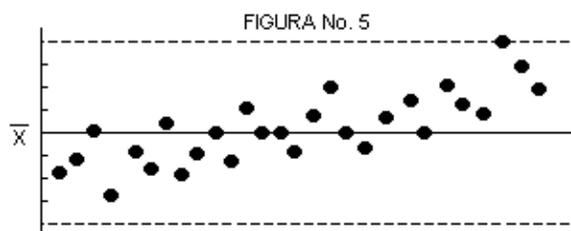
- Una modificación intencional o no intencional de la configuración del proceso
- Un operario nuevo o sin experiencia
- Una materia prima distinta
- Una pequeña avería en una pieza de una máquina

Algunas de las causas responsables de un cambio repentino en el alcance del proceso o la variabilidad, tal como se muestra en la gráfica R, son:

- Falta de experiencia del operario
- Repentino aumento en el juego de la transmisión
- Mayor variación en el material de entrada

Los cambios repentinos de nivel se pueden producir en las gráficas \bar{X} -R. Esta situación es muy común durante el inicio de la actividad de la gráfica de control, antes que se alcance un estado de control. Es posible que sean varias las causas atribuibles, o puede tratarse de una causa que afecte ambas gráficas, como es el caso de un operario sin experiencia.

b) Tendencia o cambio permanente de nivel. Los cambios permanentes de nivel en la gráfica de control es un fenómeno muy común en la industria. En la figura no. 5 se ilustra la tendencia o cambio permanente que se presenta en sentido ascendente; la tendencia se podría haber ejemplificado también en sentido descendente. Algunas causas en los cambios progresivos en una gráfica \bar{X} son:



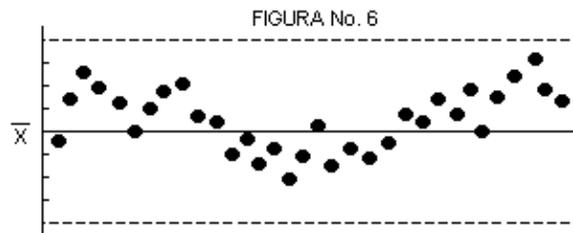
- Desgaste de herramientas
- Deterioro gradual del equipo
- Cambio gradual de la temperatura o de la humedad
- Alteración de la viscosidad, en el caso de procesos químicos
- Acumulación de virutas o basura en los dispositivos para sujeción

Un cambio constante de nivel o una tendencia a éste en el caso de la gráfica R no se produce con tanta frecuencia como en el caso de la gráfica \bar{X} . Sin embargo, hay veces que si se presenta y sus posibles causas son:

- Una mejora en las habilidades del trabajador (tendencia descendente)
- Una disminución en la habilidad del trabajador debido a la fatiga, aburrimiento, falta de atención, etc. (tendencia ascendente)
- Un gradual mejoramiento de la homogeneidad de la materia prima del proceso

c) Ciclos recurrentes. Cuando los puntos de las gráficas \bar{X} o R muestran una onda o una periodicidad en la presentación de puntos altos y bajos, se dice que existe un ciclo, ver figura no. 6. En el caso de la gráfica \bar{X} , algunas de las causas de los ciclos recurrentes son:

- Efectos de las estaciones climáticas en la materia prima
- Efectos recurrentes de la temperatura y humedad a lo largo del día
- Todo suceso químico, mecánico o psicológico que se produzca diaria o semanalmente
- Rotación periódica de operarios

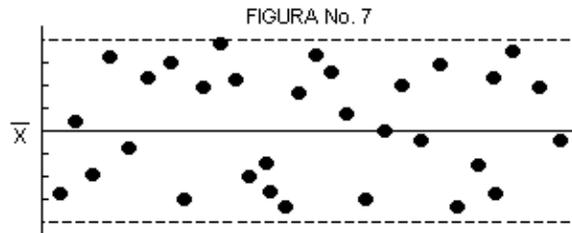


Los ciclos periódicos en las gráficas R no son tan comunes como en la gráfica \bar{X} . Algunos de los que afectan la gráfica se deben a:

- Fatiga en el operador y los efectos de las pausas laborables
- Los ciclos de lubricación

El patrón fuera de control de un ciclo recurrente a veces permanece sin reportarse debido al ciclo de inspección. Es decir, al patrón cíclico de una variación que se produce aproximadamente cada 2 horas podría coincidir con la frecuencia de inspección; en consecuencia, sólo los puntos bajos del ciclo son los que se reportan y no hay prueba de que exista un suceso cíclico.

d) Dos poblaciones (también denominado mezcla). Cuando son muchos los puntos que están cerca o fuera de los límites de control, existe una situación en donde hay 2 poblaciones como se ilustra en la figura no. 7. En el caso de la gráfica \bar{X} , las causas pueden ser:



- Grandes diferencias en la calidad de la materia prima
- 2 ó más máquinas en la misma gráfica
- Grandes diferencia en el equipo o método de prueba

Algunas de las causas en el caso de la gráfica R son:

- Los materiales provienen de proveedores distintos
- La gráfica está siendo usada por varios trabajadores

e) Errores. Algunas de las causas de los patrones fuera de control provocados por errores son:

- Equipo de medición descalibrado
- Errores cometidos al hacer cálculos
- Errores cometido al usar el equipo
- Toma de muestras de poblaciones distintas

Muchos de los patrones fuera de control explicados también se les puede atribuir a errores o fallas de inspección.

Todas las causas mencionadas para los diversos tipos de patrones fuera de control son sólo posibilidades, y de ninguna manera comprenden todos los casos posibles. Estas causas aportan al personal de producción y de calidad ideas para la solución de problemas. Sirven como punto de inicio para la elaboración de una lista de verificación para determinar una causa atribuible, aplicable a su ámbito de fabricación en particular. Si se presentan patrones fuera de control inferior de la gráfica R, la explicación es que se trata de un desempeño excepcionalmente bueno. Deberá hallarse la causa para asegurar que este desempeño sea permanente.

En la explicación anterior se ha utilizado la gráfica R como medida de dispersión. La información relativa a patrones y causas pertenecen también a la gráfica s y a las gráficas por atributos.

3.6 ¿CÓMO CALCULAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO?

3.61 Habilidad del proceso

Al planear los aspectos de calidad del proceso, nada es más importante que asegurarse de antemano de que el proceso es capaz de mantener las tolerancias. De esto se deriva el concepto de habilidad del proceso, que proporciona una predicción cuantitativa de que tan adecuado es un proceso. Esta habilidad para predecir en forma cuantitativa ha dado como resultado la adopción amplia del concepto como elemento primordial de la planeación de la calidad.

La habilidad del proceso es la variación medida, inherente del producto que se obtiene en ese proceso.

La información sobre la habilidad del proceso sirve para muchos propósitos, entre ellos:

1. Porcentaje de producto que no cumple con las especificaciones.
2. Predecir el grado de variabilidad que exhibirán los procesos. Esta información de habilidad, cuando se proporciona a los puestos involucrados, ofrece información importante para establecer límites de especificación realistas.
3. Seleccionar, entre procesos que compiten, el proceso más adecuado para que las tolerancias se cumplan.
4. Planear la interrelación de procesos secuenciales. Por ejemplo, un proceso puede distorsionar la precisión lograda por el proceso que le antecede, como el endurecimiento de los dientes de un engrane. La cuantificación de las habilidades respectivas del proceso con frecuencia señala el camino para encontrar una solución.
5. Proporcionar una base cuantitativa para establecer un programa de verificaciones de control periódico del proceso y ajustes.
6. Asignar a las máquinas los tipos de trabajos para los cuales son más adecuadas.
7. Probar las teorías de las causas de defectos durante los programas de mejoramiento de la calidad.
8. Servir como base para la especificación de los requerimientos de calidad para las máquinas compradas.

La fórmula para la habilidad del proceso es la siguiente:

Habilidad del proceso = $\pm 3\sigma$ (un total de 6σ)

Donde σ = la desviación estándar del proceso cuando se encuentra en estado de control estadístico, es decir, sin la influencia de fuerzas externas o cambios repentinos.

Si el proceso está centrado en la especificación nominal y sigue una distribución de probabilidad normal, el 99.73% de la producción caerá a menos de 3σ de la especificación nominal.

Algunos procesos industriales operan en un estado de control estadístico. Para tales procesos, la habilidad del proceso calculada de 6σ se puede comparar directamente con las tolerancias de especificación, y se pueden hacer juicios sobre su adecuación. No obstante, la mayor parte de los procesos industriales exhiben tanto influencias externas como cambios repentinos. Estas separaciones del ideal de hecho ocurren, y el profesional tiene que manejarlas.

De cualquier manera, existe un gran valor en la estandarización de una fórmula para la habilidad del proceso basada en un estado de control estadístico. En él, las variaciones del producto son el resultado de numerosas y pequeñas variables (en lugar de ser el resultado de una sola variable que abarque todo) y por esto, tiene carácter de variación aleatoria. Es una gran ayuda para quien realiza la planeación tener tales límites en forma cuantitativa.

Relación con las tolerancias del producto

Una razón importante para cuantificar la habilidad del proceso es poder calcular la habilidad del proceso de mantener las tolerancias del producto. Para procesos que se encuentran en un estado de control estadístico, una comparación entre 6σ y los límites de tolerancia permite un cálculo rápido del porcentaje de unidades defectuosas, mediante la teórica estadística.

Quienes planean intentan seleccionar procesos que tengan las 6σ de la habilidad del proceso dentro de la amplitud de tolerancia. Una medida de esta relación es la **capacidad potencial**

$$C_P = \text{Capacidad potencial} = \text{Rango de especificación} / \text{Habilidad del proceso} = (LES - LEI) / 6\sigma$$

Donde: LES = Límite de especificación superior
 LEI = Límite de especificación inferior
 σ = Desviación estándar de la muestra

Índice de habilidad C_{PK}

La habilidad del proceso, según se mide con C_p , se refiere a la variación con un proceso alrededor del valor promedio. como se ilustra en la figura no. 8. los dos procesos tienen habilidades (C_p) iguales porque 6σ es la misma para cada distribución, como lo indican las amplitudes de las curvas de distribución. el proceso tiene como meta μ_2 está produciendo unidades defectuosas porque la meta está fuera de centro, no debido a la variación inherente alrededor de la meta (es decir, la habilidad).

Así, el índice C_p mide la habilidad potencial, suponiendo que el promedio del proceso es igual al punto medio de los límites de especificación y que el proceso está operando bajo control estadístico; como con frecuencia el promedio no se encuentra en el punto medio, es útil tener un índice de habilidad que refleje ambas variaciones y la localización del promedio del proceso. Tal índice es el C_{PK} .

3.6.2 ¿Cómo calcular la fracción de producto no conforme?

Cálculo del porcentaje de producto que no cumple con las especificaciones.

Se obtienen.

$$\bar{X} = (\sum x) / n \quad \text{Y} \quad s = \sqrt{\sum (\bar{X} - x)^2 / (n - 1)}$$

Posteriormente

$$z_{INF} = (\bar{X} - LIE) / s \quad \text{Y} \quad z_{SUP} = (LSE - \bar{X}) / s$$

En la tabla siguiente se obtiene el porcentaje de área

Z	+0.0	+0.2	+0.4	+0.6	+0.8
-6.0	100.00000	100.00000	100.00000	100.00000	99.99999
-5.0	99.99997	99.99992	99.99979	99.99946	99.99867
-4.0	99.99680	99.99280	99.98410	99.96600	99.93100
-3.0	99.86500	99.74400	99.53000	99.18000	98.61000
-2.0	97.72000	96.41000	94.52000	91.92000	88.49000
-1.0	84.13000	78.81000	72.58000	65.54000	57.93000
0.0	50.00000	42.07000	34.46000	27.42000	21.19000
1.0	15.87000	11.51000	8.08000	5.48000	3.59000
2.0	2.28000	1.39000	0.82000	0.47000	0.25600
3.0	0.13500	0.06900	0.03400	0.01590	0.00720
4.0	0.00320	0.00133	0.00054	0.00021	0.00008
5.0	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
6.0	0.00000				

Para Z_{MIN} , el porcentaje de área x 100 es el porcentaje de producto que esta fuera de especificación porque sus valores son menores.

Para Z_{SUP} , uno menos el porcentaje de área x 100 es el porcentaje de producto que esta fuera de especificación porque sus valores son mayores

CAPITULO 4 HERRAMIENTAS DE LA PLANEACION AVANZADA DE LA CALIDAD

4.1 AMEF ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA POTENCIAL.

Introducción.

El método AMEF, fue desarrollado a mediados de los 70's por un equipo de trabajo integrado por personal de Chrysler, Ford y General Motors, bajo el apoyo de la División de automóviles de la Sociedad Americana para el control de Calidad (ASQC) y del grupo de acción de la industria automotriz (AIAG).

La ASQC/AIAG estandarizaron el manual, los procedimientos, formatos y nomenclatura técnica usada por Chrysler, Ford, y General Motors.

De acuerdo a este manual de AMEF y a los formatos, todos los proveedores de Chrysler, Ford y General Motors deben implementar la técnica del AMEF en el diseño y en sus procesos de manufactura.

A partir de entonces, el AMEF se volvió un requisito obligatorio de las empresas que tienen la certificación QS-9000, así como para sus proveedores.

4.1.1 ¿Qué es el AMEF?

El análisis del modo y efecto de la falla es una técnica analítica que es realizada por un equipo de trabajo interdisciplinario para asegurar que todos los modos de falla posibles de un producto o sistema productivo hayan sido detectados y se tomen las acciones necesarias para evitar que se presenten durante el proceso y vida útil de las partes.

El AMEF permite evaluar la probabilidad de ocurrencia de una falla así como los efectos de la misma. Este análisis es una disciplina mental que se debe adquirir para prever los problemas potenciales durante la planeación de un producto o proceso. El AMEF no es sólo una ayuda para el ingeniero, representa una técnica disciplinada que le permite realizar su trabajo más eficientemente.

El AMEF debe aplicarse tan pronto como sea posible en el programa de desarrollo del producto o proceso y actualizarse cuando se tenga información disponible. Sacando a la luz problemas potenciales de cada área, un AMEF oportuno será una ayuda importante en la planeación de acciones y programas de prueba o manufactura y programas de control de proceso.

Se recomienda implantar el AMEF en el diseño de partes y procesos en general, pero es conveniente establecerlo por lo menos en partes y procesos vitales, así como en aquellos puntos que por experiencias pasadas hayan tenido algún tipo de problemas como: reclamos de campo, altos costos de garantía, complejidad de manufactura y/o ensamble, baja confiabilidad, etc.

Con el objeto de lograr un análisis completo, el AMEF debe ser elaborado por un equipo de trabajo formado por personal de todas las áreas, principalmente: diseño, manufactura, producción y calidad.

El objetivo del AMEF, es lograr la aplicación del concepto de prevención a través del estudio anticipado de posibles modos de falla con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de defectos.

4.1.2 Bases para el desarrollo del AMEF

Las bases para el desarrollo del AMEF son:

- A. Identificación de los modos de falla potenciales.
- B. Identificación de las causas y efectos de cada modo de falla.
- C. Señalamiento de prioridades al identificar los modos de falla de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia, severidad y detección.
- D. Recomendación de acciones correctivas.
- E. Verificación de la aplicación de las acciones correctivas.

4.1.3 AMEF de diseño.

El AMEF de diseño es una técnica analítica para asegurar que se toman en consideración durante la fase de diseño todos los defectos o fallas posibles del producto de al momento de estarse utilizando ya sea en el proceso de ensamble o por el cliente final. El AMEF de diseño nos ayuda a:

- Incrementar la probabilidad de que los modos de falla potenciales y sus efectos en los sistemas de operación han sido considerados en el diseño y desarrollo del producto.
- Proporcionar información adicional para ayudar en la planeación de pruebas de diseño eficientes y completas.
- Establecer prioridades para mejoras de diseño y desarrollo de pruebas.

Cabe señalar que es este trabajo no se desarrollará el AMEF de diseño, debido a que las características del producto no son determinadas por el Cliente, sino que se le ofrece una gama de productos para elegir, claro que el proceso se retroalimenta de sus especificaciones, quejas y sugerencias. Pero en un estricto sentido no existe una necesidad ni canales técnicos de comunicación para llevar a cabo todo un proceso de Diseño y Desarrollo en conjunto con el cliente, ya que él solicita productos de catálogo con especificaciones que el proceso ya contempla.

4.1.4 El AMEF de proceso.

El objetivo de AMEF de proceso es analizar si la planeación del proceso de fabricación o ensamble cumple con todas las especificaciones y exigencias para el aseguramiento de calidad del producto. El AMEF de proceso nos ayuda a:

- Identificar las causas potenciales de fallas en la manufactura del proceso de ensamble, identificando las variables relevantes con el objetivo de controlar y reducir las condiciones de falla.

- NPR: Número de prioridad de riesgo. Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado de severidad, ocurrencia y detección, éste provee la prioridad con la que debe atacarse cada modo de falla, a mayor numero mayor, mayor es la probabilidad de riesgo.
- Acción: La o las acciones que planeas para reducir la ocurrencia y/o incrementar la detectabilidad.
- pNPR: el NPR predicho basado en las acciones propuestas.

4.1.7 Escala de evaluación del AMEF

Rango	Severidad	Ocurrencia	Detección
10	Daño mayor / muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Imposible detectar
9			
8	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
7			
6			
5	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
4			
3			
2	Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Certeza de detección
1			

4.2 PLAN DE CONTROL

4.2.1 El plan de control

La intención de una estrategia efectiva de control es:

- Asegurar que las mejoras del proceso que se han identificado e implantado son efectivas.
- Minimizar los ajustes al proceso y el sobre control.

Un buen plan de control incorpora cuando menos:

- Características críticas a la calidad (CTQ's) impulsadas por el cliente.
- Variables de entrada y de salida.
- Tolerancias apropiadas (especificaciones para CTQ's).
- Método designado de control, herramientas y sistemas.
 - CEP
 - Checklists
 - Sistemas a pruebas de errores
 - Procedimientos Estándar de Operación
 - Estándares de Manufactura/Calidad/Ingeniería.
- Plan de reacción

El plan de control es una extensión de los controles actuales de la columna del AMEF. Para variable crítica, se debe identificar al capacidad de sistema de medición (Gage R&R) Se debe anotar el plan de muestreo específico con el plan de reacción asociado.

4.2.2 Información desarrollada y usada cuando se prepara el plan de control

- Diagrama de flujo de proceso
- AMEF sistema diseño / proceso
- Características especiales
- Lecciones aprendidas de partes proceso / procesos similares
- Conocimiento del equipo
- Diseño de revisiones
- Otras técnicas analíticas
- Check list de plan de control
- Hoja de trabajo de características especiales (opcional)
- Formato de coordenadas de puntos de datos (opcional)

4.2.4 Métodos del plan de control.

- Si el método es complicado, haga referencia al procedimiento por número de documento.
- Cualquier cambio en el proceso debe considerar cambios en el método de control.
- Los métodos de control deben incluir el plan de entrenamiento y el sistema de auditorías al proceso.
- Los métodos de control deben identificar a la persona responsable del control de cada variable

Un buen plan de reacción incorporará:

- Acciones que son responsabilidad del personal cercano al proceso.
- Referencia a un procedimiento estándar de operación, e identificación de la persona responsable del procedimiento de reacción.
- Identificación clara al poner en cuarentena el producto sospechoso o no conforme.

CAPITULO 5 PROCESO DE PINTURA ELECTROSTATICA

5.1 Aplicación de la pintura en polvo

El principio básico en la aplicación de este tipo de pintura es: "cargar eléctricamente a las partículas de polvo". Para ello se utilizan equipos capaces de generar cargas que luego transfieren a la pintura (equipos Corona) o equipos que provocan las cargas mediante el rozamiento de los granos de pintura entre sí y contra las paredes del cañón de la pistola (equipos Triboeléctricos).

Ambos equipos se componen de las siguientes secciones:

1. Depósito de Pintura.
2. Pistola electrostática.
3. Panel de Control.

1.- Depósito de Pintura, consta de un tanque cilíndrico el cual tiene una membrana porosa en su base, sobre ella se deposita la pintura la cual es suspendida en una corriente de aire que se inyecta debajo de esta membrana; de este modo el lecho fluido que forman las partículas tiene un comportamiento similar a un líquido y entonces se bombea a través de mangueras hasta la pistola.

2.- Pistola electrostática, es el elemento del equipo en donde se carga la pintura. En el caso de equipos corona la pistola dispone de electrodos en cascada que brindan al polvo una carga eléctrica entre 60 y 90 kilovoltios. Cuando se trata de equipos tribo, la pistola dispone de un cañón de Teflón el cual es el que colecta los electrones de la pintura dándole a esta carga positiva. La pistola dispone asimismo de elementos de regulación de flujo, de punteros con diferentes geometrías para cumplir distintos trabajos y de un gatillo el cual actúa como interruptor de puesta en marcha en equipos manuales.

3.- Panel de Control, desde él se registran y regulan el caudal de aire, el voltaje aplicado (corona) u obtenido (tribo), presión del aire en el depósito.

5.1.1 Factores que afectan el correcto pintado

La calidad de la pintura final depende de diversos factores a lo largo del proceso de pintado. Algunos de los más importantes son:

- 1.- Tratamiento previo de las piezas.
- 2.- Equipo de pintado.
- 3.- Calidad y Tipo de pintura a utilizar.
- 4.- Condiciones de aplicación.
- 5.- Diseño del horno.
- 6.- Condiciones de operación del mismo.

5.1.2 Tratamiento previo de las piezas.

El tratamiento puede ser tan simple como sopletear la pieza a pintar o tan complicado como disponer de un esquema de varios pasos. La elección del mismo dependerá tanto del material a pintar, sus exigencias finales como de las condiciones en las que se encuentre inicialmente. La etapa previa al tratamiento propiamente dicho es el Desengrasado ó Limpieza preliminar. Las piezas metálicas a pintar vienen del proceso de fabricación con contaminación tal como polvo, óxido, grasas, etc. Estos elementos deben ser eliminados antes de realizar el tratamiento ya que, de otro modo, interferirán en la capa protectora a formarse.

Los tratamientos más comunes de implementar son:

- Tratamiento Fosfato.
- Tratamiento Zinc-Fosfato.
- Tratamientos con Cromo:
- Cromo-Fosfato.
- Cromo-Fosfato Amorfo.
- Cromo Amorfo.

TRATAMIENTO FOSFATO

Es el tratamiento más simple, el mismo consiste simplemente en la inmersión de la pieza a tratar, previamente desengrasada y enjuagada, en una solución de ácido fosfórico con las siguientes características:

pH= 3.5 - 5.5

Temperatura = 30 - 60°C

Se suele adicionar algún acelerante, como nitritos, nitratos ó peróxidos. En esas condiciones sobre la pieza tiene lugar la deposición de una capa cristalina de fosfato de hierro de aproximadamente 0.21 - 0.43 g/m².

TRATAMIENTO ZINC-FOSFATO

Semejante al tratamiento Fosfato, el baño consiste en una sal de zinc, p. ej. cloruro de zinc, en ácido fosfórico en exceso y se le adiciona asimismo un agente oxidante como en el caso anterior. Se suele agregar también alguna sal de níquel, cobalto o cobre lo que mejora la uniformidad de la capa cristalina obtenida, así como también acelera su crecimiento.

En el caso de superficies de aluminio se utiliza fluoruro ya que produce un ataque más uniforme.

TRATAMIENTO CROMO-FOSFATO

La utilización de cromo en el baño de tratamiento produce en la pieza tratada una buena protección bajo la capa de pintura y si la misma se rompe el cromo tiende a proteger el área dañada de la corrosión. Asimismo el uso del cromo mejora la adhesión de la pintura al sustrato.

Se utiliza para aluminio y existen dos tratamientos posibles:

TRATAMIENTO CROMO-FOSFATO AMORFO.

El baño contiene fosfato, fluoruro y cromo VI (hexavalente), las etapas son las siguientes:

1. Limpieza entre 35 - 70°C con algún oxidante (p.ej. HNO₃)
2. Enjuague.
3. Baño entre 30 - 50°C
4. Enjuague.
5. Lavado ácido.

La capa formada varía del color gris al verde.

TRATAMIENTO CROMO AMORFO.

En este tratamiento el baño contiene menos cantidad de fluoruro que el anterior por lo cual las piezas deben ser desoxidadas antes de introducirlas al mismo.

Las etapas son las siguientes:

1. Limpieza entre 35 - 70°C sin oxidante.
2. Enjuague.
3. Desoxidación.
4. Enjuague.
5. Cromato entre 26 - 40°C con un pH entre 1.3 - 1.8
6. Enjuague.
7. Lavado ácido.

5.1.3 Curado

El esquema de curado hace referencia a las condiciones de horneado de la pieza pintada con pintura en polvo, esto es, temperatura y tiempo. Ambos parámetros son necesarios a la hora de considerar la implementación de un horno o la reforma de uno existente.

Si se quiere obtener un pintado de las piezas satisfactorio es fundamental respetar las condiciones de cura dadas por el fabricante de la pintura. En términos generales se brindan los siguientes valores:

Pintura

Poliéster : 200°C - 15 minutos / 180°C - 20 minutos

Epoxis e Híbridos : 200°C - 10 minutos / 180°C - 15 minutos

Es conveniente no apartarse demasiado de estos valores, y tener en cuenta que los valores de temperatura brindados en la tabla se refieren a temperatura del metal.

¿Qué significa esto?

Que si tenemos una chapa de hierro de 3 mm. de espesor y otra chapa de iguales dimensiones pero de 15 mm. de espesor, esta última necesitará de mayor tiempo en el horno para lograr un buen curado ya que demorará más tiempo en llegar a 200° C que la otra chapa.

Por lo dicho es necesario entonces tener en cuenta todos estos parámetros a la hora de implementar una línea de pintado:

- Temperatura del horno.
- Geometría del horno (que no se escape el calor)
- Geometría y masa de las piezas a pintar.
- Tipo de pintura en polvo utilizada.

Como último consejo, no es totalmente cierta la frase "Mejor que sobre a que falte", ya que en estos casos si las piezas permanecen un excesivo tiempo en el horno puede ocurrir un cambio de color, disminución de brillo, manchado, etc., especialmente en colores claros y pasteles.

5.1.4 Problemas de la pintura curada

En esta sección se plantean algunos de los problemas más comunes con los que se encuentran los aplicadores y algunas de las posibles soluciones a los mismos (o al menos la forma de minimizarlos).

1.- La pieza pintada presenta "cáscara o piel de naranja"

Aunque la pintura en polvo exhibe mayor tendencia que la pintura líquida a mostrar cáscara de naranja, si esta es excesiva o aparece en productos mates seguramente sea consecuencia de algunos de estos factores:

- Mala conexión a tierra, revisar los contactos a lo largo de toda la línea, principalmente los elementos que establecen la descarga a tierra desde la pieza, ya que suelen acumular una excesiva capa de pintura que impiden un correcto contacto eléctrico.
- Bajo espesor de la capa de pintura, si la misma es muy delgada (menor de 45 micras para pinturas standard) el nivelado es pobre. Aumentar la capa (60 micras o más para pinturas standard).
- Velocidad de calentamiento de la pieza demasiado lento, revisar las curvas de curado dadas por el fabricante y tratar de ajustar sus parámetros de operación a ellas.

2.- La pieza pintada presenta "Pinholes".

Los pinholes son pequeños agujeros que se distribuyen uniformemente sobre la superficie pintada, se les observa mejor bajo una lupa y tienen la particularidad de quitar brillo a la pintura y crear un velado en la misma. Las posibles causas de su presencia son:

- Contaminación de la pintura, generalmente con alguna otra incompatible (diferentes tipos de pintura). Para evitar esto se debe almacenar el producto en sus envases originales y con la bolsa cerrada, realizar limpiezas más cuidadosas del equipo de pintado, tener especial cuidado si proviene de recuperado son prácticas que tienden a evitar este problema (la contaminación) e indirectamente otros.
- Excesiva humedad de la pintura, almacenarla en forma adecuada. Ver almacenamiento.
- Capa de pintura aplicada demasiado gruesa, los gases de reacción no pueden ser liberados adecuadamente, mantener capas bajas (menor a 80-90 micras en pinturas comunes).

3.- La pieza pintada presenta Cráteres.

Mientras que los pinholes son pequeños agujeros distribuidos por la superficie pintada, los cráteres son defectos más toscos en cuanto a que son de forma redonda y tamaño variables 0.5, 1, y hasta 3 milímetros, pueden presentarse desde algunos pocos en toda pieza hasta haber 4 ó 5 por pulgada cuadrada. Las causas generales son varias:

Contaminación de la pintura, se aplica lo mismo que en el caso de los pinholes.

- Contaminación con materiales extraños, p.ej., virutas de goma de juntas gastadas, restos de pintura vieja endurecida, etc. Revisar en forma detallada la instalación de pintado y si corresponde limpiar cuidadosamente.
- Contaminación con aceites o siliconas, estos elementos producen unos cráteres grandes y en gran cantidad por lo cual es fácil advertir la causa. En particular la silicona, la cual se utiliza como sellador en los equipos, es extremadamente contaminante de la pintura en polvo, si su aplicación es inevitable se recomienda limpiar perfectamente los sobrantes y esperar varios días hasta que se encuentre perfectamente seca antes de pintar.
- En un lineamiento semejante al anterior, los restos de tratamiento del sustrato, o restos de aceites de protección del metal producen también cráteres. Verificar lo adecuado de estos elementos.

4.- Variaciones en el brillo.

- Contaminación de la pintura, ver apartados anteriores.
- Pinholes, ver el apartado correspondiente, revisar la humedad del sustrato y del aire comprimido utilizado.
- Distribución del calor en el horno inadecuada, existen zonas de diferentes temperaturas lo que provoca que ciertas pinturas dependiendo de su composición, produzcan áreas de diferente brillo o incluso de manchado o cambio de color. Revisar que la fuente de calor en el horno no se encuentre muy cerca de las piezas, asimismo ver que la distribución de temperaturas sea lo más homogénea posible.
- Contaminación en el horno, por humos, gases de combustión, etc., ver el origen de los mismos.

5.- La pintura no cubre bien ciertas zonas del sustrato, especialmente las esquinas.

- Contaminación sobre el sustrato, es la causa más probable, restos de aceite, desmoldantes, químicos del pretratamiento, óxido, polvo, etc. Si el problema sólo se presenta en las esquinas aumentar la pintura sobre estas zonas y/o calentar la pieza más rápidamente.

6.- Variaciones del espesor a lo largo de la pieza.

- Pintado manual, Si la operación se realiza manualmente, se debe distribuir el flujo de polvo lo más uniformemente posible, revisar que la alimentación del mismo sea pareja. Probar reduciendo o aumentando la distancia a la pieza, limpiar los contactos eléctricos. ¿Se produce el efecto "jaula de Faraday"?.
- Si nada resulta contactar al proveedor de pintura, puede ser que la distribución de partícula no sea la adecuada para el proceso.
- Pintado automático, En este caso revisar la disposición de las pistolas, ¿están muy lejos o muy cerca?. Revisar el movimiento de las mismas al pasar las piezas por el horno, probar modificar el patrón. Por supuesto aquí también son válidos los consejos anteriores: examinar el equipo, la descarga a tierra, la existencia de "jaula de Faraday" y la idoneidad de la pintura.

7.- Malas propiedades mecánicas.

La pieza pintada presenta baja adhesión de la pintura al sustrato y/o poca resistencia a los impactos y/o al maquinado y/o dureza. Las causas pueden ser:

- Pintura mal curada, este es el primer factor a tener en cuenta cuando se presentan estos problemas, se deben revisar temperatura del horno y tiempo de horneado. Es importante conocer la curva de curado de la pintura en cuestión (dada por el fabricante de la misma), se debe considerar que la temperatura a la que hacen referencia estas curvas es generalmente temperatura "de pieza", es decir que el tiempo que una pintura necesite para fraguar depende del objeto a pintar, su masa, forma y espesores. No tarda lo mismo en calentar un kilo de alambre que un kilo de plancha de hierro.
- Pretratamiento del sustrato inadecuado, este es el segundo factor que debe observarse, ¿se está realizando un tratamiento adecuado para el tipo de sustrato que va a pintar?, ¿están los elementos con los cuales lo realiza en condiciones adecuadas? (se deben cambiar regularmente los baños), ¿se cumplen todas las etapas del tratamiento?, ¿la pieza al final queda completamente libre de contaminantes?.
- Capa de pintura excesiva, mida los espesores que aplica, no sobrepasar las recomendaciones dadas por el fabricante de la pintura. "Más no siempre significa mejor".

- Pintura inadecuada para los requerimientos necesarios, si todo lo demás está en orden consultar con el proveedor.

8.- Mala resistencia química y/o a la corrosión.

- Mal pretratamiento, esta es la principal causa sobre todo en lo que se refiere a la corrosión, buscar un tratamiento adecuado al sustrato.
- Pintura mal curada, ver el apartado anterior.

5.1.5 Problemas del equipo de pintado

1.- El polvo sale en forma despereja o intermitente.

Cuando la pintura sale de esta forma no se obtiene una distribución adecuada sobre la pieza por lo que, una vez horneada suelen aparecer defectos tales como cráteres o pinholes (en zonas de alto espesor), zonas de diferente color, brillo, etc. Las posibles causas son:

- Obstrucciones en las mangueras, o en la propia pistola. Debido a la velocidad del polvo a lo largo del camino del lecho fluido a la pistola se produce lo que se denomina "Fusión por impacto", como consecuencia se forman tapones de pintura apelmazada; revisar y limpiar.
- Mala regulación en el pico de la pistola, revisar que el mismo se encuentre limpio y no obstruido, removerlo, y soplearlo.
- Baja presión ó volumen de aire, variar estos parámetros desde el panel de control del equipo.
- Puede haber mangueras o conductos obstruidos, observar que se encuentren en condiciones adecuadas.
- Mala fluidificación, revisar el lecho fluido.

2.- Mala fluidificación.

La pintura no se homogeniza adecuadamente en el lecho fluido por:

- Presión de aire baja, por lo que el producto no se mezcla adecuadamente.
- Granulometría de la pintura inadecuada, contactar al proveedor.
- Base porosa del lecho fluidizado ocluida, extraer la pieza y limpiarla o cambiarla por una nueva.
- Polvo compactado, revisar la pintura antes de cargarla en el sistema, verificar que fluye adecuadamente, que no presenta aglomerados firmes y que no contenga humedad excesiva. Agitar la pintura en la bolsa antes de agregarla al tanque. ¿Se almacenó la misma adecuadamente?, ¿es de fabricación reciente la pintura?. Si es así contactar al proveedor o fabricante.
- Humedad del aire excesiva, secar el aire antes de introducirlo al sistema.

3.- La capa de pintura sobre la pieza es deficiente.

Estos casos suelen presentar zonas de mayor concentración de pintura.....

- Voltaje aplicado a la pintura bajo, aumentar el mismo desde el panel de control del equipo, o revisar el circuito eléctrico si el mismo no aumenta.
- Voltaje a tierra alto, no existe buena conexión a tierra, la resistencia debe ser menor a 5 ohms.
- La pistola se encuentra muy próxima a la pieza, colocarla en una posición más retirada.

5.2 EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA EN UNA PLANTA METAL-MECANICA

La planta de “Línea Mecánica” está formada por dos procesos

El proceso de maquinados y,
El proceso de pintura electrostática (al fondo pegado a lo largo de la pared)



El proceso de pintura de manera física está representado de la siguiente manera.

1. Prelimpieza manual.

Eliminación del exceso de lubricantes, impurezas, residuos de escoria de soldadura, oxido y otros contaminantes que pudiera traer la lámina.



2. Tinas de Tratamiento de fosfato de hierro. Conformado por 3 tinas.

Tina 1	Fosfato de hierro
Tina 2	Enjuague
Tina 3	Sello



3. Horno de secado.

La aplicación de aire caliente para eliminar la humedad que no ha podido secarse a la intemperie es importante en el proceso para garantizar que las piezas entren totalmente secas al siguiente paso.



4. Cabina de aplicación de pintura electrostática.

Se cuentan con dos cabinas.

- a) Cabina EMX (fabricación de imitación)
- b) Cabina GEMA (original del proveedor)



5. Horno de curado.

Etapa final del proceso.



CAPITULO 6 APLICACION DE LAS HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN UN PROCESO DE PINTURA ELECTROSTATICA

6.1 Justificación

A continuación se muestra la situación encontrada al inicio del proyecto:

- Procedimientos documentados, pero no implantados.
- Ausencia de controles de proceso.
- Ausencia de indicadores para medir el desempeño.
- Falta de estandarización.
- Criterios de calidad ambiguos.
- No hay retroalimentación de reclamos del cliente.

Esto ha derivado en reclamos de los clientes, baja productividad, altos costos de por inspección y retrabajo. Por lo que la Gerencia General autoriza el proyecto de implementación de:

- a) Sistema de Gestión de Calidad Basado en la Norma ISO 9001:2000.
 - Manual de Calidad
 - Procedimientos de Sistema
 - Procedimientos de los Procesos de Apoyo
 - Procedimientos del Proceso de Pintura Electrostática
 - Diagrama de proceso
 - Proceso de pintura
 - Registros de control
- b) Herramientas Estadísticas de la Calidad.
 - Gráficos de Control en el Proceso de Tinas
 - Gráficos de Control en el Proceso de Curado
- c) Herramientas de la Planeación Avanzada de la Calidad.
 - AMEF
 - Plan de Control

6.2 Sistema de Gestión de Calidad Basado en la Norma ISO 9001:2000

La descripción a detalle del sistema de gestión de calidad sale del alcance de este trabajo, por lo que sólo se describen las funciones e interrelaciones de los documentos y se describirá la función de los procedimientos operativos del proceso de pintura electrostática

6.2.1 Manual de Calidad

El Manual de Calidad tiene la función de describir la manera en que se cumplen con los requerimientos de la norma ISO 9001:2000, justifica las exclusiones a requisitos no aplicables por el tipo de proceso, hace referencia a los procedimientos y a la documentación, además describe las interrelaciones y las responsabilidades del personal autorizado para efectuar, gestionar o verificar el trabajo relacionado con la calidad de los productos o servicios incluidos en el sistema.

El manual de calidad, los procedimientos y el resto de la documentación funcionan conjuntamente y han sido diseñados para:

- ❖ Identificar las metas y los objetivos de cada proceso
- ❖ Recolectar información
- ❖ Mejorar los procesos

6.2.2 Procedimientos de Sistema

La norma ISO 9001:2000 solicita de manera obligatoria la documentación de 6 procedimientos, los cuales se identifican generalmente como "Procedimientos de sistema" a continuación se menciona la cláusula de la norma donde se estable el requisito y el procedimiento desarrollado (obligatorio):

Cláusula ISO 9001:2000	Procedimiento de Sistema
4.2.3 Control de documentos	Procedimiento de elaboración y control de la documentación
4.2.4 Control de Registros	Procedimiento de control de los registros de calidad
8.2.2 Auditoría interna	Procedimiento de auditorías internas al sistema de calidad
8.3 Control de producto no conforme	Procedimiento de control de productos no conformes
8.5.2 Acciones correctivas	Procedimiento de acciones correctivas
8.5.3 Acciones preventivas	Procedimiento de acciones preventivas

6.2.3 Procedimientos de los Procesos de apoyo

Un procedimiento es la forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso. Aunque la norma ISO 9001:2000 no establece como requisito obligatorio mas que la documentación de los 6 procedimientos de sistema, es recomendable documentar los otros procesos en donde el riesgo de falla pueda ocasionar una afectación a los procesos operativos.

El proceso operativo de pintura electrostática requiere de otros proceso de apoyo para ser factible, es decir, no se puede producir si no hay ventas, no se preservará el producto si no se aplican correctamente los criterios de manejo y almacenamiento, etc.

A continuación se menciona el capítulo de la norma donde se establecen los requisitos y el procedimiento desarrollado para su cumplimiento y control:

Cláusula ISO 9001:2000	Procedimiento de los Procesos de Apoyo y documentos relacionados
4 Sistema de gestión de la calidad	
4.1 Requisitos generales	Diagramas de procesos
4.2.1 Generalidades	Política de Calidad
4.2.2 Manual de Calidad	Manual de Calidad
5 Responsabilidad de la dirección	
5.4 Planificación	Objetivos de calidad
5.4.1 Objetivos de Calidad	
5.5.1 Responsabilidad y autoridad	Organigrama y descripción de funciones
5.5.3 Comunicación interna	Procedimiento de comunicación interna
5.6 Revisión por la dirección	Procedimiento de revisión gerencial
6 Gestión de Recursos	
6.1 Provisión de recursos	Procedimiento de solicitud de recursos
6.2 Recursos humanos	Perfiles de puesto
6.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación	Procedimiento de capacitación Procedimiento de evaluación de desempeño
6.3 Infraestructura	Procedimiento de mantenimiento preventivo Procedimiento de mantenimiento correctivo
6.4 Ambiente de trabajo	Procedimiento de medición del ambiente laboral
8 Medición, análisis y mejora	
8.2.1 Satisfacción del cliente	Procedimiento de medición de la satisfacción del cliente
8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos	Indicadores de desempeño de los procesos
8.4 Análisis de datos	Procedimiento de análisis de datos

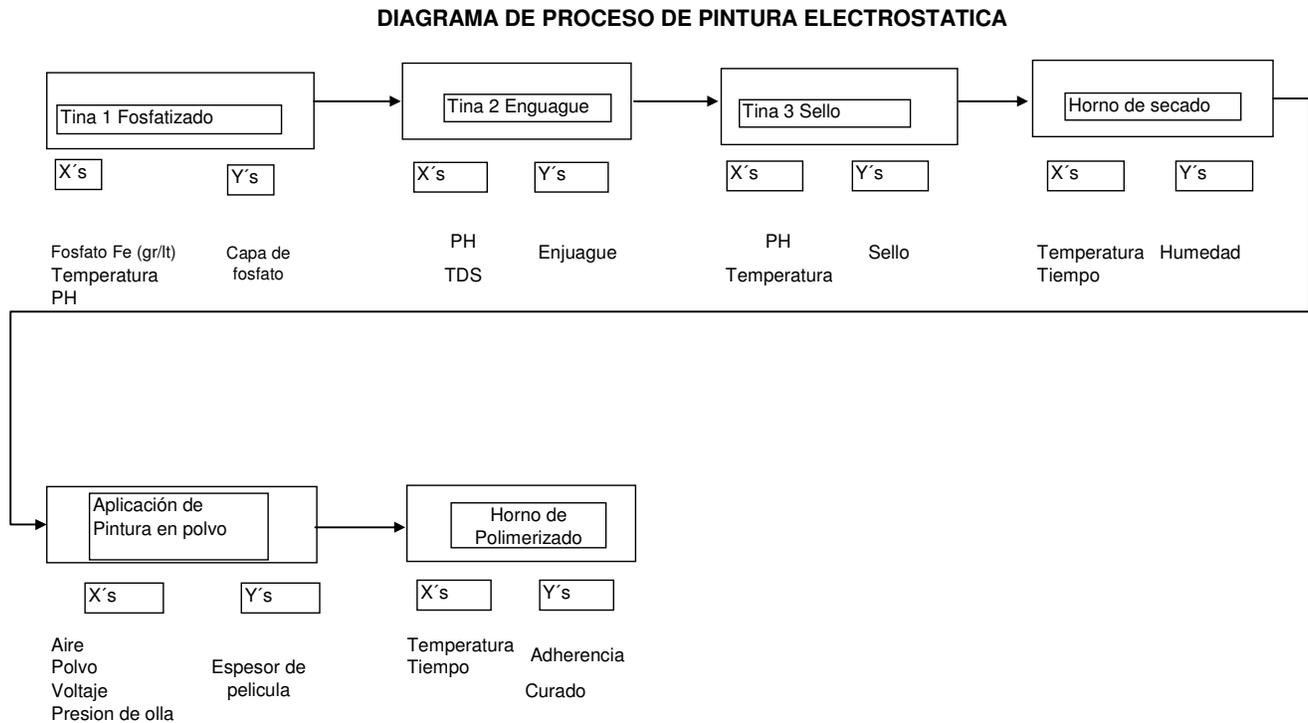
6.2.4 Procedimientos del Proceso de Pintura Electroestática

Cláusula ISO 9001:2000	Procedimientos del Proceso de Pintura Electroestática y documentos relacionados	Función del documento
7 Realización del producto		
7.1 Planificación de la realización del producto	Plan de calidad	Especifica qué procedimientos y recursos asociados se aplican, quién y cuándo deben aplicarse
	Diagrama de proceso	Gráfico que establece el flujo del proceso
7.2 Procesos relacionados con el cliente	Procedimiento de elaboración del pedido	Establece los controles y registros para captar los requisitos del cliente
	Procedimiento de atención de quejas del cliente	Capta la quejas y reclamos del cliente para atenderlos, y derivar acciones de mejora
7.4 Proceso de compras	Procedimiento de selección y evaluación a proveedores	Establece criterios de control de proveedores
	Procedimiento de compras	Establece los controles para la realización de las compras
7.5.1 Control de la producción y prestación del servicio	Procedimiento de Pintura Electroestática	Se detalla en el 6.2.2.2
	Plan de Control	Se detalla en el 6.2.6.2
	Procedimiento de inspección de producto	Establece los puntos, métodos y registros para la inspección del producto
	Especificaciones de producto	Establecen las características que debe tener un artículo producido
	Especificaciones de proceso	Establecen las condiciones del proceso para una operación y/o artículo
7.5.3 Identificación y trazabilidad	Diagrama de identificación y trazabilidad	Establece los mecanismos para enlazar las diferentes fases de proceso y rastrear los componentes y actividades que se relacionan con un lote o artículo
7.5.5 Preservación del producto	Procedimiento de manejo, almacenamiento y conservación del producto	Establece la manera en la que identifica, manipula, empaqueta y almacena el producto
7.6 Control de dispositivos de medición y seguimiento	Procedimiento de control y calibración de equipo de medición	Establece la periodicidad, criterios de verificación y calibración para los dispositivos de seguimiento y medición
8 Medición, análisis y mejora		
8.2.1 Satisfacción del cliente	Procedimiento de medición de la satisfacción del cliente	Establece la metodología para captar el "sentir" del cliente sobre el producto y servicio que se le ofrece
8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos	Indicadores de desempeño de los procesos	Establece índices que permiten ver el comportamiento del proceso
8.3 Control de producto no conforme	Procedimiento de control de producto no conforme	Establece los mecanismos para controlar el producto no conforme y su disposición
8.4 Análisis de datos	Procedimiento de análisis de datos	Establece los criterios de toma de decisiones en base a información derivada de fuentes objetivas
8.5.2 Acción correctiva	Procedimiento de acciones correctivas	Establece la metodología para encontrar las causas raíz de los incumplimientos y el seguimiento a las acciones derivadas para su corrección
8.5.3 Acción preventiva	Procedimiento de acciones preventivas	Establece la metodología para determinar incumplimientos potenciales y el seguimiento a las acciones derivadas para su prevención
	AMEF de Proceso	Se detalla en el punto 6.2.6.1

6.2.2.1 Diagrama de proceso

El diagrama de proceso es una herramienta gráfica que permite visualizar las variables de entrada y salida críticas para el proceso. Con el fin de darles el peso y relevancia necesaria para el control de las mismas y considerarlas en las demás etapas de análisis e implementación.

En el diagrama se establecen como X's a las variables del proceso y como Y's a las características a obtener en el producto.



6.2.2.2 Proceso de Pintura Electrostática

Procedimiento documentado para el Proceso de Pintura.

Se desarrolla y documenta el procedimiento para el control del proceso de Pintura Electrostática, el cual refleja la manera en la que el proceso se desarrolla actualmente y consiste en el control de las siguientes operaciones y con las variables a controlar:

1. Limpieza y tratamiento de las piezas

Variables:

Tina 1	Tina 2	Tina 3
<ul style="list-style-type: none"> • pH • AT (Acidez Total, concentración de Fosfato de hierro) • Temperatura • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • TDS (Total de sólidos) • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • TDS (Total de sólidos) • Temperatura • Tiempo

2. Aplicación de pintura

Variables:

- Temperatura horno de secado
- Voltaje de equipo de pintura
- Presión de aire en lecho fluidizado
- Tiempo

3. Operación de polimerizado

Variables:

- Temperatura
- Tiempo

4. Inspección final



Código: ILM-7.5.1-03		Nombre Proceso: Proceso de Pintura		Revisión: 1	
				Página: 1 de 5	
OBJETIVO					
1.-	Establecer los lineamientos para realizar el proceso de pintura de los componentes que se pintan para los productos de manufactura en la unidad Tizayuca.				
ALCANCE					
2.-	Este instructivo aplica a todos los componentes que requieren de la aplicación de pintura.				
DEFINICIONES					
3.-	Fosfatizado. Proceso de limpieza y preparación de la lámina para obtener una mayor adherencia de la pintura electrostática.				
CONTROL DE REVISIONES					
4.-	Debido a la Fusión de los Sistemas de Gestión de Calidad de AMH y EMX, todos los documentos del SGC empezarán en la revisión "0", esto con el objetivo de mantener un mejor control sobre todos los documentos del SGC de la unidad Tizayuca. Para las revisiones subsecuentes se asignará el número inmediato superior al número de revisión del documento.				
5.-					
5.-	N/A				
Revisó/Autorizó: Mario Gutierrez R.		Fecha de Revisión: 19/04/2006			

OPERACIÓN DE LIMPIEZA Y TRATAMIENTO DE PIEZAS			
			AREVA
Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
Puesta a punto de la línea para DESENGRASE Y FOSFATIZADO	Puesta a punto de la línea para ENJUAGUE	Puesta a punto de la línea con SELLO ORGÁNICO	PRE-LIMPIEZA DE PIEZAS
Verificación de los parámetros especificados para la línea de etapa 1	Verificación de los parámetros especificados para la línea de etapa 2	Verificación de los parámetros especificados para la línea de etapa 3	Antes de introducir las piezas a las líneas, se inspecciona cuidadosamente con lupa humedecida en Detergente (10%), diluido en agua (90%), asegurándose un 2º tiempo humedecido en agua
Al iniciar turno abre la válvula del aire solo el tiempo y presión suficiente para crear un movimiento en el agua que ayude a homogeneizar los químicos.	Al iniciar turno abre la válvula del aire solo el tiempo y presión suficiente para crear un movimiento en el agua que ayude a homogeneizar los químicos.	Al iniciar turno abre la válvula del aire solo el tiempo y presión suficiente para crear un movimiento en el agua que ayude a homogeneizar los químicos.	línea para reducir el exceso de Detergente. Cuelga las piezas colocando la línea geométrica asignada a la O.P. en proceso.
			
INDICADOR Y/O PUNTOS A VERIFICAR			
PH: MÍN 13, MÁX 15, Temp: 40-50°C Concentración: 30 - 35 g/l	PH: MÍN 6.0, MÁX 8.0 Temperatura: Ambiente TDS: < 300 ppm's máximos	PH: MÍN 5.0, MÁX 7.0 Temperatura: 50-70 °C TDS: < 500 ppm's máximos	Verifique la presencia de suciedades que actúan como contaminantes: grasa, polvo, escoria de soldadura, residuos de línea.
La superficie de la línea debe estar libre de contaminantes o espumas abundantes. En caso contrario, limpie o desmonte.	La superficie de la línea debe estar libre de cualquier contaminante.	La superficie de la línea debe estar libre de cualquier contaminante.	Un gránulo que utilice, o ferros afilados, debe ser del mismo color de la pieza a pintar.
Registre las verificaciones en los formatos FLM-7.5.1-01-43 y FLM-7.5.1-01-45	Registre las verificaciones en el formato FLM-7.5.1-01-43	Registre las verificaciones en el formato FLM-7.5.1-01-43-R2 y FLM-7.5.1-05-43	Asegure cualquier no conformidad a su coordinador o supervisor y anote las acciones tomadas para corregirla.

OPERACIÓN DE LIMPIEZA Y TRATAMIENTO DE PIEZAS			
			AREVA
Paso 5	Paso 6	Paso 7	Paso 8
Imersión de piezas en Tina 1 DESENGRASE Y FOSFATIZADO	Imersión de piezas en Tina 2 ENJUAGUE	Imersión de piezas en Tina 3 SELLO ORGÁNICO	Manejo de materiales procesados
Una vez pintado el lado en línea 1, no deje piezas colgando esperando entre líneas, hasta borrar con la línea 3, porque esto genera resaca y espumas que se secan y son difíciles de limpiar.			Las piezas terminadas se colocan en camión para ser transportadas por rieles al horno de secado.
			
INDICADOR Y/O PUNTOS A VERIFICAR	INDICADOR Y/O PUNTOS A VERIFICAR	INDICADOR Y/O PUNTOS A VERIFICAR	INDICADOR Y/O PUNTOS A VERIFICAR
Tiempo de inmersión: 10 - 15 min. Encender alarma-trinche No suelte el tiempo de inmersión, pues se reduce el poder del líquido y el agua.	Tiempo de inmersión: 1 - 2 min. Observe limpieza de línea por control de agua (debe estar libre y clara)	Tiempo de inmersión: 2 - 3 min.	Verifique correcto fosfatizado (formal) Verifique ausencia de óxido y riego. En caso de manchas de encamamento, limpie de inmediato con trapo seco y limbo.
Asegure la completa inmersión de las piezas en la línea.	Asegure la completa inmersión de las piezas en la línea.	Asegure la completa inmersión de las piezas en la línea.	

APLICACIÓN DE PINTURA			
			
Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
Introducción de piezas	Puesta a punto de Caseta.	APLICACIÓN	MANEJO DE MATERIALES
HORNO DE SECADO	Caseta EMW / DEMA	Realice la aplicación de pintura de acuerdo a la indicación de la figura	PROCESADOS
Temperatura: (9) + 110 °C	Verifique que el sustrato no debe tener residuos de sales, en caso contrario registre la pieza para que se limpie y se limpie.	geométrica, que indica el color a aplicar	Las piezas terminadas continúan su recorrido por medio de rieles al Horno de Polimerizado
Tempo de secado: 5 con. Mínimo			
			
<i>Indicador y/o puntos a verificar</i>	<i>Indicador y/o puntos a verificar</i>	<i>Indicador y/o puntos a verificar</i>	<i>Indicador y/o puntos a verificar</i>
Verificar ausencia de humedad en piezas y dentro de túnel	Verifique el check list de acuerdo a FLM7 5 1-05-833	Aplicación homogénea en toda la pieza	Verifique que la pieza no presentará partes sin pintar.
Limpie todas las piezas: asegurándose de eliminar restos de sales. No maneje la lamina con las manos sin guantes	Verifica el color de la pintura de acuerdo a la O.P. en proceso	Verificar exceso de pintura en bobinas, no se aceptan soles	Evitar choque de piezas entre si y fallas por ganchos
Registre las verificaciones en el formato FLM-7 5 1-09-803	Registre el lote de pintura en el formato: FLM-7 5 1-07-803		Si detecta algún problema, rechacela para corrección antes de que entre al horno

OPERACIÓN DE POLIMERIZADO			
			
Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
Realiza la puesta a punto: HORNO DE POLIMERIZADO.	Introducción de piezas: HORNO DE POLIMERIZADO.	INSPECCIÓN DE PIEZAS	MANEJO DE MATERIALES
	Temperatura: 210- 230 °C	Inspecciona cada pieza, retira la zona de gancho, quite mástil y tapones en tornillos y tornillos. Identifique cada pieza con etiqueta verde, turno y su número de nombre.	Las piezas terminadas se colocan en carros transportadores o taimas.
	Tiempo de curado: 25-30 min	Avise a su coordinador si la pieza es No conforme con la calidad, e identifique con rosa.	Se protegen con polystyrenh para que sean enviadas a las líneas de ensamble.
			
Indicador y/o puntos a verificar	Indicador y/o puntos a verificar	Indicador y/o puntos a verificar	Indicador y/o puntos a verificar
Limpieza interior del horno cada inicio de semana	Una vez introducido un carro al horno registre la hora en que inició el curado al momento que se alcanzan 210°C y la temperatura va en ascenso. Realice prueba de curado con MEK, al primer carro de cada turno.	Acabado: Gofado sin defectos. Espesor de pintura: 60-141 micras, muestra 100% y registre una pieza por carro.	Verifica cantidad de piezas de acuerdo al formato PLM-7.5 1-01-40-R0.
Limpieza obligatoria de carros al inicio de turno con aire comprimido	Verifica las condiciones de operación del horno de polimerizado Temperatura: 210-230 °C	Adherencia: Realice prueba de rayado, inicio mitad y final del turno. Registre en el formato PLM-7.5 1-02-60-R1 y en la Bitacora "Prueba de Adherencia" respectivamente.	Verificar correcto manejo de material sin rayaduras o golpes, en caso contrario retoque o reintérese de acuerdo al código de criterios de calidad.

6.2.2.3 Registros de control

Los registros sirven para recolectar la información que se requiere para alimentar los indicadores del proceso y gráficos de control. Es decir, son la evidencia de la manera en que las operaciones fueron realizadas y la efectividad de las mismas.

a) Para la operación de Limpieza tratamiento de las piezas se tiene el "Registro de control titulación de tinas":

De acuerdo al Diagrama de Proceso y dada la teoría para "el proceso de pintura electrostática" en esta primera estación de trabajo se manejan variables que aunque no reflejan un efecto físico inmediato; son críticas para el desempeño del producto en la característica de "tiempo de vida de la pintura". Para esta etapa se aplicó una lista de verificación de parámetros con nombre de "Control de titulación de tinas" donde se registran los datos resultantes del muestreo que los operarios deben realizar y que son regularmente verificados por inspectores de calidad, habiéndose modificado el formato original ya que fue necesario agregar variables identificadas como críticas para el proceso y que deberían ser monitoreadas para conocer su desempeño.

Check list unidad de pintura

Título		Número de Control		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
Módulo 1: Nivel de trabajo y condiciones ambientales de la celda	Limpiar el depósito antes de comenzar	Operario de pintura	SI																																			
	Revisar el nivel de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
Módulo 2: Nivel de trabajo y condiciones ambientales de la celda	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			
	Limpiar el depósito de pintura	Operario de pintura	SI																																			

Página 1

SECCIONES

1. Limpieza del depósito de pintura
2. Limpieza del depósito de pintura
3. Limpieza del depósito de pintura
4. Limpieza del depósito de pintura
5. Limpieza del depósito de pintura
6. Limpieza del depósito de pintura
7. Limpieza del depósito de pintura
8. Limpieza del depósito de pintura
9. Limpieza del depósito de pintura
10. Limpieza del depósito de pintura

PROFILA

1. Limpieza del depósito de pintura
2. Limpieza del depósito de pintura
3. Limpieza del depósito de pintura
4. Limpieza del depósito de pintura
5. Limpieza del depósito de pintura
6. Limpieza del depósito de pintura
7. Limpieza del depósito de pintura
8. Limpieza del depósito de pintura
9. Limpieza del depósito de pintura
10. Limpieza del depósito de pintura

REVISIÓN DE FUNCIONAMIENTO

1. Limpieza del depósito de pintura
2. Limpieza del depósito de pintura
3. Limpieza del depósito de pintura
4. Limpieza del depósito de pintura
5. Limpieza del depósito de pintura
6. Limpieza del depósito de pintura
7. Limpieza del depósito de pintura
8. Limpieza del depósito de pintura
9. Limpieza del depósito de pintura
10. Limpieza del depósito de pintura

MANGUERA PARA POLVO

1. Limpieza del depósito de pintura
2. Limpieza del depósito de pintura
3. Limpieza del depósito de pintura
4. Limpieza del depósito de pintura
5. Limpieza del depósito de pintura
6. Limpieza del depósito de pintura
7. Limpieza del depósito de pintura
8. Limpieza del depósito de pintura
9. Limpieza del depósito de pintura
10. Limpieza del depósito de pintura

MÓDULO DE FLUJACIÓN/ASPIRACIÓN

1. Limpieza del depósito de pintura
2. Limpieza del depósito de pintura
3. Limpieza del depósito de pintura
4. Limpieza del depósito de pintura
5. Limpieza del depósito de pintura
6. Limpieza del depósito de pintura
7. Limpieza del depósito de pintura
8. Limpieza del depósito de pintura
9. Limpieza del depósito de pintura
10. Limpieza del depósito de pintura

c) Para la operación de Operación de polimerizado se tiene el "Control de horno de secado":

Control horno de curado y características finales del producto:

El horno de curado es la última operación del proceso, donde se reflejará el resultado final del mismo y donde analizaremos resultados inmediatos como las variables de espesor de película y atributos como defectos de apariencia y adherencia de película; y donde mediante pruebas de laboratorio con probetas tratadas con el mismo proceso se definirán algunas características de funcionalidad como "Horas de cámara salina", prueba de adherencia, pruebas de impacto, prueba de elasticidad de película, entre otras.

Por lo que el formato utilizado es una lista de verificación de parámetros del horno, que además contiene también un parte donde el operador debe anotar el resultado de su inspección al producto, sobre todo para la recolección de datos que nos de un indicador de calidad básico "piezas no conformes", y de donde se desglosarán mas datos como piezas bien a la primera, horas hombre invertidas en reproceso, costo de reprocesos, y crear un antecedente para la medición de la mejora.

CONTROL DE HORNO DE SECADO

RECHA: _____ TURNO: _____

 SI
 NO CONFORME (NO CUMPLE)



TIEMPO DE SECADO segundo 3 min.		TEMPERATURA DEL HORNO (CADA HORAS) (CADA 15 MIN)	TEMPERATURA DEL SECADO	HUMEDAD	PH	REPROCESO (CADA 15 MIN LLEVA LA PENA DEBAJOS DEL SOL)	PRESENCIA ALGUNA TUBERIAS	PLANEO LIMPIEZA (CADA SEMANA)	REVISIÓN MANTENIMIENTO	EXISTENCIA REQUISITOS DE FUEGO (PRESIÓN DE OPERACIÓN) (CADA 15 MIN)	NOTAS (CUALQUIER OBSERVACIONES ADICIONALES) (PROBLEMAS)	
HORA	TERMINO											
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												

Página 1

Revista Controlador

6.2.5 Herramientas Planeación Avanzada de la Calidad

6.2.5.1 AMEF

Se desarrolla el AMEF de proceso, determinando las variables críticas en cuanto a su severidad, el resultado de las acciones propuestas es teórico y como muestran las gráficas de control no se ha alcanzado actualmente. Faltando un análisis de los puntos fuera de control, una determinación de causas y un seguimiento efectivo de las acciones tomadas para su erradicación.

**ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA POTENCIAL
(AMEF DE PROCESO)**



AREA: Pintura LINEAS AFECTADAS: Tinas, caseta y horno PREPARO: Sistema de Calidad REVISO: Gcía. Prod.
 PROCESO: Pintura electrostática PARTE O FAMILIA: Gabinets FECHA: 01-Sep-07 (REV): "0"
 AREAS INV. Producción, Ingeniería, Compras, Calidad CLAVE DEL DOCUMENTO: AMEF-PE-01 APROBO: Gerencia Gral.

FUNCION DEL PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL	S E V E R	CAUSA DE LA FALLA POTENCIAL	O C U R R	CONTROLES ACTUALES	D E T E C	N P R	ACCIONES RECOMENDADAS	AREA / INDIVIDUO RESPONSABLE Y FECHA DE TERMINACION	RESULTADO ACCIONES				
											ACCIONES TOMADAS	S E V E R	O C U R R	D E T E C	N P R
Prelimpieza															
Prelimpieza	Residuos del desengrasante	Manchas blancas	4	Deficiente dilucion	4	Visual	5	80	Implementar instructivo de inspección / capacitar al operario	Calidad / Producción	Implementar instructivo de inspección / capacitar al operario	4	4	3	48
Tina 1 (Fosfado)															
Concentración de fosfato de Fe	Capa cristalina de fosfato de Fe de espesor delgado	Baja resistencia a la corrosión	8	Baja concentración de fosfato de Fe	7	Analisis de laboratorio	4	224	implementar carta de control X-R	Calidad / Producción	implementar carta de control X-R	8	7	2	112
pH	Capa cristalina de fosfato de Fe deficiente	Baja resistencia a la corrosión	8	Balace inadecuado del fosfato Fe	4	Medicion de pH con potenciómetro	5	160	implementar carta de control X-R	Calidad / Producción	implementar carta de control X-R	8	2	2	32
Temperatura	Capa cristalina de fosfato de Fe deficiente	Variación en el pH	5	Falla en dispositivo de control automatico de temperatura	4	Verificación de temperatura manual	5	100	Implementar registro de lecturas de temperatura	Calidad / Producción	Implementar registro de lecturas de temperatura	5	4	4	80
Tina 2 (Enjuague)															
pH	No se neutraliza el ataque al sustrato	Ataque al sustrato	8	arrastre de ph de la tina # 1	6	Medicion de pH con potenciómetro	3	144	implementar carta de control X-R	Calidad / Producción	implementar carta de control X-R	8	6	1	48
TDS's	> especificado	bajo valor en horas de camara salina	8	arrastre de sales de la tina # 1	7	Medicion diaria con PC16	3	168	implementar carta de control X-R	Calidad / Producción	implementar carta de control X-R	8	7	1	56
Tina 3 (Sello)															
pH	Baja concentración de sello	Baja uniformidad de película	7	Balace inadecuado de sello	5	Medicion de pH con potenciómetro	3	105	implementar carta de control X-R	Calidad / Producción	implementar carta de control X-R	7	5	1	35
Temperatura	Fuera de parámetros	Pin hole	3	Temperatura de agua de tina 3 fuera de control	5	Verificación de termómetros de tinas	5	75	Implementar registro de verificación de temperaturas	Calidad / Producción	Implementar registro de verificación de temperaturas	3	5	1	15
Horno de secado															
Temperatura	< especificada	Humedad en el sustrato	4	Falla en dispositivo de control automatico de temperatura	5	Verificación de temperatura manual	3	60	implementar registro de temperaturas	Calidad / Producción	implementar registro de temperaturas	4	5	1	20
Caseta de pintura EMX / Gema															
Voltaje de aplicación	< especificada	baja adherencia del polvo	6	operación incorrecta del equipo	5	Verificación de parámetros en equipo	4	120	Verificación visual	Producción	Verificación visual	6	5	3	90
cantidad de polvo	< especificada	bajo espesor	6	operación incorrecta del equipo	5	Verificación de parámetros en equipo	6	180	Verificación visual	Producción	Verificación visual	6	5	3	90
Cantidad de aire	< especificada	no uniformidad en el espesor	6	operación incorrecta del equipo	5	Verificación de parámetros en equipo	6	180	Verificación visual	Producción	Verificación visual	6	5	3	90
Aire de limpieza de electrodo	tapado	grumos	6	operación incorrecta del equipo	5	Verificación de parámetros en equipo	4	120	Verificación visual	Producción	Verificación visual	6	5	3	90
Horno de curado															
Temperatura	< especificada	Curado deficiente	8	Falla en dispositivo de control automatico de temperatura	5	Prueba con acetona	3	120	Implementar registro y llevarlo	Producción	Implementar registro	8	5	2	80
Tiempo	< especificada	Curado deficiente	8	Operación incorrecta del equipo	5	Prueba con acetona	3	120	Implementar registro	Producción	Implementar registro	8	5	2	80

6.2.5.2 Plan de Control

En el Plan de Control se establecieron los mecanismos que permiten controlar las variables del proceso y que son Gráficos de Control para la determinación de los puntos de variación, y las herramientas del Sistema de Calidad como documentación de los procesos, determinación de las causas de variación y seguimiento a acciones para su corrección y prevención.

PLAN DE CONTROL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTATICA



Area: Pintura	Lineas afectadas: Tinas, caseta, horno	Preparó: Sistema de Calidad	Fecha: 01-Sep-07
Proceso: Pintura Electrostática	Parte o familia: Gabinetes	Revisó: Gerencia de producción	Revisión: "0"
Areas Inv. Prod., Ing. Cal. Compras	Clave del documento: PC-PE-01	Aprobó: Gerencia General	

OPERACIÓN/ PRODUCTO	CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	MEDIDOR (con qué)	FRECUENCIA	PUESTO (quien)	DONDE	REGISTRO	ACCION SI NO OK
Deoxi	Dilusión en agua	5%+/-	recipiente graduado en litros	cada preparación	Operador de limpieza	estacion de trabajo	n/a	Avisar a supervisor, preparar nueva solución.
Agua de tina de Fosfato	AT, acidez total. Concentración de fosfato de Fe	30-35 gr/lt	pipeta	cada inicio de turno	Operador de tinas	estación de verificación de parámetros	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas FLM-7.5.1-03-103 Hoja de control de pintura en proceso (concentración de fosfato) Gráfico de control X-R	Pare el proceso. Avise al supervisor Si concentración mayor 35 gr/lt: agregue agua y titular. Si concentración menor 35 gr/lt: agregue PHOS 1602 (8kg = + 1gr/lt), titular.
	pH	2.5-3.5	potenciometro de pH	c/inicio de turno	Operador de tinas	estación de verificación de parámetros	FLM-7.5.1-04-103 Hoja de control de pintura en proceso (pH tina de fosfato) Gráfico de control X-R	Pare el proceso. Avise al supervisor Si pH mayor 3.5: agregue "aditiv 4012": 2 lt. = - 0.1 pH; y mida nuevamente.
	Tiempo	10-15 min	Timer	cada lote	Operador de tinas	tina de fosfatizado	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas	Detenga el proceso, avise al supervisor
	Temperatura	40-50	Termómetro de caratula	cada hora	Operador de tinas	tina de fosfatizado	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas	Pare el proceso Avise al supervisor para corregir Reinicie solo si se cumple con parametro.
Agua de tina de Enjuague	pH	6.0-8.0	potenciometro de pH	c/inicio de turno	Operador de tinas	estación de verificación de parámetros	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas Gráfico de control X-R	Pare el proceso. Avise al supervisor Si pH menor 6: agregue "seal 3502": 2 lt. = + 0.1 pH; y mida nuevamente.
	Tiempo	1-2 min	Reloj de pared	cada lote	Operador de tinas	tina de enjuague	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas	Detenga el proceso, avise al supervisor
	TDS's	menor 300 ppm's.	Conductronic PC 16	diario	Calidad	tina de enjuague	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas Gráfico de control X-R	Si TDS's mayor a 300 ppm's; cambie el agua.
Agua de tina de Sello	pH	6.0-7.0	potenciometro de Ph	c/inicio de turno	Operador de tinas	estación de verificación de parámetros	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas FLM-7.5.1-05-103 Hoja de control de pintura en proceso (pH tina de sello) Gráfico de control X-R	Pare el proceso. Avise al supervisor Si pH menor 6: agregue "agua"; y mida pH nuevamente. Si pH mayor 7: agregue "Seal 3500": 3 lt = - 0.5; mida pH nuevamente.
	TDS's	menor 500 ppm's.	Conductronic PC 16	diario	Calidad	tina de Sello	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas	Pare el proceso, avise al supervisor. Si TDS's mayor a 500 ppm's; cambie el agua.
	Tiempo	2-3 min	Reloj de pared	cada lote	Operador de tinas	tina de enjuague	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas	Detenga el proceso, avise al supervisor
	Temperatura	60-70	Termometro de caratula	cada hora	Operador de tinas	tina de fosfatizado	FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas	Pare el proceso Avise al supervisor para corregir. Reinicie sólo si se cumple con parametro.
Horno de secado	Temperatura	110 +/- 15	Controlador del horno	cada hora	Operador de horno de secado	horno de secado	FLM-7.5.1-09-103 Control de horno de secado	Si temperatura sale del rango avise al supervisor y mantenimiento. Temperatura menora a 95°C de 10 minutos de tiempo dentro del horno.
	Tiempo	> 10 min	Reloj de pared	cada lote	Operador de horno de secado	horno de secado	FLM-7.5.1-06-103 Check list unidad de pintura	Detenga el proceso, avise al supervisor
Caseta de pintura EMX	Voltaje de aplicación	90 kv	Carátula del modulo de control	Diario/inicio de turno	Pintor	Caseta de pintura EMX		Detenga el proceso, avise al supervisor y mantenimiento para revisión.
	cantidad de polvo	28	Carátula del modulo de control	Diario/inicio de turno	Pintor	Caseta de pintura EMX		Detenga el proceso, avise al supervisor y mantenimiento para revisión.
	Cantidad de aire	2.5	Carátula del modulo de control	Diario/inicio de turno	Pintor	Caseta de pintura EMX	FLM-7.5.1-06-103 Check list unidad de pintura	Detenga el proceso, avise al supervisor y mantenimiento para revision. Tiempo de permanencia menor a 25 min. Realice prueba de curado y adherencia a todas las piezas.
	Aire de limpieza de electrodo	0.3	Carátula del modulo de control	Diario/inicio de turno	Pintor	Caseta de pintura EMX		Detenga el proceso, avise al supervisor y mantenimiento para revisión.
Caseta de pintura GEMA	Salida de polvo	80	Carátula del modulo de control	Diario/inicio de turno	Pintor	Caseta de pintura EMX	FLM-7.5.1-06-103 Check list unidad de pintura	Detenga el proceso, avise al supervisor y mantenimiento para revisión.
	Volumen total de aire	50	Carátula del modulo de control	Diario/inicio de turno	Pintor	Caseta de pintura EMX		Detenga el proceso, avise al supervisor y mantenimiento para revisión.
Horno de Curado	Temperatura	230 +/- 10	Controlador del horno	cada carro	Operador de horno de curado	Horno de curado	FLM-7.5.1-08-103 Control de curado e inspeccion	Si temperatura sale del rango avise al supervisor y mantenimiento. Aplique prueba de adherencia y curado a todas las piezas.
	Tiempo	25	Reloj de pared	cada carro	Operador de horno de curado	Horno de curado	FLM-7.5.1-08-103 Control de curado e inspeccion	Tiempo de permanencia menor a 25 min. Realice prueba de curado y adherencia a todas las piezas. Tiempo de permanencia mayor a 30 min. realice verificación de tono con pieza patrón.

Nomenclatura de los formatos:

- FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas
- FLM-7.5.1-03-103 Hoja de control de pintura en proceso (concentración de fosfato)
- FLM-7.5.1-04-103 Hoja de control de pintura en proceso (Ph tina de fosfato)
- FLM-7.5.1-05-103 Hoja de control de pintura en proceso (Ph tina de sello)
- FLM-7.5.1-09-103 Control de horno de secado
- FLM-7.5.1-06-103 Check list unidad de pintura
- FLM-7.5.1-08-103 Control de curado e inspección

6.2.6 Herramientas estadísticas de la calidad

Se determinó conocer el comportamiento de las variables; controlarlas y posteriormente minimizar su variación es la finalidad de representar los datos en graficas que nos ayuden a visualizar y predecir el momento en que debemos de actuar antes de que su efecto nos lleve a tener piezas fuera de especificación y por tanto rechazos indeseados.

Se determinan como variable críticas debido a su severidad, ver AMEF de proceso (6.2.5.1), las siguientes:

Cabe señalar que en el momento en que se realizaron las gráficas el proceso todavía no se encontraba bajo control. La investigación de las causas y acciones para corregir este descontrol salen del alcance de este trabajo, ya que son actividades permanentes en la filosofía de mejora continua de los procesos.

Limpieza y tratamiento de las piezas

Variables:

Tina 1	Tina 2	Tina 3
<ul style="list-style-type: none"> pH AT (Acidez Total, concentración de Fosfato de fierro) 	<ul style="list-style-type: none"> pH TDS (Total de sólidos) 	<ul style="list-style-type: none"> pH

Debido a que el resultado de la interacción de la mayoría de las variables del proceso se refleja en el espesor de la capa de pintura, se determina controlar esta característica en un gráfico.

Operación de polimerizado

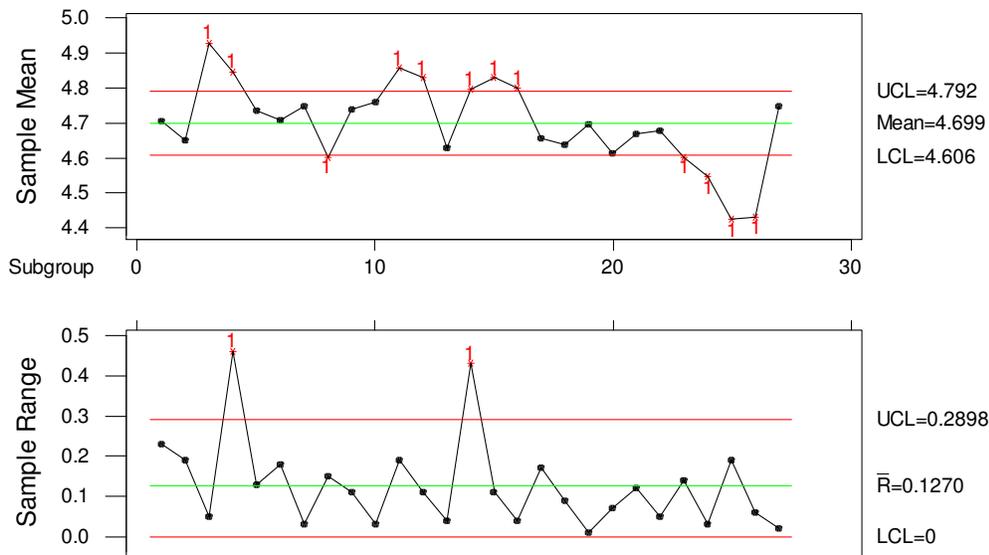
Característica:

- Espesor de la capa de pintura

6.2.6.1 Gráficos de Control en el Proceso de Tinajas

- a) Se establecen los gráficos de control para el control de la variable pH en 3 tinajas. Tomando los datos contenidos en el formato "Control de titulación de tinajas" y se utiliza la Grafica \bar{X} -R:

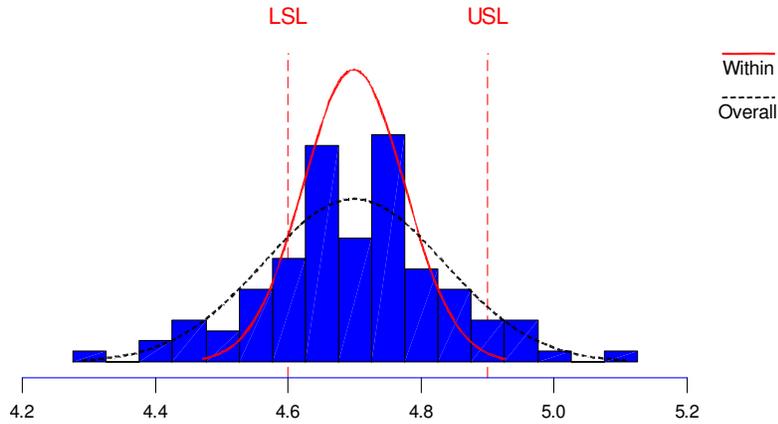
Xbar/R Chart for PH TINA 1



Process Capability Analysis for PH TINA 1

Process Data
 USL 4.90000
 Target *
 LSL 4.60000
 Mean 4.69898
 Sample N 108
 StDev (Within) 0.076061
 StDev (Overall) 0.136398

Potential (Within) Capability
 Cp 0.66
 CPU 0.88
 CPL 0.43
 Cpk 0.43
 Cpm *

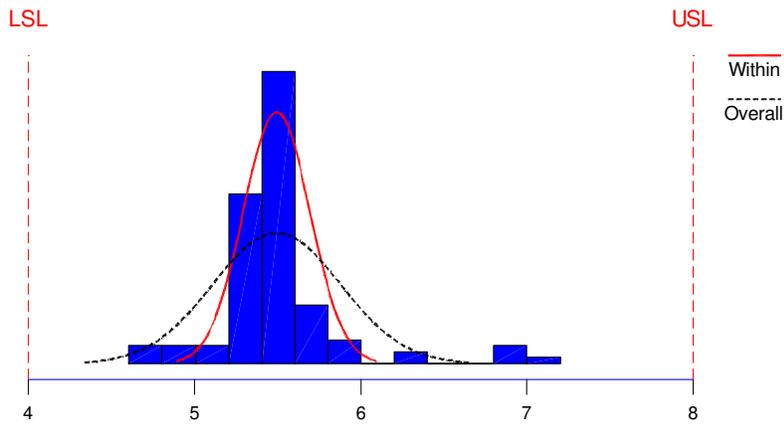


Overall Capability		Observed Performance		Exp. "Within" Performance		Exp. "Overall" Performance	
Pp	0.37	PPM < LSL	175925.93	PPM < LSL	96570.78	PPM < LSL	234016.85
PPU	0.49	PPM > USL	64814.81	PPM > USL	4110.51	PPM > USL	70272.32
PPL	0.24	PPM Total	240740.74	PPM Total	100681.29	PPM Total	304289.17
Ppk	0.24						

Process Capability Analysis for PH TINA2

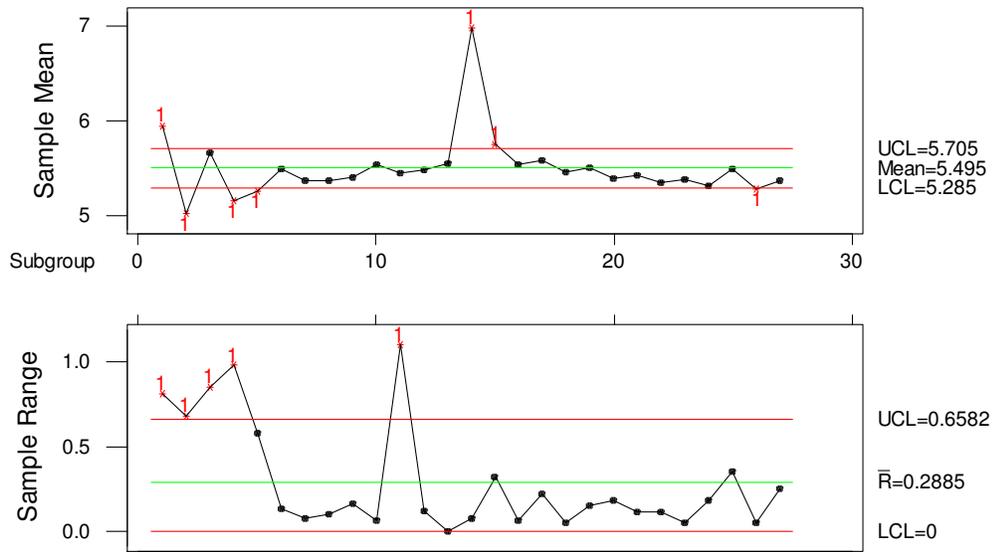
Process Data
 USL 8.00000
 Target *
 LSL 4.00000
 Mean 5.49481
 Sample N 108
 StDev (Within) 0.200273
 StDev (Overall) 0.385229

Potential (Within) Capability
 Cp 3.33
 CPU 4.17
 CPL 2.49
 Cpk 2.49
 Cpm *

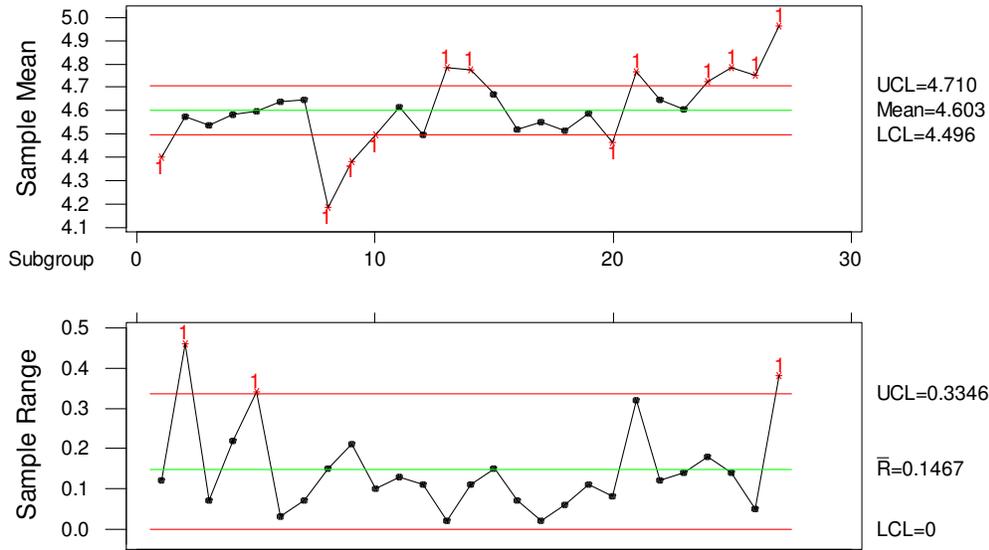


Overall Capability		Observed Performance		Exp. "Within" Performance		Exp. "Overall" Performance	
Pp	1.73	PPM < LSL	0.00	PPM < LSL	0.00	PPM < LSL	52.16
PPU	2.17	PPM > USL	0.00	PPM > USL	0.00	PPM > USL	0.00
PPL	1.29	PPM Total	0.00	PPM Total	0.00	PPM Total	52.16
Ppk	1.29						

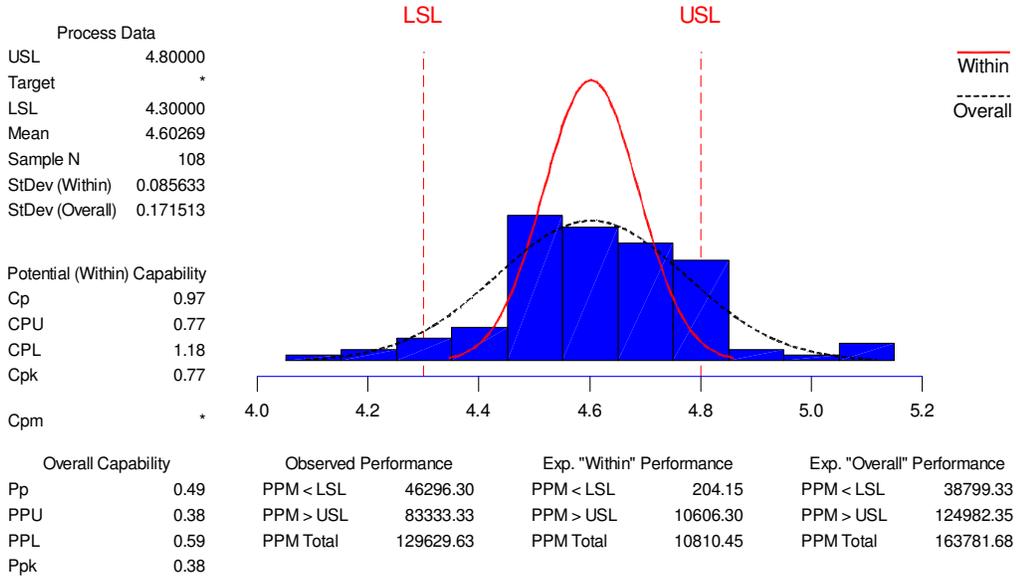
Xbar/R Chart for PH TINA2



Xbar/R Chart for PHTINA3

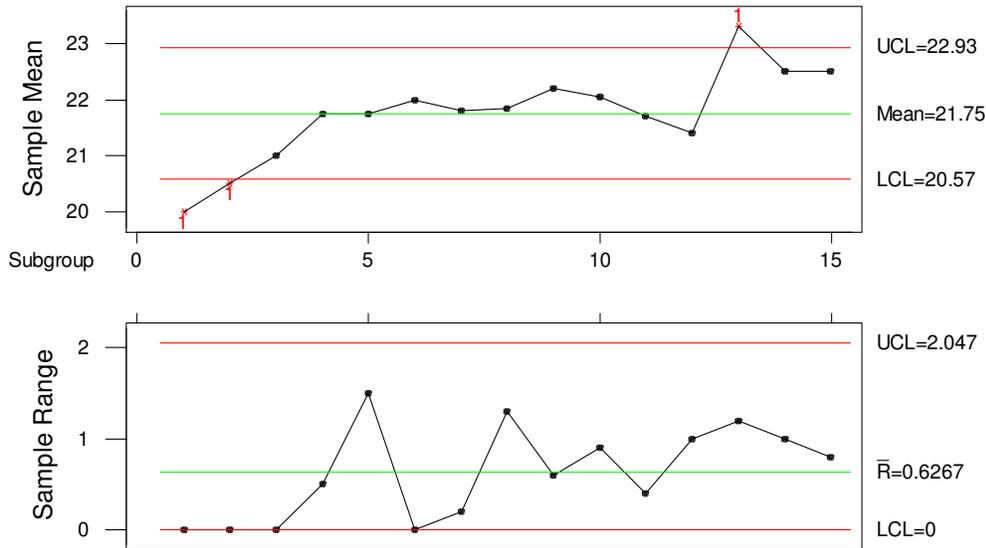


Process Capability Analysis for PHTINA3

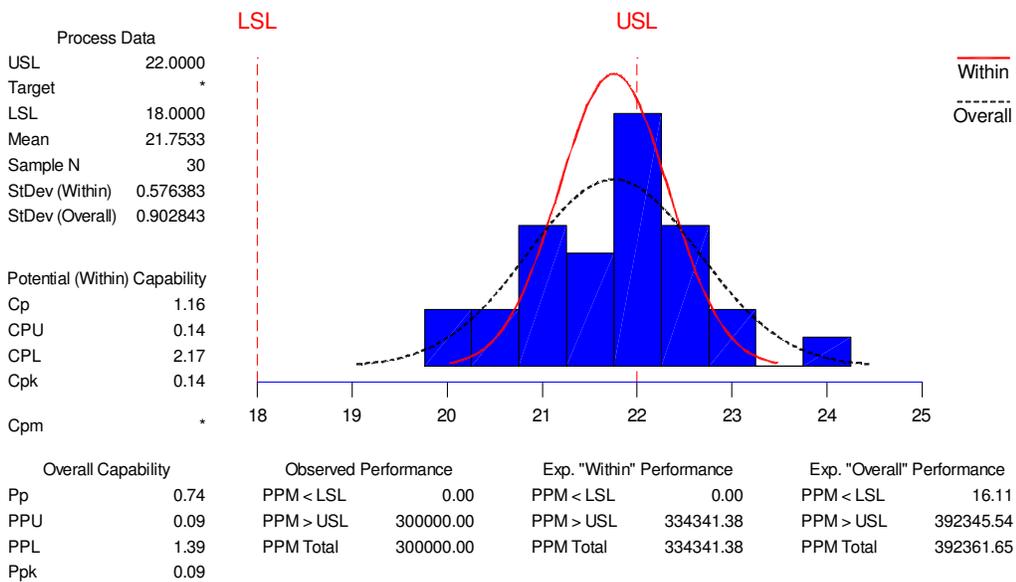


- b) Se establece el gráfico de control para el control de la variable AT (Acidez Total) en la tina No.1 . Tomando los datos contenidos en el formato "Control de titulación de tinas" y se utiliza la Grafica \bar{X} -R:

Xbar/R Chart for AT TINA 1

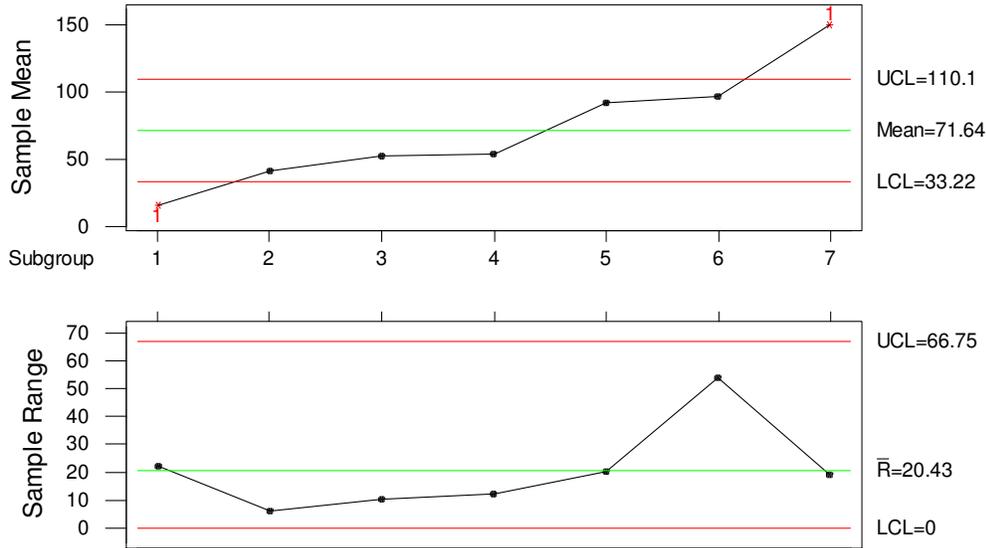


Process Capability Analysis for AT TINA 1

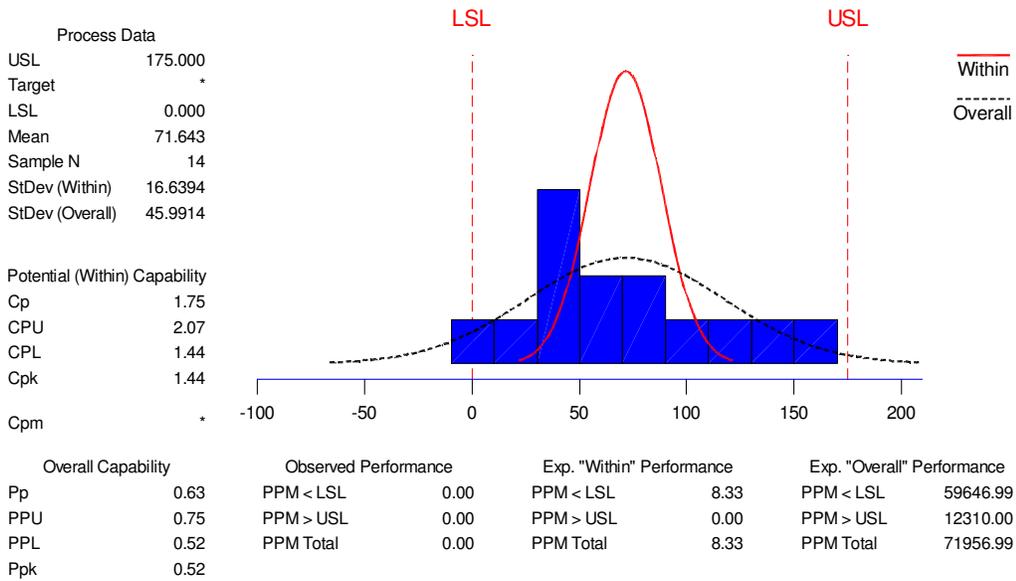


- c) Se establece el gráfico de control para el control de la variable TDS (Sólidos Totales) en la tina No.2. Tomando los datos contenidos en el formato "Control de titulación de tinas" y se utiliza la Grafica \bar{X} -R:

Xbar/R Chart for TDS



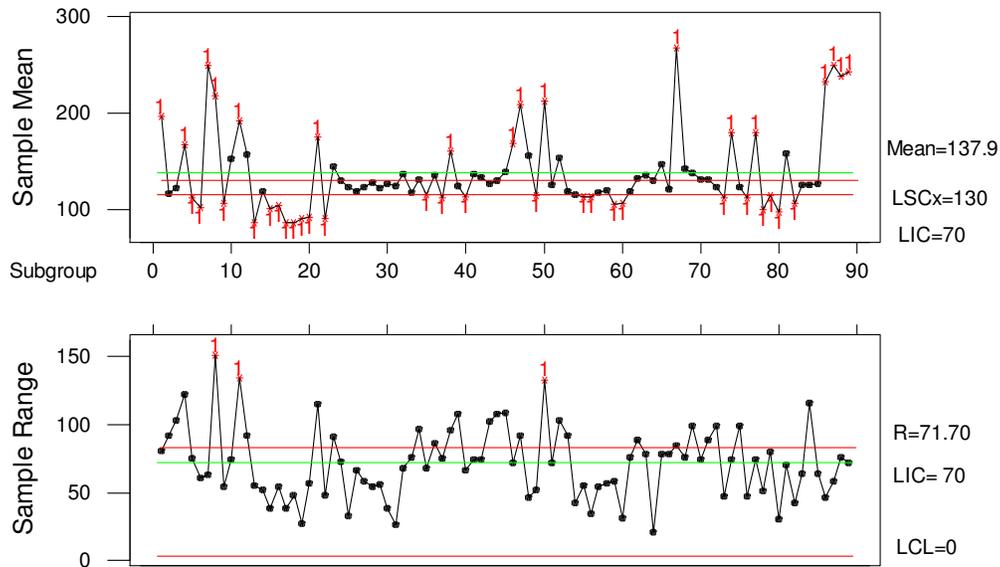
Process Capability Analysis for TDS



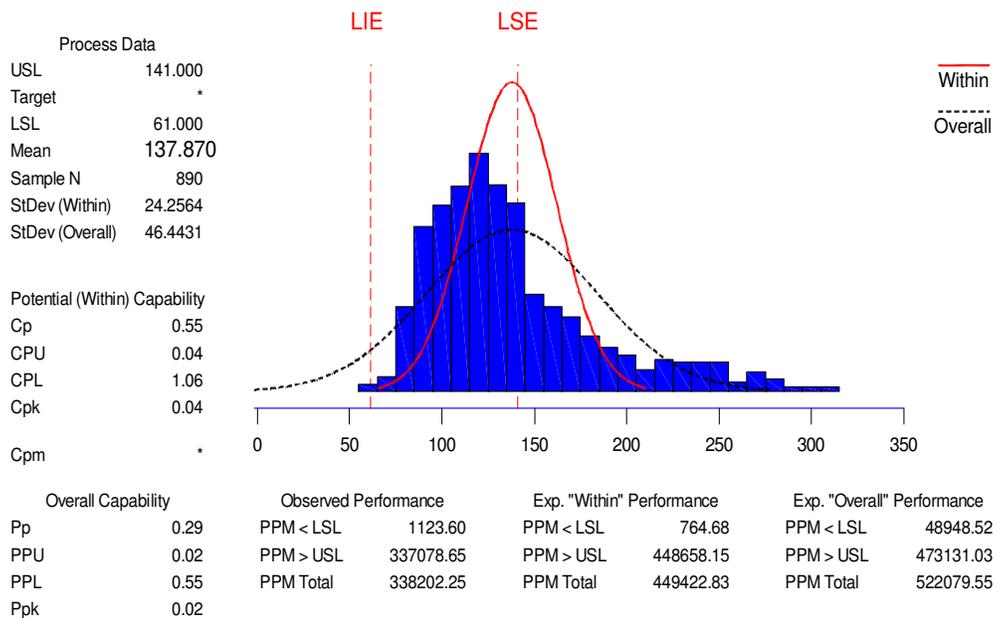
6.2.6.2 Gráficos de Control en el Proceso de Curado

- a) Se establece el gráfico de control para el control de la característica "Espesor de Pintura" a la salida del horno de curado. Tomando los datos contenidos en el formato "Hoja de Control de pintura en proceso" y se utiliza la Grafica \bar{X} -R:

Xbar/R Carta para espesor Semana 30



Distribucion de datos para espesor Semana 30



Conclusiones:

La competencia cada vez más fuerte en todos los mercados y las regulaciones cada vez más estrictas, obligan a que los procesos sean analizados para tener la información necesaria que permita:

- Replantearlos, para poder hacerlos más rentables.
- Identificar las ventajas competitivas de los productos para consolidar un mercado.
- Controlar las variables de los procesos para evitar insatisfacciones de los clientes y aumento en costos por desperdicio, retrabajo y pago de garantías.
- Realizar inversión en tecnología y capacitación.

Actualmente existe una gama de herramientas estadísticas y de calidad que permiten obtener:

- ✓ Información para la justificación de cambios en los procesos.
- ✓ Detección de variaciones en los procesos para su control.
- ✓ Control de los procesos para estandarizar las operaciones.
- ✓ Corregir las fallas en los procesos, identificando sus causas y evidenciando su erradicación.
- ✓ Prevenir las fallas en los procesos, para evitar su aparición y consecuente costo de corrección.

Estas herramientas aplicadas al proceso de pintura electrostática nos dan los siguientes resultados:

Sistema de Gestión de la Calidad. Establece un orden en la administración y desarrollo de los procesos, documentando las operaciones, responsabilidades a través de los procedimientos y demás documentos del Sistema de Calidad; esto permite estandarizar las operaciones, lo que ayuda a obtener una repetibilidad tanto en la ejecución como en el resultado de los procesos. Cuando no se alcanzan los resultados o no se realiza el proceso de acuerdo a lo establecido, el Sistema de Calidad tiene los mecanismos para identificar tales fallas y define una metodología para su corrección y seguimiento.

En el caso de las actividades críticas en la operación no basta controlarlas documentalmente, ya que sólo sabremos que existe una falla hasta que ésta ya se presentó, con su consecuente costo, por lo que se requiere del uso de herramientas que permitan tener el control del proceso en tiempo real y no sólo hasta que se presente la falla.

Los Gráficos de Control nos permite visualizar en un tiempo muy breve, el comportamiento de las variables de los procesos antes de que se salgan de control, lo que nos da un margen de tiempo para realizar una actuación bien dirigida que evite que se presente la falla. Si se puede mantener un proceso bajo control estadístico, consecuentemente disminuirán los costos por las fallas y por las inspecciones, aunque se incrementarán de manera justificable los costos de prevención.

Conclusiones

Como parte de la prevención en el proceso analizado en este trabajo, se utilizan dos herramientas de la **Planeación Avanzada de la Calidad**, que son el AMEF y el Plan de Control.

El AMEF nos permite detectar las actividades, variables y partes del producto que son críticas y que pueden afectar en ese mismo orden el resultado del producto y proceso, esta herramienta pondera los factores de severidad, ocurrencia y detección, la aplicación correcta de la herramienta permite balancear estos factores para obtener un escenario que evite que se presente la falla.

El plan de control ordena los factores que interviene en las actividades, variables y partes del producto que son críticas, deben controlarse y derivan del AMEF, establece las especificaciones, los métodos de medición, responsables de cada actividad en el proceso. mecanismos de control, formatos para el registro de la información y planes de acción cuando no se obtiene los resultados especificaciones.

Estas herramientas están probadas en empresas de todo el mundo, pero el deseo de implementarlas no basta, es decir, es necesario un verdadero compromiso de la gerencia general de la empresa y su determinación para que se haga realidad, ya que no sólo basta con que los líderes o técnicos en el proyecto de implementación de estas herramientas conozcan a profundidad su concepto y metodología, se requiere de un gran trabajo de difusión de los beneficios que se obtendrán cuando se tengan los cambios, la capacitación correctamente dirigida a cada persona involucrada en el proceso, la concientización de la importancia de la actuación de los procesos de apoyo como lo es:

Compras: Contar con los insumos en tiempo y forma.

Finanzas: Dotar de recursos monetarios para que las cosas sucedan en tiempo y forma.

Capacitación: Establecer estrategias para hacer efectiva la capacitación.

Control de Calidad: Aplicar métodos de inspección que garanticen que el producto defectuoso no le va a llegar al cliente, a un costo aceptable.

Sistema de Calidad: Auditorías profundas, bien dirigidas y con un seguimiento efectivo de las acciones que corrijan las deficiencias encontradas.

Recursos Humanos: Dotar a la operación de personal capaz, promoviendo un ambiente laboral que fomente el arraigo del personal a la empresa.

Mantenimiento: Planear con información objetiva los mantenimientos preventivos con la finalidad de disminuir dramáticamente los mantenimientos correctivos y por ende los paros no programados.

Mercadotecnia: Determinar con exactitud cuales son la ventajas competitivas del producto, y que sirvan como información de entrada para el diseño del producto y proceso.

Gerencia General: Tomar decisiones en base a información que permita tener la dirección adecuada en cuanto al crecimiento de la planta e inversión en tecnología.

Sistemas e Informática: Garantizar la disponibilidad de información.

Es decir, la calidad no sólo depende del personal que fabrica el producto, sino de todos los factores que intervienen en los procesos, por lo que no sólo basta con exigir más y mejores resultados al área de producción. Se deben tomar decisiones basadas en hechos, que

Conclusiones

involucren a todos los participantes del proceso y que permitan un verdadero cambio en el mismo, que se debe reflejar en un crecimiento de la organización, a través de mayores ventas, ganancias y permanencia de la misma en el mercado.

El presente trabajo es un recopilación de información técnica del proceso y conceptual de las herramientas, que concluye con una propuesta de proyecto, la cual se dirige a controlar en su justa medida y con la herramienta adecuada todos los factores que intervienen para obtener un producto de calidad, a un costo adecuado, con una inercia en las actividades dirigida a la mejora de los procesos. Esto a su vez se traduce en una permanencia de la empresa en el mercado y con el consecuente beneficio para sus clientes, proveedores, colaboradores, gobierno y sociedad general.

En este proceso en particular las variables se encuentran fuera de control, pero las herramientas propuestas permiten detectar los puntos de variación; aplicando el análisis y metodología de solución de problemas del Sistema de Gestión de la Calidad podremos establecer acciones que permitan la corrección de las causas que originan el descontrol en el proceso.

Resultados Prácticos

Los motivos por los la empresa Areva decidió implementar la planeación avanzada de la calidad y herramientas estadísticas en su línea de pintura electrostática, apoyándose en la norma ISO 9001:2000, fue obtener información sobre las causas de la variaciones en su procesos y, por ende, en las características de sus productos (gabinetes).

El desarrollo de este proyecto queda plasmado en los puntos de control que fueron identificados a partir de análisis de las fallas en el AMEF (AMEF-PE-01) y fueron definidos en el PLAN DE CONTROL (PC-PE-01), estos puntos de control fueron consolidados como instructivos de trabajo, formatos y gráficos de control.

En este proyecto se desarrollaron los siguientes documentos para su aplicación:

- a) Instructivo de trabajo ILM-7.5.1-03 Proceso de Pintura. El cual define la secuencia adecuada para realizar las actividades del proceso y los controles requeridos (formatos), los cuales también se desarrollaron y se enlistan a continuación:

- FLM-7.5.1-01-103 Control de titulación de tinas
- FLM-7.5.1-03-103 Hoja de control de pintura en proceso (concentración de fosfato)
- FLM-7.5.1-04-103 Hoja de control de pintura en proceso (PH tina de fosfato)
- FLM-7.5.1-05-103 Hoja de control de pintura en proceso (PH tina de sello)
- FLM-7.5.1-09-103 Control de horno de secado
- FLM-7.5.1-06-103 Check list unidad de pintura
- FLM-7.5.1-08-103 Control de curado e inspección

Conclusiones

b) Los siguiente Gráficos de control fueron desarrollados para agrupar los datos obtenidos en los formatos y dan información que permite tomar decisiones para la mejora de los procesos.

Gráfico \bar{X} -R, Variable pH, Tina 1

Gráfico \bar{X} -R, Variable pH, Tina 2

Gráfico \bar{X} -R, Variable pH, Tina 3

Gráfico \bar{X} -R, Variable AT (Acidez Total), Tina 1

Gráfico \bar{X} -R, Variable TDS (Sólidos Totales), Tina 2

Gráfico \bar{X} -R, Variable “Espesor de pintura”, Salida del horno de curado

Este proyecto consistió en la implementación de herramientas, las cuales son elementos que aportan información y permiten, en una primera instancia, prevenir desviaciones al proceso definido (mediante la aplicación del instructivo de trabajo), establece las medidas correctivas a tomar en caso de no obtener los resultados planeados (plan de control), y previene desviaciones antes de que sucedan a través del monitoreo del proceso mediante las gráficas de control. La empresa Areva aplicó estas herramientas, y el primer paso fue llevar a un estado de control al proceso (fase en la que concluye este trabajo), posteriormente se trabajaría una mejora de los procesos desde enfoques con planeación a largo plazo.

Sale fuera del alcance de este trabajo el detallar las posibilidades de acciones fueron tomadas o que pudieran llevarse a cabo a partir de la información que proporcionan las herramientas implementadas ya que la mejora continua de los procesos no tiene limitaciones o un término establecido y hecha mano de la creatividad del personal involucrado en el mismo.

Bibliografía

1. Título: Introducción al control de calidad
Autor: Kaoru Ishikawa
Editorial: Díaz de Santos
Edición: 3ª. Edición. 1989
2. Título: Control total de la calidad
Autor: Armand V. Feigenbaum
Editorial: Compañía editorial continental
Edición: 3ª. Edición. 1994.
3. Título: Norma Mexicana IMNC
NMX-CC-9004-IMNC-2000,
Sistema de gestión de la calidad - Recomendaciones para la
mejora del desempeño.
Autor: Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de
Calidad COTENNSISCAL
Editorial: IMNC
Edición: 1ª. Edición. Enero 2001
4. Título: Norma Mexicana IMNC
NMX-CC-9000-IMNC-2000,
Sistema de gestión de la calidad - Vocabulario
Autor: Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de
Calidad COTENNSISCAL
Editorial: IMNC
Edición: 1ª. Edición. Enero 2001
5. Título: Norma Mexicana IMNC
NMX-CC-9001-IMNC-2000,
Sistema de gestión de la calidad - Requisitos
Autor: Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de
Calidad COTENNSISCAL
Editorial: IMNC
Edición: 1ª. Edición. Enero 2001
6. Título: ISO 9000-2000. Estrategias para implantar la norma de
calidad para la mejora continua.
Autor: Víctor Manuel Nava Carbellido / Ana Rosa Jiménez Valadez.
Editorial: Limusa.
Edición: 1ª. Edición. 2003.
7. Título: ISO 9001:2000. Document Development Compliance Manual.
Autor: Syed Imtiaz Haider, Ph. D.
Editorial: St. Lucie Press
Edición: 1ª. Edición. 2001.

Bibliografía

8. Título: ISO 9000-2000. Calidad y Excelencia.
Autor: Andrés Senlle
Editorial: Gestión 2000
Edición: 1ª. Edición. 2001.
9. Título: Control continuo del proceso y mejoras a la habilidad del proceso.
Autor: Ford Motor Company, S.A. de C. V.
Editorial: n/a
Edición: 1984
10. Título: Control de Calidad
Autor: Dale H. Besterfield. P. h. D., P.E.
Editorial: Prentice Hall
Edición: 1ª Edición. 1995
11. Título: Control estadístico de Calidad
Autor: Douglas C. Montgomery
Editorial: Limusa Wiley
Edición: 3ª Edición. 2004
12. Título: Advanced Quality Planning (APQP) and Control Plan
Autor: Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation
Editorial: n/a
Edición: 2ª Edición. Febrero 1995
13. Título: Análisis y Planeación de la Calidad
Autor: J.M. Juran, F.M. Gryna
Editorial: McGraw Hill
Edición: 3ª Edición. 1993
14. Título: Manual de Control de la Calidad
Autor: J.M. Juran, F.M. Gryna
Editorial: McGraw Hill
Edición: 4ª Edición. 1993
15. Título: La calidad en el servicio
Autor: Carlos Colunga Dávila
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 1994
16. Título: Conocimiento es futuro, hacia la sexta generación de los procesos de calidad
Autor: Luigi Valdés
Editorial: Concamin, CCTC, FUNTEC
Edición: 1ª Edición. 1998
17. Título: Marketing y Calidad Total
Autor: Mazarrasa
Editorial: Gestión 2000
Edición: 1ª Edición. 2002

Bibliografía

18. Título: Tratado de la Calidad Total
Autor: Vincent Laboucheix
Editorial: Limusa
Edición: 1ª Edición. 2000
19. Título: Calidad Total para la pequeña y mediana empresa
Autor: Neil Huxtable
Editorial: Inforbook's
Edición: 1ª Edición. 1998
20. Título: Guía para la implantación de la ISO 9001:2000
Autor: CIDEM - Centre Català de la Qualitat
Editorial: CIDEM
Edición: 1ª Edición. 2001
21. Título: The Five Pillars of TQM
Autor: Bill Creech
Editorial: Truman Talley Books
Edición: 1ª Edición. 1996
22. Título: El cliente quiere... Calidad
Autor: James G. Charw
Editorial: Prentice Hall
Edición: 2ª Edición. 1992
23. Título: Reflexiones sobre la calidad
Autor: Philip Crosby
Editorial: McGraw Hill
Edición: 2ª Edición. 1996
24. Título: La calidad no cuesta. El arte de cerciorarse de la calidad
Autor: Philip Crosby
Editorial: CECSA
Edición: 1ª Edición. 1987
25. Título: La calidad es gratuita
Autor: Philip Crosby
Editorial: McGraw Hill
Edición: 1ª Edición. 1979
26. Título: Salida de la crisis
Autor: W.E. Deming
Editorial: Días Santos
Edición: 1ª Edición. 1985
27. Título: Juran y el liderazgo para la calidad
Autor: J.M. Juran
Editorial: Días Santos
Edición: 1ª Edición. 1990

Bibliografía

28. Título: Aplicación universal a la administración de calidad
Autor: J.M. Juran
Editorial: Executive Excellence
Edición: 1ª Edición. 1989
29. Título: Manual de control de calidad
Autor: J.M. Juran
Editorial: McGraw Hill
Edición: 1ª Edición. 1951
30. Título: Gestión de calidad y diseño de organizaciones: teoría y estudio de casos
Autor: M.D Moreno Luzón
Editorial: Prentice Hall
Edición: 1ª Edición. 2001
31. Título: La Gestión de la calidad total, un texto introductorio
Autor: J. Paul
Editorial: Prentice Hall
Edición: 1ª Edición. 1997
32. Título: Administración por calidad
Autor: M. Aburto Jiménez
Editorial: Compañía Editorial Continental
Edición: 1ª Edición. 1992
33. Título: Desarrollo de una Cultura de Calidad
Autor: Humberto Cantú Delgado
Editorial: McGraw Hill
Edición: 1ª Edición. 1997
34. Título: Control de Calidad
Autor: Jerry Banks
Editorial: Limusa
Edición: 1ª Edición. 1998
35. Título: Construir Cultura de Calidad Total
Autor: Batten
Editorial: Iberoamérica
Edición: 1ª Edición. 1993
36. Título: Control Total de la Calidad
Autor: Feigenbaum
Editorial: CECSA
Edición: 1ª Edición. 1995
37. Título: La Ruta de Deming hacia la mejora continua
Autor: Scherkenbach
Editorial: CECSA
Edición: 1ª Edición. 1994

Bibliografía

38. Título: La Ruta de Deming hacia la Calidad y Productividad
Autor: Scherkenbach
Editorial: CECSA
Edición: 1ª Edición. 1992
39. Título: Logrando la Ventaja Competitiva
Autor: Jackson
Editorial: Prentice Hall
Edición: 1ª Edición. 1998
40. Título: Tratado de la Calidad Total
Autor: Laboucheix
Editorial: Limusa
Edición: 1ª Edición. 1994
41. Título: Cadena de la Calidad
Autor: Grocock
Editorial: Díaz de Santos
Edición: 1ª Edición. 1997
42. Título: Administración Total de la Calidad — Iberoamericana — 1997
Autor: Joann Haberer
Editorial: Iberoamericana
Edición: 1ª Edición. 1997
43. Título: Gestión de Calidad para la Excelencia
Autor: Mauricio Lefcovich
Editorial: www.gestiopolis.com
Edición: 1ª Edición. 2005
44. Título: El proceso de mejora continua en la empresa
Autor: José Carlos Prado
Editorial: Pirámide
Edición: 1ª Edición. 2001
45. Título: Calidad de servicio y satisfacción del cliente
Autor: Vicente Martínez Tur, José Mª Peiró, José Ramos
Editorial: SINTESIS-PSICOLOGIA
Edición: 1ª Edición. 2003
46. Título: Costes de Calidad y de no Calidad
Autor: Oriol Amat
Editorial: Gestión 2000
Edición: 1ª Edición. 1992
47. Título: Hablemos de calidad
Autor: Philip Crosby
Editorial: McGraw-Hill
Edición: 1ª Edición. 1993

Bibliografía

48. Título: ISO 9000. Calidad Total y Normalización
Autor: A. Senlle, A. Stoll
Editorial: Gestión 2000
Edición: 1ª Edición. 1994
49. Título: ¿Qué es el Control de Calidad?
Autor: K. Ishikawa
Editorial: Parramón
Edición: 1ª Edición. 1994
50. Título: Los Siete Instrumentos de la Calidad Total
Autor: A. Galgano
Editorial: Díaz de Santos
Edición: 1ª Edición. 1995
51. Título: ISO 9000. Manual de sistemas de calidad
Autor: D. Hoyle
Editorial: Paraninfo
Edición: 1ª Edición. 1995
52. Título: Los costes de la calidad, principios implantación y uso
Autor: Jack Campanella
Editorial: AENOR
Edición: 1ª Edición. 2000
53. Título: Control estadístico de calidad
Autor: V. Carot Alonso
Editorial: Universidad Politécnica de Valencia
Edición: 1ª Edición. 1998
54. Título: Planeación estratégica y control de calidad
Autor: Alfredo Acle Tomasini
Editorial: Grijalbo
Edición: 1ª Edición. 2001
55. Título: Administración por calidad total
Autor: John S. Oakland
Editorial: CECSA
Edición: 1ª Edición. 2000
56. Título: Desarrollo de una cultura de calidad
Autor: Humberto Cantú Delgado
Editorial: McGraw-Hill
Edición: 1ª Edición. 1997
57. Título: Guía práctica de ISO 9001: 2000 para servicios
Autor: Charles A. Cianfrani, John E. (Jack) West
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 2004

Bibliografía

58. Título: Hacia una calidad más robusta con ISO 9000:2000
Autor: Jaime Palavicini
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 2001
59. Título: ISO 9001: 2000 Para negocios pequeños y medianos
Autor: Herbert C. Monnich
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 2003
61. Título: El mito de la ISO 9001:2000; ¿es esta norma un sistema de calidad total?
Autor: Novelo Rosado, Sergio A.
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 2002
62. Título: Gestión por procesos: cómo utilizar ISO 9001:2000 para mejorar su organización
Autor: José Antonio Pérez Fernández de Velasco
Editorial: ESIC
Edición: 1ª Edición. 2004
63. Título: ISO 9000:2000; Liderazgo de la nueva calidad
Autor: Andrés Senlle
Editorial: Gestión 2000
Edición: 1ª Edición. 2001
64. Título: Control estadístico de calidad y seis sigma
Autor: Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara
Editorial: McGraw Hill
Edición: 1ª Edición. 2004
65. Título: Calidad total: qué la promueve, qué la inhibe
Autor: Luis Alberto Bellon Álvarez
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 2001
66. Título: Administración de la calidad total para ingenieros
Autor: Mohamed Zairi
Editorial: Panorama
Edición: 1ª Edición. 1996
67. Título: Análisis de la causa raíz: una herramienta para administración de la calidad total
Autor: Paul F. Wilson, Larry D. Dell, Gaylord F. Anderson
Editorial: Oxford University Press México
Edición: 1ª Edición. 2000
68. Título: Administración de operaciones y producción: calidad total y respuesta sensible rápida
Autor: Hamid Noori, Russell Radford
Editorial: McGraw Hill
Edición: 1ª Edición. 1997

Bibliografía

69. Título: Administración total de la calidad (TQM): 50 maneras de inducir calidad total en su organización
Autor: Joann B. Haberer y MaryLou W
Editorial: Grupo Editorial Iberoamérica
Edición: 1ª Edición. 1997
70. Título: El control, fundamento de la gestión por procesos y la calidad total
Autor: Mario A. Fernández Fernández
Editorial: ESIC
Edición: 1ª Edición. 2003