





MÓDULO 5

MEJORAR

**ENTRENAMIENTO PARA
GREEN BELT**



GREEN BELT



UNIDAD V FASE MEJORAR

OBJETIVO:

1. Mostrar las herramientas más comunes en la fase de Mejorar

CONTENIDO TEMÁTICO:

2. Resolución de problemas.
Ejercicio integrador parte 4



GREEN BELT

FASE MEJORAR

Definir

Medir

Analizar

Mejorar

Controlar

Objetivo de la fase:

- Generar, Evaluar y Seleccionar Soluciones
- Probar e implementar acciones para el tratamiento de causas raíz


GREEN BELT



FASE MEJORAR

Las herramientas mas comúnmente usadas en la fase de mejora son:

- 1 •Lluvia de Ideas
- 2 •Diagramas de Afinidad
- 3 •Análisis de Modo y efectos de Falla
- 4 •Mapa de Proceso
- 5 •Consenso y Técnicas de Creatividad
- 6 •Proceso de Análisis ECRS
- 7 •Pilotajes

GREEN BELT








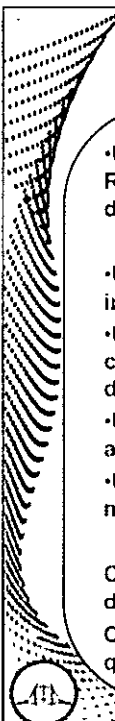
Generando Soluciones



- Revisa todo aquello que conozcas acerca de las causas raíz
- Establece una lluvia de ideas para soluciones
- Alienta en todo momento la creatividad
- Evalúa las ideas considerando criterios como facilidad, rapidez , implicaciones tecnológicas, bajo costo, etc.
- Selecciona la(s) mejor(es) solución(es)

Si tras la evaluación de las ideas considerando criterios no es fácil seleccionar la mejor, usa las siguientes técnicas de decisión:

- Unilateral <Una persona toma la decisión, actuando solo>
- Consultiva <Una persona toma la decisión después de consultar con otros>
- Grupal <El equipo entero toma la decisión conjuntamente >








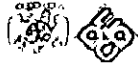
PROCESO DE ANALISIS ECRS

- Usar el Proceso de análisis ECRS (E=Eliminar, C=Combinar, R=Reemplazar, S=Simplificar) para examinar soluciones desde diferentes puntos de vista.
- Usar la función Eliminar para determinar si el proceso tiene pasos innecesarios.
- Usar la función Combinar para determinar si el proceso puede ser combinado con otro proceso o si un paso puede ser combinado dentro del proceso.
- Usar la función Reemplazar para determinar si hay procesos alternativos.
- Usar la función Simplificar para analizar si el proceso se puede hacer mas sencillo, sin complicaciones, y si es axial como?

Cuidar siempre de no combinar pasos que necesiten ser realizados por diferente gente o departamento

Cuidar de no eliminar pasos que son necesarios para el proceso en si o que son indispensables para la calidad del mismo.





PILOTAJES


Por qué ejecutar un pilotaje?

- Ayuda a Mejora la solución
- Ayuda a entender los riesgos
- Ayuda a validar los resultados esperados
- Suaviza la implementación (full)
- Ayuda a identificar problemas desconocidos

Cuando realizar un Pilotaje?

- Cuando se quiere confirmar los resultados esperados y la practicidad de la solución
- Cuando se quiere reducir el riesgo de falla
- Cuando el alcance de la implementación es grande y/o costoso


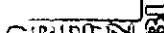


PILOTAJES

Tipos de Pilotaje

- Productos y Servicios
- Se ofrece el producto por un tiempo limitado
- Se libera en un mercado de prueba
- Se hace un prototipo o simulación del producto y se evalúa rápidamente por el usuario final
- Se hacen pruebas al producto

- Procesos
- Pilotajes en plantas
- Simulacros o ensayos generales
- Se implementa únicamente en una localidad, para un producto particular, en una línea particular, o para un cliente en particular

PILOTAJES

Pasos para conducir un pilotaje:

- Seleccionar un comité directivo

- Considerar Participantes clave

- Elaborar Plan de Pilotaje

- Informar y entrenar a los participantes

- Conducir el pilotaje

- Evaluar los resultados

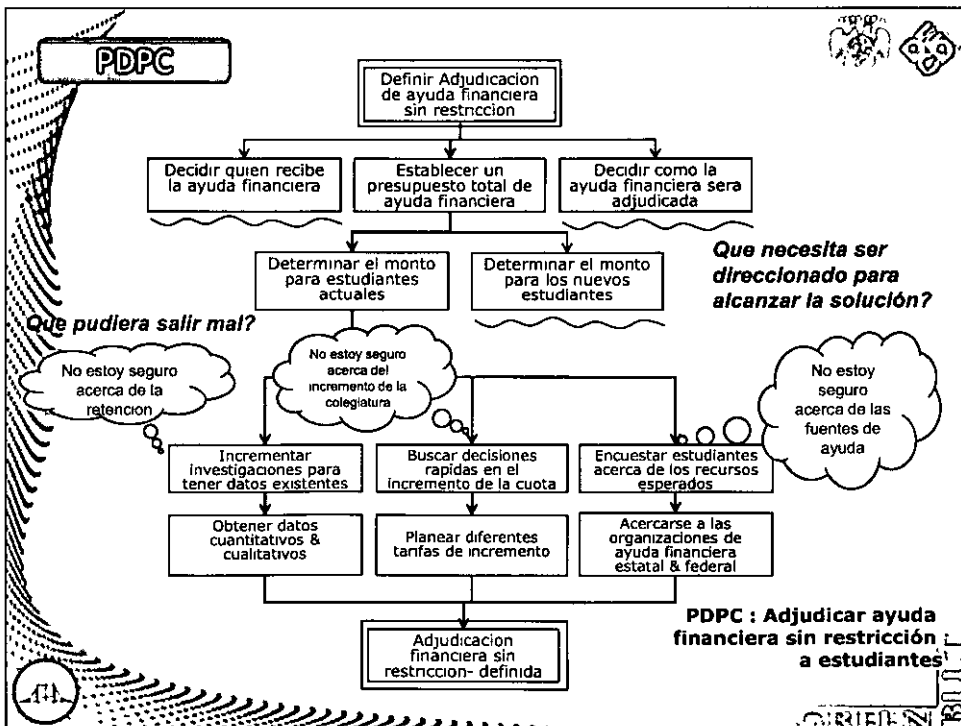
- Incrementar el alcance con miras a la implementación a full

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

	Actividades / Tareas	Res.	Status	Linea de Tiempo						
				02M ar	09M ar	16M ar	23M ar	06 Apr	13 Apr	20 Apr
1	Diagrama de flujo de nuevo proceso	Felipe	100%							
2	Revisar Procedimientos	Juan	40%							
3	Conducir entrenamiento	Irving								
4	Revisar planes de chequeo	Jaime	50%							
5	Preparar formas de recolección de datos	Ana	75%							
6	Ejecutar Pilotaje	Equipo								
7	Evaluación de resultados	Equipo								
8	Preparación de presupuesto	Jorge	33%							
9	Análisis de recursos	Raul	20%							
10	AMEF	Equipo	100%							
11	Lanzamiento y monitoreo	Equipo								

PDPC

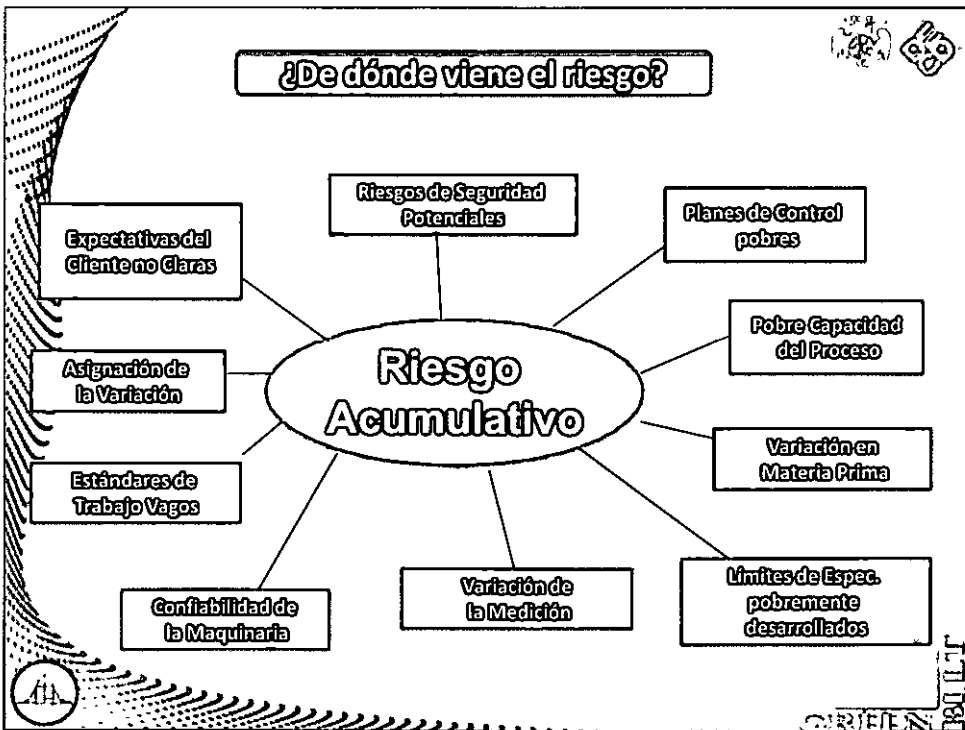
- El PDPC por sus siglas en ingles "Process Decision Program Chart" es una herramienta valiosa para la implementación de mejoras a través de un plan de contingencia.
- El PDPC involucra los siguientes pasos:
 1. Conjuntar un equipo cercano a la implementación
 2. Listar de 4 a 10 pasos que necesitan hacerse para alcanzar la solución
 3. Preguntar , Que pudiera salir mal?
 4. Obtener posibles y razonables respuestas ante lo que pudiera salir mal
 5. Escoger la contramedida mas efectiva e incluirla en el plan de implementación



AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de la Falla es también otra herramienta de EMBUDO para enfocar el esfuerzo de estudio en aquellas variables que son críticas para el proceso actual.
Puede ser usada tanto en la fase de Medición, o de Análisis como en la fase de Mejora

Es en si, una aproximación estructurada para identificar, estimar, priorizar y evaluar el riesgo. Esto es, ayuda para identificar las maneras en que un producto o proceso pueden fallar y da entrada para la eliminación o reducción del riesgo en relación a esas fallas para proteger al cliente.



Apreciación General del Formato del AMEF

MEDICION			ANALISIS			MEJORA		
Paso de Proceso O Entrada	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de Falla	Causas Potenciales	Controles Actuales	Acciones Recomendadas			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Qué puede salir mal con el paso del proceso?

Cuál es el efecto en las salidas?

Qué tan mal?

Cuáles son las causas?

Cómo podemos encontrar esto?

Qué tan difícil de detectar?

Cuál es el paso del proceso?

Qué tan seguido?

Qué puede hacerse?

(Use el formato de su organización)

FASE DE MEJORA

Proposition:
 Generar y validar mejoras arreglando las variables de entrada para alcanzar la salida optima
 Determinar $Y = f(x...)$

Preguntas a ser respondidas

- **Quién se ve afectado** por el cambio? Como se ven afectados? Que **comportamientos necesitaran cambiarse**?
- **Qué** criterio usaste para **evaluar soluciones potenciales** ? Que actividades han sido consideradas para manejar los **aspectos culturales del cambio** ?
 Que ha sido hecho/sera hecho para mejorar?
 Que cambios necesitan ser hechos para entrenar, medir, monitorear etc. para sostener el cambio?
- **Dónde** fue **validada la solucion** ?
- **Dónde** la solución será implementada? Cual es el **Plan de implementacion** ?
- **Por qué** esta solución fue escogida? Cuales son los **problemas potenciales con el plan** ?
 Como la solución se relaciona con la causa raíz?
- **Cómo** fue el pilotaje conducido para asegurar la solución optima encontrada?

CONTROLAR

ENTRENAMIENTO PARA GREEN BELT

Plan de control
Gráficas de control
Sostener la mejora

CONTROLAR

CONTENIDO

1.1.
INTRODUCCIÓN

- 1.1.1. Repaso general de la metodología.
- 1.1.2. Objetivo de la fase de control.
- 1.1.3. Niveles de la etapa de control.

1.4.
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

- 1.4.1. Causas de la variación.
- 1.4.2. Estados de un proceso.
- 1.4.3. Introducción a las gráficas de control.
- 1.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control.
- 1.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.
- 1.4.6. Errores en el uso de gráficas de control.
- 1.4.7. Selección de gráficas de control.

1.2.
EL PLAN DE CONTROL Y SU IMPORTANCIA


- 1.2.1. Definición del plan de control.
- 1.2.2. Importancia del plan de control.
- 1.2.3. Partes del plan de control.

1.5.
GRAFICOS PARA DATOS VARIABLES

- 1.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.
- 1.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.
- 1.5.3. Gráficas de medias individuales.

1.3.
INSTITUCIONALIZAR LA MEJORA E IMPLEMENTACION BAJO UN CONTROL

- 1.3.1. Actualización del proceso.
- 1.3.2. Actualización de la documentación del proceso.



CONTROLAR

CONTENIDO

1.6.

GRAFICOS PARA DATOS POR ATRIBUTOS

- 1.6.1. Gráficas P y nP
- 1.6.2. Gráficas c
- 1.6.3. Gráficas u

1.8.

SOSTENER LAS GANANCIAS

- 1.8.1. Entrega de la estafeta.
- 1.8.2. Mostrar las ganancias.
- 1.8.3. Comunicar el éxito.

1.7.


HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA EL CONTROL DE PROCESOS

- 1.7.1. Las 5's.
- 1.7.2. Poka yoke.
- 1.7.3. Estandarización del trabajo.

1.9.

SUMARIO DE LA FASE

- 1.9.1. Listado de puntos a recordar.
- 1.9.2. Ejercicio integrador.
- 1.9.3. Evaluación


GREEN BELT

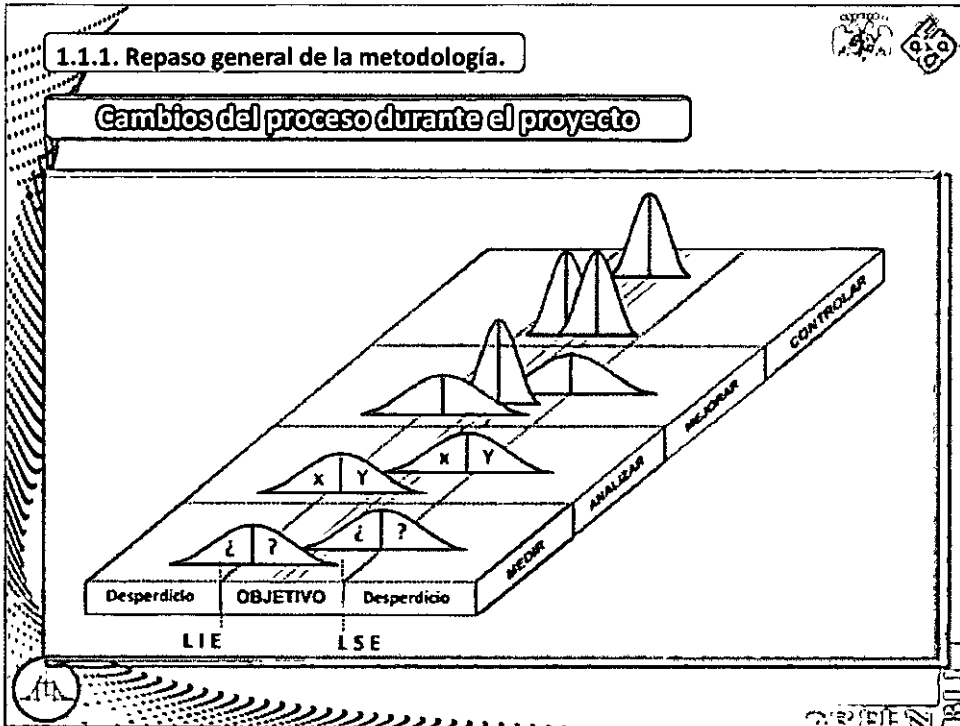


1.1. Introducción

Repaso general de la metodología

				
Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
-Seleccionar las salidas a ser mejoradas Y	-Recolección de los datos para medir la variable de respuesta	-Analizar las causas raíz de la variación, variables independientes x	-Reducir la variabilidad o eliminar la causa	-Seguimiento para mantener la mejora


GREEN BELT



1.1.2.. Objetivo de la fase de control.

Objetivo

Diseñar un sistema que mantenga las mejoras logradas para poder hacer entrega del proyecto a los dueños del proceso y cerrarlo. Es decir se realizan todas aquellas medidas que tengan como finalidad el mantener el estado y el desempeño alcanzado en la fase de mejora.

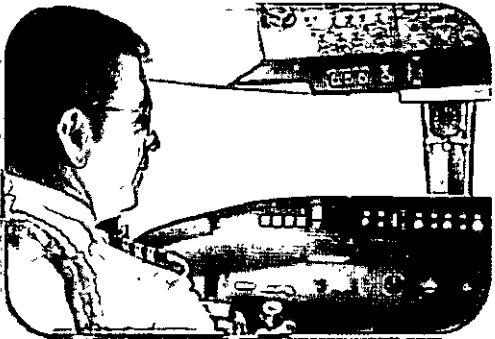
- ① Prevenir que las problemáticas del estado inicial del proceso reincidan. Es decir Mantener las ganancias.
- ② Difundir y conservar el conocimiento generado para lograr la mejora impidiendo su olvido.
- ③ Sostener el desempeño del Proceso.
- ④ Servir de nueva línea base para mejoras posteriores.

1.1.3. Niveles de la etapa de control.

Niveles de la etapa de control

Para una efectiva ejecución la fase de control, se debe de actuar en 4 niveles:

- 1 Estandarización del Proceso.
- 2 Documentación.
- 3 Monitoreo.
- 4 Cierre y difusión del proyecto




GREEN BELT

1.1.3. Niveles de la etapa de control.

Estandarización del Proceso

Se establecen las acciones y se definen los cambios que se aplicarán a los sistemas y estructuras que forman parte del proceso, dependiendo lo menos posible de controles manuales y vigilancias sobre el desempeño usando dispositivos a prueba de errores o tecnologías de bajo costo.

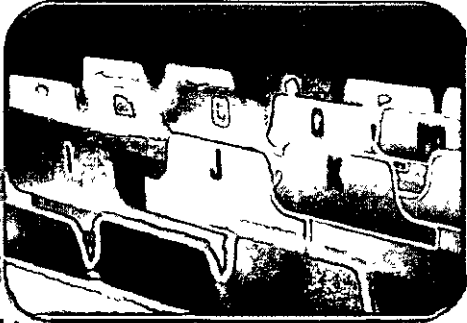


GREEN BELT

1.1.3. Niveles de la etapa de control.

Documentación

Actualización y/o elaboración de los documentos que guíen y encaucen el apego a los Procedimientos Normalizados de Operación PNO's. Esta estandarización contempla la elaboración de toda el material requerido para la difusión y capacitación de los involucrados en los procesos afectados.




GREEN BELT

1.1.3. Niveles de la etapa de control.

Monitoreo

Se establecen las necesidades de monitoreo y la aplicación de las metodologías adecuadas para ello. La finalidad es generar la evidencia de que el nivel de las mejoras se mantiene. El monitoreo se debe llevar a cabo en las entradas críticas del proceso y las salidas del mismo que se determinaron en las fases previas del proyecto.




GREEN BELT

1.1.3. Niveles de la etapa de control.

Cierre y difusión del proyecto

Evidenciar los logros y el aprendizaje logrado con el desarrollo del proyecto a lo largo de la organización y transferir las nuevas condiciones del proceso a sus dueños guiándolos, involucrándolos y comprometiéndolos en el sostenimiento de la mejora.



UNAM

SEIS SIGMA NIVEL GREEN BELT

1.2. EL PLAN DE CONTROL Y SU IMPORTANCIA

Definición del plan de control

Es la herramienta mediante la cual se define y detallan las formas en las que se mantendrán las entradas (x's) y las salidas (Y's) del proceso bajo control. Mantiene el proceso monitoreado y su desempeño bajo expectativas.



UNAM


SEIS SIGMA NIVEL GREEN BELT

GRIEN BELT

1.2. EL PLAN DE CONTROL Y SU IMPORTANCIA

Importancia del plan de control

La metodología Seis Sigma hace énfasis en la fase de control ya que de manera general los procesos tienen un comportamiento complejo y frágil, lo cual hace que las mejoras pierdan su efectividad si se dejan sin un soporte robusto.



GRIEN BELT

GRIEN BELT

1.2. EL PLAN DE CONTROL Y SU IMPORTANCIA

Importancia del plan de control

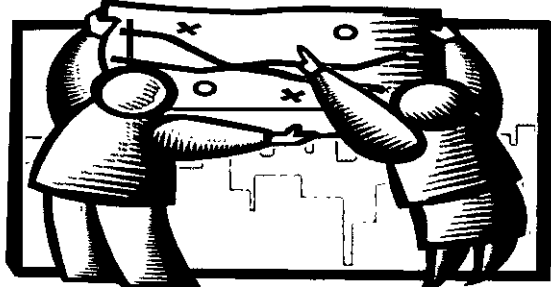
- 1 Asegura que los problemas permanecerán resueltos
- 2 Proverá información adicional para mejoras posteriores al proceso
- 3 Abarca métodos cuantitativos, planes de documentación y otras estrategias que administren el desempeño del proceso.

El plan de control es un elemento que propicia la retención del conocimiento adquirido del proceso y mantiene en un alto grado de seguridad que la mejora alcanzada en el proceso se sostendrá. Esto adquiere más importancia dentro de la dinámica del ciclo DMAIC ya que dentro de él, se identificaron las variables críticas involucradas y los parámetros óptimos, es decir, las entradas necesarias y las condiciones específicas para lograr un resultado deseado. Lo que resta es asegurar que se sigan.

GRIEN BELT

1.2. EL PLAN DE CONTROL Y SU IMPORTANCIA

Importancia del plan de control



Al seguir la metodología Six Sigma se han resaltado áreas y pasos críticos del proceso (en los Mapas de Valor y en el AMEF) y también se han encontrado entradas o variables críticas (encontradas en los DOE) que deben ser controladas. Llegado a este momento las salidas se tienen que monitorear y ver el grado de control que se ha alcanzado en el proceso una vez implementadas las mejoras.

1.2. EL PLAN DE CONTROL Y SU IMPORTANCIA

Partes del plan de control

PLAN DE CONTROL


1 Control del proceso

Permite una visibilidad de los resultados de todas las salidas críticas del proceso (Y's) aguas abajo (down stream) para su revisión y la toma de las acciones que se requieran.

2 Monitoreo del proceso

Crea ciclos de retroalimentación sobre las entradas (x's) del proceso que aseguren que el proceso alcance un estado de control inherente y automático a un nivel tal que el cambio de personal o hasta de equipos de proceso tengan un impacto mínimo en los resultados.

1.2.3. Partes del plan de control



Control del proceso

PLAN DE CONTROL

2 Monitoreo del proceso

1 Control del proceso

Control del proceso										
Fase del Proceso (Nombre)	Fase del Proceso (Número)	Dueño del proceso (Nombre)	Salida Clave CTQ's (Y's)	Requerimiento o del CTQ	CTQ Medida y valor	Tendencia del desempeño	Relación con otros procesos (Nombres)	Dueño del proceso (Nombre)	Actividades de mejora	Comentarios

GREEN BELT


1.2.3. Partes del plan de control

Monitoreo del proceso

PLAN DE CONTROL

1 Control del proceso

2 Monitoreo del proceso



Monitoreo del proceso										
Fase del Proceso (Nombre)	Fase del Proceso (Número)	¿Qué se controla?	Banda o entrada (o-s)	Requerimiento o especificación	Desempeño Medida y valor	Método de control	Tamaño de la muestra	Frecuencia	Regla de decisión (personal de soporte)	Procedimiento

GREEN BELT

CECOPRO
60

1.3. INSTITUCIONALIZAR LA MEJORA E IMPLEMENTACION BAJO UN CONTROL

Actualización del proceso

Una vez realizados los cambios al proceso, es necesario plasmar los cambios en la actualización del flujo del proceso o en el nuevo mapa de valor (**Value Stream Map**)

- ① Hace visible los cambios
- ② Familiariza a los no involucrados para evidenciar los beneficios
- ③ Sirve como herramienta de capacitación
- ④ Ayuda a visualizar otras oportunidades de mejora

GREEN BELT

CECOPRO
60

1.3. INSTITUCIONALIZAR LA MEJORA E IMPLEMENTACION BAJO UN CONTROL

AMEF

En la fase de control se requiere la actualización del AMEF ya que se ha modificado el proceso y es necesario monitorear frecuencias de ocurrencia y reevaluar los niveles de detección, lo que conlleva al **recálculo del RPN** (Número de Prioridad de Riesgo). Con lo anterior ciertos riesgos ahora serán menores mientras que otros modificaran su importancia.

- ① Refleja la historia de las actividades
- ② Deja a responsables de los nuevos puntos críticos

Item	Failure Mode	Effect	Severity	Current Control	Detection	Occurrence	RPN	Proposed Control	Detection	Occurrence	RPN
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

GREEN BELT


UNAM
SEIS SIGMA

1.4.3. Introducción a las gráficas de control

Qué son y que no son las gráficas de control

"Un Gráfico de Control nos dirá cuándo hay que raspar un pan tostado... (por que se ha quemado) ... ¡pero es más importante utilizarlo para **APRENDER** a no quemarlo!"

Dr. Donald J. Wheeler



GREEN BELT

UNAM
SEIS SIGMA

1.4.3. Introducción a las gráficas de control

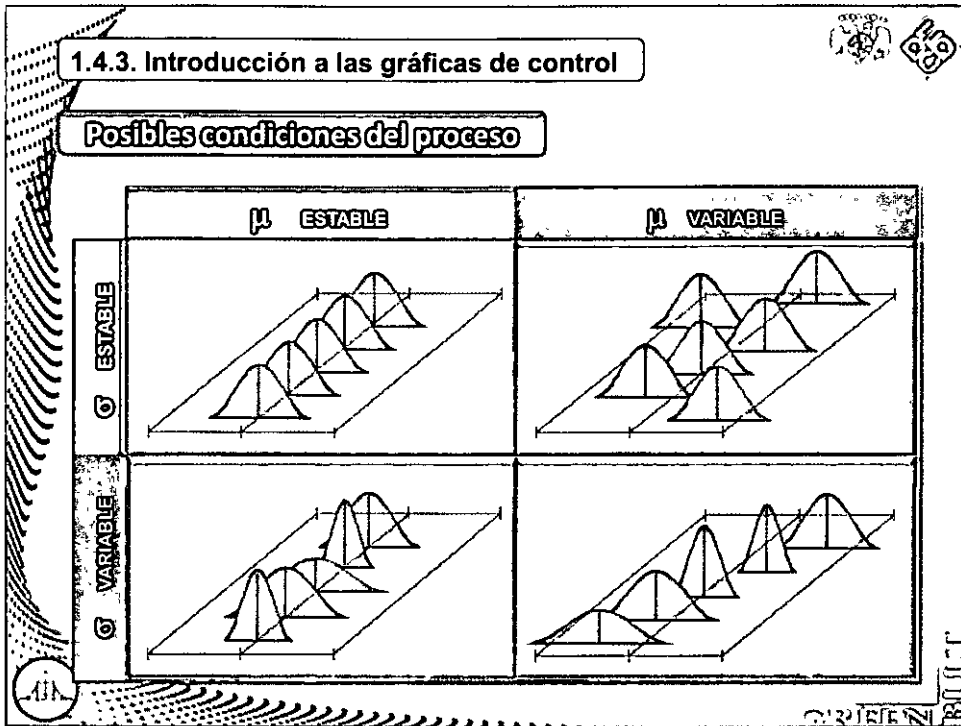
Posibles condiciones del proceso

Límite Superior de Control = LSC o UCL
Límite Inferior de Control = LIC o LCL

Límite Superior de Especificación = LSC o USL
Límite Inferior de Especificación = LIE o LSL

	CONTROLADO	SIN CONTROL
Cumple especificación	CASO 1	CASO 3
Fuera de especificación	CASO 2	CASO 4

GREEN BELT



1.4.3. Introducción a las gráficas de control

Ventajas de controlar un proceso

Partiendo de un proceso estable, se puede empezar a trabajar en reducir la diferencia entre lo que nuestro proceso entrega y lo que el cliente espera, mejorando el desempeño de nuestro proceso haciendo que el valor promedio de las mediciones que de él se toman estén cada vez más cerca del valor nominal y reduciendo la magnitud de la variación entre estas mismas mediciones. Este tipo de medidas son parte de un proceso de mejora continua (sin fin) que no debe limitarse a ponerse en acción cuando empiezan a surgir elementos fuera de especificación (inclusive cuando se estima como mínima o cero); ya que sólo bajo esta dinámica de mejora se logra tener:

- 1 Comportamientos más predecibles del proceso (costos y niveles de calidad más ciertos)
- 2 Incrementos en la productividad (mejores rendimientos)
- 3 Expectativas favorables hacia los productos o servicios por parte de cliente
- 4 Mayor certidumbre de los efectos de cualquier modificación que se aplique al proceso

GREEN BELT

1.4.3. Introducción a las gráficas de control

Ventajas de controlar un proceso

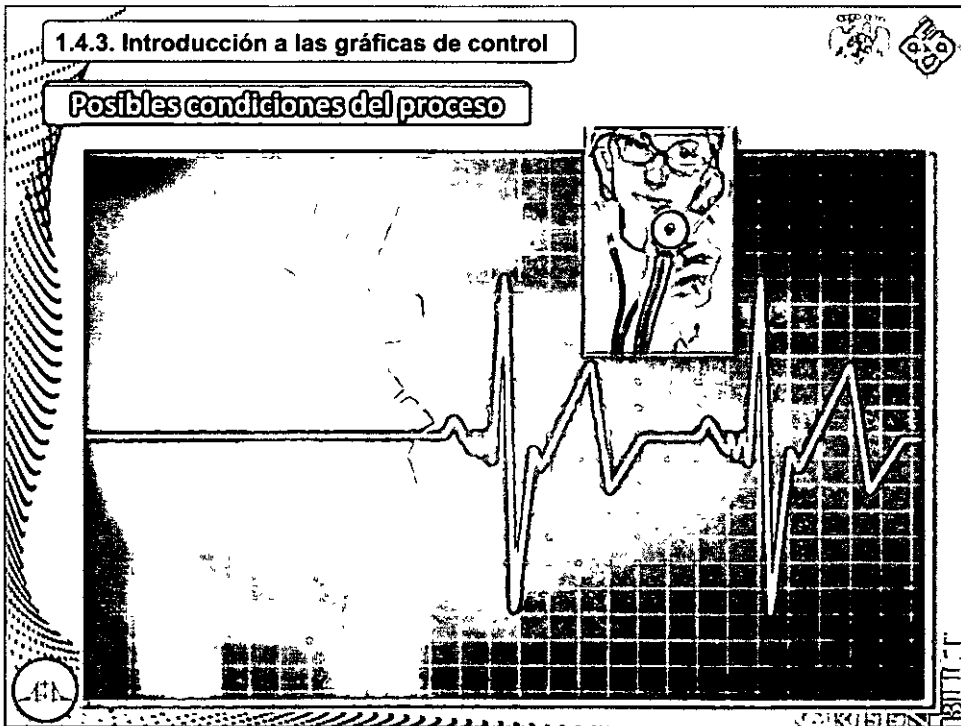
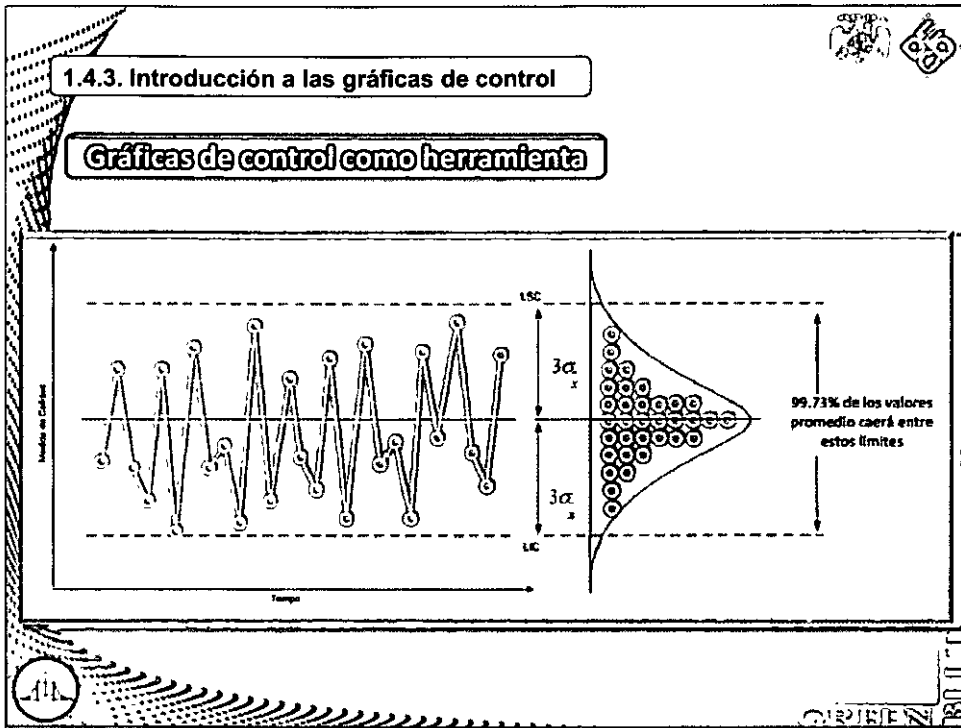
- 1 Diagramas de flujo
- 2 Diagramas de causa efecto
- 3 Histograma
- 4 Lluvia de ideas
- 5 Diagramas de dispersión
- 6 Gráficas de tendencia
- 6 Gráficas de control

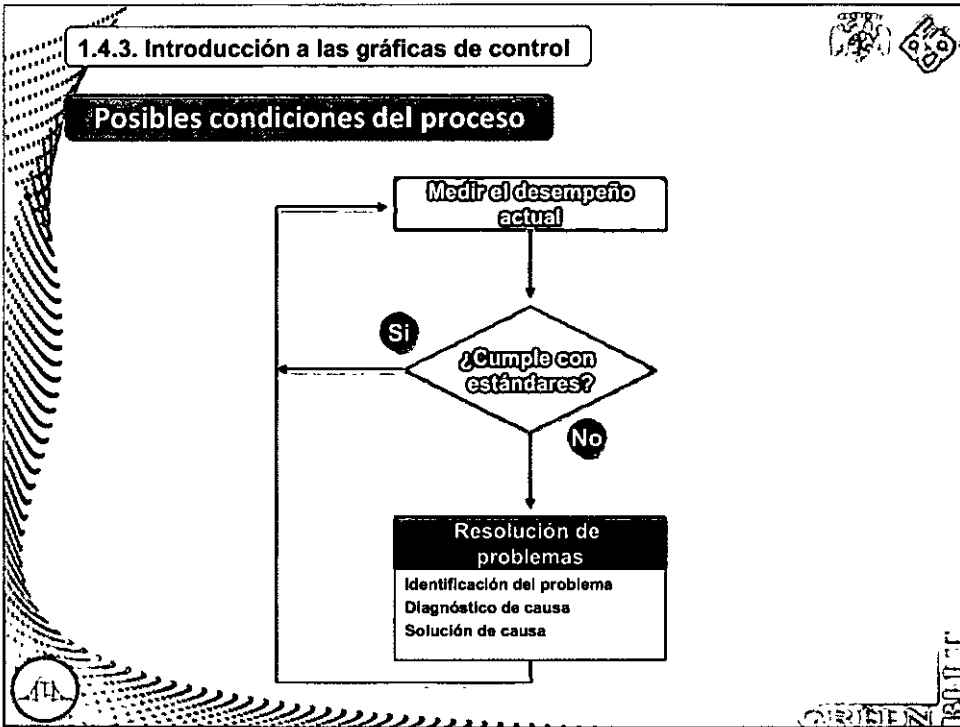
GREEN BELT

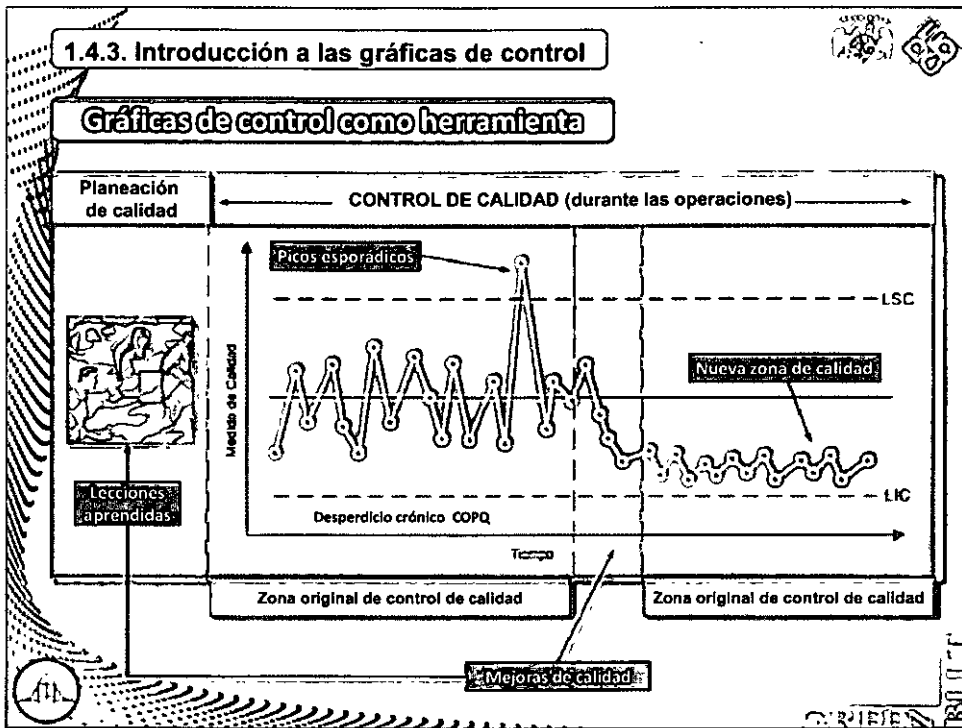
1.4.3. Introducción a las gráficas de control

Gráficas de control como herramienta

GREEN BELT







5.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control

Criterios para puntos fuera de control

Adicionalmente los elementos LSC, LIC y promedio del proceso, se adicionan seis bandas entre los límites de control de un ancho de una desviación estándar a partir del promedio del proceso. La zona C a una desviación estándar a cada lado de la media, la zona B a dos desviaciones estándar a cada lado de la media, y la zona A queda comprendida entre la zona B y los límites de control.

LCS	+3σ	Zona A	LCS
	+2σ	Zona B	
	+1σ	Zona C	
μ	-1σ	Zona C	μ
	-2σ	Zona B	
	-3σ	Zona A	
LIC			LIC

5.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control

Criterios para puntos fuera de control

Regla ①

Un proceso da muestras de estar fuera de control estadístico si hay lecturas fuera de los límites de control

Regla ②

Un proceso da muestras de estar fuera de control estadístico si dos de tres lecturas consecutivas se encuentran en la zona A o más allá de ella en el mismo lado respecto a la línea de promedio del proceso.

5.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control

Criterios para puntos fuera de control

Regla ①
Un proceso de muestras de estar fuera de control estadístico si hay lecturas fuera de los límites de control.

Regla ②
Un proceso de muestras de estar fuera de control estadístico si dos de tres lecturas consecutivas se encuentran en la zona A o más allá de ella en el mismo lado respecto a la línea de promedio del proceso.

5.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control

Criterios para puntos fuera de control

Regla ③
Un proceso de muestras de estar fuera de control estadístico si cuatro de cinco lecturas consecutivas se encuentran en la zona B o más allá de ella en el mismo lado respecto a la línea de promedio del proceso

Regla ④
Un proceso de muestras de estar fuera de control estadístico si ocho o más lecturas consecutivas se encuentran del mismo lado respecto a la línea de promedio del proceso (esto de muestras de asimetría de la distribución de los datos es decir un sesgo).

5.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control

Criterios para puntos fuera de control

Regla ⑤
Un proceso da muestras de estar fuera de control estadístico si ocho o más lecturas consecutivas van incrementado su valor o disminuyéndolo (corrida ascendente o descendente).

Regla ⑥
Un proceso da muestras de estar fuera de control estadístico si un número inusualmente pequeño de corridas que ascienden y descienden se presenta (patrón dientes de tierra).

GREEN BELT

5.4.4. Criterios de identificación para puntos fuera de control

Criterios para puntos fuera de control

Regla ⑦
Un proceso da muestras de estar fuera de control estadístico si trece o más lecturas consecutivas se encuentran dentro de la zona C en cualquier porción, ya sea la inferior o la superior

Nota
Las reglas 6 y 7 muestran procesos inusualmente "ruidosos" (alta variabilidad) o "silenciosos" (baja variabilidad).

GREEN BELT

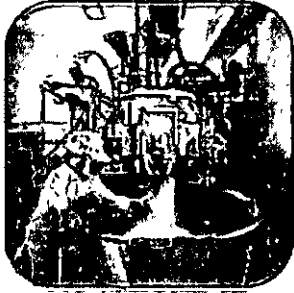
5.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Perturbaciones periódicas.- Este tipo de causas de la variación afectan el proceso de manera intermitente, es decir de manera separada en el tiempo y por lo tanto repercute en subgrupos espaciados de las observaciones con las que se elaboran las gráficas de control (variación intergrupual).

Ejemplos:

- Aflojamiento o vibraciones de mecanismos de sostén.
- Rotaciones de personal.
- Descuido de los ajustes iniciales entre corridas (turnos).
- Sobre ajustes de la maquinaria.
- Funcionamiento caótico o inestable de los sistemas automáticos de control.



GREEN BELT

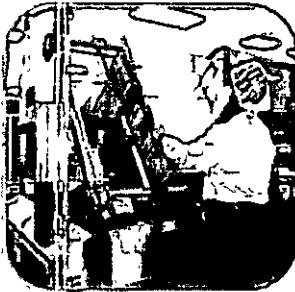
5.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Perturbaciones persistentes.- Este tipo de causas de la variación afectan el proceso de manera continua, por lo que sus efectos repercuten en todas las observaciones con las que se elaboran las gráficas de control (variación intragrupal).

Ejemplos:

- Variaciones constantes entre instrumentos de medición cuyos resultados son mezclados al final de del proceso.
- Subcomponentes de diferentes fuentes que son mezclados durante el proceso.



GREEN BELT

5.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Patrón ①
Patrón de Anómalos.- Son valores notoriamente diferentes del resto de las mediciones, los que generalmente se encuentran rebasando significativamente los límites de control. Los anómalos generalmente se atribuyen a errores de medición.

Patrón ②
Patrón de Agrupamiento o Racimo.- Son valores de gran similitud entre ellos y consecutivos, cuya causa es un grupo de perturbaciones que actúan de manera homogénea.

5.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Patrón ③
Patrón de Mezclas Estable con Variables Sistemáticas.- Son altibajos en los valores de los que la mayoría sale de los límites de control que a diferencia del patrón de ciclos los valores suben y bajan más abruptamente y con mayor frecuencia casi de una lectura a otra. Este patrón se debe a la presencia de dos o más distribuciones provenientes de dos o más fuentes (lotes de material, líneas de producción o proveedores).

Patrón ④
Patrón de Mezclas Estable con Estratificación.- Se presenta en la forma de lecturas inusualmente cerca de la línea central del proceso. Es causada por la mezcla de dos distribuciones con medias muy diferentes y desviaciones estándar similares o errores en la toma de muestras.

5.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Patrón 15
Patrón de Mezclas Inestables con Agrupamientos o Racimos.- Es causada por la presencia de dos o más distribuciones en las que sus fuentes tienen valores muy cambiantes de media y desviación estándar en el tiempo o por fuentes de subcomponentes del proceso cuya aportación en cantidad es variable.

Patrón 16
Patrón de Inestabilidad Simple.- Son largas y erráticas fluctuaciones de los valores la mayor parte de ellos fuera de los límites de control o muy cerca de ellos. Es atribuido a una o más causas especiales que aparecen o desaparecen por periodos relativamente importantes. Ejemplos de las fuentes de dichas causas especiales lo son lotes especialmente malos o buenos de materias primas o subcomponentes, ajustes esporádicos en los equipos por diferente personal entre otra.

5.4.5. Criterios de identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Patrón 17
Patrón de Interacción.- Son sesgos prolongados cuya fuente es la interacción de entre dos o más causas especiales de la variación cuyo efecto individual o sumado no daría explicación al patrón. También pueden dar lugar a cambios de nivel temporales.

Patrón 18
Patrón Natural.- Es aquel en el no hay presencia de puntos fuera de los límites de control, corridas o cualquier otra señal de no aleatoriedad y tiene la mayor parte de las lecturas (dos tercios aproximadamente) dentro del intervalo comprendido entre una desviación estándar arriba y debajo de la línea central. Dentro de todos los patrones es el único que puede darnos la mayor certidumbre de estabilidad; pero tiende a descentrar al proceso de su valor nominal.

5.4.5. Criterios de Identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Patrón 9

Patrón de Cambio de nivel repentino.- Involucra un súbito incremento o decremento de los valores de las observaciones quedando muchas de ellas fuera de los límites de control. Cabe mencionar que si lo que se está graficando es la proporción de los defectivos, entonces la disminución de los valores indica una mejora del proceso. Puede deberse a la incorporación de un operario no calificado; el cambio de lote, partida o fuente de un subcomponente y la modificación de las condiciones de operación entre otras.

Patrón 10

Patrón de Cambio de nivel gradual.- Involucra un moderado incremento o decremento de los valores de las observaciones quedando muchas de ellas fuera de los límites de control. Aquí sólo una parte del proceso es la que está afectando los resultados de la salida. Entre las causas que lo generan está la adición de mano de obra, la implementación de un nuevo procedimiento, la aplicación de ajustes menores a los equipos entre otras. Cuando lo que se está graficando es la proporción de los defectos el cambio de nivel hacia abajo, indica una mejora del proceso. En el caso de estar implementando un sistema de mejora continua es de esperarse este patrón de gradual disminución en las gráficas de defectos.

5.4.5. Criterios de Identificación para patrones fuera de control.

Criterios para patrones fuera de control

Patrón 11

Patrón de Tendencias.- Son cambios continuos en el nivel de proceso que no se atenúan y pueden ser ascendentes o descendentes. Este tipo de cambios se presenta por fatiga de los operarios, un cambio en el herramental entre otras causas.

Patrón 12

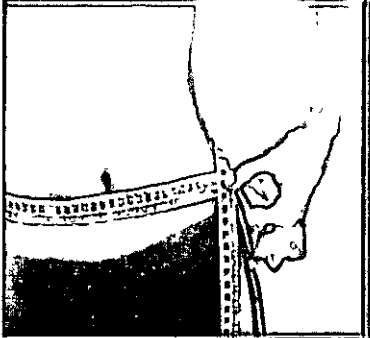
Patrón de Ciclos.- Son repeticiones de altibajos causadas por perturbaciones en el proceso que aparecen y desaparecen intermitentemente con determinada regularidad. Los ciclos tienen causas tales como la entrada y salida de operarios, inicios de turno en procesos largos.

5.4.6. Errores en el uso de gráficas de control.

- **Exceso de ajuste.**- Ocurre cuando el usuario de la gráfica reacciona a los cambios en los datos del proceso cuando estos son sólo resultado de las causas especiales de la variación; como ajustar el proceso hacia abajo cuando los últimos datos se encuentran por arriba de la media o viceversa. El criterio a aplicar tiene que ser estadístico y no el que nos arroja un resultado inmediato de las mediciones que llevamos a cabo. El exceso de ajuste tiende a aumentar la variación de la característica de interés.
- **Falta de ajuste.**- Ocurre cuando no hay una atención adecuada o no hay acciones oportunas para amortiguar el efecto de la variación. En este caso el proceso oscila debido a la presencia de una o más causas especiales de la variación llegan a tener interacción.


5.4.7. Selección del gráfico de control

Tipos de datos



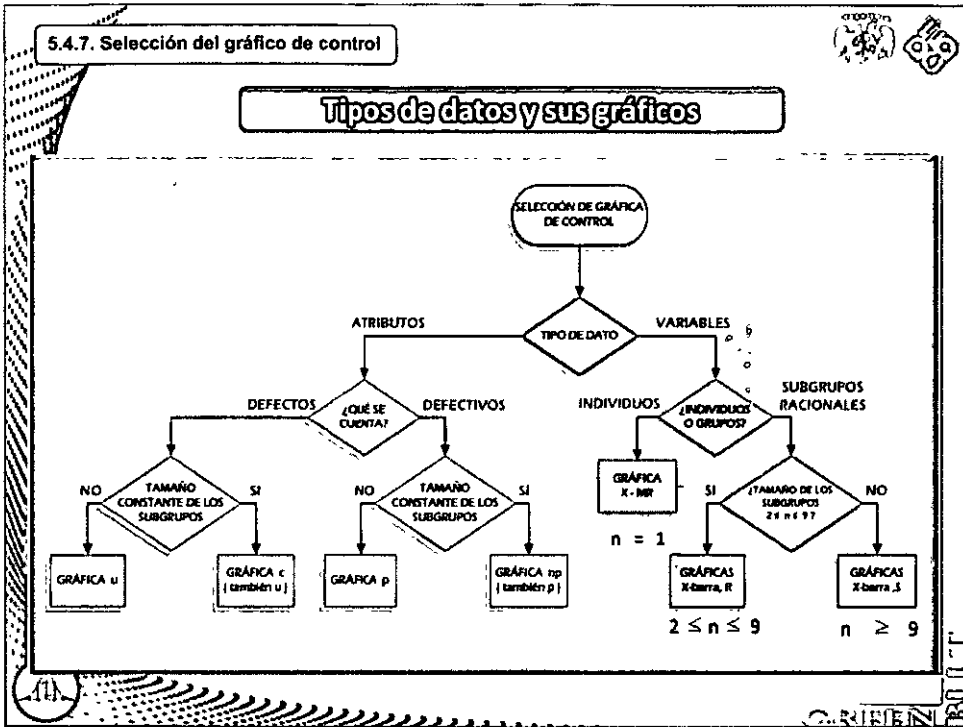
Datos Variables

Datos continuos (mediciones).- Son el resultado de una medición real de una característica tal como el tiempo de procesado de una solicitud de crédito, la cantidad que pagamos mensualmente de IVA, la resistencia a la tensión del acero, el diámetro de un tubo, etc.



Datos Por Atributos

Por atributos o discretos.- Son el resultado de usar instrumentos de medición "pasa/no pasa", o de la inspección de defectos o problemas visuales, partes omitidas, o de decisiones de sí/no, aceptado/rechazado, etc.



5.4.7. Selección del gráfico de control

Fórmulas para el los límites de control por variables

		FÓRMULAS PARA ELABORAR GRÁFICAS DE CONTROL POR VARIABLES					
		$\bar{X} - R$		$\bar{X} - s$		$\bar{X} - MR$	
		Parte R	Parte \bar{x}	Parte s	Parte \bar{x}	Parte MR	Parte \bar{x}
Límites superiores	LSC	$\bar{R} \left(1 + 3 \frac{d_2}{d_2} \right)$	$\bar{x} + 3 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$	$B_4 \bar{s}$	$\bar{x} + 3 \left(\frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \right)$	$D_4 \overline{MR}$	$\bar{x} + 3 \frac{s}{c_4}$
	Zona B	$\bar{R} \left(1 + 2 \frac{d_2}{d_2} \right)$	$\bar{x} + 2 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$	$\bar{s} - \frac{2}{3} \bar{s} (B_4 - 1)$	$\bar{x} + 2 \left(\frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \right)$	$\frac{2}{3} D_4 \overline{MR}$	$\bar{x} + 2 \frac{s}{c_4}$
	Zona C	$\bar{R} \left(1 + \frac{d_2}{d_2} \right)$	$\bar{x} + \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$	$\bar{s} - \frac{1}{3} \bar{s} (B_4 - 1)$	$\bar{x} + \left(\frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \right)$	$\frac{1}{3} D_4 \overline{MR}$	$\bar{x} + \frac{s}{c_4}$
LÍNEA CENTRAL		$\bar{R} = \frac{\sum R}{k}$	$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$	$\bar{s} = \frac{\sum s}{k}$	$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$	$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{k-1}$	$\bar{x} = \frac{\sum x}{k}$
Límites inferiores	Zona C	$\bar{R} \left(1 - \frac{d_2}{d_2} \right)$	$\bar{x} - \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$	$\bar{s} - \frac{1}{3} \bar{s} (B_4 - 1)$	$\bar{x} - \left(\frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \right)$	$\frac{1}{3} D_1 \overline{MR}$	$\bar{x} - \frac{s}{c_4}$
	Zona B	$\bar{R} \left(1 - 2 \frac{d_2}{d_2} \right)$	$\bar{x} - 2 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$	$\bar{s} - \frac{2}{3} \bar{s} (B_4 - 1)$	$\bar{x} - 2 \left(\frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \right)$	$\frac{2}{3} D_1 \overline{MR}$	$\bar{x} - 2 \frac{s}{c_4}$
	LIC	$\bar{R} \left(1 - 3 \frac{d_2}{d_2} \right)$	$\bar{x} - 3 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$	$B_3 \bar{s}$	$\bar{x} - 3 \left(\frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \right)$	$D_3 \overline{MR}$	$\bar{x} - 3 \frac{s}{c_4}$

5.4.7. Selección del gráfico de control

Constantes para el los límites de control por variables

Tamaño de Muestras	A ₂	A ₃	A ₄	B ₃	B ₄	c ₄	d ₂	d ₃	d ₄	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	E ₂
2	1.880	2.650		0.000	3.267	0.7979	1.128	0.853	0.954	0.000	3.267	0.000	3.865	2.660
3	1.023	1.954	1.157	0.000	2.358	0.8862	1.693	0.858	1.588	0.000	2.574	0.000	2.745	1.722
4	0.729	1.626		0.000	2.266	0.9213	2.059	0.880	1.978	0.000	2.282	0.000	2.375	1.457
5	0.577	1.427	0.619	0.000	2.089	0.9400	2.326	0.864	2.257	0.000	2.114	0.000	2.179	1.290
6	0.483	1.287		0.030	1.970	0.9515	2.534	0.848	2.472	0.000	2.004	0.000	2.055	1.184
7	0.419	1.182	0.509	0.118	1.882	0.9594	2.704	0.833	2.645	0.076	1.924	0.078	1.967	1.109
8	0.373	1.090		0.185	1.815	0.9650	2.847	0.820	2.791	0.136	1.864	0.139	1.901	1.054
9	0.337	1.032	0.412	0.239	1.761	0.9693	2.970	0.808	2.915	0.184	1.816	0.187	1.850	1.010
10	0.308	0.975		0.284	1.716	0.9727	3.078	0.797	3.024	0.223	1.777	0.227	1.809	0.974
11	0.285	0.927	0.350	0.321	1.679	0.9754	3.173	0.787	3.121	0.256	1.744			
12	0.266	0.886		0.354	1.646	0.9776	3.258	0.778	3.207	0.283	1.717			
13	0.249	0.850		0.382	1.618	0.9794	3.336	0.770	3.285	0.307	1.693			
14	0.235	0.817		0.406	1.594	0.9810	3.407	0.762	3.356	0.328	1.672			
15	0.223	0.789		0.428	1.572	0.9823	3.472	0.755	3.422	0.347	1.653			
16	0.212	0.763		0.448	1.552	0.9835	3.532	0.749	3.482	0.363	1.637			
17	0.203	0.739		0.466	1.534	0.9845	3.588	0.743	3.538	0.378	1.622			
18	0.194	0.718		0.482	1.518	0.9854	3.640	0.738	3.591	0.391	1.608			
19	0.187	0.698		0.497	1.503	0.9862	3.689	0.733	3.640	0.403	1.597			
20	0.180	0.680		0.510	1.490	0.9869	3.735	0.729	3.686	0.415	1.585			
21	0.173	0.663		0.523	1.477	0.9876	3.778	0.724	3.730	0.425	1.575			
22	0.167	0.647		0.534	1.466	0.9882	3.819	0.720	3.771	0.434	1.566			
23	0.162	0.633		0.545	1.455	0.9887	3.858	0.716	3.811	0.443	1.557			
24	0.157	0.619		0.555	1.445	0.9892	3.895	0.712	3.847	0.451	1.548			
25	0.153	0.606		0.565	1.435	0.9896	3.931	0.709	3.883	0.458	1.541			

- 5.5. Gráficas para datos variables**
- Pasos para la construcción de los gráficos de control**
1. Identificar la característica a controlar en base a un AMEF (análisis del modo y efecto de falla).
 2. Diseñar los parámetros de la carta (límites de control, tamaño del subgrupo y frecuencia de muestreo).
 3. Validar la habilidad del sistema de medición por medio de un estudio Repetibilidad & Reproducibilidad.
 4. Centrar el proceso, correrlo y medir al menos 25 subgrupos de entre 2 y 6 partes cada uno, correspondiente a la producción del mismo turno o día.
 5. Calcular los límites de control preliminares a 3 Sigma.
 6. Identificar causas asignables o especiales y tomar acción para prevenir recurrencia.
 7. Recalcular los límites de control de ser necesario repetir paso 6. Establecer límites preliminares para corridas futuras.
 8. Continuar el monitoreo y Análisis, tomar acciones en causas especiales y recalcular límites de control cada 25 subgrupos.
 9. REDUCIR CAUSAS COMUNES DE VARIACIÓN.

5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

Gráficas de Medias y Rangos X-R parte R

Ejemplo

Llenado de viales.- Un productor a gran escala de productos vitamínicos ha decidido iniciar un programa de control estadístico en el proceso de llenado de frascos de complementos alimenticios para ver si dicho proceso está en control o no. Se toman 6 frascos cada 5 minutos en un lapso de 110 minutos (22 grupos en total) y se registra su peso en gramos. Los datos se muestran a continuación:

Datos muestrales		Peso en gramos del vial'					
Hora	Subgrupo / minutos	1	2	3	4	5	6
09:30	1	52 220	52 850	52 410	52 550	53 100	52 470
09:35	2	52 250	52 140	51 780	52 180	52 260	51 940
09:40	3	52 370	52 060	52 260	52 530	52 340	52 810
09:45	4	52 480	52 320	52 340	52 080	52 070	52 070
09:50	5	52 000	52 250	51 850	52 020	52 300	52 200
09:55	6	52 580	51 790	52 200	51 900	51 890	52 830
10:00	7	51 820	52 120	52 470	51 820	52 430	52 800
10:05	8	52 510	52 800	52 000	52 470	51 910	51 740
10:10	9	52 130	52 200	52 000	51 890	52 110	52 270
10:15	10	51 180	52 310	51 240	51 590	51 460	51 470
10:20	11	51 740	52 230	52 230	51 700	52 120	52 120
10:25	12	52 380	52 200	52 000	52 080	52 100	52 010
10:30	13	51 690	52 000	51 800	51 750	51 860	51 400
10:35	14	51 840	52 150	52 180	52 070	52 220	51 780
10:40	15	51 880	52 310	51 710	51 870	52 110	52 100
10:45	16	52 320	52 430	53 000	52 260	52 150	52 300
10:50	17	51 820	52 070	52 800	52 890	52 520	52 230
10:55	18	51 840	51 900	52 730	52 720	51 840	52 880
11:00	19	51 380	51 580	52 440	51 940	51 390	51 670
11:05	20	51 550	51 770	52 410	52 320	51 220	52 040
11:10	21	51 870	51 520	51 480	52 350	51 450	52 190
11:15	22	52 150	51 870	51 670	52 160	52 070	51 810

5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

Gráficas de Medias y Rangos X-R

Cálculo del rango de cada subgrupo.

Datos muestrales		Peso en gramos del vial						Parte R							
Hora	Subgrupo / minutos	1	2	3	4	5	6	LC	LC-B	LCA	R-promedio	LCA	LC-B	LCB	r
09:30	1	52 220	52 850	52 410	52 550	53 100	52 470	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.470
09:35	2	52 250	52 140	51 780	52 180	52 260	51 940	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.470
09:40	3	52 370	52 060	52 260	52 340	52 070	52 810	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.500
09:45	4	52 480	52 320	52 340	52 080	52 070	52 070	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.500
09:50	5	52 000	52 250	51 850	52 020	52 300	52 200	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.600
09:55	6	52 580	51 790	52 200	51 900	51 890	52 830	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.900
10:00	7	51 820	52 120	52 470	51 820	52 430	52 800	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.700
10:05	8	52 510	52 800	52 000	52 470	51 910	51 740	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	1.000
10:10	9	52 130	52 200	52 000	51 890	52 110	52 270	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.300
10:15	10	51 180	52 310	51 240	51 580	51 460	51 470	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	1.100
10:20	11	51 740	52 230	52 230	51 700	52 120	52 120	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.500
10:25	12	52 380	52 200	52 000	52 080	52 100	52 010	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.200
10:30	13	51 690	52 000	51 800	51 750	51 860	51 400	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.600
10:35	14	51 840	52 150	52 180	52 070	52 220	51 780	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.400
10:40	15	51 880	52 310	51 710	51 870	52 110	52 100	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.600
10:45	16	52 320	52 430	53 000	52 260	52 150	52 300	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.500
10:50	17	51 820	52 070	52 800	52 890	52 520	52 230	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.970
10:55	18	51 840	51 900	52 730	52 720	51 840	52 980	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	1.000
11:00	19	51 380	51 580	52 440	51 940	51 390	51 670	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	1.050
11:05	20	51 550	51 770	52 410	52 320	51 220	52 040	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	1.100
11:10	21	51 870	51 520	51 480	52 350	51 450	52 190	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.900
11:15	22	52 150	51 870	51 670	52 160	52 070	51 810	0.000	0.245	0.492	0.743	0.988	1.235	1.483	0.400

Se utilizan las fórmulas min y max dentro de cada subgrupo para que restándolos obtengamos el rango del mismo.

5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

Gráficas de Medias y Rangos X – R parte R

2 Cálculo del promedio de rangos

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

Parte R							
	LC	LC-B	LCA	R-promedio	LC-A	LC-B	LC
4	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
5	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
6	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
7	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
8	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
9	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
10	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
11	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
12	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
13	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
14	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
15	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
16	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
17	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
18	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
19	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
20	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
21	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
22	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
23	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
24	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
25	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
26	0.000	0.245	0.492	0.740	0.985	1.235	1.483
27				0.740			

Se utiliza la fórmula promedio dentro de la columna de rango

5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

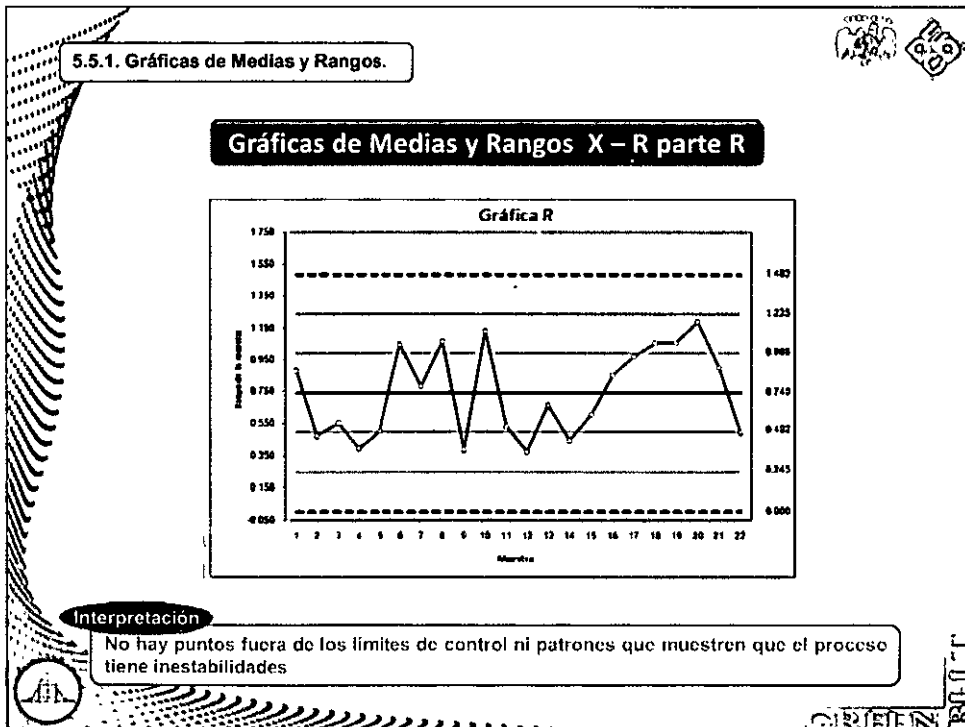
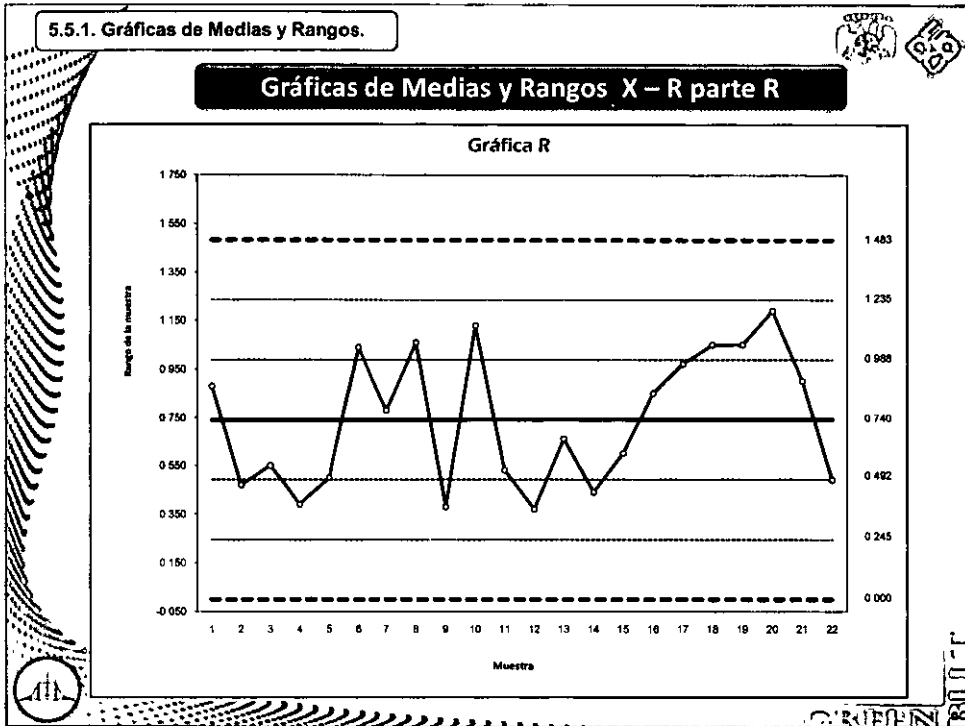
Gráficas de Medias y Rangos X – R parte R

3 Obtención de las constantes para los límites de control d_2 y d_3

Tamaño de Muestra	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	C ₁	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀
2	1.880	2.574	3.000	2.227	0.707	1.728	1.253	0.728	0.900	2.227	0.900	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100
3	1.802	2.500	2.927	2.200	0.693	1.700	1.235	0.715	0.890	2.190	0.890	1.890	2.090	2.290	2.490	2.690	2.890	3.090
4	1.728	2.427	2.853	2.173	0.680	1.673	1.220	0.700	0.875	2.160	0.875	1.875	2.075	2.275	2.475	2.675	2.875	3.075
5	1.657	2.352	2.800	2.146	0.667	1.646	1.205	0.690	0.860	2.130	0.860	1.860	2.060	2.260	2.460	2.660	2.860	3.060
6	1.587	2.277	2.747	2.119	0.654	1.619	1.190	0.675	0.845	2.100	0.845	1.845	2.045	2.245	2.445	2.645	2.845	3.045
7	1.518	2.202	2.694	2.092	0.641	1.592	1.175	0.660	0.830	2.070	0.830	1.830	2.030	2.230	2.430	2.630	2.830	3.030
8	1.450	2.127	2.641	2.065	0.628	1.565	1.160	0.645	0.815	2.040	0.815	1.815	2.015	2.215	2.415	2.615	2.815	3.015
9	1.383	2.052	2.588	2.038	0.615	1.538	1.145	0.630	0.800	2.010	0.800	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000
10	1.318	1.977	2.535	2.011	0.602	1.511	1.130	0.615	0.785	1.980	0.785	1.785	1.985	2.185	2.385	2.585	2.785	2.985
11	1.254	1.902	2.482	1.984	0.589	1.484	1.115	0.600	0.770	1.950	0.770	1.770	1.970	2.170	2.370	2.570	2.770	2.970
12	1.191	1.827	2.429	1.957	0.576	1.457	1.100	0.585	0.755	1.920	0.755	1.755	1.960	2.160	2.360	2.560	2.760	2.960
13	1.130	1.752	2.376	1.930	0.563	1.430	1.085	0.570	0.740	1.890	0.740	1.740	1.940	2.140	2.340	2.540	2.740	2.940
14	1.070	1.677	2.323	1.903	0.550	1.403	1.070	0.555	0.725	1.860	0.725	1.725	1.930	2.130	2.330	2.530	2.730	2.930
15	1.011	1.602	2.270	1.876	0.537	1.376	1.055	0.540	0.710	1.830	0.710	1.710	1.920	2.120	2.320	2.520	2.720	2.920
16	0.953	1.527	2.217	1.849	0.524	1.349	1.040	0.525	0.695	1.800	0.695	1.695	1.910	2.110	2.310	2.510	2.710	2.910
17	0.896	1.452	2.164	1.822	0.511	1.322	1.025	0.510	0.680	1.770	0.680	1.680	1.890	2.090	2.290	2.490	2.690	2.890
18	0.841	1.377	2.111	1.795	0.498	1.295	1.010	0.495	0.665	1.740	0.665	1.665	1.870	2.070	2.270	2.470	2.670	2.870
19	0.787	1.302	2.058	1.768	0.485	1.268	0.995	0.480	0.650	1.710	0.650	1.650	1.860	2.060	2.260	2.460	2.660	2.860
20	0.734	1.227	2.005	1.741	0.472	1.241	0.980	0.465	0.635	1.680	0.635	1.635	1.850	2.050	2.250	2.450	2.650	2.850
21	0.682	1.152	1.952	1.714	0.459	1.214	0.965	0.450	0.620	1.650	0.620	1.620	1.840	2.040	2.240	2.440	2.640	2.840
22	0.631	1.077	1.899	1.687	0.446	1.187	0.950	0.435	0.605	1.620	0.605	1.605	1.830	2.030	2.230	2.430	2.630	2.830
23	0.581	1.002	1.846	1.660	0.433	1.160	0.935	0.420	0.590	1.590	0.590	1.590	1.820	2.020	2.220	2.420	2.620	2.820
24	0.532	0.927	1.793	1.633	0.420	1.133	0.920	0.405	0.575	1.560	0.575	1.575	1.810	2.010	2.210	2.410	2.610	2.810
25	0.484	0.852	1.740	1.606	0.407	1.106	0.905	0.390	0.560	1.530	0.560	1.560	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800
26	0.437	0.777	1.687	1.579	0.394	1.079	0.890	0.375	0.545	1.500	0.545	1.545	1.790	1.990	2.190	2.390	2.590	2.790
27	0.391	0.702	1.634	1.552	0.381	1.052	0.875	0.360	0.530	1.470	0.530	1.530	1.780	1.980	2.180	2.380	2.580	2.780

4 Cálculo de los límites de control sustituyendo de fórmulas

Límites Superiores	
LAC	$\bar{x} + 1.5 \frac{d_2}{d_1}$
Zona B	$\bar{x} + 1.5 \frac{d_2}{d_1}$
Zona C	$\bar{x} + 1.5 \frac{d_2}{d_1}$
LECLA CENTRAL	$\bar{x} + \frac{\sum R}{k}$
Límites Inferiores	
Zona I	$\bar{x} - 1.5 \frac{d_2}{d_1}$
Zona B	$\bar{x} - 1.5 \frac{d_2}{d_1}$
LIC	$\bar{x} - 1.5 \frac{d_2}{d_1}$



5.5. Gráficos para datos variables

Gráficas de Medias y Rangos X-R parte X

Cálculo del promedio de cada subgrupo.

Datos muestrales		Peso en gramos del vial						Parte X							
Hora	Subgrupo	1	2	3	4	5	6	LC	LC-B	LC-A	U-pro-m-gram	LC-A	LC-B	LC-C	
00:30	1	52 220	52 850	52 410	52 840	53 100	52 470	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 600
00:36	2	52 250	52 140	51 790	52 180	52 260	51 940	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 600
00:40	3	52 370	52 080	52 760	52 530	52 340	52 810	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 500
00:45	4	52 480	52 220	52 340	52 080	52 070	52 070	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 220
00:50	5	52 020	52 250	51 860	52 020	52 300	52 260	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 190
00:54	6	52 580	51 790	52 200	51 700	51 880	52 430	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 190
10:00	7	51 820	52 120	52 470	51 770	52 480	52 600	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 220
10:05	8	52 510	52 800	52 000	52 770	51 810	51 740	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 230
10:10	9	52 130	52 280	52 000	51 850	52 110	52 270	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 110
10:15	10	51 180	52 310	51 240	51 960	51 890	51 470	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 640
10:20	11	51 740	52 220	52 220	51 700	52 120	52 120	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 620
10:25	12	52 380	52 200	52 000	52 080	52 100	52 810	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 130
10:30	13	51 880	52 050	51 800	51 790	51 860	51 400	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 770
10:36	14	51 840	52 150	52 180	52 870	51 220	51 780	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 040
10:40	15	51 900	52 310	51 710	51 870	51 710	52 100	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 830
10:45	16	52 220	52 430	53 000	52 700	52 700	52 380	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 430
10:50	17	51 820	52 670	52 820	52 880	52 570	52 230	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 130
10:56	18	51 840	51 900	52 730	52 720	51 840	52 990	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 320
11:00	19	51 300	51 590	52 440	51 840	51 300	51 670	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 720
11:05	20	51 500	51 770	52 410	52 320	51 220	52 040	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 820
11:10	21	51 870	51 520	51 480	52 350	51 450	51 190	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 820
11:16	22	52 150	51 670	51 670	52 180	52 070	51 810	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 820

Se utiliza la formula promedio dentro de la fila de cada subgrupo.

5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

Gráficas de Medias y Rangos X-R parte X

Cálculo del promedio de promedios

Datos muestrales		Peso en gramos del vial						Parte X							
Hora	Subgrupo	1	2	3	4	5	6	LC	LC-B	LC-A	U-pro-m-gram	LC-A	LC-B	LC-C	
00:30	1	52 220	52 850	52 410	52 840	53 100	52 470	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 600
00:36	2	52 250	52 140	51 790	52 180	52 260	51 940	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 600
00:40	3	52 370	52 080	52 760	52 530	52 340	52 810	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 600
00:45	4	52 480	52 220	52 340	52 080	52 070	52 070	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 220
00:50	5	52 020	52 250	51 860	52 020	52 300	52 260	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 190
00:54	6	52 580	51 790	52 200	51 700	51 880	52 430	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 190
10:00	7	51 820	52 120	52 470	51 770	52 480	52 600	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 220
10:05	8	52 510	52 800	52 000	52 770	51 810	51 740	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 230
10:10	9	52 130	52 280	52 000	51 850	52 110	52 270	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 110
10:15	10	51 180	52 310	51 240	51 960	51 890	51 470	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 640
10:20	11	51 740	52 220	52 220	51 700	52 120	52 120	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 620
10:25	12	52 380	52 200	52 000	52 080	52 100	52 810	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 130
10:30	13	51 880	52 050	51 800	51 790	51 860	51 400	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 770
10:36	14	51 840	52 150	52 180	52 870	51 220	51 780	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 040
10:40	15	51 900	52 310	51 710	51 870	51 710	52 100	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 830
10:45	16	52 220	52 430	53 000	52 700	52 700	52 380	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 430
10:50	17	51 820	52 670	52 820	52 880	52 570	52 230	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 130
10:56	18	51 840	51 900	52 730	52 720	51 840	52 990	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	52 320
11:00	19	51 300	51 590	52 440	51 840	51 300	51 670	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 720
11:05	20	51 500	51 770	52 410	52 320	51 220	52 040	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 820
11:10	21	51 870	51 520	51 480	52 350	51 450	51 190	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 820
11:16	22	52 150	51 670	51 670	52 180	52 070	51 810	51 750	51 877	51 987	52 116	52 236	52 354	52 473	51 820

Se utiliza la formula promedio dentro de la columna de los promedios de los subgrupos

5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

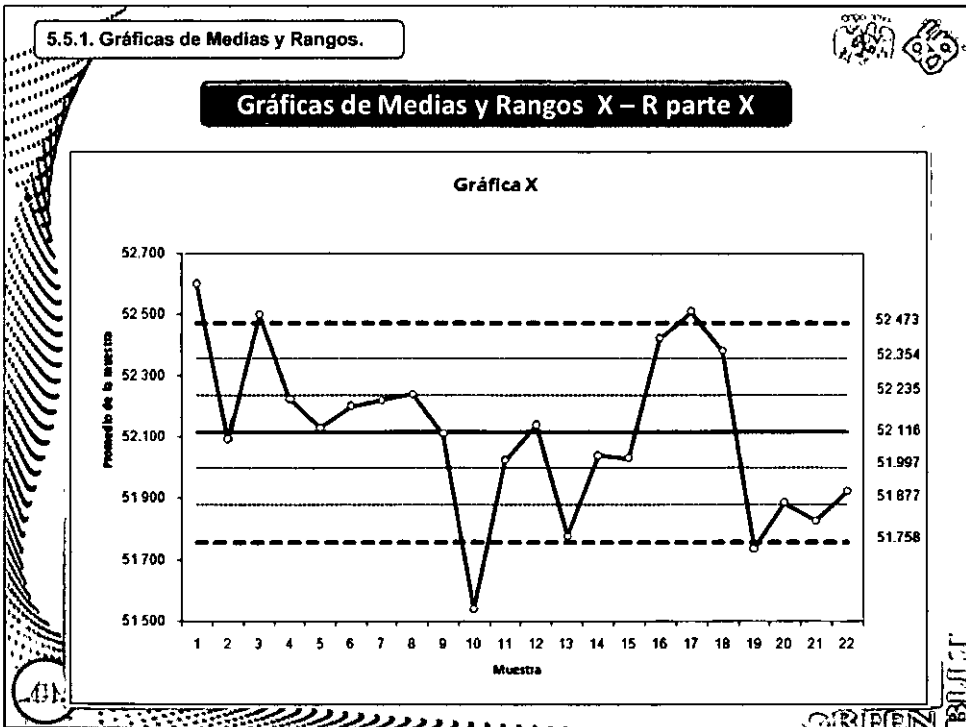
Gráficas de Medias y Rangos X – R parte X

3 Obtención de la constantes para los límites de control d_2

Límites superiores	LSC	$\bar{x} + 3 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$
	Zona B	$\bar{x} + 2 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$
	Zona C	$\bar{x} + \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$
	LÍNEA CENTRAL	$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k}$
	Zona C'	$\bar{x} - \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$
	Zona B'	$\bar{x} - 2 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$
Límites inferiores	Zona D	$\bar{x} - \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$
	LIC	$\bar{x} - 3 \left(\frac{\bar{R}}{\sqrt{n}} \right)$

4 Cálculo de los límites de control sustituyendo de formulas con base en el promedio de promedios y el promedio de los rangos.

Tamaño de Muestra	A1	A1'	A2	B1	B1'	C1	d1	d1'	D1	D1'	D2	D2'	D3	D3'	E1
2	1.108	1.108	0.583	0.283	0.283	0.135	0.729	0.729	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283
3	1.023	1.023	0.540	0.264	0.264	0.129	0.692	0.692	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
4	0.937	0.937	0.500	0.247	0.247	0.125	0.661	0.661	0.247	0.247	0.247	0.247	0.247	0.247	0.247
5	0.854	0.854	0.464	0.232	0.232	0.122	0.634	0.634	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232
6	0.773	0.773	0.431	0.219	0.219	0.120	0.610	0.610	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219
7	0.694	0.694	0.400	0.207	0.207	0.118	0.588	0.588	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207
8	0.617	0.617	0.371	0.196	0.196	0.117	0.568	0.568	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196
9	0.542	0.542	0.344	0.186	0.186	0.116	0.549	0.549	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186
10	0.469	0.469	0.319	0.177	0.177	0.115	0.532	0.532	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177
11	0.398	0.398	0.295	0.169	0.169	0.114	0.516	0.516	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169
12	0.329	0.329	0.272	0.162	0.162	0.113	0.501	0.501	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
13	0.262	0.262	0.250	0.156	0.156	0.112	0.487	0.487	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156
14	0.197	0.197	0.229	0.150	0.150	0.111	0.474	0.474	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
15	0.134	0.134	0.209	0.145	0.145	0.110	0.462	0.462	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145
16	0.073	0.073	0.190	0.140	0.140	0.109	0.451	0.451	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140
17	0.014	0.014	0.172	0.135	0.135	0.108	0.441	0.441	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135
18	0.000	0.000	0.155	0.130	0.130	0.107	0.432	0.432	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
19	0.000	0.000	0.139	0.125	0.125	0.106	0.424	0.424	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
20	0.000	0.000	0.124	0.120	0.120	0.105	0.416	0.416	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
21	0.000	0.000	0.110	0.115	0.115	0.104	0.409	0.409	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
22	0.000	0.000	0.097	0.110	0.110	0.103	0.402	0.402	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110



5.5.1. Gráficas de Medias y Rangos.

Gráficas de Medias y Rangos \bar{X} -R parte X

Interpretación
Hay 5 puntos fuera de los límites de control por lo que es necesario realizar una investigación para encontrar las causas de esta variación especial.

5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar \bar{X} -S parte S

Ejemplo 1
Película plástica.- Una película de plástico y aluminio es fabricada mediante un proceso en el que la variable crítica a medir es el espesor. El espesor en micrómetros es monitoreado por 10 sensores que toman una medición cada media hora. Determinar si existen patrones que indiquen un estado fuera de control. Los datos se presentan a continuación.

Datos muestrales		Espesor en micrómetros de cada sensor									
Hora	subgrupo / muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
08:30	1	2.080	2.200	2.130	1.940	2.300	2.150	2.070	2.020	2.220	2.180
09:00	2	2.140	2.020	2.140	1.940	2.300	2.080	1.940	2.120	2.150	2.300
09:30	3	2.300	2.100	2.200	2.250	2.050	1.950	2.100	2.100	2.370	1.980
10:00	4	2.010	2.100	2.150	1.970	2.250	2.120	2.100	1.900	2.040	2.080
10:30	5	2.060	2.120	1.980	2.120	2.200	2.020	2.180	2.030	2.020	2.090
11:00	6	2.140	2.220	2.180	2.270	2.170	2.260	2.150	2.070	2.020	2.300
11:30	7	2.070	2.050	1.970	2.050	2.180	2.020	2.020	2.140	2.070	2.000
12:00	8	2.080	2.310	2.120	2.180	2.150	2.170	1.900	2.050	2.000	2.260
12:30	9	2.130	1.900	2.120	2.040	2.400	2.120	2.150	2.010	2.300	2.140
13:00	10	2.130	2.180	2.120	2.220	2.120	2.070	2.040	2.280	2.120	2.100
13:30	11	2.240	2.340	2.400	2.280	2.130	2.150	2.080	2.020	2.050	2.180
14:00	12	2.250	1.910	1.980	2.040	1.930	2.080	2.200	2.420	2.100	2.000
14:30	13	2.030	2.100	2.240	2.200	2.250	2.030	2.080	2.190	2.130	2.200
15:00	14	2.080	1.920	2.140	2.200	2.020	2.040	1.940	2.050	2.120	2.060
15:30	15	2.040	2.140	2.180	2.120	2.000	2.020	2.050	2.340	2.120	2.050
16:00	16	1.970	2.100	2.130	2.020	1.930	2.170	2.240	1.980	2.340	2.120
16:30	17	2.120	2.300	2.010	2.200	2.110	1.830	2.020	2.250	2.050	2.100
17:00	18	1.980	2.300	2.310	2.120	2.080	2.100	2.160	2.350	2.120	2.200
17:30	19	2.080	2.120	2.110	2.220	2.000	1.850	2.160	2.140	2.280	2.310
18:00	20	2.220	2.050	1.930	2.050	2.150	2.270	1.950	2.110	2.120	2.100

5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar X-S parte S

1 Cálculo de la desviación estándar de cada subgrupo.

Datos muestrales		Espesor en micrómetros de cada sensor										Parte S							
Hora	Subgrupo / tamaño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	LC	LCB	LCA	R promedio	UCA	UCB	USC	S
08:30	1	2.008	2.259	2.139	1.949	2.000	2.150	2.070	2.020	2.220	2.130	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
09:00	2	2.140	2.020	2.140	1.940	2.020	2.060	1.940	2.120	2.150	2.040	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
09:30	3	2.308	2.160	2.200	2.250	2.170	1.960	2.100	2.160	2.370	1.980	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
10:00	4	2.018	2.180	2.150	1.970	2.200	2.170	2.100	1.900	2.040	2.000	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
10:30	5	2.066	2.120	1.980	2.120	2.200	2.070	2.190	2.030	2.070	2.090	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
11:00	6	2.140	2.220	2.180	2.270	2.170	2.080	2.120	2.070	2.090	2.060	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
11:30	7	2.076	2.060	1.970	2.080	2.180	2.020	2.020	2.140	2.090	2.060	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
12:00	8	2.089	2.319	2.120	2.080	2.150	2.150	2.060	2.060	2.060	2.060	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
12:30	9	2.130	1.900	2.120	2.040	2.400	2.150	2.150	2.070	2.300	2.140	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
13:00	10	2.130	2.160	2.120	2.220	2.120	2.070	2.040	2.200	2.120	2.130	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
13:30	11	2.048	2.340	2.400	2.220	2.130	2.150	2.060	2.020	2.050	2.080	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
14:00	12	2.250	2.190	1.960	2.040	1.920	2.060	2.090	2.420	2.190	2.050	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
14:30	13	2.030	2.180	2.260	2.200	2.250	2.020	2.180	2.190	2.190	2.090	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
15:00	14	2.000	1.920	2.140	2.200	2.020	2.040	1.970	2.050	2.120	2.000	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
15:30	15	2.040	2.140	2.180	2.120	2.000	2.020	2.050	2.340	2.120	2.050	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
16:00	16	1.920	2.100	2.120	2.020	1.930	2.170	2.240	1.990	2.340	2.120	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
16:30	17	2.120	2.200	2.010	2.270	2.110	1.940	2.020	2.050	2.060	2.100	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
17:00	18	1.980	2.200	2.310	2.120	2.020	2.100	2.150	2.040	2.120	2.050	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
17:30	19	2.060	2.120	2.110	2.220	2.000	1.950	2.150	2.140	2.200	2.010	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
18:00	20	2.220	2.050	1.930	2.080	2.150	2.270	1.940	2.110	2.120	2.100	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113

Se utiliza la fórmula desvest dentro de cada subgrupo para calcular la desviación estándar de cada uno de ellos

5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar X-S parte S

2 Cálculo del promedio de las desviaciones estándar de los subgrupos.

Datos muestrales		Espesor en micrómetros de cada sensor										Parte S							
Hora	Subgrupo / tamaño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	LC	LCB	LCA	R promedio	UCA	UCB	USC	S
08:30	1	2.008	2.259	2.139	1.949	2.000	2.150	2.070	2.020	2.220	2.130	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
09:00	2	2.140	2.020	2.140	1.940	2.020	2.060	1.940	2.120	2.150	2.040	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
09:30	3	2.308	2.160	2.200	2.250	2.170	1.960	2.100	2.160	2.370	1.980	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
10:00	4	2.018	2.180	2.150	1.970	2.200	2.170	2.100	1.900	2.040	2.000	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
10:30	5	2.066	2.120	1.980	2.120	2.200	2.070	2.190	2.030	2.070	2.090	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
11:00	6	2.140	2.220	2.180	2.270	2.170	2.080	2.120	2.070	2.090	2.060	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
11:30	7	2.076	2.060	1.970	2.080	2.180	2.020	2.020	2.140	2.090	2.060	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
12:00	8	2.089	2.319	2.120	2.080	2.150	2.150	2.060	2.060	2.060	2.060	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
12:30	9	2.130	1.900	2.120	2.040	2.400	2.150	2.150	2.070	2.300	2.140	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
13:00	10	2.130	2.160	2.120	2.220	2.120	2.070	2.040	2.200	2.120	2.130	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
13:30	11	2.048	2.340	2.400	2.220	2.130	2.150	2.060	2.020	2.050	2.080	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
14:00	12	2.250	2.190	1.960	2.040	1.920	2.060	2.090	2.420	2.190	2.050	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
14:30	13	2.030	2.180	2.260	2.200	2.250	2.020	2.180	2.190	2.190	2.090	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
15:00	14	2.000	1.920	2.140	2.200	2.020	2.040	1.970	2.050	2.120	2.000	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
15:30	15	2.040	2.140	2.180	2.120	2.000	2.020	2.050	2.340	2.120	2.050	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
16:00	16	1.920	2.100	2.120	2.020	1.930	2.170	2.240	1.990	2.340	2.120	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
16:30	17	2.120	2.200	2.010	2.270	2.110	1.940	2.020	2.050	2.060	2.100	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
17:00	18	1.980	2.200	2.310	2.120	2.020	2.100	2.150	2.040	2.120	2.050	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
17:30	19	2.060	2.120	2.110	2.220	2.000	1.950	2.150	2.140	2.200	2.010	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113
18:00	20	2.220	2.050	1.930	2.080	2.150	2.270	1.940	2.110	2.120	2.100	0.031	0.057	0.083	0.109	0.135	0.162	0.188	0.113

Se utiliza la fórmula promedio dentro de la columna de las desviaciones estándares de los subgrupos

5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar X – S parte S

3

Obtención de las constantes para los límites de control B_4 y B_3

B_4 y B_3

Límites superiores	LSC	$\bar{x} + \bar{s}$
	Zona B	$\bar{x} + \frac{2}{3}\bar{s} (B_4 - 1)$
	Zona C	$\bar{x} + \frac{1}{3}\bar{s} (B_4 - 1)$
Límites inferiores	LÍNEA CENTRAL	$\bar{x} = \frac{\sum x}{k}$
	Zona C	$\bar{x} - \frac{1}{3}\bar{s} (B_3 - 1)$
	Zona B	$\bar{x} - \frac{2}{3}\bar{s} (B_3 - 1)$
	LIC	$\bar{x} - \bar{s}$

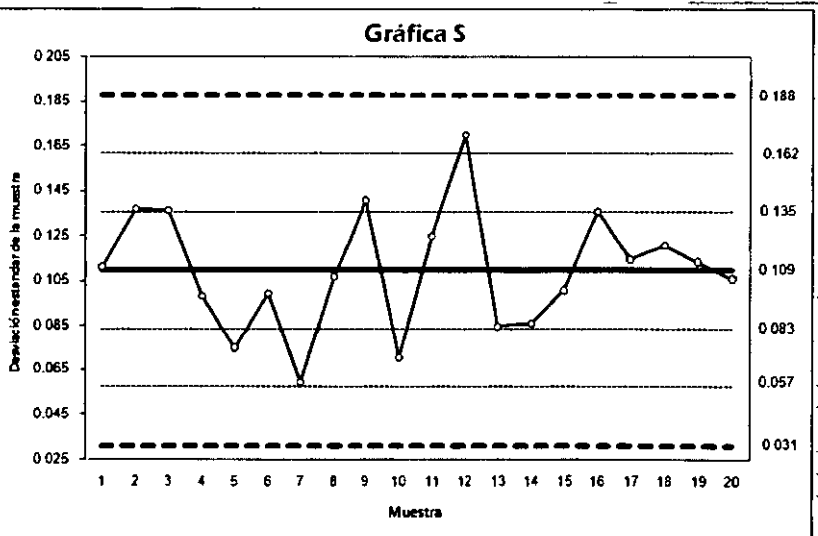
Tamaño de muestra	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	C ₁	d ₁	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	E ₂
2	1.880	0.583	0.583	1.880	0.583	0.583	1.750	0.750	0.750	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583
3	1.700	0.540	0.540	1.700	0.540	0.540	1.600	0.600	0.600	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
4	1.577	0.507	0.507	1.577	0.507	0.507	1.482	0.482	0.482	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507
5	1.483	0.480	0.480	1.483	0.480	0.480	1.387	0.387	0.387	0.480	0.480	0.480	0.480	0.480
6	1.415	0.459	0.459	1.415	0.459	0.459	1.321	0.321	0.321	0.459	0.459	0.459	0.459	0.459
7	1.363	0.442	0.442	1.363	0.442	0.442	1.270	0.270	0.270	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442
8	1.321	0.428	0.428	1.321	0.428	0.428	1.233	0.233	0.233	0.428	0.428	0.428	0.428	0.428
9	1.286	0.416	0.416	1.286	0.416	0.416	1.204	0.204	0.204	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416
10	1.257	0.405	0.405	1.257	0.405	0.405	1.180	0.180	0.180	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405
11	1.232	0.396	0.396	1.232	0.396	0.396	1.161	0.161	0.161	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396
12	1.210	0.388	0.388	1.210	0.388	0.388	1.146	0.146	0.146	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388
13	1.191	0.381	0.381	1.191	0.381	0.381	1.133	0.133	0.133	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381
14	1.175	0.375	0.375	1.175	0.375	0.375	1.122	0.122	0.122	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375
15	1.161	0.370	0.370	1.161	0.370	0.370	1.112	0.112	0.112	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370
16	1.149	0.365	0.365	1.149	0.365	0.365	1.103	0.103	0.103	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365
17	1.138	0.361	0.361	1.138	0.361	0.361	1.095	0.095	0.095	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361
18	1.128	0.357	0.357	1.128	0.357	0.357	1.088	0.088	0.088	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357
19	1.119	0.354	0.354	1.119	0.354	0.354	1.082	0.082	0.082	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354
20	1.111	0.351	0.351	1.111	0.351	0.351	1.077	0.077	0.077	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351

4

Cálculo de los límites de control sustituyendo de fórmulas

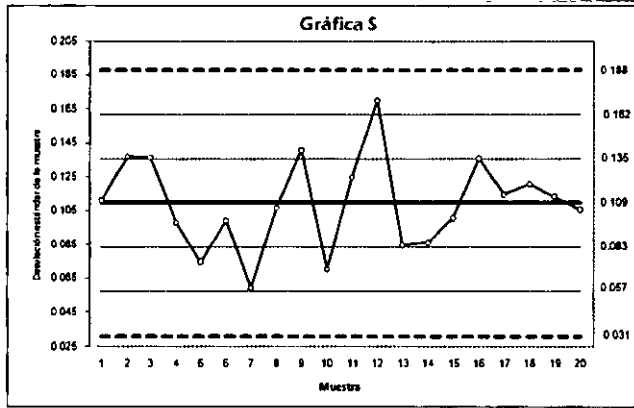
5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar X – S parte S



5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar X-S parte S



Interpretación

No hay puntos fuera de los límites de control ni patrones que muestren que el proceso tiene inestabilidades



GREEN BELT

5.5.2. Gráficas de Medias y desviaciones estándar.

Gráficas de Medias y desviaciones estándar X-S parte X

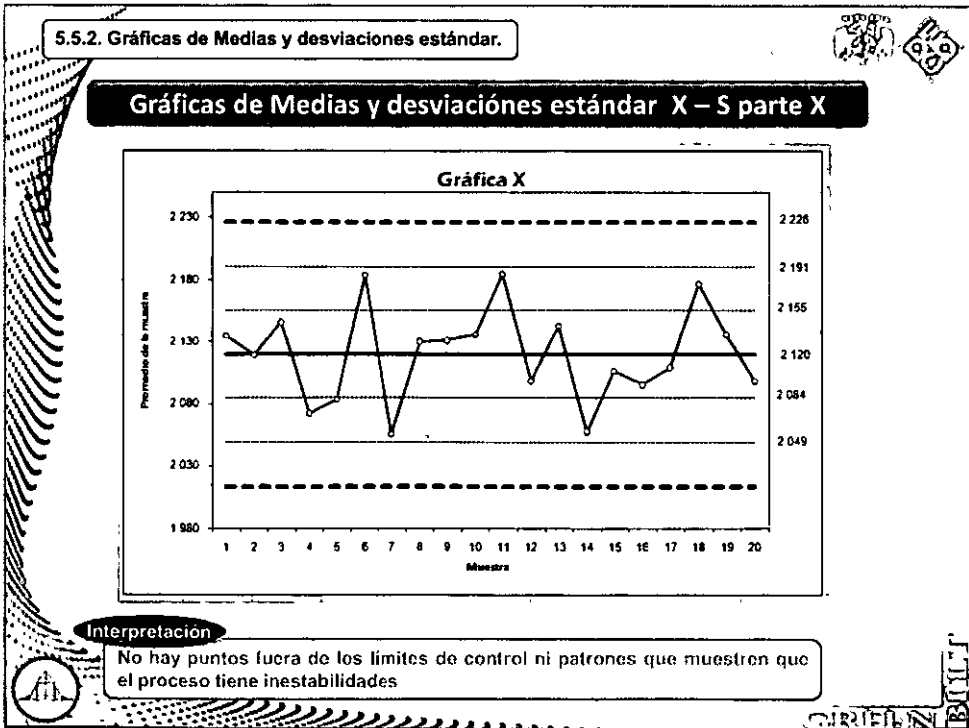
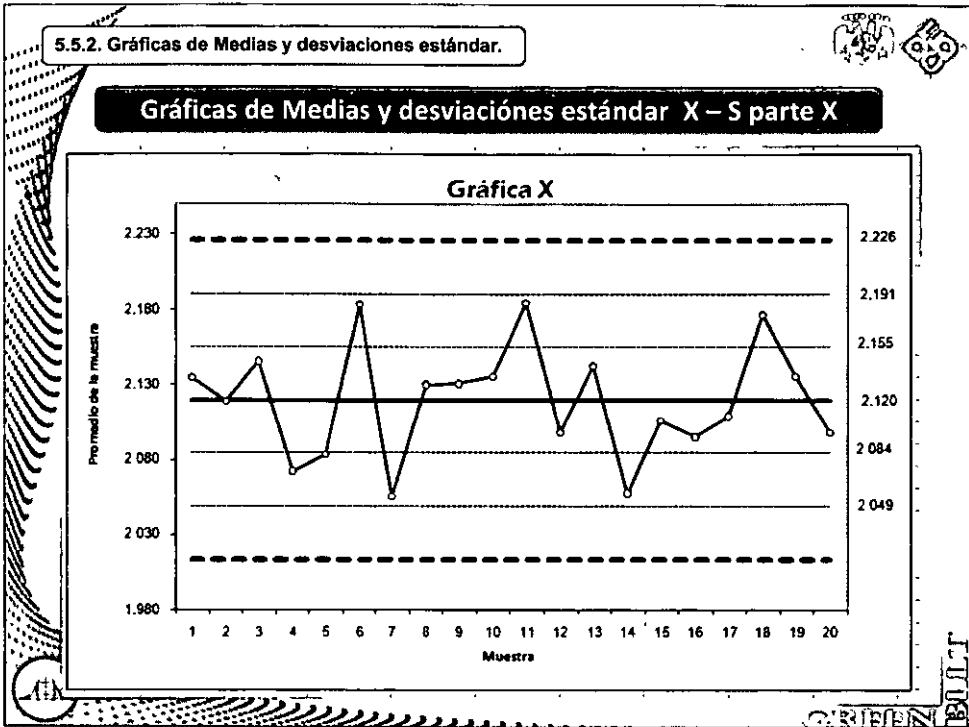
1 Cálculo del promedio de los datos de cada subgrupo.

Datos muestrales		Espesor en micrometros de cada sensor										Para X					
Muestra	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	LCB	CEA	UCB	CEA	UCB	
00.30	1	2.000	2.340	2.120	1.940	2.370	2.150	2.170	2.120	2.220	2.140	2.013	2.045	2.084	2.124	2.154	2.191
00.30	2	2.140	2.020	2.140	1.940	2.370	2.080	1.940	2.120	2.150	2.080	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
00.30	3	2.300	2.100	2.200	2.340	2.040	1.810	2.100	2.140	2.370	1.900	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
00.30	4	2.010	2.120	2.150	1.970	2.200	2.120	2.100	1.900	2.040	2.080	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
00.30	5	2.040	1.120	1.900	2.120	2.200	2.020	2.100	2.020	2.050	2.050	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
11.05	6	2.140	2.220	2.100	2.270	2.170	2.150	2.150	2.070	2.020	2.300	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
11.30	7	2.070	2.080	1.970	2.050	2.100	2.170	2.020	2.140	2.070	2.000	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
12.00	8	2.050	2.110	2.120	2.100	2.120	2.120	1.980	2.050	2.000	2.250	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
12.30	9	2.120	1.900	2.120	2.040	2.020	2.050	2.150	2.010	2.200	2.140	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
13.00	10	2.120	2.100	2.120	2.220	2.120	2.070	1.940	2.200	2.120	2.100	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
13.30	11	2.210	2.140	2.100	2.260	2.140	2.160	2.020	2.060	2.100	2.120	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
14.00	12	2.250	1.910	1.900	2.040	1.930	2.000	2.070	2.420	2.100	2.000	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
14.30	13	2.120	2.100	2.040	2.200	2.250	2.120	2.070	2.120	2.110	2.200	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
15.00	14	2.080	1.920	2.140	2.220	2.020	2.040	1.940	2.050	2.120	2.000	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
15.30	15	2.040	2.140	2.100	2.120	2.000	2.020	2.050	2.340	2.120	2.070	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
16.00	16	1.520	2.100	2.120	2.070	1.930	2.170	2.240	1.880	2.340	2.120	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
16.30	17	2.120	2.000	2.040	2.220	2.140	2.020	2.070	2.100	2.100	2.100	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
17.00	18	1.980	2.200	2.120	2.120	2.000	2.100	2.150	2.100	2.120	2.260	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
17.30	19	2.080	2.120	2.110	2.220	2.000	1.920	2.150	2.100	2.200	2.110	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191
18.00	20	2.220	2.050	1.970	2.000	2.120	2.270	1.960	2.410	2.120	2.100	2.013	2.045	2.084	2.120	2.154	2.191

Se utiliza la fórmula promedio dentro de la fila de cada subgrupo para calcular el promedio.



GREEN BELT



5.5.3. Gráficos para datos individuales

Gráficas de para datos individuales I- R

Ejemplo 1
Densidad de detergente.- Un productor de detergente en polvo realiza un lote por día. El detergente consta de una mezcla compleja de 7 componentes distintos. Para controlar de manera indirecta la composición se toma en cuenta la densidad de la mezcla final posterior al proceso de integración de los componentes. Los datos de densidad kg/dm³ de los lotes correspondientes a 30 días (k días)

Datos muestrales	
Día	Densidad kg/dm ³
06-may	1.242
08-may	1.289
10-may	1.186
13-may	1.197
15-may	1.252
17-may	1.221
20-may	1.299
22-may	1.323
24-may	1.323
27-may	1.314
29-may	1.299
31-may	1.225
03-jun	1.185
05-jun	1.194
07-jun	1.235
10-jun	1.253
12-jun	1.257
14-jun	1.275
17-jun	1.232
19-jun	1.201
21-jun	1.281
24-jun	1.274
26-jun	1.234
28-jun	1.187
01-jul	1.196
03-jul	1.282
05-jul	1.322
08-jul	1.258
09-jul	1.261
11-jul	1.201
k-1	29

5.5.3. Gráficos para datos individuales

Gráficas de para datos individuales I- R

Cálculo de los rangos móviles (entre muestras). Valor absoluto de la resta del primer dato menos el segundo, el del segundo menos el del tercero y así sucesivamente)

CARACTER		=ABS(G5-G6)														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
De tablas				Datos muestrales				Parte R								
n	D1	D2	E2	Día	Densidad kg/dm ³	LC	LC-B	LCA	R promedio	LCA	LCB	LEC	R			
2	1.247	0.000	2.895	06-may	1.242	0.000	0.037			0.122	0.000	0.037	0.122			
3				08-may	1.289	0.000	0.037			0.122	0.153	0.037	0.122			
4				10-may	1.186	0.000	0.037			0.122	0.011	0.037	0.122			
5				13-may	1.197	0.000	0.037			0.122	0.059	0.037	0.122			
6				15-may	1.252	0.000	0.037			0.122	0.235	0.037	0.122			
7				17-may	1.221	0.000	0.037			0.122	0.031	0.037	0.122			
8				20-may	1.299	0.000	0.037			0.122	0.078	0.037	0.122			
9				22-may	1.323	0.000	0.037			0.122	0.026	0.037	0.122			
10				24-may	1.323	0.000	0.037			0.122	0.000	0.037	0.122			
11				27-may	1.314	0.000	0.037			0.122	0.006	0.037	0.122			
12				29-may	1.299	0.000	0.037			0.122	0.015	0.037	0.122			
13				31-may	1.225	0.000	0.037			0.122	0.074	0.037	0.122			
14				03-jun	1.185	0.000	0.037			0.122	0.040	0.037	0.122			
15				05-jun	1.194	0.000	0.037			0.122	0.009	0.037	0.122			
16				07-jun	1.235	0.000	0.037			0.122	0.041	0.037	0.122			
17				10-jun	1.253	0.000	0.037			0.122	0.018	0.037	0.122			
18				12-jun	1.257	0.000	0.037			0.122	0.004	0.037	0.122			
19				14-jun	1.275	0.000	0.037			0.122	0.018	0.037	0.122			
20				17-jun	1.232	0.000	0.037			0.122	0.043	0.037	0.122			
21				19-jun	1.201	0.000	0.037			0.122	0.031	0.037	0.122			
22				21-jun	1.281	0.000	0.037			0.122	0.000	0.037	0.122			
23				24-jun	1.274	0.000	0.037			0.122	0.007	0.037	0.122			
24				26-jun	1.234	0.000	0.037			0.122	0.040	0.037	0.122			
25				28-jun	1.187	0.000	0.037			0.122	0.045	0.037	0.122			
26				01-jul	1.196	0.000	0.037			0.122	0.000	0.037	0.122			
27				03-jul	1.282	0.000	0.037			0.122	0.000	0.037	0.122			
28				05-jul	1.322	0.000	0.037			0.122	0.040	0.037	0.122			
29				08-jul	1.258	0.000	0.037			0.122	0.004	0.037	0.122			
30				09-jul	1.261	0.000	0.037			0.122	0.003	0.037	0.122			
31				11-jul	1.201	0.000	0.037			0.122	0.000	0.037	0.122			
k-1				29									0.037			

5.5.3. Gráficos para datos individuales

Gráficas de para datos individuales I-R

2. Cálculo de la línea central promediando los rangos con la fórmula promedio en la columna de rango R.

Parte R							P
1c	1c	1c	1c	1c	1c	1c	n
0.000		0.037		0.122		0.122	0.047
0.000		0.037		0.122		0.122	0.103
0.000		0.037		0.122		0.122	0.011
0.000		0.037		0.122		0.122	0.053
0.000		0.037		0.122		0.122	0.031
0.000		0.037		0.122		0.122	0.078
0.000		0.037		0.122		0.122	0.024
0.000		0.037		0.122		0.122	0.000
0.000		0.037		0.122		0.122	0.000
0.000		0.037		0.122		0.122	0.015
0.000		0.037		0.122		0.122	0.014
0.000		0.037		0.122		0.122	0.040
0.000		0.037		0.122		0.122	0.029
0.000		0.037		0.122		0.122	0.041
0.000		0.037		0.122		0.122	0.046
0.000		0.037		0.122		0.122	0.054
0.000		0.037		0.122		0.122	0.016
0.000		0.037		0.122		0.122	0.043
0.000		0.037		0.122		0.122	0.017
0.000		0.037		0.122		0.122	0.040
0.000		0.037		0.122		0.122	0.000
0.000		0.037		0.122		0.122	0.040
0.000		0.037		0.122		0.122	0.004
0.000		0.037		0.122		0.122	0.003
0.000		0.037		0.122		0.122	0.002

5.5.3. Gráficos para datos individuales

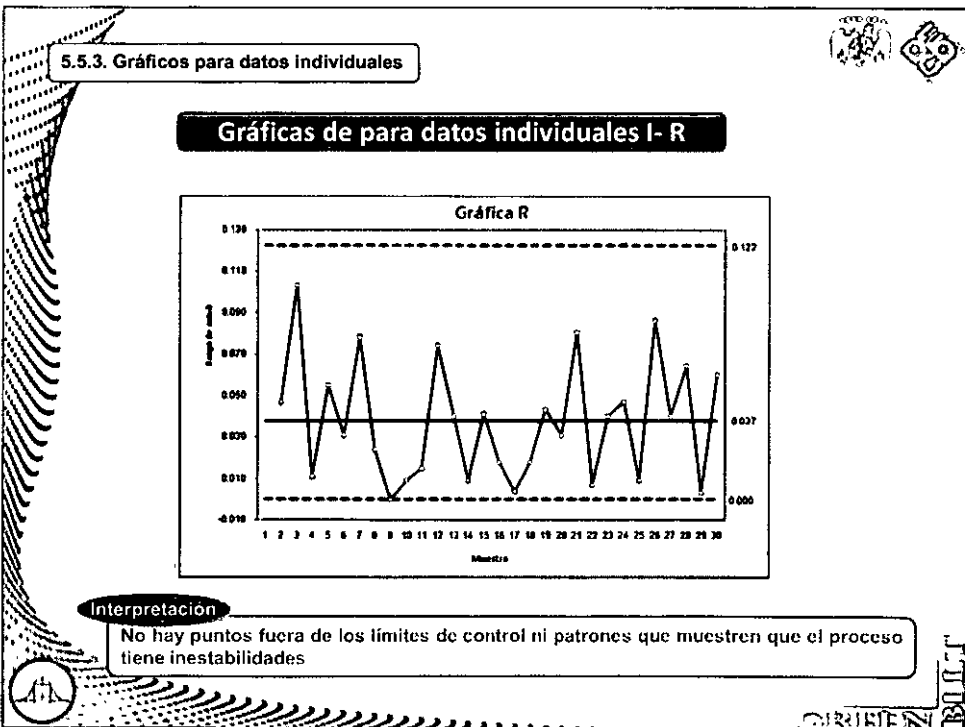
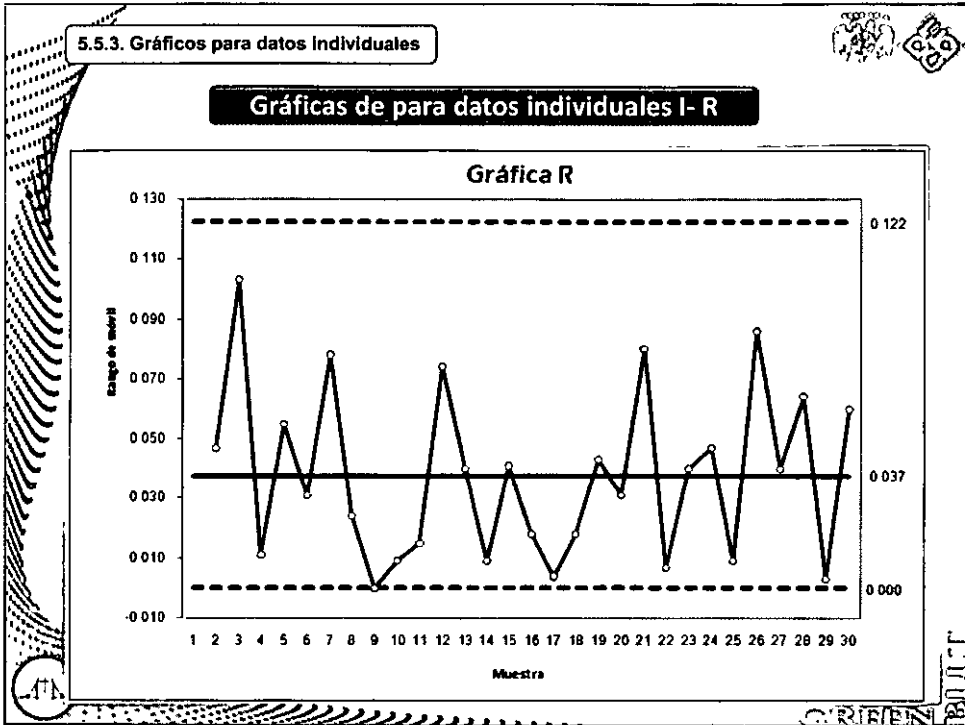
Gráficas de para datos individuales I-R

3. Obtención de las constantes para los límites de control D4 y D3 para subgrupo tamaño 2

Tamaño de Muestra	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	C ₁	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	E ₂
2	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.728	0.272	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.577	0.423	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.483	0.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.419	0.581	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.378	0.622	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.352	0.648	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.337	0.663	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.329	0.671	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.324	0.676	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.320	0.680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.317	0.683	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.315	0.685	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.313	0.687	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.312	0.688	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.311	0.689	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.310	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

4. Cálculo de los límites de control sustituyendo de fórmulas

Límites superiores		Para IGR
LMC		$\bar{X} + R$
Zona B		
Zona C		
LÍNEA CENTRAL		\bar{X}
Zona C		
Zona B		
Límites inferiores		
LíC		$\bar{X} - R$



5.5.3. Gráficos para datos individuales

Gráficas de para datos individuales I-R

① Cálculo del promedio de los datos individuales con la fórmula promedio sobre la columna de los datos de densidad. Esta será la línea central.

Fecha	D1	D2	D3	D4	D5	Promedio
06-may	1242	1242	1242	1242	1242	1242
08-may	1289	1289	1289	1289	1289	1289
10-may	1168	1168	1168	1168	1168	1168
13-may	1197	1197	1197	1197	1197	1197
15-may	1252	1252	1252	1252	1252	1252
17-may	1221	1221	1221	1221	1221	1221
19-may	1206	1206	1206	1206	1206	1206
22-may	1323	1323	1323	1323	1323	1323
24-may	1323	1323	1323	1323	1323	1323
27-may	1314	1314	1314	1314	1314	1314
28-may	1298	1298	1298	1298	1298	1298
31-may	1225	1225	1225	1225	1225	1225
03-jun	1185	1185	1185	1185	1185	1185
05-jun	1191	1191	1191	1191	1191	1191
07-jun	1235	1235	1235	1235	1235	1235
10-jun	1253	1253	1253	1253	1253	1253
12-jun	1281	1281	1281	1281	1281	1281
14-jun	1273	1273	1273	1273	1273	1273
17-jun	1232	1232	1232	1232	1232	1232
19-jun	1281	1281	1281	1281	1281	1281
21-jun	1281	1281	1281	1281	1281	1281
24-jun	1274	1274	1274	1274	1274	1274
26-jun	1234	1234	1234	1234	1234	1234
29-jun	1197	1197	1197	1197	1197	1197
01-jul	1194	1194	1194	1194	1194	1194
03-jul	1282	1282	1282	1282	1282	1282
05-jul	1322	1322	1322	1322	1322	1322
08-jul	1258	1258	1258	1258	1258	1258
09-jul	1281	1281	1281	1281	1281	1281
11-jul	1251	1251	1251	1251	1251	1251

5.5.3. Gráficos para datos individuales

Gráficas de para datos individuales I-R

② Obtención de las constantes para los límites de control

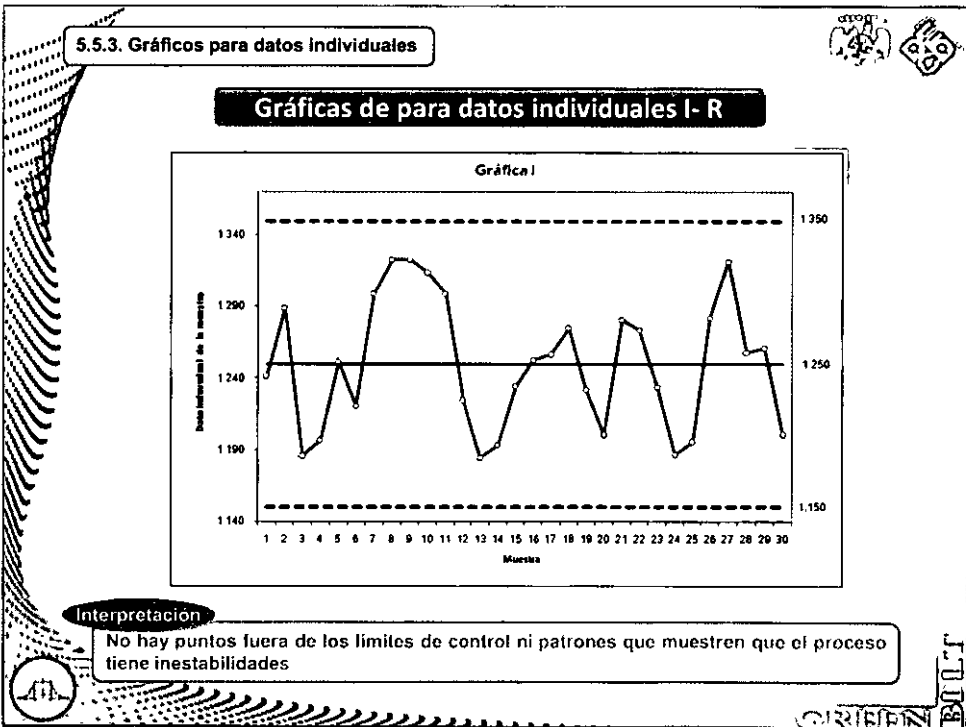
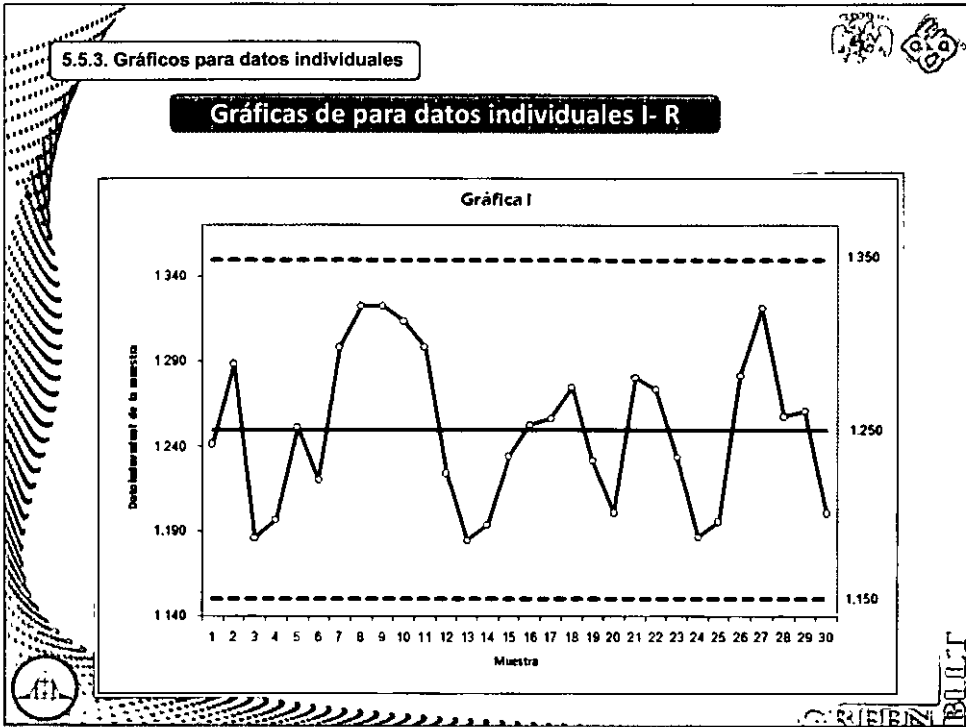
③ Cálculo de los límites de control sustituyendo de fórmulas

Tamaño de Muestra	A1	A2	A3	B1	B2	C4	d1	d2	d3	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
2	1.689	1.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1.023	1.023	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.729	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.577	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.430	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.373	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.337	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.312	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.294	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.281	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.271	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.263	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.257	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.252	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.248	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.245	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.243	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.241	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.240	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.239	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.238	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.238	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.237	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.237	1.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Para \bar{x}

LSC	$\bar{x} + 3\sigma$
Zona D	
Zona C	
LÍNEA CENTRAL	$\bar{x} = \frac{\sum x}{k}$
Zona C	
Zona B	
LSC	$\bar{x} - 3\sigma$

③ Cálculo de los límites de control sustituyendo de fórmulas

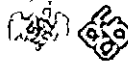




5.7. HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA EL CONTROL DE PROCEOS

Otras herramientas para la fase de control





HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA EL CONTROL DE PROCEOS

- 5.7.1. Las 5's.**
- 5.7.2. Poka yoke.**
- 5.7.3. Estandarización del trabajo.**



¿Qué son las 5 S's?

Las 5 S's son una metodología sistemática para organizar y estandarizar el área de trabajo. Promoviendo la seguridad, mejorando el flujo de trabajo y la calidad de los productos además de reducir los inventarios.


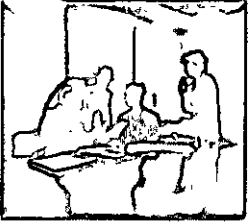


Definiciones y ventajas de las 5's

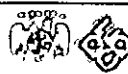
- ① Para mejora el flujo de trabajo
Cuando se realiza un trabajo, la ubicación de los materiales y herramientas es conocida por todos y está disponible.
- ② Para mejorar la calidad de los productos y servicios.
Se evitan riesgos de mezclas de materiales.
- ③ Incrementan la productividad al eliminar búsquedas y movimientos innecesarios.
- ④ Para evitar accidentes
Derivados de áreas de trabajo desorganizadas con utensilios amontonados que obstruyen el paso y la visibilidad.
- ⑤ Libera espacio al eliminar objetos que no intervienen en las actividades productivas cotidianas.
- ⑥ Para crear conciencia en las personas sobre la forma en que deben desarrollar un efectivo control en sus áreas de trabajo
- Se crea una cultura de trabajo
- Sólo lo que se necesita, cuando se necesita, en la cantidad que se necesita y se mantiene siempre en esas condiciones
- ⑦ Para reducir inventarios.
Se definen las cantidades necesarias de material y se ubican adecuadamente.

Otros beneficios de las 5's




- ① Mantiene las condiciones requeridas por la ISO 9000: 2000, CFR - 820, cGMP's.
Todas las auditorías verifican el estado de orden y limpieza de áreas de manufactura.
- ② Porque es la base de todas las herramientas de mejora continua.
Son los pasos de preparación para cambio rápido de medida y para implementar fábrica visual.










Otros beneficios de las 5's

- Detectar necesidades
- Mejorar la velocidad de respuesta
- Eliminar inventarios
- Mejorar hábitos
- Eliminar distracciones
- Aumentar la seguridad e higiene
- Mejorar el control
- Mejorar la imagen
- Crear un lugar de trabajo agradable
- Evidenciar las condiciones anormales
- Detectar fallas
- Prevenir y hacer evidentes los errores


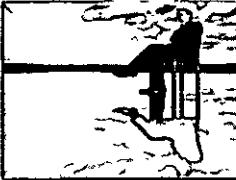




GREEN BELT



Otras razones para aplicar las de las 5's

- 1) Porque los sistemas no funcionan solos, los sistemas funcionan con la gente; la gente y su disciplina hace que los sistemas sigan vivos.
- 2) Porque las 5 S's no son una metodología más, son parte del día a día, es una filosofía de trabajo que se puede aplicar a la vida cotidiana.
- 3) Porque fomenta y aprovecha tu talento y el del tu equipo de trabajo al aplicar esta metodología. Porque estas actividades ya las realizas en tu casa, ahora las puedes trasladar a tu lugar de trabajo.



GREEN BELT


Definiciones y ventajas de las 5's


5's, tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra "S".

Japonés	Español	Dirigido a:
Seiri	Selecc ion ar	Objetos y lugares de trabajo
Seiton	Org an izar	
Seiso	L im piar	
Seiketsu	E st andarizar	Las personas
Shitsuke	S eg uimineto	

Definiciones de las 5's

S	O	L	E	S
Selecc ion ar	Org an izar	L im piar	E st andarizar	S eg uimiento
Actividades			Condiciones	
Implementar			Mantener	Mejorar
Lugares de trabajo y objetos			Personas	






GREEN BELT

5's En su área de trabajo

- ① Piense en un elemento que podría retirarse.
- ② Piense en un elemento que podría recolocarse para utilizarlo más eficientemente.
- ③ Piense en un área que podría beneficiarse con la limpieza.
- ④ Piense en una rutina regular que podría crear para deshacerse de elementos innecesarios, recolocar o limpiar elementos de su lugar de trabajo.
- ⑤ Piense en algunas condiciones que podría crear que facilitarían la realización de esta rutina.

GREEN BELT



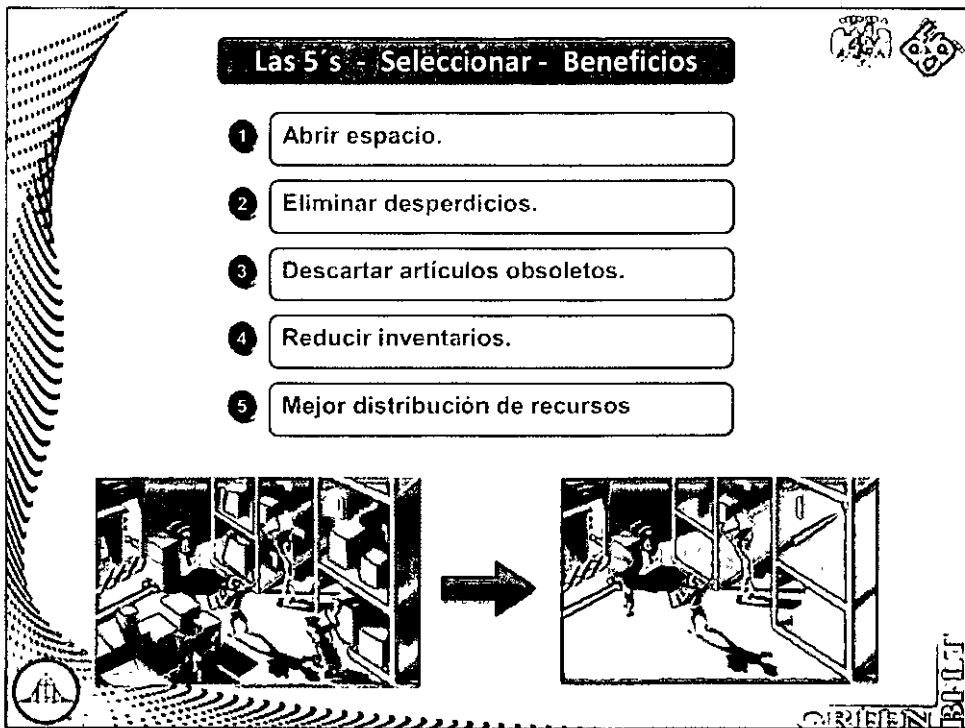
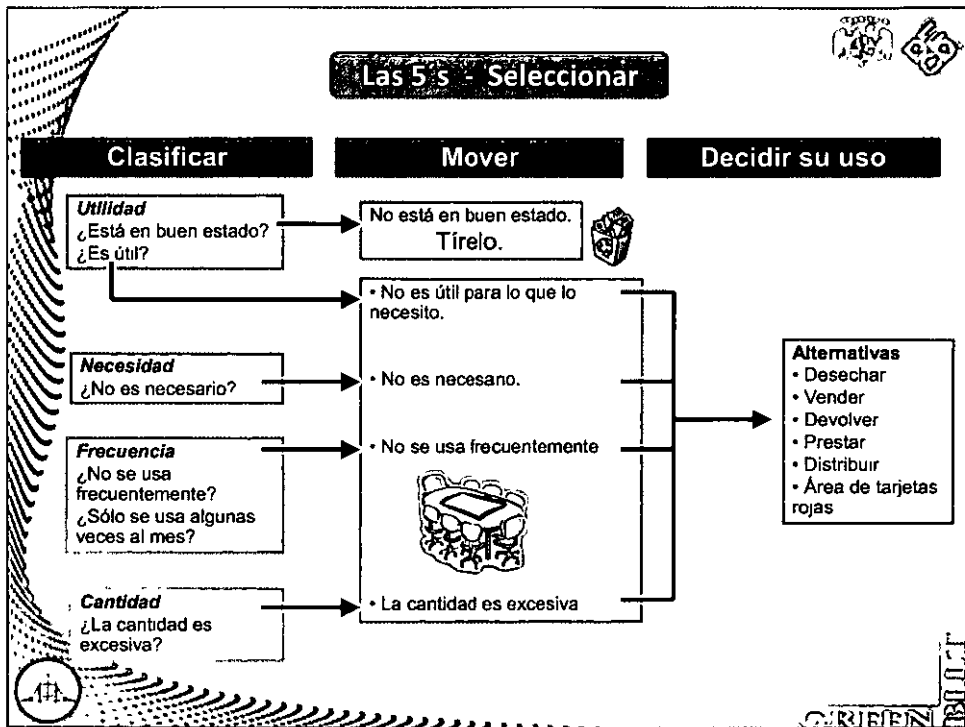

GREEN BELT

Las 5's - Seleccionar

S

- ① Separar lo que es útil y necesario de lo que no lo es
- ② Sólo lo que se necesita, en la cantidad que se necesita, y sólo cuando se necesita
- ③ Distinguir entre lo necesario y lo innecesario, y deshacerse de lo que no se necesita

GREEN BELT



Las 5's - Organizar

O
Organizar

- 1 Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar
- 2 Una vez que todo esta organizado, sólo debe permanecer lo necesario
- 3 Colocar los elementos con una ubicación y disposición de modo que todo esté listo para que cualquiera lo pueda usar en el momento que lo necesite

GREEN BELT

Las 5's - Organizar - Criterios

Elementos: archivos, papeles, mesas, materiales, herramienta, etc.

- Colocar en bodega
- Colocar en bodega o archivo
- Colocaren otra área
- Colocar en el área
- Colocar cerca de la persona
- Colocar junto a la persona

Exposición que se vea

Algunas veces al año

Algunas veces al mes

Varías veces a la semana

Varías veces al día

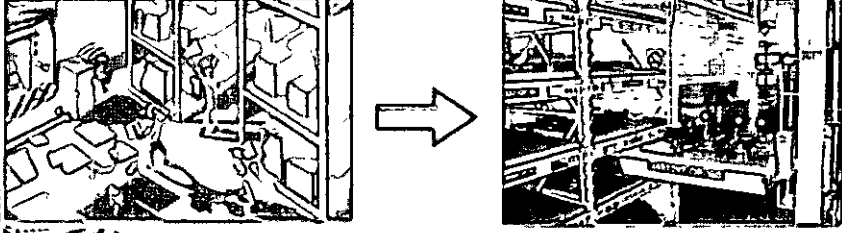
Cada hora

Colocar cerca de la persona

GREEN BELT

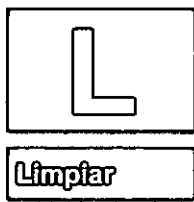
Las 5's - Organizar - Beneficios

- 1 Eliminar tiempo de búsqueda.
- 2 Prevenir desabasto.
- 3 Mejorar seguridad.
- 4 Minimizar errores.
- 5 Velocidad de respuesta




GREEN BELT

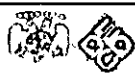
Las 5's - Limpiar



- 1 Limpiar es inspeccionar
- 2 Un área de trabajo impecable no es la que más se limpia sino la que menos se ensucia
- 3 Eliminar la basura, mugre y suciedad para un lugar de trabajo más limpio; limpieza como forma de inspección



GREEN BELT



Las 5's - Limpiar

Establezca los procedimientos adecuados para ejecutar la limpieza, describa el método, los utensilios y los puntos clave que se deben limpiar de acuerdo al tipo de suciedad.

Elabore el programa de limpieza con Fechas (frecuencia), Actividades y Responsables.


- 1


La limpieza debe ser profunda para eliminar suciedad y para buscar fallas y defectos en el equipo.
- 2

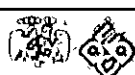
La limpieza debe ser profunda para eliminar suciedad y para buscar fallas y defectos en el equipo.
- 3

Enseñe al personal que realizará la limpieza qué debe limpiar y qué debe inspeccionar.

Inicie la limpieza como rutina para que se convierta en hábito







Las 5's - Limpiar - Beneficios




- 1


Evitar accidentes.
- 2


Disminuir reparaciones costosas.
- 3


Tomar acciones correctivas inmediatas
- 4

Un lugar de trabajo impecable









Las 5's - Estandarizar

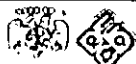
E

Estandarizar

- ① Crear herramientas para mantener y supervisar las 3 primeras S's
- ② Reglamentar la administración visual de todas las áreas
- ③ Mantener las cosas organizadas, pulcras y limpias; incluso aspectos relativos al personal y la contaminación







Las 5's - Estandarizar

Estandarizar

Seleccionar


Organizar


Limpia

- Inventarios visuales a través de líneas; contenedores, lugares vacíos, huellas en el piso, líneas de tránsito.
- Avisos con la frecuencia para tirar desechos.

- Código de colores.
- Identificación de equipos con responsable.
- Método de identificación adecuado, etiquetas, placas, tarjetas y colgantes.
- Murales para mostrar avances, comparativos de antes y después.
- Programa de pintado periódico, reetiquetado y colocación de avisos deteriorados

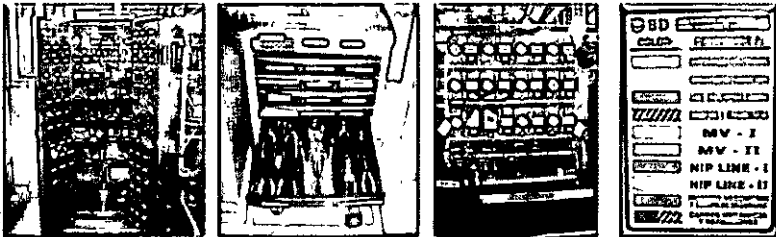
- Programas de limpieza con fechas (frecuencia) y responsables.
- Formatos para registrar la limpieza.
- Avisos que promuevan la limpieza, el tipo de zona y el uso de vestimenta adecuada o accesorios de seguridad.





Las 5's - Estandarizar - Beneficios

- 1 Se documenta la forma de mantener lo logrado, a través de listas de verificación, procedimientos, registros, reglamentos y estándares visuales.
- 2 Facilidad para mantener el sistema..
- 3 Asegurar la fabricación de productos con calidad consistente.
- 4 Creación de sistemas auto explicativos



GRUPO 130017

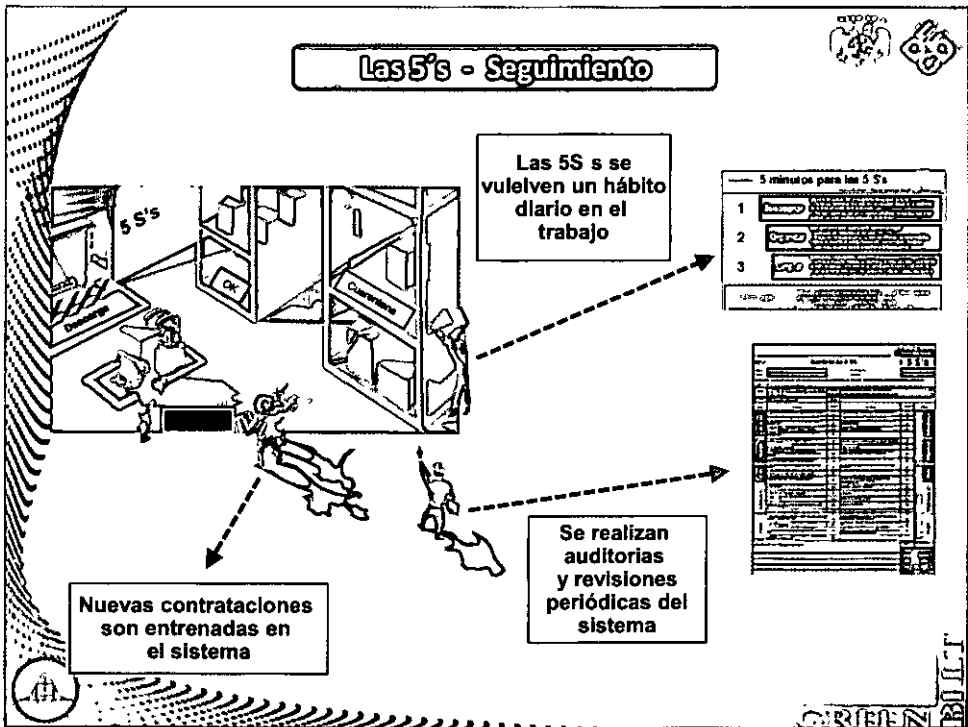
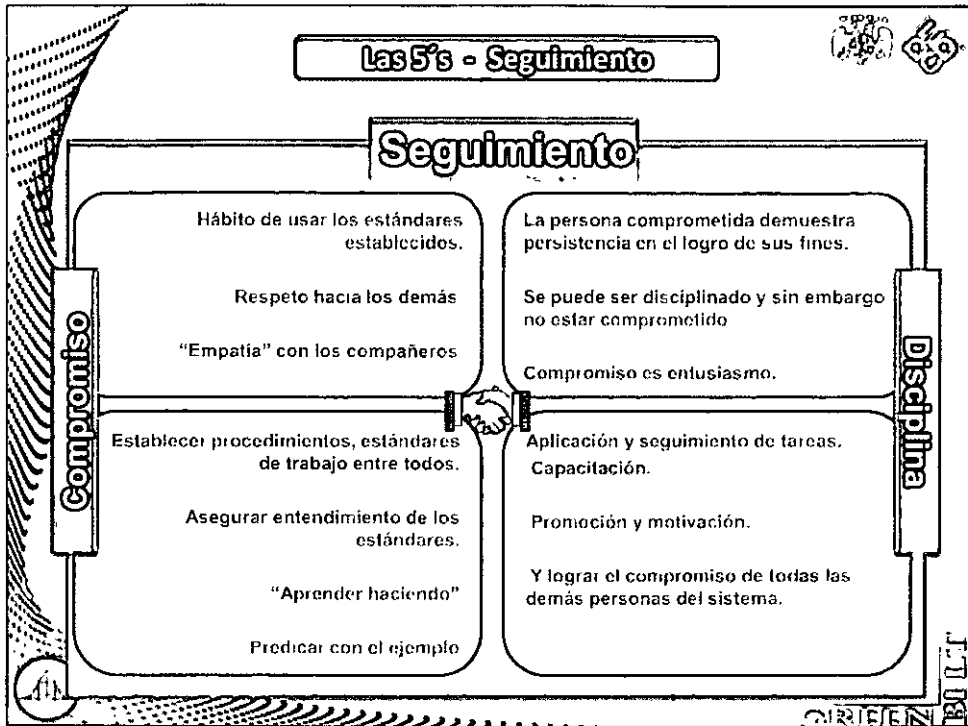
Las 5's - Seguimiento

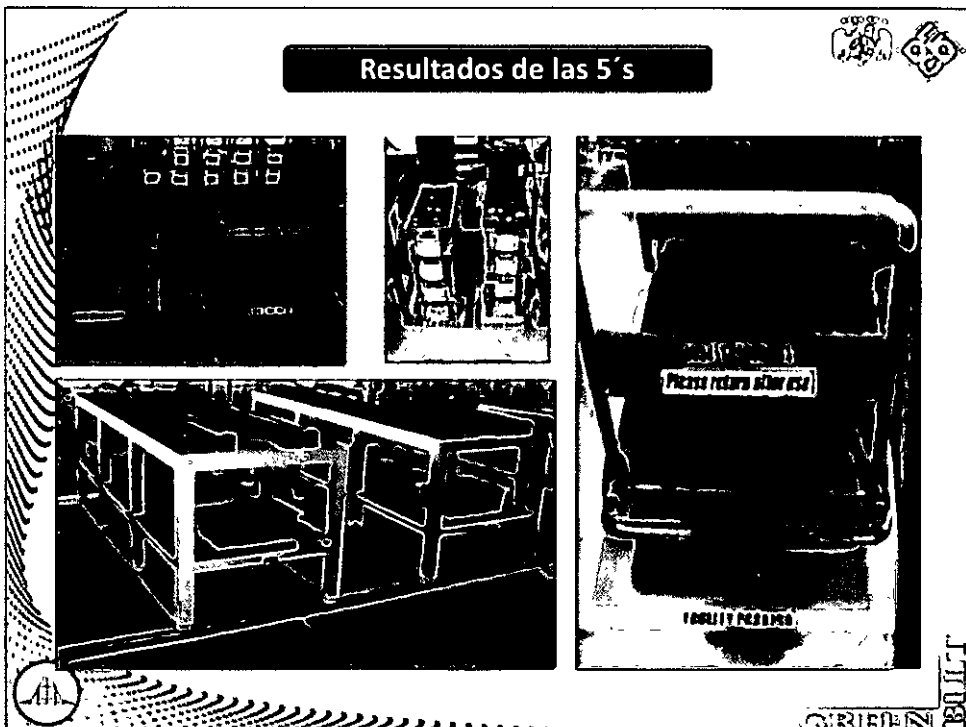
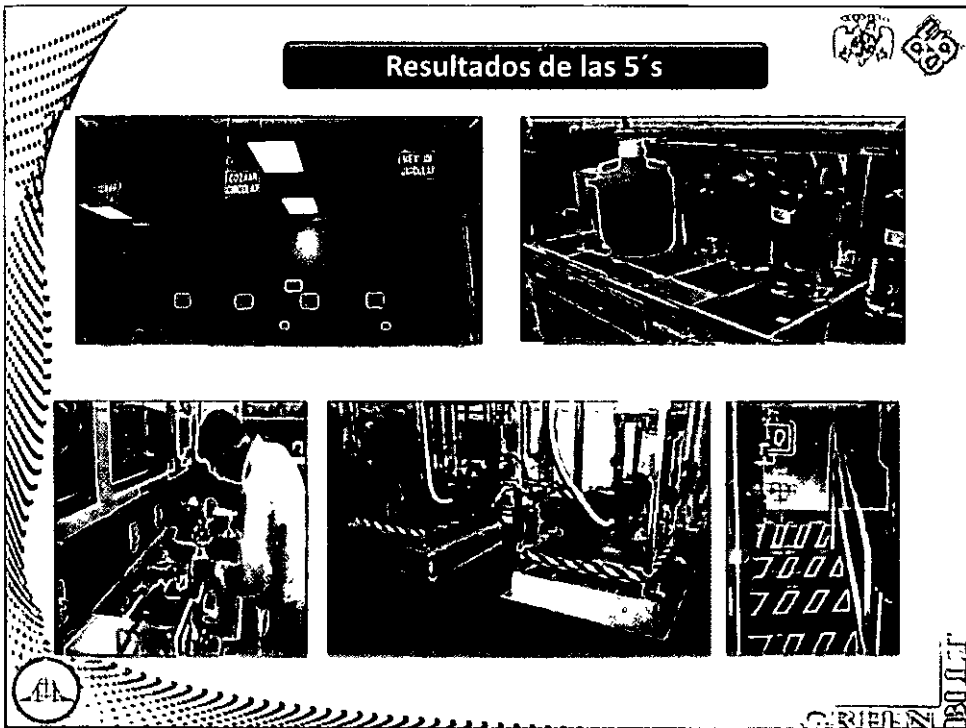
S

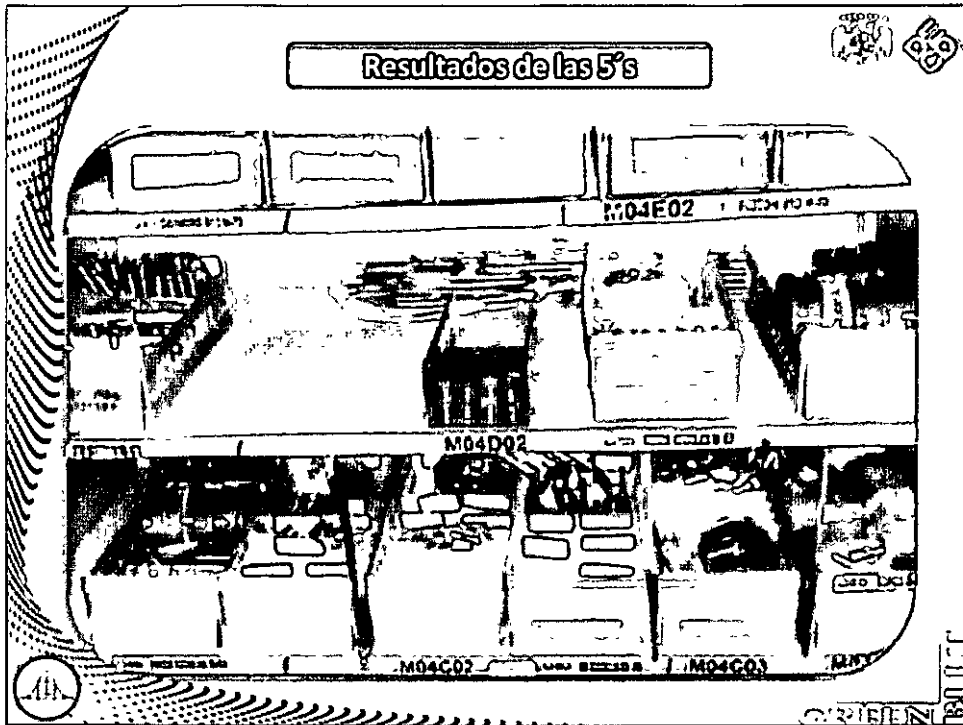
Seguimiento

- 1 Las 5 S's se convierten en hábitos permanentes para todos
- 2 Mantener lo logrado = Disciplina + Compromiso;
A través de 5 minutos para las 5 S's
- 3 Los nuevos asociados y todos los usuarios son entrenados en el sistema

GRUPO 130017

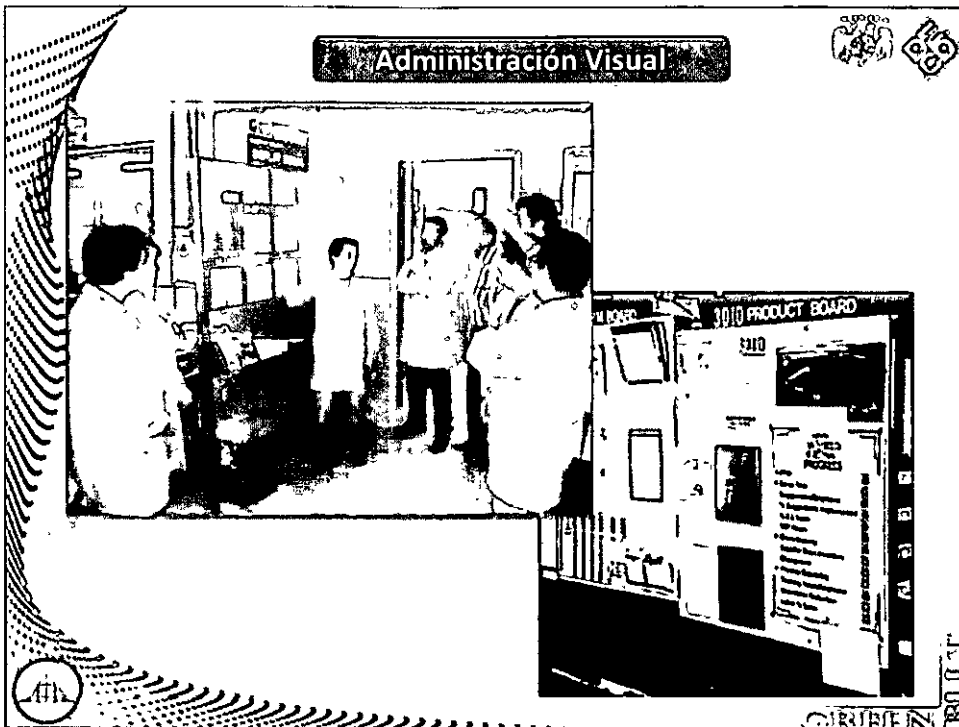






Administración Visual

1. Es cuando en un lugar, cualquier persona (Cliente, empleados, staff, etc.) pueden decir como está trabajando el área con tan solo un pasco por la misma
"Administrar con una simple ojeada"
2. La Limpieza nunca es un problema
3. Hay un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar.
4. No hay cosas regadas, solo lo necesario para llevar a cabo el trabajo.
5. La información y los procesos son claramente visibles.
6. Las áreas de almacenaje son claramente organizadas e identificadas.
7. Desperdicio y otros problemas son inmediatamente reconocidos.
8. Sentido de giro de botones de actuación, válvulas y actuadores.

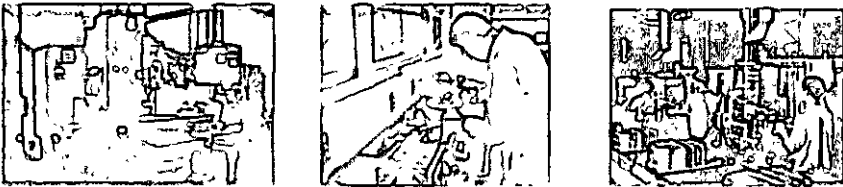


Definiciones y ventajas de los Poka yokes

1. Un Poka-Yoke es un método que dificulta o hace imposible el producir defectos. No requiere de asistencia humana.
2. Un Poka-Yoke es un dispositivo o mecanismo que previene la ocurrencia de un error o lo hace obvio de un vistazo.
3. La habilidad de prevenir errores es esencial porque la causa de los defectos viene de errores cometidos debido a procesos imperfectos. Los defectos son el resultado de no tener conocimiento de los errores o de la negligencia.
4. Los defectos son grandes di-satisfactores de los clientes y ocasionan altos costos al productor. Los Poka yokes evitan que estos di-satisfactores lleguen al cliente.
5. Los Poka yokes son modificaciones de baja tecnología y bajo costo que tienen beneficios inmediatos.

Definiciones y ventajas de los Poka yokes

Se basa en el principio de que los defectos se pueden prevenir a través del control del proceso de tal manera que no pueda producir errores - no importando si el error es hecho por una persona o máquina.



Poke Yoke esta basada en el Sistema-Calidad-Cero creada por Shingeo Shingo, su objetivo es la búsqueda de sistemas, procesos y productos "a-prueba de error".

Definiciones y ventajas de los Poka yokes

Enfoque de Detección o de Control / Alerta

- Apaga el Equipo o Alerta al personal cuando el error ocurre.
- Mantiene el producto sospechoso en el lugar cuando el paso del proceso está incompleto.
- El proceso para cuando la irregularidad es detectada.
- Alta capacidad de alcanzar cero defectos.


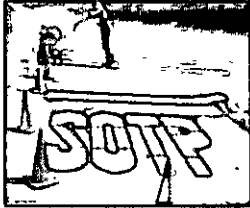
Enfoque de Prevención

- Emplea métodos que **NO PERMITEN** que se produzca el Error.
- 100% eliminación de errores (100% cero defectos).

Enfoques para el manejo de los errores

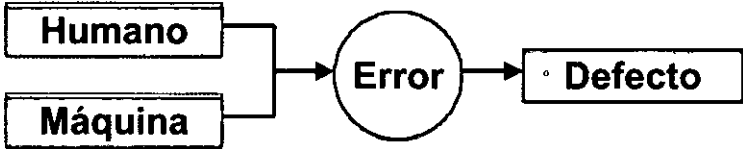
Los errores son inevitables :
Pueden ser detectados en inspección final ó, en el peor caso, por el Cliente.

Los errores pueden ser eliminados : Cualquier error que pueda ser hecho por una persona puede ser reducido ó hasta eliminado.

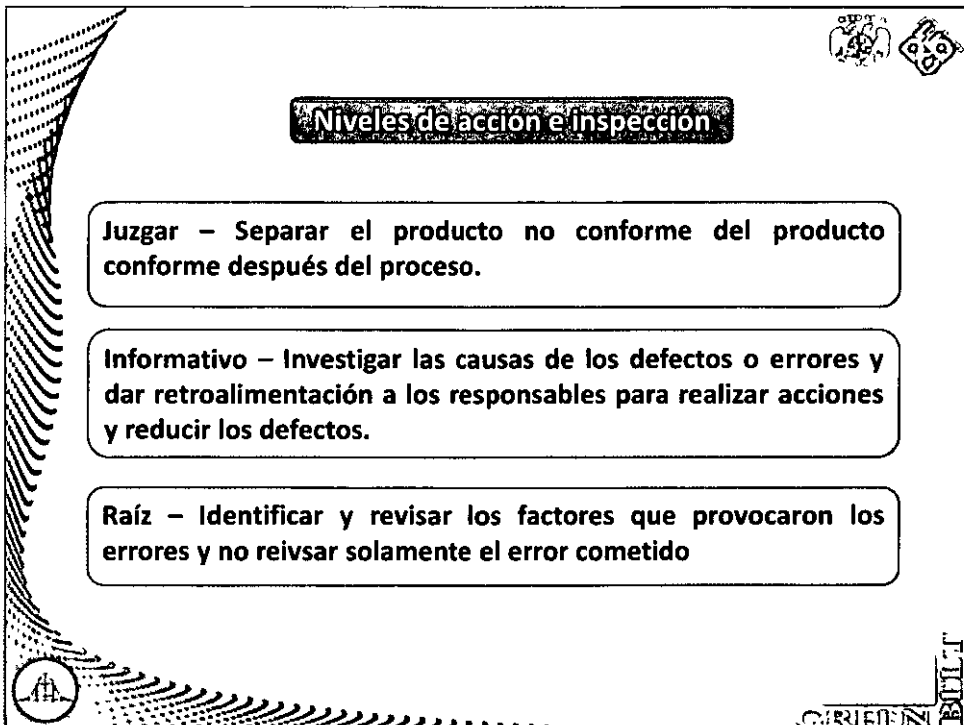
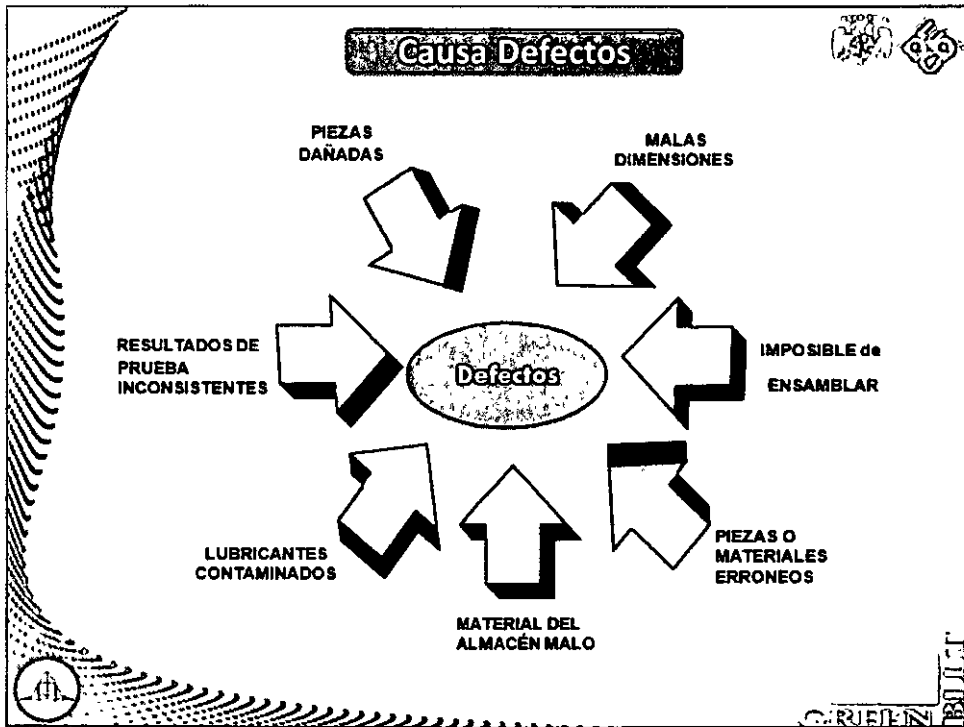
Errores Vs. Defectos

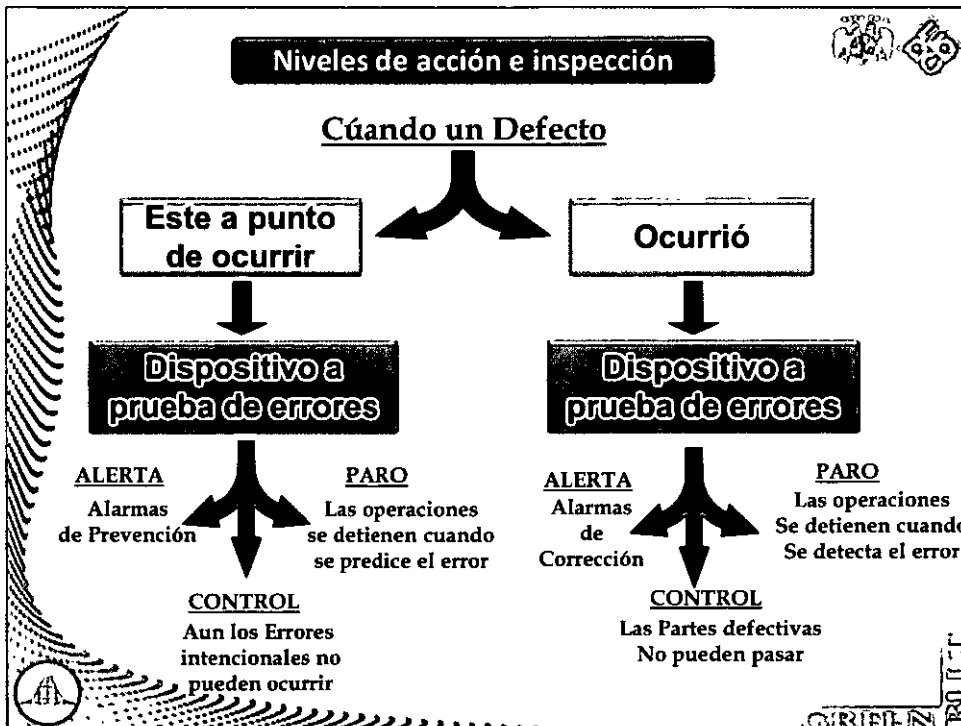
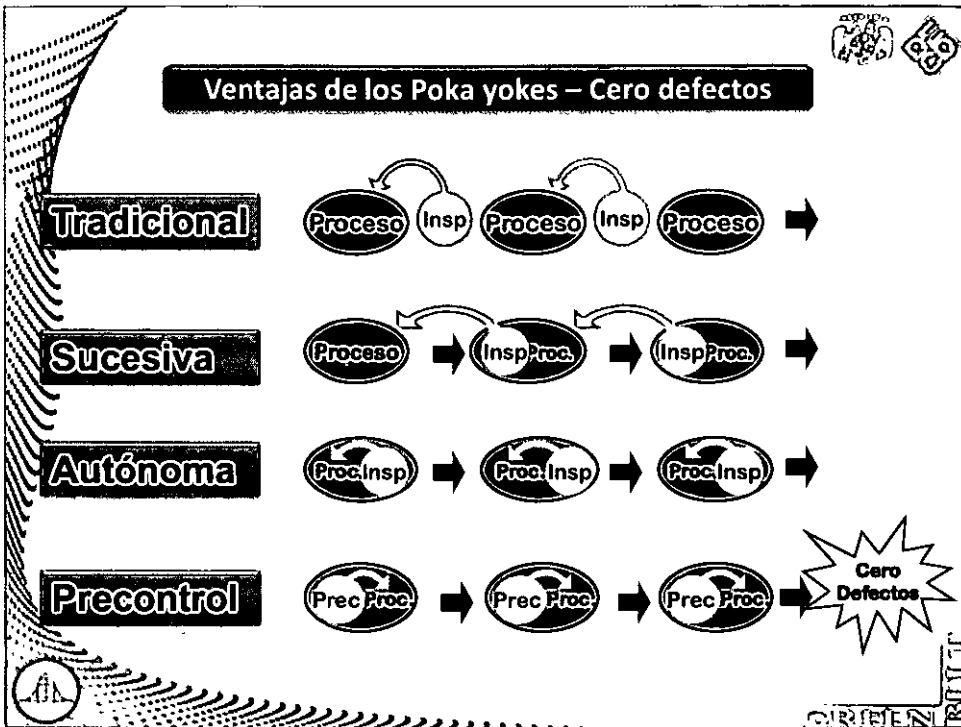
- 1 Los Errores producen Defectos
- 2 Poke-Yoke reconoce que la gente hace "errores", solo encuentra maneras de evitar que se conviertan en "defectos".
- 3 Poke-Yoke No responsabiliza a la gente de los errores. Solo busca la introducción de sistemas para su Prevención.

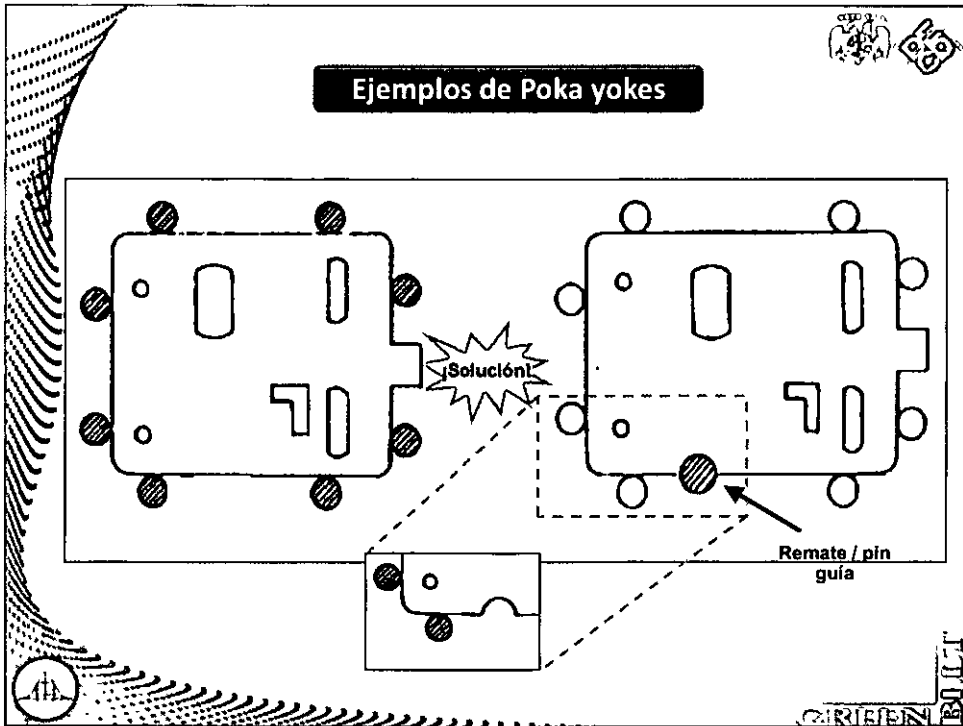
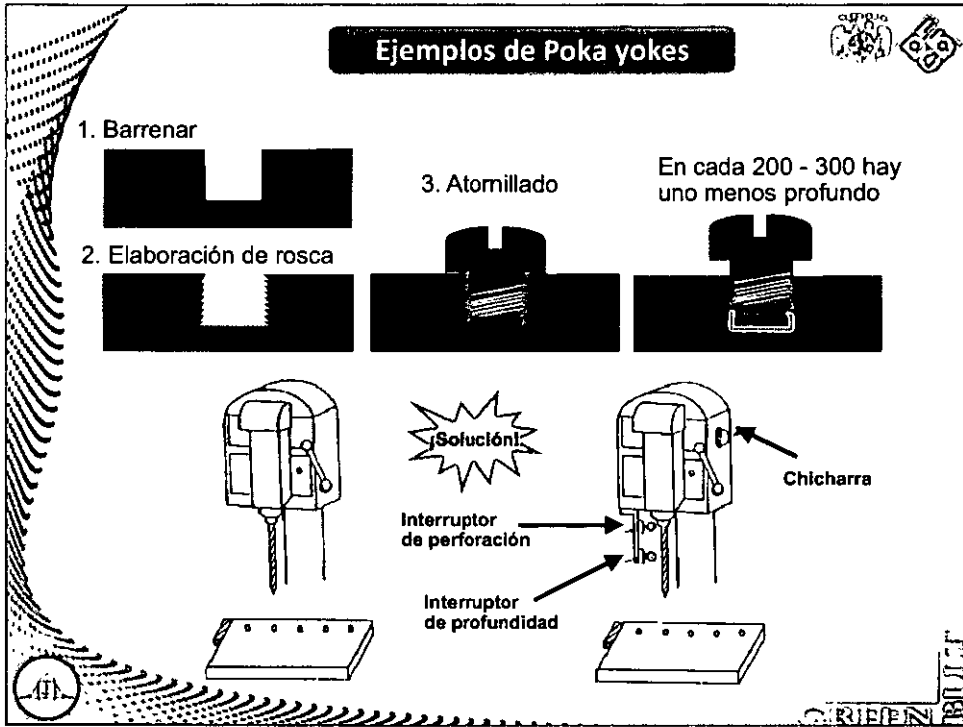


```

    graph LR
      Humano[Humano] --> Error((Error))
      Máquina[Máquina] --> Error
      Error --> Defecto[Defecto]
    
```







Ejemplos de Poka yokes

FORMATO VIEJO DE REGISTRO

NAME: LAST, FIRST, MIDDLE INIT.	AFFILIATION	VISITING:
SSN:	CITY STATE	
NAME: LAST, FIRST, MIDDLE INIT.	AFFILIATION	VISITING:
SSN:	CITY STATE	
NAME: LAST, FIRST, MIDDLE INIT.	AFFILIATION	VISITING:
SSN:	CITY STATE	
NAME: LAST, FIRST, MIDDLE INIT.	AFFILIATION	
SSN:	CITY STATE	

LAST NAME	FIRST	MIDDLE INITIAL
SOCIAL SECURITY NUMBER		
LAST NAME	FIRST	MIDDLE INITIAL
SOCIAL SECURITY NUMBER		

¡Solución!

Consejos para implementar Poka yokes

- 1** Identifique artículos por sus características
peso, dimensión, forma
- 2** Detecte el número de operaciones de valor fijas
Uso de contadores, detección de condición crítica, etc.
- 3** Detecte desviaciones en la secuencia de movimiento
ó procesos omitidos.
El trabajo subsecuente no puede ser desempeñado si el trabajo previo no siguió la secuencia estándar

Aplique los 8 principios del Poka yoke

- 1 **Incorpore la Calidad al Proceso**
- 2 **Todos los Errores pueden ser Eliminados**
- 3 **Pare de hacerlo Mal - Empezee a hacerlo bien**
- 4 **No piense en Excusas**
- 5 **60% de éxito esta bien**
- 6 **Errores pueden ser reducidos a Cero**
- 7 **Diez cabezas piensan mejor que una**
- 8 **Llege hasta la Causa Raíz**

GREEN BELT

Dispositivos Poka yoke

<ul style="list-style-type: none"> • PLANTILLAS • INTERRUPTORES • CONTADORES • SORTEADORES • RESTRICTORES DE SEQUENCIA • STANDARIZACION • INDICADORES DE CONDICION CRÍTICA • GUÍAS 	<ul style="list-style-type: none"> • COMPUERTAS SEPARADORAS • SENSORES • ALARMAS • BALANZAS • HAZ UN ARTEFACTO A-PRUEBA-DE-ERROR. (DESDE EL DISEÑO) • SOLUCIONES SIN ARTEFACTOS • ELIMINA LA CONDICION • REDISEÑA PARA SIMETRIA/ASIMETRIA
--	---

GREEN BELT

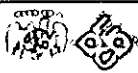
Definiciones y ventajas de los Poka yokes

GREEN BELT

Definiciones y ventajas de trabajo estándar


- 1 Representa la mejor manera de hacer el trabajo, en forma más fácil y segura.
- 2 Preserva el Know How y la experiencia para hacer el trabajo que puede perderse al irse los empleados.
- 3 Facilita las intervenciones y modificaciones en los equipos.
- 4 Diseña herramientas y sistemas que hagan las reglas fáciles de seguir.
- 5 Da mensajes claros y visibles respecto a qué cuidar.
- 6 Evitar que todo mundo hará las cosas a su propia manera y se evalúe bajo su propio criterio.
- 6 Son la base de la capacitación y minimizan la variabilidad.

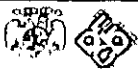
GREEN BELT



Definiciones y ventajas de trabajo estándar

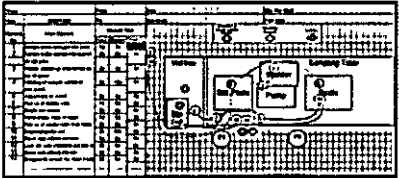
- **Definición**
Método para alcanzar la forma más eficiente de flujo de trabajo considerando la seguridad, calidad, cantidad y costo.
- **Propósito:**
Una herramienta para
Capacitación
Calidad
Kaizen
Flexibilidad






Definiciones y ventajas de trabajo estándar

1. Hoja de Trabajo Estandarizado



2. Tabla Combinada de Trabajo Estandarizado



3. Hoja de Capacidad de Producción

