



2

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

0

FACULTAD DE INGENIERÍA

1

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
CONTINUA Y A DISTANCIA

0

GRUPO MODELO DE MÉXICO

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

CI-005

MÓDULO V
SIX SIGMA



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Unidad I

Metodología Seis Sigma

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Objetivos

- Dar un panorama general sobre la metodología Seis Sigma.
- Mostrar la vinculación y sinergia existentes entre Seis Sigma y Manufactura Esbelta.
- Explicar la estructura y lógica de la metodología Seis Sigma.
- Mostrar las herramientas más usadas en cada fase de la metodología Seis Sigma.
- Que los participantes conozcan los beneficios de los resultados al implementar la metodología Seis Sigma dentro de la empresa.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Propósito

- Aprender como utilizar la mejora de procesos basados en métodos estadísticos priorizando proyectos en función de su impacto **económico** y mejora del negocio, enfocados completamente en la **satisfacción del cliente**.
- Proveerte de una **metodología** y **kit de herramientas** para que identifiques:
 - ¿Qué tan buenos son nuestros procesos?
 - ¿Qué tan buenos pueden llegar a ser?
 - ¿Qué los limita de ser mejores?
 - ¿Cómo pueden ser mejorados?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Reglas de Convivencia

- **Participación** activa de todos.
- **Compartir** datos y experiencias.
- Si hay duda **preguntar** y si no la hay, confirma.
- Uno a la vez.
- Habrá recesos, **respetar la hora de entrada**.
- **Puntualidad**
- Trabajaremos en equipos, respetemos **las opiniones de todos**.
- **Celulares** en modo de reunión.
- **Títulos en la puerta**.
- **Bóveda segura**.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Actitud Esperada

Aprenderás y aplicarás herramientas en tus proyectos individuales, para obtener resultados económicos y para satisfacer las necesidades de tu cliente. Por lo tanto:

- Pregúntate en cada ejercicio o tema, **¿Cómo puedo usar esto en mis proyectos?**
- **Toma un rol de liderazgo** para que conduzcas a tus equipo de trabajo hacia los objetivos planteados.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Presentaciones

- ¿Cuál es tu nombre, escuela de procedencia y carrera?
- ¿Dónde trabajas?
- ¿Cuál es tu puesto y funciones actuales?
- Cuéntanos ¿Cuál es el lugar favorito de tu casa? y ¿porqué?
- ¿Cuál es tu expectativa de este diplomado?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

UNIDAD I Metodología Seis Sigma

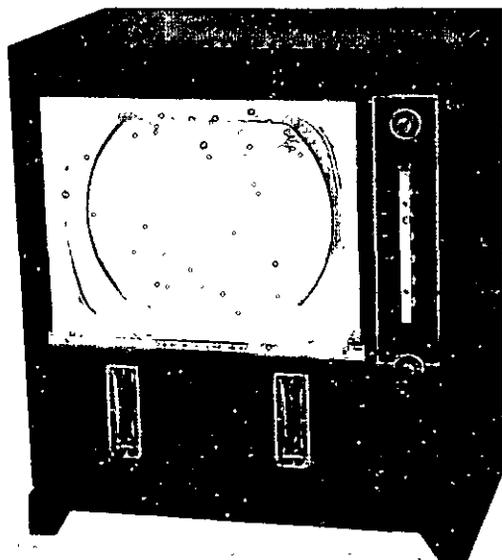
OBJETIVOS:

Unidad I.- Dar un panorama general sobre la Metodología Seis Sigma y mostrar la vinculación y sinergias generadas entre Seis Sigma y Lean Manufacturing.

CONTENIDO TEMÁTICO:

- Definiciones
- Seis Sigma y sus interrelaciones con Lean Manufacturing (Lean - Sigma)
- El ciclo DMAIC de Seis Sigma
- Organización para Seis Sigma
- Compromiso de la dirección

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Modulo V - "Six Sigma"

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

LEAN - SIX SIGMA

Utilizando eficientemente una de las dos herramientas se pueden conseguir resultados muy favorables.

Aplicando adecuadamente ambas herramientas, como complemento una de la otra, los resultados obtenidos pueden ser espectaculares.



DR. JORGE RAMÍREZ GUTIÉRREZ

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

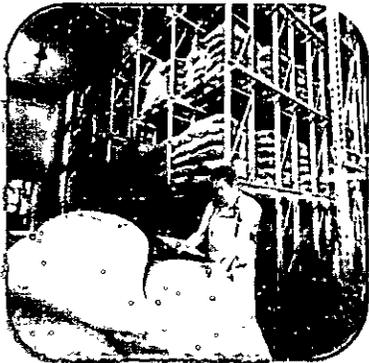
LEAN - SIX SIGMA

SIX SIGMA	O	LEAN MANUFACTURING
• Metodología estructurada		• Cero inventarios
• Reducción de variabilidad		• Cero desperdicio de tiempo
• Enfocado al cliente		• Reducción de desperdicio
• Elementos estadísticos avanzados		• Orden, limpieza, disciplina
• Resultados a mediano plazo		• Mejora continua

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Que aporta Lean a Six Sigma

- **Remueve el inventario** y expone los problemas de calidad
- **Identifica los defectos** con la técnica de envío de una pieza
- Las herramientas Lean proveen el inicio del proyecto para la aplicación de **herramientas mas analíticas** en segunda instancia



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Que aporta Six Sigma a Lean

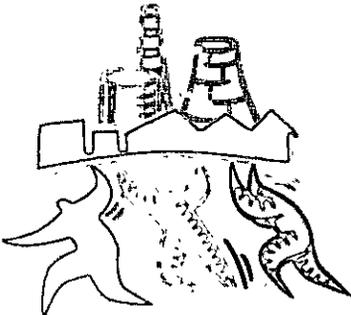


- Enfocado en reducir la **variación** áreas específicas
- **Identificar causa- raíz de** algunas anomalías pueden ser descubiertas por el equipo Six Sigma en vez de equipos Lean Manufacturing
- Las herramientas estadísticas del repertorio Six Sigma, son usados para **identificar y resolver problemas mas complejos.**
- Es capaz de enfocarse en defectos causados por la integración de **diferentes variables.**

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Similitudes de ambas metodologías

- Los dos están enfocados a la **reducción** de desperdicio
- Los dos requieren de un **alto nivel de compromiso** de la alta dirección
- Los dos requieren ser implantados como parte de un **plan estratégico**
- Los dos representan una **cultura de cambio** para muchas organizaciones
- Los dos requieren el **involucramiento** de diferentes niveles de la organización



DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Qué es Seis Sigma?

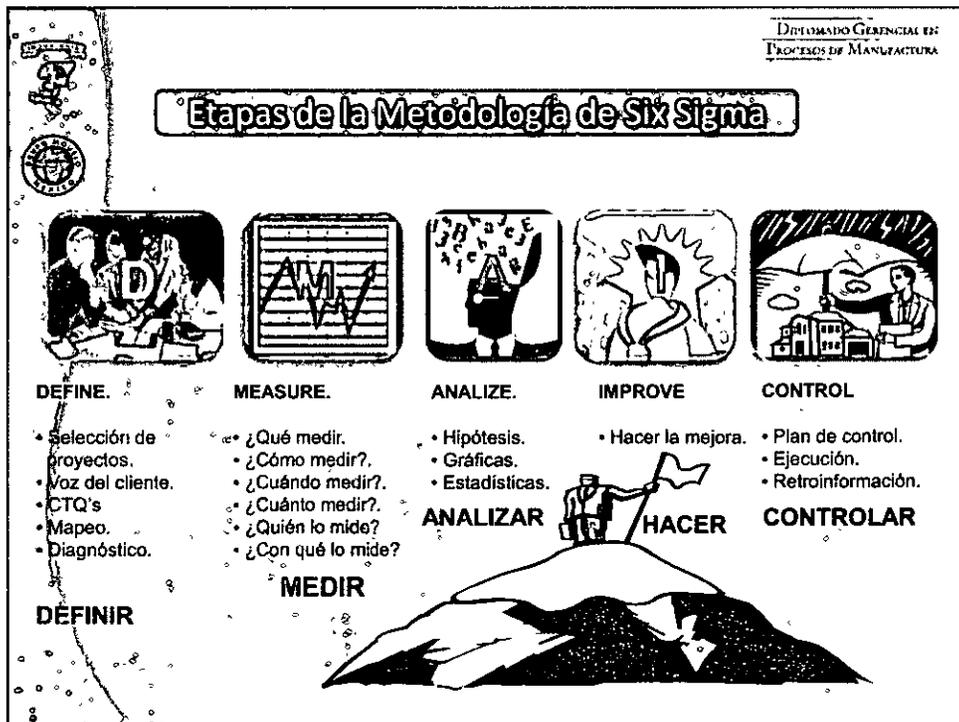
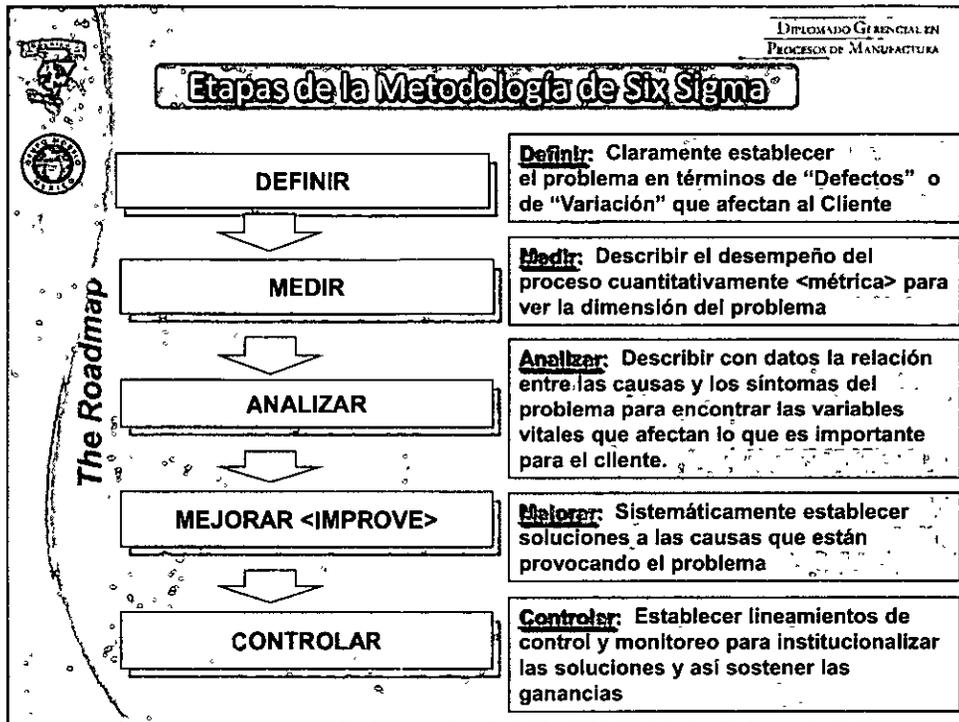
- **Visión**
- **Meta**
- **Filosofía**
- **Métrica**
- **Método**
- **Herramienta**
- **Símbolo**
- **Benchmark**
- **Valor**

- ◇ Un nivel de desempeño que refleja significativamente la reducción de defectos en nuestros productos y en todo aquello que es considerado importante para el cliente
- ◇ Una medición estadística de nuestra capacidad de proceso, así como un benchmark para comparación
- ◇ Un set de "herramientas" estadísticas que nos ayudan a medir, analizar, mejorar, y controlar nuestros procesos
- ◇ Un compromiso con nuestros clientes para alcanzar un nivel aceptable de desempeño



Sigma es una letra en el Alfabeto Griego

... Un medio para estrechar nuestro pensamiento con respecto a la calidad



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Por qué es una metodología?

METODOLOGÍA: Es la implementación de una base estratégica de medición que se enfoca en la **mejora de los procesos y en la reducción de la variabilidad** a través de la aplicación de Proyectos de Mejora.

DMAIC:
Definir
Medir
Analizar
Mejorar
Controlar

6σ

DMADV:
Definir
Medir
Analizar
Diseñar
Verificar

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Naturaleza del Problema

Fuera de Objetivo

Variación

Centrar el
Proceso

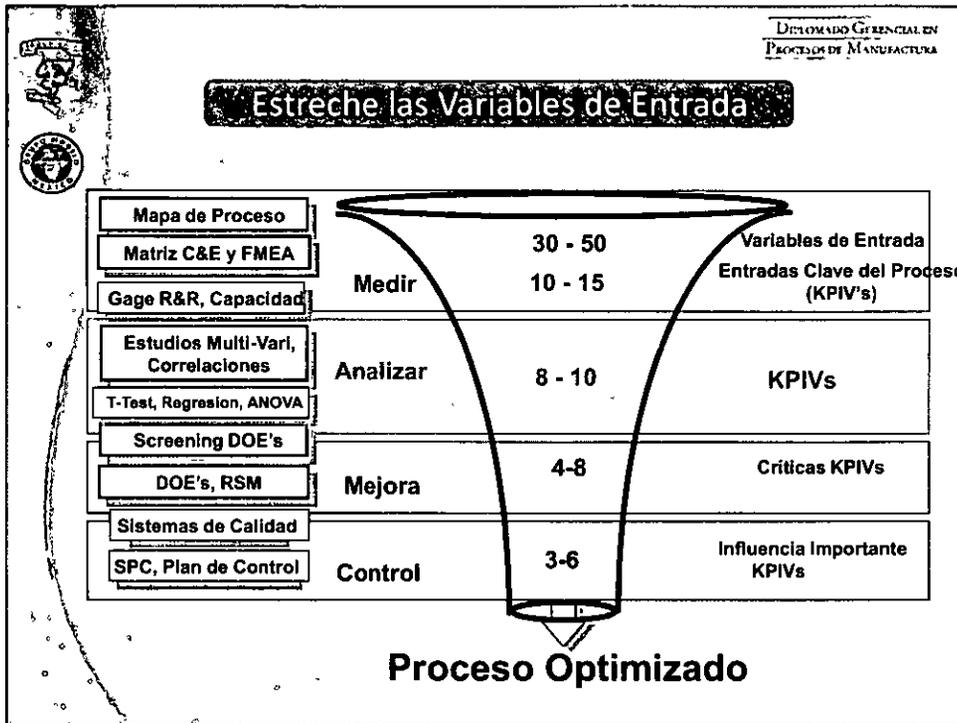
En el Objetivo

Reducir
dispersión

La Metodología de Six-Sigma identifica procesos que están fuera de objetivo y/o tienen un alto grado de variación para entonces corregirlos.

"SIX SIGMA" - A UN PASO DE LA EXCELENCIA

Ing. Jorge Ramírez Gutiérrez



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Roles y Responsabilidades

Champions	<ul style="list-style-type: none"> - Crea la Visión - Aprueba los recursos - Remueve Barreras - Administra Proyectos de las unidades de negocio
Master Black Belts	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuda al Champion - Enseña herramientas estadísticas - Enseña Metodología - Asigna y apoya durante la ejecución de los proyectos
Black Belts	<ul style="list-style-type: none"> - Entrena al Equipo de Trabajo - Aplica la Metodología - Conduce Diseños de Experimentos - Es el líder en Proyectos de Gran Alcance
Green Belts	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuda al Black Belt - Líder en Proyectos de Alcance específico - Aplica la Metodología - Dedicado del 10-30% en el proyecto en conjunción con su responsabilidad normal de trabajo. - Ayuda en la obtención de Proyectos
Miembros del Equipo	<ul style="list-style-type: none"> - Participa activamente en los Proyectos - Ayuda en la Recolección de Datos - Implementa las mejoras al Proceso

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Empresas que adoptaron 6σ

1985-1992	1993-1994	1994-1995	1996-1997	1997-1998	1999-2002	2002-Hoy
Motorola	ABB	Allied Signed	Bombardier	Sony	Dupont	Nissan VW
		GE	Nokia	Crane	AMEX	Eli Lilly Roche
			Siebe	Polaroid	Ford	Merck SD Glaxo SK
				Avery Denninson	Siemens	Xerox AXA
				ECM Aircraft	Lockheed Martin	BBVA... Mas...

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Enfoque Seis Sigma

- Deleitar al cliente a través de la perfecta ejecución
- Mejora Substantial y estratégica
- Herramientas avanzadas de descubrimiento de causas de problemas crónicos.
- Cambio de cultura positivo y profundo
- Resultados financieros reales que impacten el resultado final.

Pasión + Ejecución = Resultados Rápidos y Duraderos

"6 SIGMA" - APLICACION

ING. ALBERTO GARCÍA GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Cuáles áreas del negocio lo necesitan?

```

    graph TD
      A((6 Sigma Metodos)) --- B(SERVICIOS)
      A --- C(DISEÑO)
      A --- D(PURCH.)
      A --- E(MFG..)
      A --- F(MAINT.)
      A --- G(QA)
      A --- H(ADMIN.)
    
```

En la medida de que exista un **proceso** que genere una salida sin importar si es un producto de manufactura, datos, facturas, etc. podremos aplicar la estrategia Seis Sigma. Para desarrollar los productos que el cliente requiere necesitamos atacar en las entradas ($f(X) = Y$).

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Esta tu Líder convencido?

Seis Sigma funcionará únicamente cuando los líderes sean unos verdaderos apasionados por la excelencia y verdaderos generadores del Liderazgo.

- Fundamentos de liderazgo
 - Retar los procesos
 - Inspirar la visión compartida
 - Permitir a otros actuar
 - Diseñar el rumbo a seguir
 - Empowerment
- Seis Sigma es un catalizador para los líderes

"Everyone has the will to win, few have the will to work to win."
 – Bobby Knight *The most winning coach of NCAA history*

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Fundamentos de las Herramientas de Seis Sigma

Datos son derivados de objetos, situaciones, o algún fenómeno en la forma de medir. Los datos son usados para clasificar, describir, mejorar o controlar objetos situaciones o cambios.

Nivel de análisis:

1. Únicamente usamos la experiencia, no los datos.
2. Recopilamos datos, pero solo vemos números.
3. Agrupamos datos en forma de diagramas y gráficas.
4. Usamos estadística descriptiva.
5. Establecemos un plan de muestreo usando Est. Descriptiva.
6. Establecemos un plan de muestreo con Est. Inferencial.

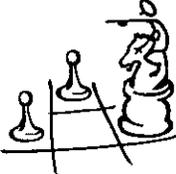
¿En qué nivel estamos?




DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Qué hace a Seis Sigma diferente?

- **LIDERAZGO**
 - Compromiso
 - Competencia
 - Pertenencia
- **METODOLOGIA Y HERRAMIENTAS**
 - Basados en datos
 - Validación estadística
- **ENFOCADO EN EL CLIENTE**
- **PROYECTOS**
 - Enfocados en reducir defectos
 - Acotados para mayor impacto
 - Tamaño adecuado de proyecto




“SISTEMA” - “Módulo V”

Ing. Jorge Ramírez García

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Dónde se puede usar?

<u>Transaccional</u>	<u>Manufactura</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los ciclos de tiempo, desde el diseño • Minimizar el nivel de aprobación de los ciclos de inventarios • Corregir y completar ordenes • Corregir facturas • Variación en call centers • Tiempo de respuesta a un problema de garantía • Disminuir el tiempo de respuesta al cliente • Identificar los requerimientos del cliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar la distancia de transportación del producto • Minimizar los tiempo de arranque • Reducir el tiempo de ensamblado • Mejorar la calidad del pintado • Reducir los costos de operación

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Conclusión

“Todos los caminos son buenos,

cuando no se sabe a donde ir”

“SEIS SIGMA” – APLICACIÓN

DR. JORGE RAMÓN GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Unidad II

FASE DE DEFINICION

(DEFINE)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



UNIDAD II: FASE DEFINIR

OBJETIVOS:
Unidad II.- Explicar la estructura y lógica de la metodología Seis Sigma, así como identificar los entregables mínimos de esta etapa.

CONTENIDO TEMÁTICO:

- Voz del cliente.
- Establecimiento de CTQ's
- Diagrama SIPOC
- Project Charter
 - Ejercicio integrador parte 1

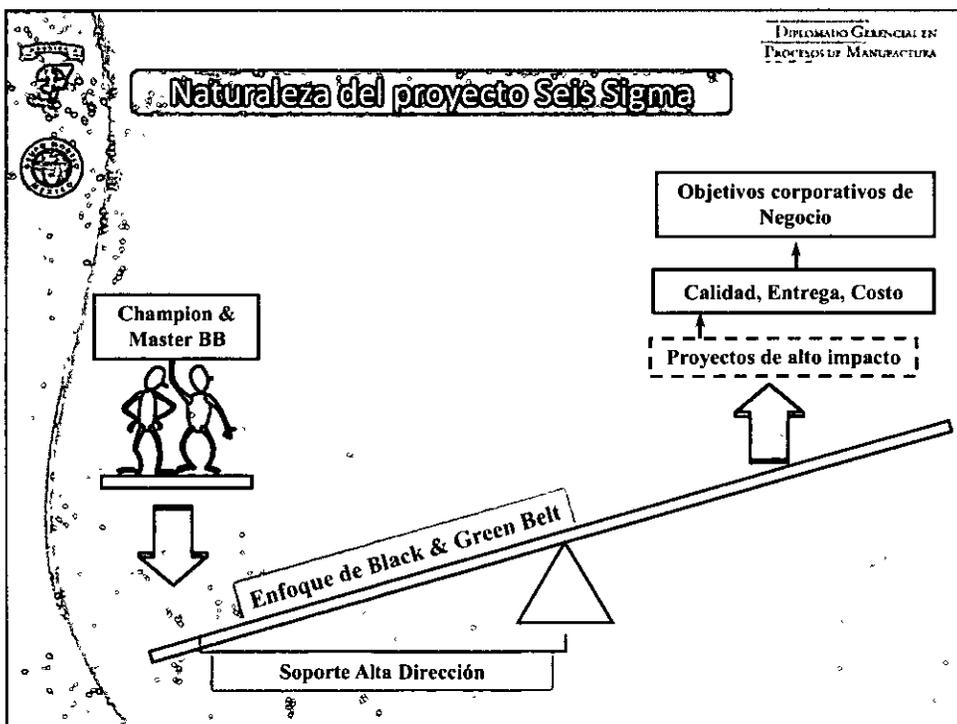
מחזורי V - "Six Sigma"

מד. חנה פרידמן גרף פריז

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

FASE DEFINIR

- Resaltar el alineamiento estratégico de los proyectos Six Sigma
- Objetivo de la fase: Definir el propósito del Proyecto y su alcance
- El desarrollo de la fase implica la recolección de información acerca del proceso a estudiar y de la identificación de los clientes a considerar
- El resultado de la fase es:
 - Tener un claro entendimiento de lo que hay que mejorar
 - Un Mapa de proceso de Alto nivel
 - Una lista de lo que es importante para el cliente (VOC)
- Esta sólida definición permitirá fluir con mayor rapidez a la siguiente fase



Ejemplo Tipo de Arriba hacia Abajo

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Objetivos Corporativos			
Descripción	Objetivo	Estrategias	Punto de control
Mejorar el ambiente	Incrementar control de emisiones	Llegar a ser uno del top 3 en impacto positivo ambiental para el 2015	Top 3 percibido por el cliente

Objetivos Corporativos

Objetivos de la Presidencia

Objetivos de la Presidencia			
Descripción	Objetivo	Estrategias	Punto de control
Llegar a ser uno del top 3 en impacto positivo ambiental para el 2015	Top 3 percibido por el cliente	Incrementar materiales de reciclado	94% de desperdicio reciclado
		Reducir emisiones de VOC	40 g/m ²

Objetivos de la Dirección

Objetivos de la Dirección			
Descripción	Objetivo	Estrategias	Punto de control
Incrementar materiales de reciclado	94% de desperdicio reciclado	Reducir desperdicio en verdaderos	Incrementar utilidad por reciclado, reducir gasto por movimiento de desperdicio
		Incrementar tamaño de bloqueo en color	50% de incremento
Reducir emisiones de VOC	40 g/m ²		

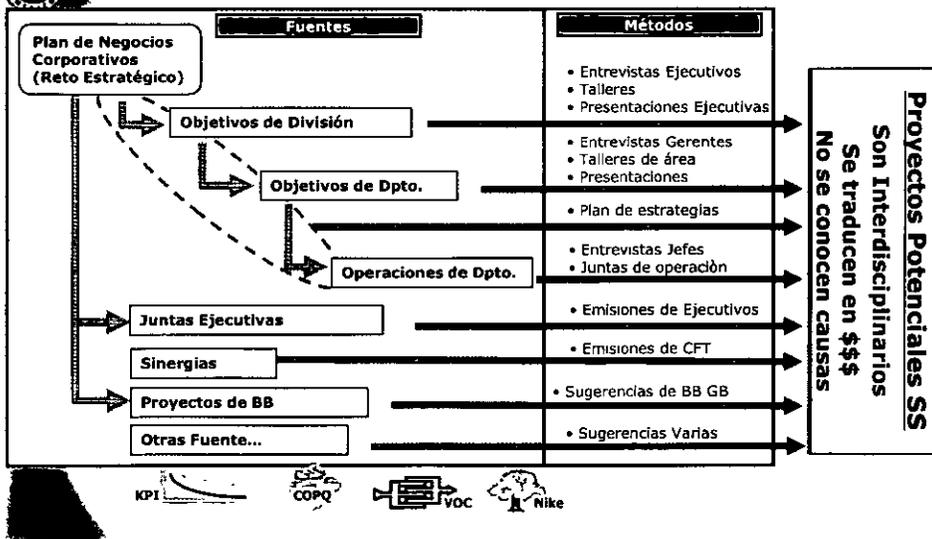
Proyectos potenciales



ING. JORGE RAMÓN GUTIÉRREZ

Alineación Reto Estratégico

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA



"EJECUTIVO" - A UNIDAD

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

FASE DEFINIR




- ¿Cuál es el **Problema** ?
- ¿Quién es mi **Cliente** ?
- ¿Qué le importa al cliente ? (**CTQ**)
- ¿Cuál es el **Alcance** ?
- ¿Cuál es el **Defecto** que estoy tratando de **Reducir** ?
- ¿Cuánto lo voy a reducir (**Objetivo** Realista/Apropiado) ?
- ¿Cuál es el **Costo** actual de los defectos (Pobre Calidad) ?
(¿Cuál es el Beneficio que obtendremos al reducir defectos?)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Herramientas a Usar




• Las herramientas mas comúnmente usadas en la fase de Definición son:

1. Sumario de Planteamiento del Proyecto (Project Charter)
2. SIPOC (Supplier Input Process Output Customer)
3. Voice of Customer
4. Críticos a la Calidad CTQ (Critical to Quality)
5. Diagrama de Afinidad
6. Análisis de Stakeholders y plan de comunicación
7. Costo de la Pobre Calidad (COPQ)

"SISTEMAS" - AULLANU

ING. JORGE FERRERIN GARCIA

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Definición del Problema Alcance y Estrategia

10 Definición del problema:
 La cantidad de yardas de tela recibidas en el almacén del área de corte es menor a la cantidad facturada debido a errores del proveedor o inexactitud de su sistema de medición

20 CTC/CTD:
 Exactitud de las yardas recibidas

30 Definición del Defecto
 Porcentaje de yardas de tela no recibidas



40 Objetivo del Proyecto:
 Establecer un sistema para empatar las yardas recibidas contra las yardas facturadas.
 • Reducir las discrepancias en el largo de las yardas recibidas contra las yardas facturadas

50 Meta Inicial/Meta Estrecha:

$$\% \text{ yardas faltantes} := \frac{\text{Yardas faltantes}}{\text{Yardas Recibidas}} \times 100$$
(Métrico para reportar a la planta semanalmente por el Patrocinador)

Meta: Ahorros anuales de un 2.5% de uso de material que resulta principalmente en ajustes de inventario

60 Beneficios:

- Reducir los ajustes de inventario
- Hacer los cargos que apliquen a los proveedores de tela

70 Por Hacer:

- Compra de equipo de medición
- Calibración
- Medición de muestras en 1 y 2 turnos

Progreso a la Fecha:
 • D 100%, M 40%, A 20%, I 0%, C 0%

Estrategia

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Secuencia de Desarrollo

Primer Paso: Fracción de información → Problema

 **Plan Estratégico**

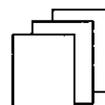
 **Voz del Cliente**

 **Indicadores de desempeño**

 **Desperdicios Retrabajos**

 **Hanging Fruits**
O Nike Just Do It

Problemas → Proyectos



Proyectos Six Sigma
 No se conocen causas
 Son Interdisciplinarios
 Se traducen en \$\$\$

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Definición del Problema

- El Enunciado del Problema:
 - Una descripción completa y detallada del problema.
 - El enfoque del enunciado deberá ser en el problema y no contener soluciones o conclusiones.
 - Debe ser tan específico como sea posible.
 - Note también que Montos Económico\$ no son el problema, son el resultado del problema

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Definición del Problema

- **Enfocar el problema, preguntando: Cuál, Dónde, Cuándo, Quién?**
 - ¿Cuál es el problema?
 - ¿Qué esta pasando?
 - ¿Qué tipo de problema es?
 - ¿Qué sabemos acerca de esto?
 - ¿Dónde ocurre el problema?
 - Ubicación física
 - Proceso donde ocurre
 - ¿Cuándo ocurre el problema?
 - Día, mes, turno, año
 - ¿Cuándo el problema se acrecenta
 - ¿Quién esta involucrado?
 - ¿Quién es el cliente?
 - ¿Quién es el proveedor?
 - ¿Quién mas esta involucrado?

1. Usa las preguntas del lado izquierdo para ayudarte a definir el problema
2. Coloca una X donde pienses que la definición del problema falla de acuerdo a la siguiente escala:

General o Vago		Algo enfocado		Enfoque delimitado	

Si la definición del problema falla en la zona sombreada, deberás recolectar mas información a fin de dar mayor enfoque al problema

"SISTEMA DE ESTUDIOS" - A UNIDAD

ING. JORGE FERRER GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Ejemplos de Definición de Problemas Enfocados

SITUACION	GENERAL O VAGO →	ALGO ENFOCADO →	ENFOQUE DELIMITADO
Heridas	Tensiones en los músculos	Alto numero de tensiones en los músculos entre el personal del almacén	Alto numero de tensiones musculares de la espalda entre los materialistas del almacén
Recepción de pagos	Pagos tardíos	Pagos tardíos de clientes que utilizan el servicio A	Pagos tardíos de clientes internacionales que utilizan el servicio de viajes clase A
Desarrollo de producto	Incumplimiento a fechas	Nuevos productos rutinariamente pierden el objetivo de fechas de lanzamiento	Nuevo productos de CD-ROM rutinariamente pierden el objetivo de fechas de lanzamiento por tres meses

- No hay reglas que nos digan cuando un problema esta lo suficientemente definido.
- El hecho es contar con una definición que nos sea clara para identificar causas y tomar acciones efectivas.
- Cuida de no perder mucho tiempo, esfuerzo y dinero a la hora de definir un problema, trata de balancear y decidir si el obtener mas información valdrá la pena para delimitar mas el problema o podemos avanzar con la definición ya planteada.

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Comparando Definiciones de Problemas

Terminar los libros en mucho tiempo

General o Vago Algo enfocado Enfoque delimitado

Que: Terminar los libros
 Cual: Toma mucho tiempo
 No Incluye: Que departamentos tienen problema
 Si el problema sucede todo el tiempo o no
 Que tipos de libros tienen mayor retraso

Reducir el número de paquetes abiertos de cereal de fibra provenientes de la maquina #3 de sellado durante los últimos 4 días

General o Vago Algo enfocado Enfoque delimitado

Que: Cereal de fibra
 Cual: Reducir # de paquetes abiertos
 Donde: Maquina de sellado #3
 Cuando: Durante los últimos 4 días

Cuentas de hospital no precisas de pacientes de cirugía en el hospital ABCD

General o Vago Algo enfocado Enfoque delimitado

No incluye: ¿Qué tipo de imprecisión?
 Que tipo de cirugías?
 Cuando ocurre el problema?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Secuencia de Desarrollo




Primer Paso: Fracción de información

Los Clientes tardan mucho en pagarnos (95 días en promedio)

Primera Revisión

45% de nuestros Clientes XYZ toman más de 65 días a partir de la fecha final de pago para pagarnos.

Segunda Revisión

Del 45% de nuestros Clientes XYZ que toman más de 65 días para pagar, 68% de ellos se retrasan debido a discrepancias entre la orden de trabajo y el cobro.

Tengo 6 hombres honestos que me sirven (Me enseñaron todo lo que he sabido):
 Sus nombres son **Que** y **Por que** y **Cuando** y **Como** y **Donde** y **Quien** →
Rudyard Kipling

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Características de la Salida




Las Características de Salida son necesidades específicas o requerimientos que son críticos para el Cliente.

crítico para la satisfacción (CTS) → VOC (Voice of Customer)

1. Crítico para la Calidad (CTQ)
2. Crítico para la Entrega (CTD)
3. Crítico para el Costo (CTC)



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Pasos para Seleccionar las Características de Salida

1. Identifica quién es el cliente
¿Interno, externo o ambos
2. Identifica qué es Crítico para la Satisfacción
Necesidades del productor para alcanzar el deleite del Cliente a través de la ejecución sin falla
3. Categoriza cada Característica de Salida
Producto, servicio y/o atributo relacionado a calidad, entrega y/o costo

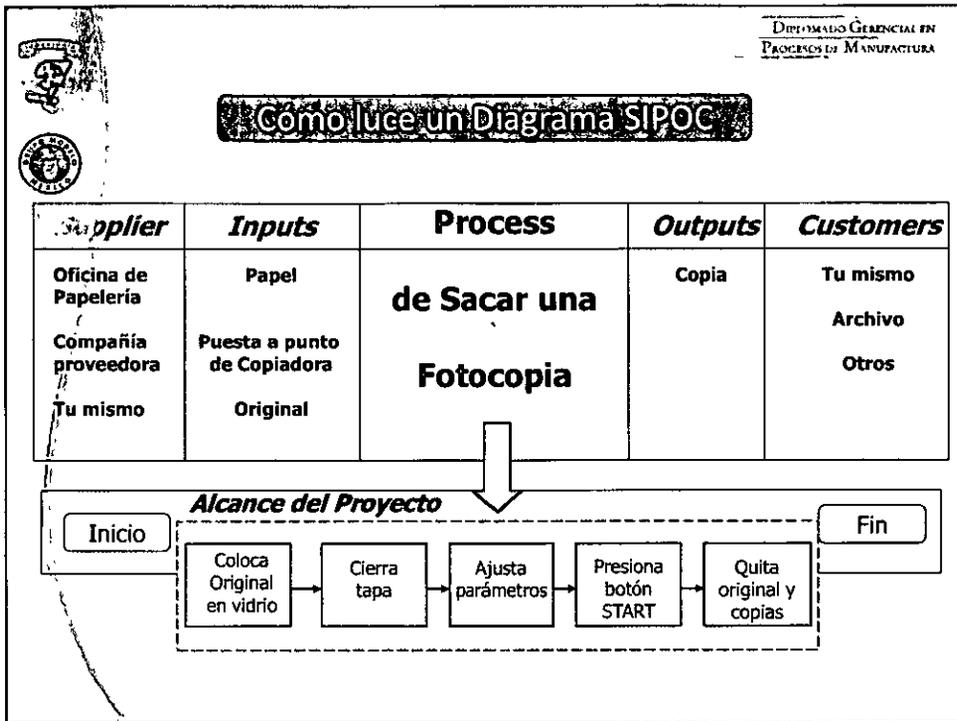




DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

DIAGRAMA SIPOC

- **SIPOC** es una herramienta usada para documentar un proceso en alto nivel que incluye, por sus siglas en ingles, a Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customers (Clientes)
- Es una efectiva herramienta de comunicación ya que al enfocar al proceso de estudio permite conocer los proveedores y clientes con los que habrá que interactuar durante el desarrollo del proyecto para conocer sus deseos y necesidades
- Esta herramienta permite también acotar el alcance del proyecto. El proceso es mapeado en alto nivel (de 4 a 7 pasos) y donde claramente se define los limites del proceso (donde inicia y donde termina)



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

VOZ DEL CLIENTE (VOC)

- La Voz del Cliente (**VOC**) es usada para describir las necesidades y percepciones del cliente con respecto a un producto o servicio, esto es para determinar lo que es crítico para su satisfacción
- Para obtener la **VOC** siempre hay que considerar lo siguiente :
 - ¿Qué quieres saber del cliente?
 - ¿Por qué es importante para el cliente?
 - ¿Cuándo y dónde obtendrás información del cliente?



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Cómo Obtener la Voz del Cliente (VOC)

- **Entrevista** - Este método nos ayuda a investigar las necesidades y requerimientos del cliente. Nos permite aprender de un punto de vista específico del cliente acerca de los problemas que tienen con el servicio, o producto.
- **Grupo de Enfoque** - Permite organizar información del punto de vista colectivo de un grupo de clientes que representan un segmento. Este método ayuda a clarificar y definir necesidades y requerimientos del cliente.
- **Encuesta** - Mide las necesidades o la importancia y desempeño de: un producto, o servicio a través de un segmento entero o grupo de segmentos. Este método provee datos cuantitativos acerca de las necesidades y requerimientos del cliente.
- **Requerimiento/Demandas del Cliente -**
- Preocupaciones del Cliente, etc.

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Ejemplo de Voz del Cliente (VOC)

Problema Real: Quejas recibidas de la fuerza de ventas acerca de una tienda departamental

Ojala tuvieran levadura fresca	Las manzanas que compre se pusieron feas	La semana pasada me di por vencido y me fui	Es increíble lo que se puede encontrar aquí
Rara vez hago aquí mis compras	El estacionamiento es bastante caro	Cambian siempre de lugar el vino	A mis hijos le gustan los nuggets
Los chicharos no se ven buenos	Hay que esperar horas para ser atendidos	La tienda de la esquina tiene mejores frutas	No pude encontrar las papas
Prefiero un vino decente	Por que no esta la harina al lado del pan?	Tengo que ir por mi hijo a las 4:30	Voy a otra tienda por mi jugo de naranja

"Sigma" - 700000000

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

DIAGRAMA DE AFINIDAD

- Un Diagrama de afinidad es una herramienta para organizar información dispersa dentro de grupos relacionados o afines.
- Refuerza la creatividad y el pensamiento intuitivo
- Ayuda a identificar patrones en los datos o información
- Facilita la organización de opiniones o percepciones

Problema : Quejas recibidas en Tienda

Artículos de Mala Calidad

- Falta de Inventario
- La tienda de la esquina tiene mejores frutas
- Voy a otra tienda por mi jugo de naranja
- Rara vez hago aquí mis compras
- 2 CTS. Calidad de Artículos
- Eficiencia de Tienda

Tienda Ineficiente

- Limitado tiempo disponible
- estacionamiento es bastante caro
- Tengo que ir por mi hijo a las 4:30
- Hay que esperar horas para ser atendidos
- La semana pasada me di por vencido y me fui

Ing. Jorge Ramírez Gutiérrez

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

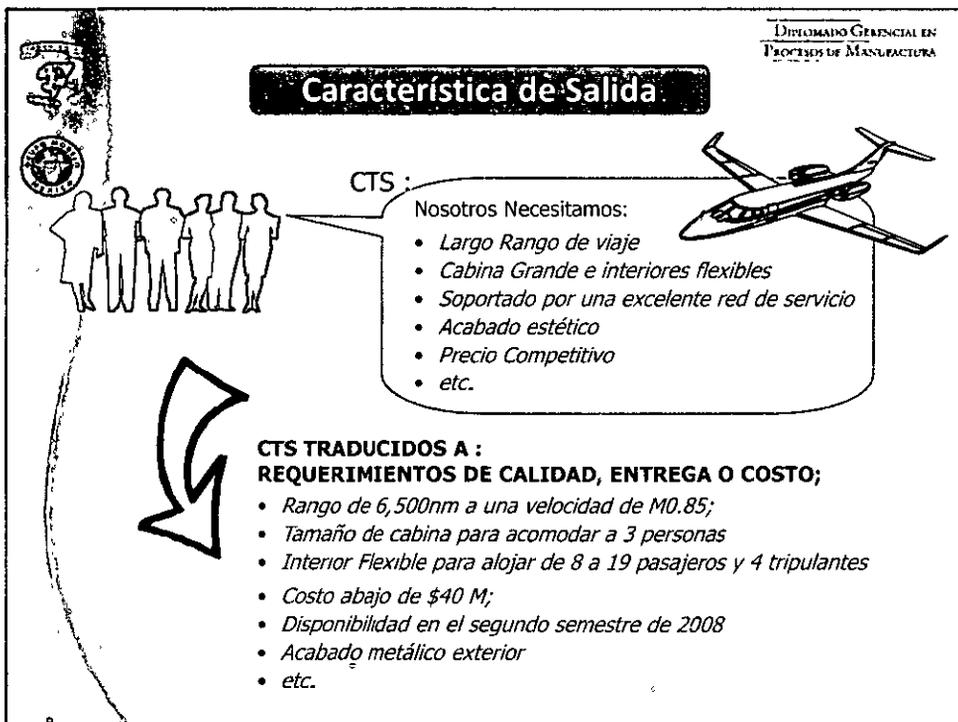
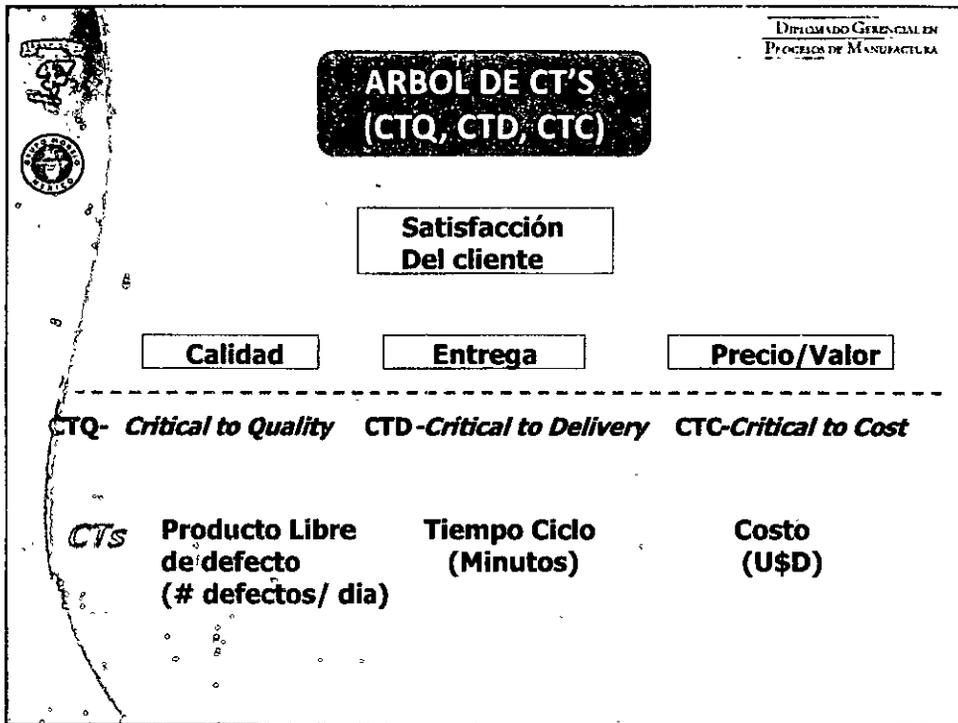
Pasos para Seleccionar las Características de Salida

- **Problema Especifico**
- Encuestas con cliente → VOC
- **Critical To Satisfaction: (CTS)**
- **CTQ Critical To Quality (Crítico a la Calidad)**
- **CTD Critical to Delivery (Crítico a la Entrega)**
- **CTC Critical To Cost (Crítico al Costo)**

Producto o Servicio:
Función : Verbo + Sustantivo
Ejemplo: Pañales de bebe Absorber Humedad

Calificación de la calidad:
Adjetivo calificativo al Verbo + Adjetivo calificativo al Sustantivo
CTS:
Ejemplo: Absorber Instantáneamente Mucha humedad

Atributo de Calidad:
Adjetivos Calificativos
CTQ:
Ejemplo: Velocidad de Absorción (ml/segundo)
Cantidad de Absorción (ml/g)



“SIN FINES”

DR. JORGE GARCÍA GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Definiendo Estándares de Desempeño

- Cosas que considerar:
 - Si no sabes lo que hace algo (un punto de datos o proceso) **bueno o malo**, ¿cómo puedes arreglarlo o mejorarlo?
 - Si no puedes decir que es “bueno” o “malo, ¿cómo puedes tener un **Defecto**?
 - Si no tienes Defecto inicial y final (después de la mejora del proyecto), ¿cómo puedes reclamar que tu has **hecho mejoras**?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Definiendo Estándares de Desempeño

Si queremos saber si el proyecto va a tener éxito o no hay que, primeramente:

- Describir en detalle el/los defecto (s) y su impacto en los requerimientos del Cliente.
- Determinar el medible apropiado para medir el defecto.
- Describir la actuación normal en una o dos frases.
- Asegúrese que su definición de la especificación se entienda y satisfaga a todos los clientes.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PRÁCTICA DE MANUFACTURA

DEFECTO MÉTRICA

- Para **determinar o confirmar** si la métrica refleja el desempeño para tu proceso hay varias preguntas que debes considerar:
 - ¿Es clara?, ¿Es correcta?
 - ¿Son correctas las unidades?
 - ¿Por qué existe (si esta encadenada a CTQ)?
 - ¿Qué si no hay especificación? Genera una
 - Ejemplo: ¿Qué es un "Tiempo de Ciclo" aceptable?
 - Entonces define niveles de aceptación

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Definiendo los Objetivos de Desempeño

- Implica saber **dónde estamos**, y en **dónde queremos estar**
- Debes incluir **una meta** y, en la mayoría de los casos, una meta estrecha.
- Las **unidades deben estar en términos del defecto** (los ahorros en dólares son "los beneficios" de conseguir a esta meta, no confundir el beneficio con el objetivo del proyecto)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Objetivo del Proyecto

¿Cuál es una Meta Realista para tu Proyecto?

La meta debe ser **SMART** (INTELIGENTE)

Specific (Especifica)

Measurable (Medible)

Attainable (Alcanzable)

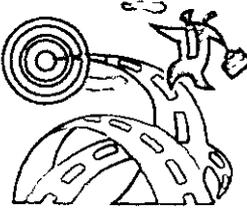
Relevant (Relevante)

Timely (A tiempo)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Lecciones por Aprender

- El fallar en fijar objetivos de desempeño claros o no relacionados a las metas del proyecto hace difícil medir las mejoras y alcanzar el cierre del proyecto.
- El completar apropiadamente los Pasos para establecer el Project Charter asegura una definición y medición rigurosos de un proyecto. Si no se hacen completos, vas a arriesgar el éxito de las fases de Análisis y Mejora. El proyecto posiblemente necesitará empezarse de nuevo.



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Definición del Costo de la Pobre Calidad

El Costo de la Pobre Calidad (COPQ) es el costo cuantificable asociado con no producir el producto o realizar el servicio bien la primera vez.

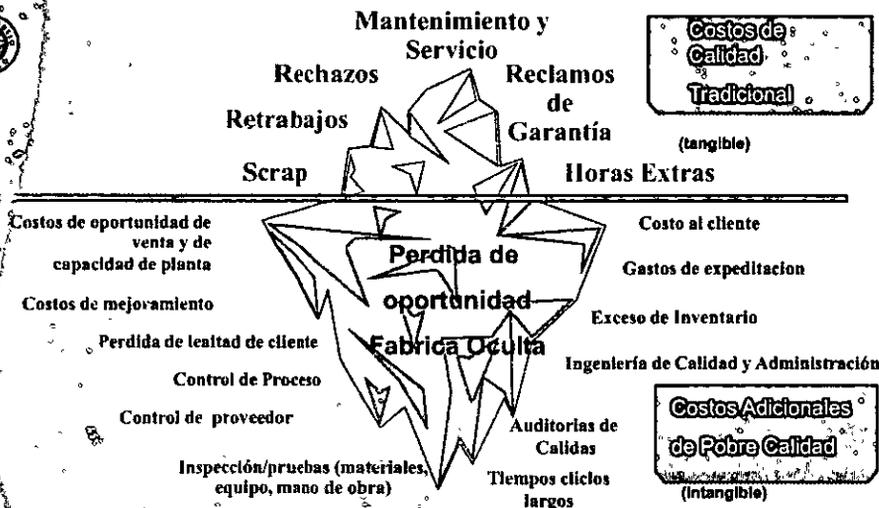
Fabrica Oculta

Específicamente:

- todos los costos que esten involucrando fallas internas y externas o defectos
- todos los costos que se tengan del resultado de análisis o apreciación
- todos los costos resultado de los esfuerzos para impedir que ocurra una no conformidad.

DIPLOMADO GERENCIAL EN MANUFACTURA

Costo de Pobre Calidad (COPQ) "Iceberg"



Necesitamos investigar la Oportunidad Oculta!

SUMARIO DE LA FASE DE DEFINIR <Tollgate>

Propósito: Identificar los *clientes* y sus *CTQ's* Críticos a la Calidad
Definir el *Alcance del proyecto* y *El equipo de trabajo*
Mapear el Proceso a ser mejorado

Preguntas a responder:

- Quien** es mi *Cliente* Y que es lo importante para el (*CTQ*) ?
- Cual** es el *alcance* del proyecto? Cual es el problema a ser direccionado?
- Que *Defecto* estoy tratando de *Reducir*?
- Que datos han sido recolectados para entender los requerimientos del cliente?
- Cuales son las fronteras del proyecto?
- Son los objetivos claramente entendidos y aceptados? Esta el programa de trabajo establecido?
- Donde** actualmente tomamos mediciones?
- Cuando**, Donde y hasta que punto el problema ocurre? Cual es mi *Proceso* ?
- Como funciona? Como fue el mapa de proceso validado? Hay múltiples versiones necesarias para contabilizar diferentes tipos de entradas?
- Porque** te estas enfocando en este proyecto? Cual es el actual *Costo de defectos* (Pobre Calidad) ?
- Cuales son las razones de negocio para completar este proyecto? Esta el equipo de trabajo comprometido? Están los stakeholders clave comprometidos?
- ¿Sabrás si el equipo es exitoso? Cual es el *objetivo* de este proyecto?
- Es el objetivo alcanzable?

"S.M.S. - A.S.M.A." 77777777

ING. JORGE GARCÍA GARCÍA

Elementos que integran el Project Charter

PROYECTO		Estado	
Revisado por		Fecha revisión	
Nombre del Proyecto	Objetivo	Responsable	Estado
Inicio del Proyecto	Fin del Proyecto	Director	Estado
Compañía	Problema	Problema	Estado
Fecha de inicio	Fecha de finalización	Fecha de inicio	Fecha de finalización
1. Descripción del Proyecto			
2. Alcance del Proyecto			
3. Miembros del Equipo			
Nombre	Departamento	Función	
4. Atribuciones			
5. Presupuesto			
Nombre del Proyecto	PRINCIPAL	FEAL	Directivo
Responsable			
Fecha de inicio			
Fecha de finalización			
Compañía			
Estado			
6. Recursos necesarios y disponibilidad			

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



Unidad III

FASE DE MEDICIÓN

(Measure)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA



UNIDAD III FASE MEDIR

OBJETIVOS:
Unidad III.- Mostrar los elementos más representativos de la fase de medición, así como los entregables de esta fase y herramientas más usadas para llegar a este fin

CONTENIDO TEMÁTICO:

- Mapa de proceso
- Matriz causa - efecto
- Análisis del Sistema de Medición.
- Estadística Descriptiva aplicada a la resolución de problemas.
- Índices de capacidad de proceso Cp, Cpk
- Ejercicio integrador parte 2

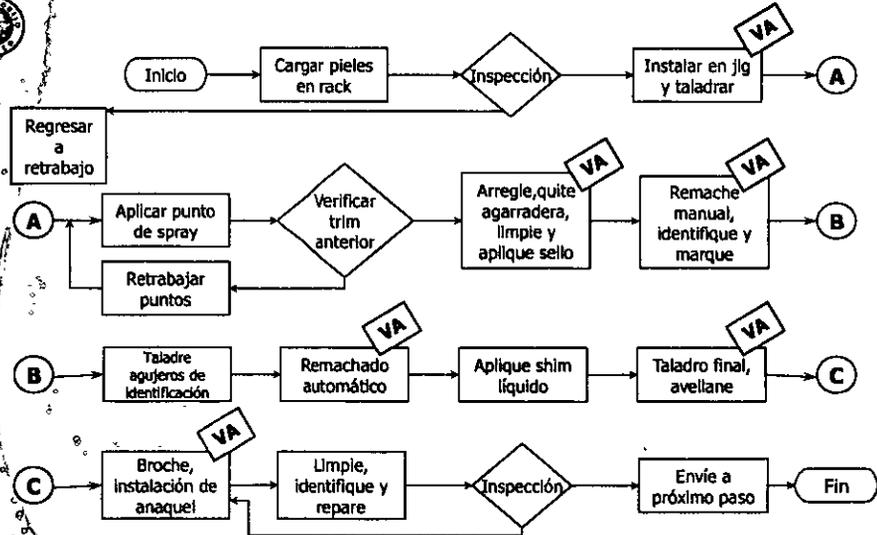
מסגרת תוכנית - "סיסטמא"

ד"ר. סרג'ה פאולוויץ גרף פריז

Descripción de Mapa de Proceso

- Un mapa de proceso es una ilustración gráfica del proceso actual
- Esta herramienta se usa siempre e identifica:
 - Los pasos del proceso que agregan valor y los que no agregan valor.
 - Todas las entradas y salidas claves del proceso y los puntos de recolección de datos.
 - Todas las salidas que necesitan medirse y realizar un estudio de capacidad del proceso.

Descripción de Mapa de Proceso



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Descripción de Matriz Causa Efecto

- La Matriz Causa & Efecto se usa para relacionar y priorizar las entradas del proceso (X's) a los requisitos del cliente (Y's) a través de la clasificación jerárquica numérica, usando el mapa del proceso como la fuente primaria.
 - Las Y's (las salidas) se anotan de acuerdo a la importancia al cliente (CTQ).
 - El X's (las entradas) se anotan de acuerdo a la relación a cada uno de los rendimientos.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Matriz Causa Efecto

- Después del mapa de proceso, realiza una matriz causa- efecto si lo consideras necesario

		Rating of Importance to Customer																Total
		0	0	7	10	0	3	2	0									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Process Input		Del Time	Velocity	Clarity	Cost	Homogeneity	Cleanliness	Quality Time	Temperature	Stable								
1	Books Accuracy	0	8	2	1	1	0	1	1	0							321	
3	DMF Lead Accuracy	2	8	1	1	1	0	1	3	0							205	
4	DMF Cleanliness	1	1	4	2	1	2	1	1	1							247	
7	DICY Envir Labels	0	5	3	1	1	0	1	1	2							247	
8	DICY Lead Accuracy	0	7	1	1	1	0	1	1	2							242	
8	DICY Raw Materials	0	5	1	1	1	0	1	1	2							242	
9	DICY Mover Skating	1	1	1	1	7	1	1	1	1							125	
6	DMF Raw Materials	1	1	1	1	1	2	1	1	1							74	
2	Pruebas DICY TK	1	1	1	1	1	1	1	1	1							05	

Rankear el orden De las entradas

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - Contenido

- 1) CONCEPTOS BÁSICOS (TIPOS DE DATOS)
- 2) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA
 - a) Media
 - b) Mediana
 - c) Moda
 - d) Varianza
 - e) Desviación Estándar
 - f) Rango
- 3) ANÁLISIS GRÁFICO
 - a) Histograma
 - b) Box- Plot
 - c) Diagrama de Dispersión
 - d) Run Charts
 - e) Gráficos de Pareto
- 4) ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp y Cpk)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Conceptos Estadísticos y Definición

Propósitos

- Incrementar el conocimiento de herramientas disponibles para desarrollar el análisis de datos
- Promover el adecuado uso de las herramientas
- Recordar que el origen y calidad de los datos es tan importante como su análisis estadístico

Definiciones

- **Estadísticos:** Serie de métodos para colección, presentación y análisis de datos
- El **objetivo de la Estadística** es la de servir como herramienta en la toma de decisiones y solución de problemas al describir la variabilidad (desconocida)
- Un fenómeno se dice que es **aleatorio** si observaciones idénticas no producen idénticos resultados

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

¿Por qué es bueno aprender estadística?

"Dispersión" existe en todo, incluyendo las salidas, calidad en el servicio y en calidad y cantidad

"Dispersión" razón de ser de las leyes estadísticas

Método estadístico tiene sustento numérico

Ej. Estadístico de Control de Calidad

Método estadístico (ej. CEP)

Métodos estadísticos hacen objetiva la toma de decisiones

<p>Nos ayuda a estimar la posición y tamaño de la varianza de una población con un pequeño tamaño de muestra</p> <p style="text-align: center;">(Estadística Básica)</p> <p style="text-align: center;">Intervalos de confianza</p>	<p>Podemos determinar cuales factores afectan la varianza</p> <p style="text-align: center;">(Correlación, regresión)</p> <p style="text-align: center;">Análisis de Regresión Análisis de Varianzas Diseño de experimentos</p>	<p>Tomamos la decisión acerca de los cambios en la variación si esta es debido a factores aleatorios o tendencias por variación</p> <p style="text-align: center;">(Gráfico de control)</p>
---	---	---

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Vocabulario Estadístico

Recolectaremos el peso de los asistentes por los capacitadores con el fin de realizar algunos cálculos estadísticos

Población

El Mundo

Variable

Salón de clases

Muestra

General/ Individual

Gente

"SIN SIGMA" EN LA INDUSTRIA

ING. JORGE FERRER GARCÍA

Parámetros de población vs. Muestra estadística

- Población**
- Un grupo entero de objetos relacionados al grupo a estudiar, descritos por una característica de interés, usualmente desconocida

- Muestra**
- El grupo de objetos o salidas actualmente medidas en un estudio estadístico.
- Una muestra es usualmente un subconjunto de la población de interés
- Una muestra estadística estima los parámetros de población

"Parámetros de Población"

μ = media (locación)
 σ = Desviación estándar (dispersión)

"Muestra estadística"

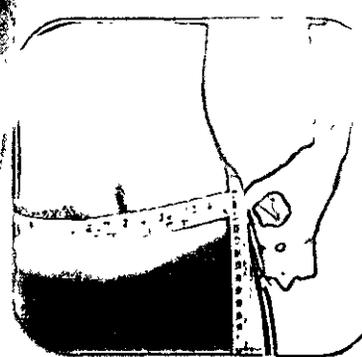
\bar{x} = Media muestral
 s = Desviación estándar de la muestra

Precauciones al obtener el muestreo

- Respetar la aleatoriedad de los datos recabados (no seleccionar los datos cuando se colectan)
- Tamaño de muestra adecuado depende del nivel de confianza que se necesita del resultado de los análisis. Usualmente un tamaño de muestra mínimo es de 30 que es requerido para satisfacer ciertas aseveraciones estadísticas
- Elegir el elemento de medición basado en la precisión requerida

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Tipos de datos



Datos Variables

Datos continuos (mediciones).- Son el resultado de una medición real de una característica tal como el tiempo de procesamiento 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.



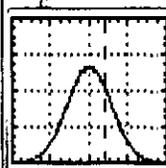
Datos Por Atributos

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.

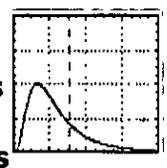
DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Distribuciones de los datos

- ¿Cómo se ve?
 - Forma
 - Tendencia Central
 - Variación



Variables
/ Continuos



Atributos
/ Discretos

Módulo V - "Sigma"

DR. Jorge Gallardo Gutiérrez

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Medidas de dispersión VARIANZA

UNA ALTERNATIVA PARA APRECIAR LA VARIACIÓN ES:

COLOCAR EL VALOR DE LA MEDIA COMO REFERENCIA Y MARCAR LAS DIFERENCIAS CONTRA CADA DATO Y AGREGAMOS TODAS LAS DIFERENCIAS

$x - \bar{x}$
10-30 = -20
20-30 = -10
30-30 = 0
40-30 = 10
50-30 = 20

$$\sum x - \bar{x}$$

-20-
10+0+10+20=0
COMO UNA SUMA NO TIENE SENTIDO TAMPOCO

*ELIMINANDO EL VALOR NEGATIVO AL ELEVAR AL CUADRADO Y REALIZANDO LA SUMATORIA

$$\sum (x - \bar{x})^2 = (-20)^2 + (-10)^2 + (0)^2 + (10)^2 + (20)^2 = 1000$$

ASÍ ES COMO PODEMOS MOSTRAR EL TAMAÑO DE LA DISPERSIÓN

$\sum (x - \bar{x})^2$ = SUMA DE CUADRADOS DE LA DESVIACIÓN O SUMA DE CUADRADOS

* SI DIVIDIMOS POR EL NUMERO DE DATOS TENEMOS LA VARIANZA O MEDIA DE CUADRADOS REFERIDA COMO **V**

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Medidas de dispersión DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Interpretación Grafica de S

Ejemplo: Encuentra la varianza y desviación estándar de la muestra par los siguientes valores: 2, 6, 1, 8, 4, 5, 3

$$\sigma^2 = S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

• **Desviación Standard (S)**

- Raíz cuadrada de la varianza
- Medida de medición de la variación mas utilizadas
- Conserva sus mismas unidades como los datos originales los cuales facilitan su entendimiento

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Métodos para el análisis de datos

- **Estadística Descriptiva**
 - Media muestral
 - Mediana
 - Moda
 - Varianza Muestral
 - Desviación estándar muestral
 - Rango
- **Análisis Gráfico**
 - Histograma
 - Box Plots
 - Diagrama de dispersión
 - Gráficos de Control
 - Gráfico de Pareto

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

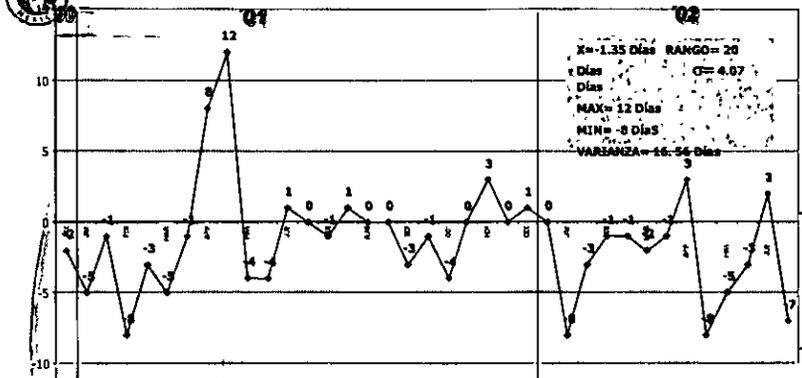
Histogramas - Valor al usar los gráficos

- Muestra la frecuencia relativa de ocurrencia del valor de varios datos
- Nos muestra el centrado, la dispersión y la forma de los datos
- Nos ayuda a indicar si han existido cambios en el proceso
- Cuando graficamos y nuestros límites son las especificaciones es una de las mejores maneras de medir la capacidad

Ejemplo

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Variación en el arribo de contenedores VARI a MANZANILLO



CONCLUSIONES:

1. Arribo de recipientes dentro de rango (20 Días), como un retraso (con 8 días de retraso hasta 12 días de anticipación).
2. Desviación estándar (4.07) con una gran dispersión contra la media ($\bar{X} = -1.35$).
3. En promedio llegan 1.35 días tarde con respecto a la fecha pactada
4. El requerimiento actual es que se podía llegar como máximo con 10 días de retraso.

"SISTEMA" - APLICACIÓN

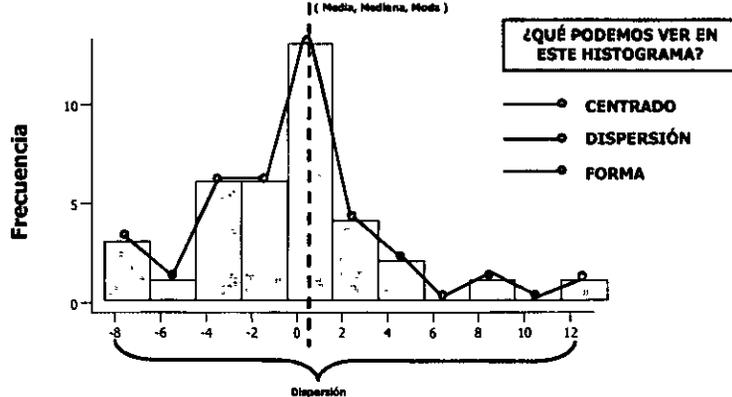
ING. JORGE GARCÍA GARCÍA

Ejemplo

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

De la gráfica previa, nosotros podemos construir el siguiente histograma

Histograma Bimestral de Arribo de contenedores VARI



Arribo de envases Bimestral

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

BOX PLOT ¿Para qué?

- Visualiza:
 - Rango
 - Rango intercuartil
 - Media
 - Mediana
- Ayuda a identificar los valores extremos (outliers)*
- Útil para comparar entre múltiples conjuntos de datos
- Un Boxplot consiste en:
 - Una caja rectangular que representa el punto medio 50% de los datos
 - Líneas o "whiskers" extendidos de cualquier lado que representa el 25% de los datos
 - Marca de las observaciones que están muy por afuera de la mayoría de os datos (outliers)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Un poco mas de BOX PLOT

Box Plot (figura de Box whisker)

Incluye el 25% de los datos de mayor valor

La caja incluye el 50% de los datos la línea dibujada en el centro representa la mediana

Incluye el 25% de los datos de menor valor

Whisker

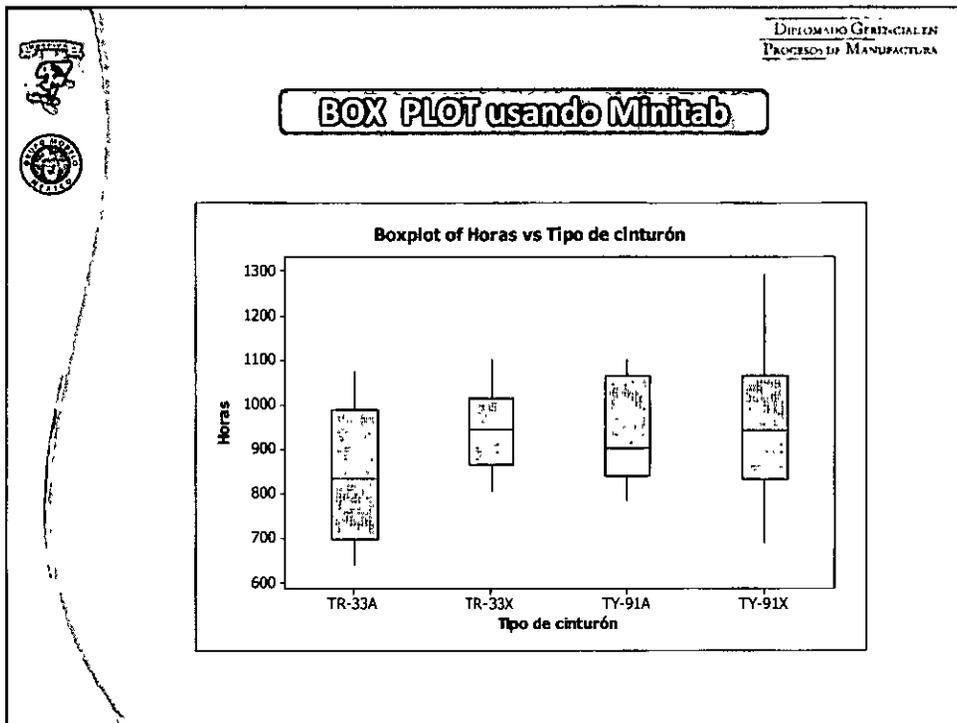
Caja

Whisker

La figura completa es larga = La varianza es larga

La figura completa es corta = La varianza es corta

• • • • • 47 • • • • •



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Principio de Pareto...

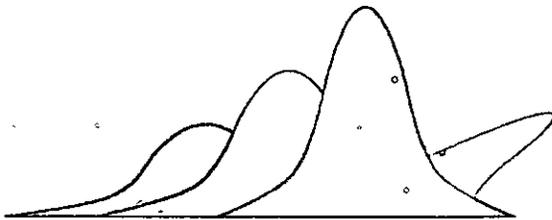
Wilfredo Pareto – Un economista Italiano del siglo XIX decía “Muy pocas personas acaparan la mayoría del dinero”

- 80% de los problemas estan relacionados al 20% de las causas
- Poderosa herramienta gráfica
- Muy útil cuando establecemos prioridades

- Nos ayuda a enfocar los esfuerzos a los problemas que observan el potencial mas grande a ser mejorado mostrando su frecuencia relativa en tamaño con una gráfica de barras
- Un gráfico de Pareto es un poderosa y sencilla herramienta gráfica para separar de los “pequeños importantes” de los “muchos triviales”

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Estudios de Capacidad del Proceso (Cp y Cpk)



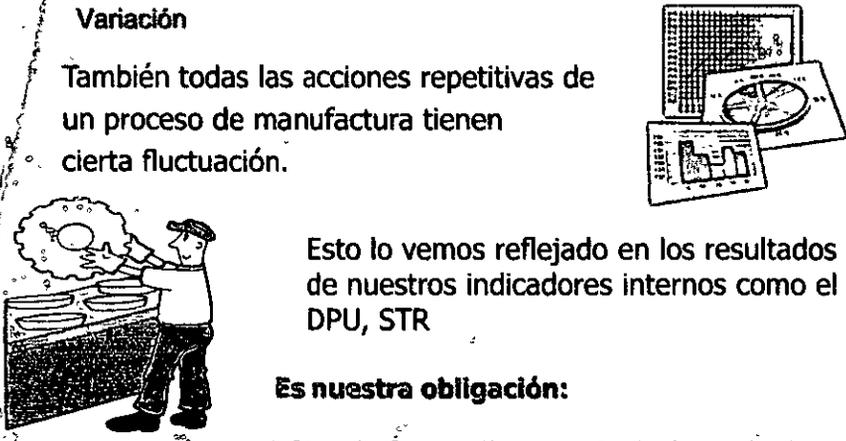
DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Estudio de Capacidad de proceso

Existe variación en todos los aspectos de nuestra vida:

Variación

También todas las acciones repetitivas de un proceso de manufactura tienen cierta fluctuación.



Esto lo vemos reflejado en los resultados de nuestros indicadores internos como el DPU, STR

Es nuestra obligación:

Entenderla, medirla, controlarla, reducirla

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Límites de especificación

> Cuando un proceso es estable se puede utilizar un modelo de distribución normal (campana de Gauss)

The diagram shows a normal distribution curve. The x-axis has three main points: LIE (Lower Specification Limit) on the left, Objetivo (Target) in the center, and LSE (Upper Specification Limit) on the right. A horizontal double-headed arrow between LIE and LSE is labeled 'La voz del cliente'. A smaller horizontal double-headed arrow inside the curve, centered on the Objetivo, is labeled 'VARIACIÓN PERMITIDA'. Two boxes labeled 'Exceso de Variación' are placed on the far left and far right tails of the curve.

> La variación dentro de la curva es inherente
 > La variación fuera de la curva significa una perturbación en el proceso

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Capacidad de Proceso

¿Para qué sirve la Capacidad del Proceso?

Nos permite asegurar si un proceso:

- ⊕ Es consistente (repetible)
- ⊕ Esta dentro de especificación
- ⊕ Es muy grande en variación y cuanto
- ⊕ Es rechazado o aceptado indicando el número de piezas defectuosas

A cartoon drawing of a man in a suit and glasses, standing with his arms outstretched in a questioning or explanatory gesture.

La capacidad o habilidad del proceso está determinada por la variación total que se origina por las causas comunes o en otras palabras, es la variación mínima que puede ser alcanzada una vez que todas las causas especiales han sido eliminadas.

“SISTEMA” - CALIDAD

ING. JORGE FERRER GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Capacidad de Proceso (Cp)

¿Qué observas en este proceso?

La dispersión del proceso es estrecha comparada con la especificación

Este proceso es capaz de trabajar dentro de las especificaciones

¿Qué observas en este proceso?

La dispersión del proceso muy amplia comparada con las especificaciones

Este proceso no es capaz de trabajar cumpliendo las especificaciones

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

La "Capacidad Potencial" es la habilidad de trabajar en un nivel esperado y la definimos con un índice

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

↓

$$Cp = \frac{\text{Variación permitida o especificada}}{\text{Variación real del proceso}}$$

La "Capacidad Potencial" se determina comparando la variación total del proceso contra la variación permitida por el cliente

Los límites de especificación los obtienes de los estándares y la dispersión del proceso se calcula fácilmente (solo es necesario conocer las operaciones básicas de aritmética y raíz cuadrada)

Capacidad Potencial del Proceso (C_p)

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Imagina que la variación del proceso está representada por el ancho de un auto y la variación permitida por el ancho del garage...

Variación del Proceso

Variación Permitida

LIE T LSE

LIE T LSE

$C_p = 2$

□ = Target o valor nominal de especificación

El **índice C_p** nos dice el número de veces que cabe el auto en el garage

Por lo que tenemos la posibilidad estacionar 2 autos en ese garage

¿Qué tan capaz es el proceso?

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

LIE LSE

Proceso no Capaz

LIE LSE

Un Proceso Capaz

LIE LSE

Un Proceso Muy Capaz

$C_p < 1$

$C_p = 1$

$C_p > 1$

מבוא לתורת איכות - "Sigma Six"

הקדמה לתורת איכות - "Sigma Six"

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Habilidad real del proceso

El hecho de que un proceso sea capaz potencialmente, no implica que necesariamente esta entregando consistentemente producto dentro de especificaciones; mas bien, significa que de acuerdo con su variabilidad tiene la **posibilidad** de hacerlo.

$C_p = 1$

Si se cuantifica el C_p tendremos que su valor es 1; sin embargo, se puede observar que prácticamente la mitad de la producción está fuera de especificaciones.

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Habilidad real del proceso (C_{pk})

Independientemente de que un auto tenga la posibilidad de entrar en un garage, hay otros factores que influyen para lograrlo, por ejemplo: la pericia del conductor para que pueda ser bien direccionado

$C_p = 2$

Esto nos lleva a la necesidad de requerir una manera para evaluar la Habilidad Real de un proceso, para lo cual existe un índice llamado C_{pk}

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Habilidad real del proceso (Cpk)

Cpk es el índice que mide tanto la capacidad como la habilidad del proceso, es decir la **variación** y **localización** del proceso contra las especificaciones, indicando que tan centrados están nuestros datos con respecto a los límites de especificación.

Los criterios que se aplican a éste índice son similares que para Cp, esto es:

Nivel de calidad	Cpk
$\pm 3\sigma$	1.00
$\pm 4\sigma$	1.33
$\pm 5\sigma$	1.66
$\pm 6\sigma$	2.00

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Preguntas a contestar

¿Cuál es el propósito de un estudio de capacidad de proceso?

Es cuantificar qué tanto del producto estará fuera de la especificación o serán defectuosos

¿Cuál es la necesidad de un estudio de capacidad?

Un estudio de capacidad del proceso es necesario para cuantificar la naturaleza del problema del proyecto, permite a la organización predecir sus verdaderos niveles de calidad, y ser capaces de estimar el nivel sigma inicial del proceso



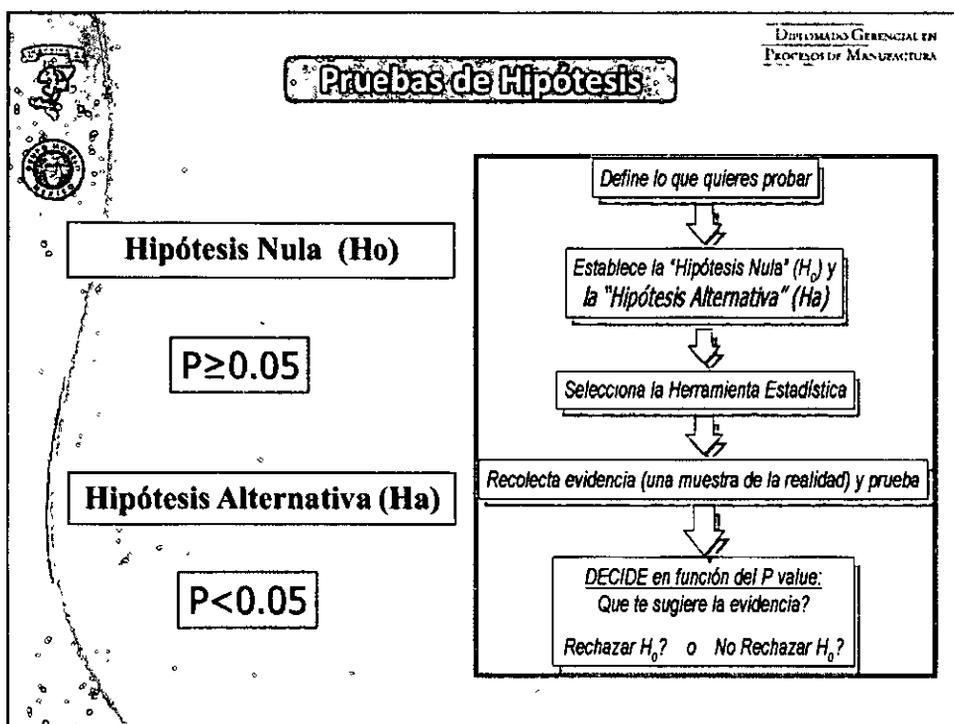
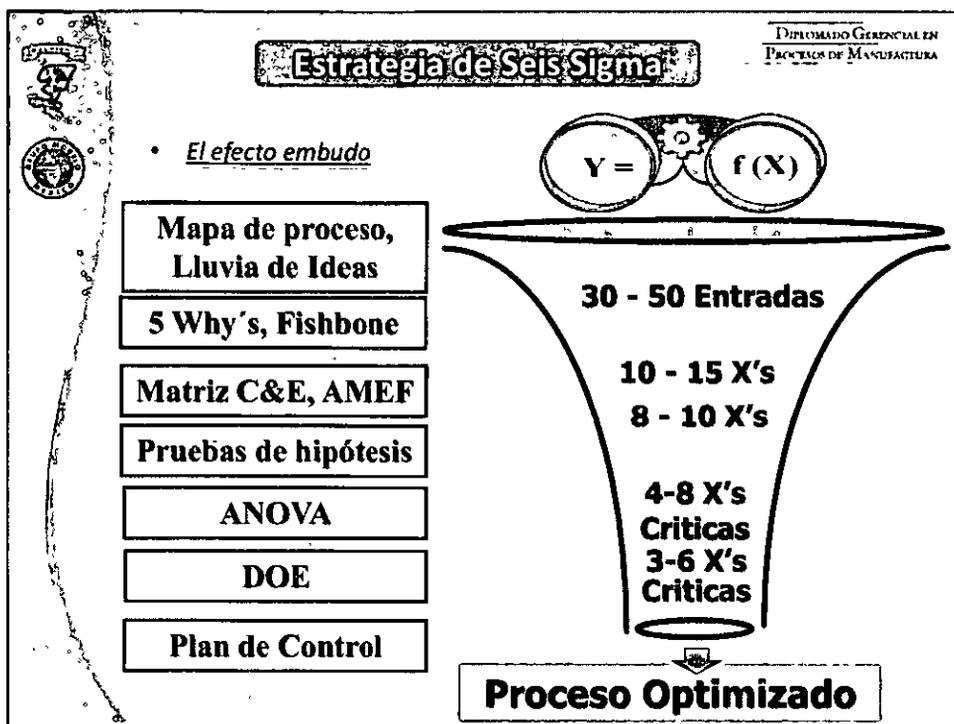
DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

UNIDAD IV FASE ANALIZAR

OBJETIVOS:
Unidad IV.- Mostrar las herramientas más comunes utilizadas en la fase de Análisis, como planteamos una prueba de hipótesis y como la demostramos

CONTENIDO TEMÁTICO:

- Pruebas de hipótesis
- Prueba t , F y Z
- Análisis de regresión
 - Ejercicio integrador parte 3



Módulo V - "Sigma"

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Matriz de Selección de Herramientas

		FACTOR X	
		CONTINUO	DISCRETO
RESPUESTA Y	CONTINUO	REGRESION, CORRELACION, REGRESION MULTIPLE	ANOVA, PRUEBAS DE Z Y T, NO PARAMETRICAS
	DISCRETO	REGRESION LOGISTICA	PRUEBA DE JI CUADRADA, PRUEBA DE PROPORCIONES

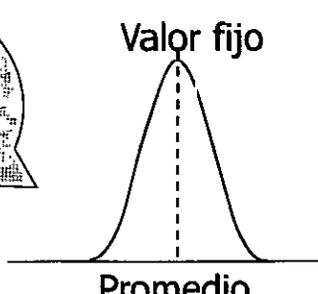
Dr. Jorge Ramírez Gutiérrez

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA Z

Al tratar con variables continuas existen 2 principales preocupaciones en el comportamiento de la distribución. El centrado y la dispersión de los datos. Es muy útil contar con un modelo específico para el análisis. Para una gran diversidad de procesos, su distribución puede ser explicada por la distribución normal.

No te preocupes recuerda la distribución Z!!



¿Podemos afirmar que existe diferencia entre el promedio de la población y el valor fijo?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA Z

Si es normal siempre podemos estandarizar nuestros datos y buscar probabilidades (valores de p) en las tablas Z

$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$

Esta es información de la POBLACIÓN

Para usarla como una herramienta para contrastar hipótesis debemos de adaptarla para comparar los datos de la muestra contra la media de la población hipotética

$Z = \frac{X - \mu}{s / \sqrt{n}}$

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA Z

Media muestra

Valor de referencia

$Z = \frac{X - \mu}{s / \sqrt{n}}$ Error estándar de la Media

Con el valor de Z buscamos los valores de p para determinar si la diferencia entre las dos medias es significativa

"SISTEMA" DE CONTROL

ING. JORGE GARCÍA GARCÍA

Si Un ingeniero de procesos afirma que cambios específicos al Lay Out reducirán el tiempo de ciclo a menos de 30 segundos. El gerente no se impresiona y afirma que la reducción se debe a variación aleatoria del proceso. "Algunos días son mejores que otros" dijo. Tu decides. ¿quién tiene la razón?

C. Time	C. Time
1 37.3	16 29
2 22.5	17 30.3
3 30.3	18 25.6
4 29.5	19 28.8
5 26.7	20 29.6
6 30.5	21 25.8
7 26.3	22 29
8 29.9	23 29
9 29	24 25.6
10 25.2	25 29.1
11 27.6	26 27.2
12 28.4	27 32
13 23.6	28 29.6
14 27.8	29 30.4
15 25.5	30 27.3

Ho: $\mu = 30$ (la media del proceso es igual a 30 segundos)

Ha: $\mu < 30$ (la media es menor a 30 segundos)

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} = \frac{28.3 - 30}{2.8\sqrt{30}} = -3.37$$

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
3.3	0.000474	0.000453	0.000430	0.000407	0.000384	0.000361	0.000338	0.000315	0.000292	0.000269

Dado que el valor de p es menor de 0.05, concluimos que **hay suficiente evidencia** de que la reducción en el tiempo ciclo es real

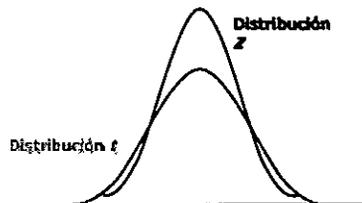
PRUEBA T

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

La prueba anterior es válida para tamaños de muestra grandes (>30) y si los datos están normalmente distribuidos. Es muy común que tamaños de muestra muy grandes sean difíciles de conseguir. Restricciones tales como costo, tiempo, etc. Pueden ser de consideración al tomar muestras. Cuando tenemos pequeñas muestras que sabemos que vienen de una distribución normal, utilizamos un estadístico similar para pequeñas muestras: la distribución t

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

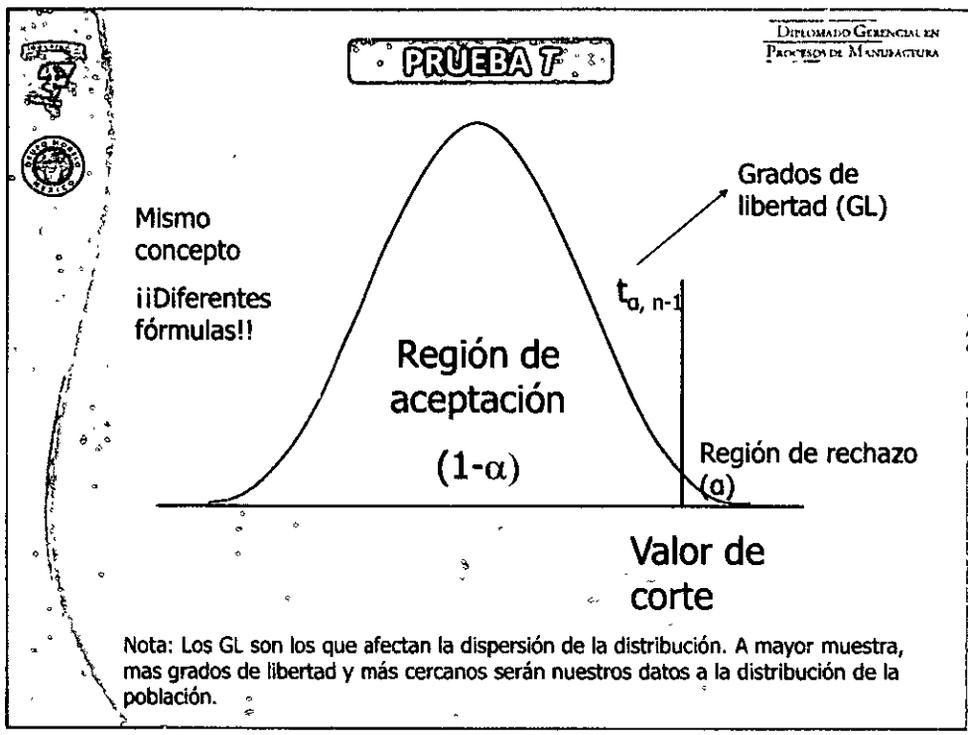
¿cuál es la diferencia?



La distribución t tiene mayor dispersión debido a menores tamaños de muestra

"SIX SIGMA" - A TU MANERA

ING. JORGE RAMÓN GARCÍA PÉREZ



PRUEBA T

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

También hay tablas para la distribución t:

def	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00
1	0.1024	0.1008	0.0993	0.0978	0.0964	0.0950	0.0937	0.0923	0.0911	0.0898	0.0886	0.0874	0.0862	0.0851	0.0840	0.0830	0.0819	0.0809	0.0799	0.0789	0.0780
2	0.0477	0.0464	0.0451	0.0439	0.0427	0.0415	0.0404	0.0394	0.0383	0.0374	0.0364	0.0356	0.0346	0.0338	0.0330	0.0322	0.0314	0.0307	0.0299	0.0293	0.0286
3	0.0298	0.0277	0.0266	0.0256	0.0247	0.0237	0.0229	0.0220	0.0212	0.0205	0.0197	0.0190	0.0184	0.0177	0.0171	0.0166	0.0160	0.0155	0.0150	0.0145	0.0140
4	0.0260	0.0190	0.0181	0.0173	0.0165	0.0157	0.0150	0.0143	0.0136	0.0130	0.0124	0.0119	0.0114	0.0109	0.0104	0.0100	0.0096	0.0092	0.0089	0.0084	0.0081
5	0.0150	0.0142	0.0134	0.0127	0.0120	0.0113	0.0107	0.0102	0.0096	0.0091	0.0086	0.0082	0.0078	0.0074	0.0070	0.0066	0.0063	0.0060	0.0057	0.0054	0.0052
6	0.0120	0.0113	0.0106	0.0099	0.0093	0.0087	0.0082	0.0077	0.0072	0.0068	0.0064	0.0060	0.0057	0.0054	0.0050	0.0046	0.0043	0.0040	0.0037	0.0034	0.0032
7	0.0100	0.0093	0.0087	0.0081	0.0075	0.0070	0.0065	0.0061	0.0057	0.0053	0.0050	0.0047	0.0044	0.0041	0.0038	0.0034	0.0031	0.0028	0.0026	0.0023	0.0021
8	0.0085	0.0079	0.0073	0.0068	0.0063	0.0059	0.0054	0.0050	0.0047	0.0043	0.0040	0.0037	0.0034	0.0031	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0017	0.0015	0.0013
9	0.0075	0.0069	0.0064	0.0059	0.0054	0.0050	0.0046	0.0043	0.0039	0.0036	0.0034	0.0031	0.0028	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0016	0.0015	0.0012	0.0010
10	0.0067	0.0061	0.0056	0.0052	0.0047	0.0044	0.0040	0.0037	0.0034	0.0031	0.0028	0.0026	0.0022	0.0021	0.0018	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0007	0.0005
11	0.0060	0.0055	0.0051	0.0046	0.0042	0.0039	0.0035	0.0032	0.0029	0.0027	0.0025	0.0022	0.0021	0.0019	0.0016	0.0015	0.0012	0.0011	0.0008	0.0006	0.0004
12	0.0055	0.0050	0.0046	0.0042	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0017	0.0014	0.0013	0.0010	0.0009	0.0006	0.0004	0.0002
13	0.0051	0.0046	0.0042	0.0038	0.0034	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0012	0.0011	0.0008	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001
14	0.0048	0.0043	0.0039	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0010	0.0009	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000
15	0.0045	0.0041	0.0037	0.0033	0.0030	0.0027	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0012	0.0011	0.0008	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
16	0.0042	0.0038	0.0034	0.0031	0.0028	0.0025	0.0023	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0008	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
17	0.0040	0.0036	0.0033	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0007	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
18	0.0038	0.0034	0.0031	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0037	0.0033	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0035	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0034	0.0030	0.0027	0.0024	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
22	0.0033	0.0029	0.0026	0.0023	0.0021	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
23	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
24	0.0031	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
25	0.0030	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0016	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
26	0.0029	0.0026	0.0023	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
27	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

Ahora debemos conocer los GL

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA T



	C. Time
1	37.3
2	22.5
3	30.3
4	29.5
5	26.7
6	30.5
7	26.3
8	29.9
9	29
10	25.2
11	27.6
12	28.4
13	23.6
14	27.8
15	25.5

	C. Time
16	29
17	30.3
18	25.6
19	28.8
20	29.6
21	25.8
22	29
23	29
24	25.6
25	29.1
26	27.2
27	32
28	29.6
29	30.4
30	27.3

Recordando nuestro ejemplo del tiempo de ciclo:

$H_0: \mu = 30$ (la media del proceso es igual a 30 segundos)

$H_a: \mu < 30$ (la media es menor a 30 segundos)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} = \frac{28.3 - 30}{2.8\sqrt{30}} = -3.37$$

Dado que la t es simétrica buscamos el valor cuando $t=3.37$. En la tabla de 1 cola:

col	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40
25	0.0027	0.0024	0.0021	0.0018	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010

Dado que el valor de p es menor de 0.05, llegamos a la misma conclusión de antes.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Ejercicios

Con los siguientes datos determina la prueba de hipótesis que se te pide

12.5	11.9	12.1	12.3	11.5
12.6	11.7	12.6	12.3	11.6
12.7	11.9	12.7	12.2	11.7

a) La media es diferente de 12.3
 b) La media es mayor a 11.7
 c) La media es menor de 12

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA T < 2 MUESTRAS >

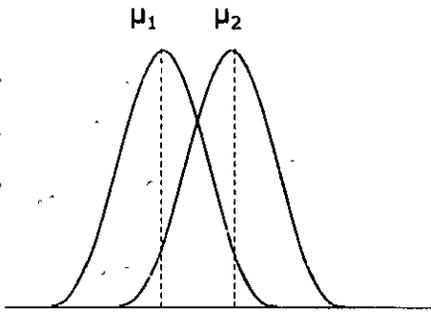



1-sample T (Prueba de T de 1 muestra)

- Propósito: Analizar las diferencias entre la media obtenida y un valor objetivo o una media histórica

2-sample T (Prueba de T de 2 muestras)

- Propósito: Analizar las diferencias entre la media obtenida de dos muestras independientes.



DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA T < 2 MUESTRAS >




- Usamos la prueba estadística llamada t-test para comparar y juzgar diferencias entre promedios de dos grupos
- La hipótesis nula es que los promedios de los dos grupos son los mismos **$H_0 = \mu_a = \mu_b$**
- La hipótesis alternativa es que los promedios son diferentes **$H_a = \mu_a \neq \mu_b$**
- Al realizar la prueba y obtener el valor de p tendremos que:
- Si p-value es < 0.05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

PRUEBA T <2 MUESTRAS>

- Si **p-value es ≥ 0.05** se concluye que **no** hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula por que:
 - Los grupos son los mismos, o
 - La variación es muy grande, o
 - La muestra es muy pequeña como para detectar una diferencia

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Ejercicio

Servicio a clientes decide llamar a la planta para determinar si la calidad del producto que manejan esta reuniendo la especificación requerida. Pide entonces al gerente de calidad datos de porcentajes de defectivo en los dos turnos que actualmente producen el producto. El gerente de calidad le envía la siguiente información:

Turno A	60.8	60.3	61.0	59.7	60.9
	59.9	59.8	60.5	60.1	60.6

Turno B	60.8	61.2	60.9	60.5	61.1
	60.7	61.0	60.9	60.8	60.5

En promedio, están los dos turnos manufacturando el producto con la Misma calidad?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

CORRELACIÓN

- La correlación es analizada calculando el coeficiente de correlación de Pearson
- Este es un coeficiente cuyo valor fluctúa entre -1 y 1
- Un valor positivo indica correlación positiva, que es cuando una variable aumenta su valor conforme la otra también lo amerita
- Un valor negativo indica correlación negativa, que es cuando una variable aumenta su valor mientras la otra disminuye
- Si las variables no están correlacionadas el coeficiente de correlación se acerca a 0

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{S_x S_y}$$

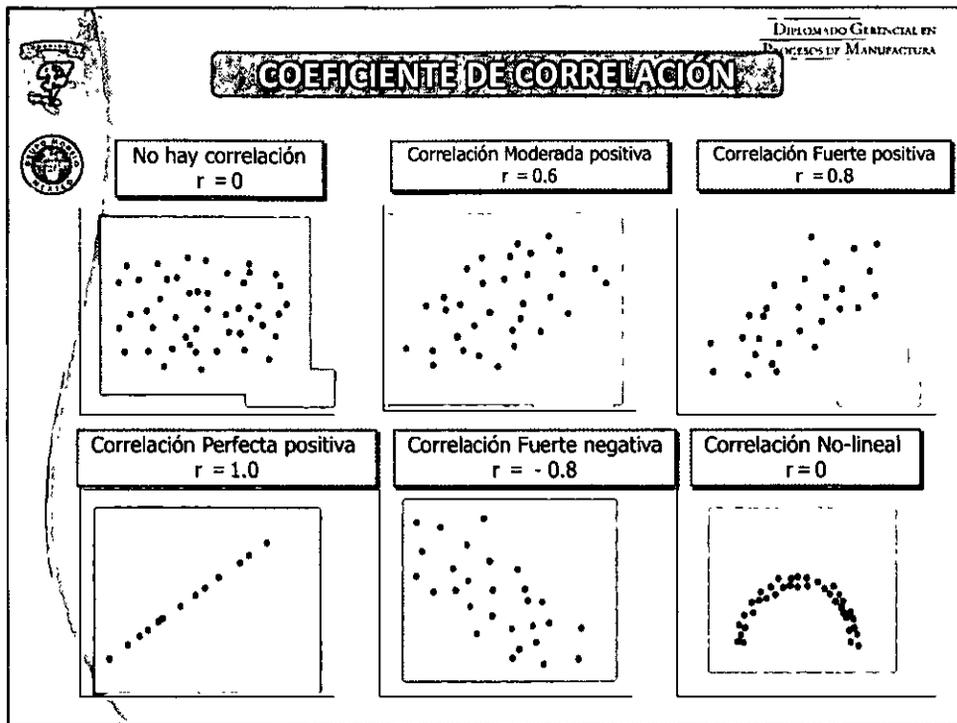
Donde: S_x y S_y son las desviaciones estándar de la muestra

Guía para el Coeficiente de Correlación: r

-1 ← -0.8 — -0.2 — 0 — 0.2 — 0.8 → 1

Correlación Negativa fuerte	Correlación Negativa moderada	No hay Correlación O es débil	Correlación Positiva moderada	Correlación positiva fuerte
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

Módulo V - "SIX SIGMA"



ING. Jorge Gallardo Gutiérrez

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

EJERCICIOS

- El departamento de recursos humanos de una empresa quiere averiguar como el ratio de trabajadores ausentes los días lunes se relaciona con la temperatura media de ese día.
- Una muestra aleatoria de 10 lunes se utilizo en el estudio de la empresa . En la tabla se muestran los datos que indican las variables estudiadas.
- Determine el grado de asociación entre las variables y grafíquela.

Ratio de Ausentismo (%)	Temperatura media (°C)
8	10
7	20
5	25
4	30
2	40
3	45
5	50
6	55
8	59
9	60

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

- El análisis de regresión genera una línea que cuantifica la relación entre una "X" y la "Y". La línea, o ecuación de regresión, es representada como:

$$Y = mx + b$$

Donde:

- m = pendiente de la línea (es el cambio en "Y" por unidad incrementada en "X")
- b = punto de intersección ,donde la línea cruza a "Y" cuando "X" = cero

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

EL MODELO



Por qué cuantificar la relación?

- El análisis de regresión puede ser usado para predecir el valor de "Y" con un valor conocido de "X"
- Si la "X" siendo medida puede ser controlada, es posible producir salidas deseables al cambiar las condiciones del proceso

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

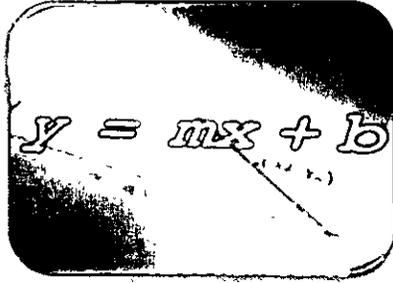
EL MODELO



El modelo de regresión es bueno dependiendo de que también describe la variación entre dos variables.

El coeficiente de correlación (r) indica que tan pronunciada es la pendiente.

El cuadrado de la correlación indica que tanta variación (cambios en la Y) puede ser explicado por las variables de regresión.



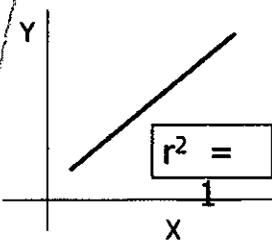
DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

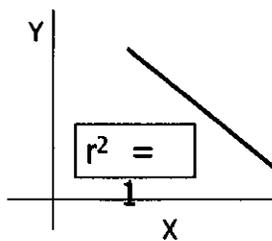
LA DECISIÓN

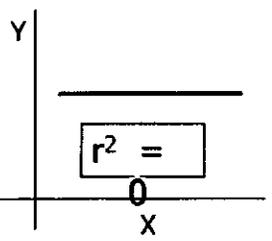


r^2 = Cuadrado del Coeficiente de correlación

r^2 Mide la proporción de variación que es explicada por el modelo, por la ecuación de regresión







Regla de Oro: Si $r^2 \geq 0.80$ El modelo de predicción es valido

"MÁS QUE UN SISTEMA"

"MÁS QUE UN SISTEMA"

EJERCICIOS

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

- En el curso de Green Belt se describió un experimento que consistió en observar como varía la longitud de un resorte, puesto verticalmente y con el extremo superior fijo, cuando varía la fuerza que se aplica al extremo inferior.
- Los datos que ahí se reportan son los mostrados en la tabla

Fuerza aplicada (gramos)	Longitud del resorte (cm)
1.2	20
8.3	21.8
24.0	24.0
24.9	26.0
33.2	28.0
41.5	30.1
49.8	32.2
63	36.0
66.0	36.3
74.7	38.3
83.0	40.3
93.3	42.5
102	44.6
107.0	46.6
116.2	48.6
125	50.5

1. Demuestre si hay relación entre las variables
2. Encuentre la recta de regresión correspondiente a estos datos y
3. Determine cual sería la longitud del resorte si se le aplicara una fuerza de 44.82 gramos

FASE DE ANALISIS

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

```

    graph LR
      subgraph "Lluvia De Ideas"
        C1[Causa 1]
        C2[Causa 2]
        C3[Causa 3]
        C4[Causa 4]
        C5[Causa 5]
        C6[Causa 6]
        C7[Causa 7]
        C8[Causa 8]
        C9[Causa 9]
        C10[Causa 10]
      end
      subgraph "Análisis Gráfico"
        C11[Causa 1]
        C12[Causa 2]
        C13[Causa 3]
      end
      subgraph "Análisis Estadístico"
        C14[Causa 3]
      end
      C10 --> C11
      C11 --> C12
      C12 --> C13
      C13 --> C14
      C14 --> CC[Causa Crítica]
      
```

- 1) Técnicas como **brainstorming** y **mapa de procesos** nos permiten enfocarnos en áreas de oportunidad al compartir la experiencia "entre" los miembros del equipo, lo que nos permitirá enlistar las prioridades de mejora de acuerdo a las causas raíz mas importante encontradas
- 2) El análisis gráfico nos permitirá:
 - Confirmar las causas raíz ("lo podemos ver" y no solo eso "pensamos que es una causa raíz?").
 - Enfocarte en un área en específica (por ejemplo, con estratificación)
- 3) El análisis estadístico nos permitirá confirmar o rechazar teorías o hipótesis basadas en los factores mas representativos o de mayor peso. Con esto entendemos del riesgo que existe de tomar decisiones basadas en análisis incorrectos

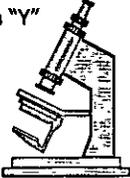
Debido a que el análisis estadístico requiere de tiempo y en algunos casos son complejos, este se elaborará después de una exhaustiva búsqueda y después de una preselección de los datos que contengan las posibles causas raíz.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

SUMARIO DE LA FASE

Propósito:

- Priorizar las variables de entrada* que causan la variación en "Y"
- Analizar los datos para determinar causas raíz*
- Validar* las variables clave de entrada con **DATOS**



Preguntas a ser Respondidas:

- Quién** es el dueño del proceso?
- Cuáles** son *Todas las variables clave de entrada del proceso?* Has encontrado alguna a mejorar? Qué *resistencia* has experimentado o anticipas?
- Dónde** los datos fueron recolectados para las entradas?
- Cuándo** te diste cuenta *de las oportunidades* representadas por direccionar el problema, pudiste cuantificar con mayor precisión los beneficios (COPQ) del proyecto?
- Por qué** la salida del proceso varia? Cuáles son las entradas mas importantes?
- Cómo** has analizado los datos para *identificar los factores pocos vitales que cuentan* *Para la verificación* en el proceso? Como fueron las "X's" de tu diagrama C&E verificadas? Cuáles son las *Causas raíz* del problema?

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Unidad V

**FASE DE MEJORAR
(IMPROVE)**

“SISTEMAS”

DR. JORGE FERRER GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

UNIDAD V FASE MEJORAR

OBJETIVO:
Unidad V.- Mostrar las herramientas más comunes en la fase de Mejorar y brindar al participante una aproximación acerca del Diseño de Experimentos

CONTENIDO TEMÁTICO:

- Resolución de problemas.
- Introducción al Diseño de Experimentos
 - Ejercicio integrador parte 4

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

FASE MEJORAR

DEFINIR

MEDIR

ANALIZAR

MEJORAR

CONTROL

• Objetivo de la fase:

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

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

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 >

DIPLOMADO GERENCIAL EN
 PROCESOS DE MANUFACTURA

Proceso de Análisis 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 cómo?

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.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

PILOTAJES

Por que 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

Cuándo realizar un Pilotaje?

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

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

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

"SISTEMA" - APLICACION

ING. Jorge Gallardo Gutiérrez

				Linea de Tiempo						
Actividades / Tareas	Res.	Status	02M	09M	16M	23M	06	13	20	
			ar	ar	ar	ar	Apr	Apr	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									

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

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 criticas 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 ó proceso pueden fallar y da entrada para la eliminación ó reducción del riesgo en relación a esas fallas para proteger al cliente.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Usos del AMEF

- Esta herramienta es muy importante para mejorar un proceso de una manera preventiva, antes de que los fracasos ocurran.
- Da prioridad a los recursos para asegurar que los esfuerzos de mejora de proceso es beneficioso para el cliente.
- Documenta la realización de nuevos proyectos.
- Debe ser un "documento viviente" continuamente revisado, enmendado, y actualizado.
- Analiza los nuevos procesos industriales.
- Identifica las deficiencias en el Plan de Control

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

TERMINOLOGÍA

- **El Modo** - La manera en que una entrada específica al proceso falla, y si no es detectada, corregida ó removida, causará el Efecto.
- **El Efecto** - El impacto en los requisitos del cliente. Generalmente se enfoca en el cliente externo, pero también puede incluir los procesos río abajo.
- **La Severidad** - Una valoración de la gravedad del Efecto en el cliente.
- **La Causa** - las Fuentes de variación del proceso que causa el Modo de Falla por ocurrir.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Apreciación General del Formato del AMEF

MEDICION			ANALISIS			MEJORA		
Paso de Proceso O Entrada	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de Falla	SEVERIDAD	Causas Potenciales	OCCURRENCIAS	Controles Actuales	DETECTABILIDAD	Acciones Recomendadas
	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?	Que tan difícil de detectar?	
						Qué tan seguido?		Qué puede hacerse?
	Cuál es el paso del proceso?							

(Use el formato de su organizacion)

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Anotación RPN

- Hay una variedad de escalas que pueden usarse por tasar la severidad, ocurrencias y categorías de detección de un AMEF.
- Una escala de 1 a 5 hace más fácil para que los equipos decidan en las cuentas, pero falta precisión en las estimaciones.
- Una escala de 1 a 10 permite una precisión buena en la estimación, pero hace más difícil para decidir en las cuentas.
- Una escala de 1,3,6,9 hace más fácil para decidir en las cuentas, proporciona estimaciones precisas y proporciona una variación amplia en las cuentas.

Módulo V - "Six Sigma"

ING. ANGE GARCÍA GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Anotación RPN

Ejemplo de una escala de anotación que usa 1, 3, 6, y 9; diseñada para lograr una cobertura mayor al tasar la severidad, ocurrencias y categorías de un AMEF:

Anotación	Severidad del Efecto	Posibilidad de la Ocurrencia	Habilidad de Detección
9	Defecto peligroso notado por todos los clientes	La falla es inevitable	No se detecta
6	Defectos mayores notados por mayoría de clientes	Fallas frecuentes	Posibilidad moderada de detección
3	Defecto menor notado por algunos clientes	Relativamente pocas fallas	Alta oportunidad de detección
	No efecto	Falla poco probable	Detección segura

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Respuestas

Occ	Sev	Det	Resultado	Acciones
1	1	1	Situación Ideal	No Acción
1	1	9	Dominio Seguro	No Acción
1	9	1	Falla no alcanza usuario	No Acción
1	9	9	Falla alcanza usuario	Si
9	1	1	Fallas frec, detect, costosas	Si
9	1	9	Fallas frec, llegan a usuario	Si
9	9	1	Fallas frec. con impacto mayor	Si
9	9	9	Problema Grande!	Si!

Tip's para el Éxito

- Asegúrese de arreglar los problemas de seguridad.
- Las Premisas:
 - Asuma que el material entrante es perfecto y el proceso no lo es.
 - Asuma que el proceso es perfecto y el material entrante no lo es.
- Dos acercamientos, los dos son similares:
 - Empezando con la Matriz Causa & Efecto.
 - Prepare un AMEF directamente del Mapa del Proceso.

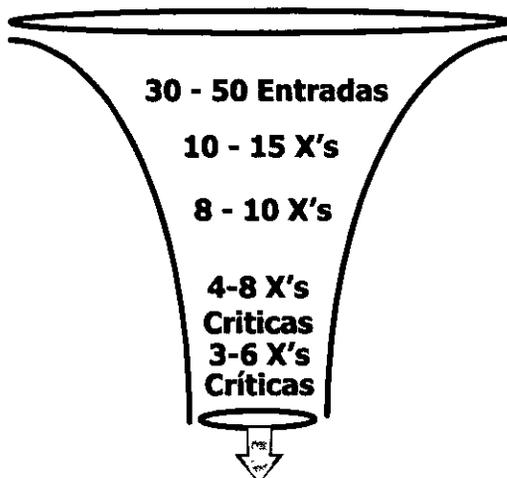
Módulo V - "Six Sigma"

Ing. Jorge Gallardo Gutiérrez

Estrategia de Seis Sigma

- El efecto embudo

- Mapa de proceso
- Matriz C&E y AMEF
- Estudios Multi-Vari
Pruebas de hipótesis
- ANOVA
- DOE
- Plan de Control



Proceso Optimizado

Módulo V - "Six Sigma"

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Presentación de Caso



Caso 1: Soldadura por ola.

En una Industria Mexicana dedicada a la fabricación de tarjetas de circuito impresas, se identifico el problema de que las tarjetas salen del proceso de soldado, con 10 puntos de soldadura defectuosos en promedio. La tarjeta objeto de estudio constaba de un total de 60 puntos de soldadura. Por tal motivo, el Ingeniero de producción se dio a la tarea de optimizar las condiciones de operación de la máquina de soldadura por ola, de manera que se pudiera reducir el número de puntos defectuosos por lo menos al 50%, representando así ahorros por retrabajo de aproximadamente \$600,000 anuales. En la fase de análisis se colecto la información que permitiera plantear y probar algunas hipótesis sobre las variables que afectaban el número de puntos defectuosos. La información obtenida contenía datos del número de defectos por turno, operador, día de la semana. También se tenía información de ensayos previos que se habían realizado con diferentes condiciones como: velocidad del conveyor, presión de flux,

temperatura de secado, temperatura y proveedor de soldadura, altura de la ola de soldadura, velocidad y tiempo de enfriamiento.

Para cumplir con el objetivo, se llevó a cabo en la fase de mejora un Diseño y análisis de experimentos (DOE), con la temperatura y altura de la ola de la soldadura, y la presión de la ola de flux.

Factores	niveles	Corridas experimentales
Temperatura	240 C y 247 C	2x2x2=8
Presión de la ola de flux	0.3 y 0.5	
Altura de la soldadura	6 y 7	

Dr. Jorge Gallardo Gutiérrez

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Presentación de Caso



Tabla de resultados. Número de puntos defectuosos por tarjeta y por corrida experimental.



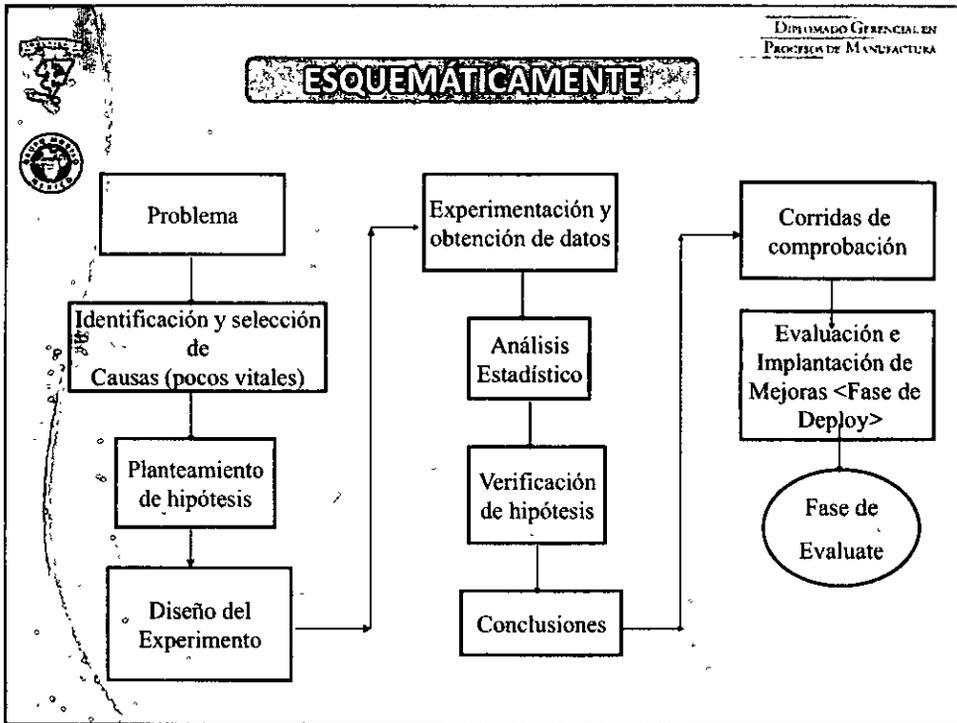
Corrida experimental →

Replica ↓

A Temperatura de soldadura	B Presión de ola del flux	C Altura de ola soldadu	1	2	3
240	0.3	6	7	6	7
247	0.3	6	9	8	9
240	0.5	6	6	6	7
247	0.5	6	10	10	9
240	0.3	7	4	4	5
247	0.3	7	6	7	6
240	0.5	7	7	6	6
247	0.5	7	7	7	7

"SISTEMA" - APLICACIÓN

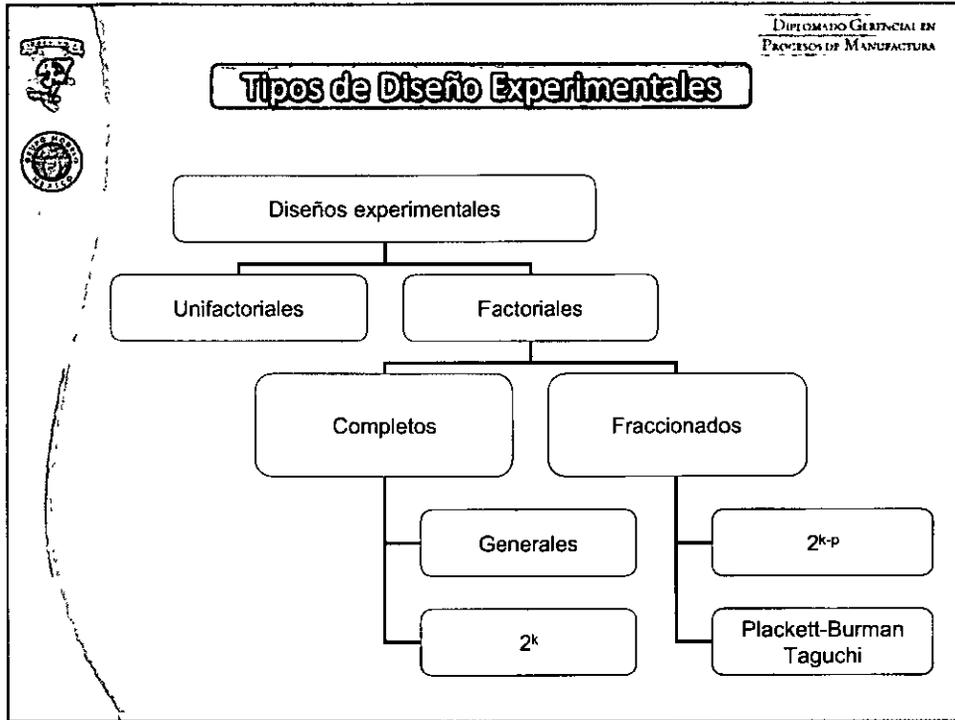
ING. JORGE RAMÓN GARCÍA



- DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA
- Consideraciones del DOE**
- Documentar la información inicial
 - Verificar los sistemas de medición
 - Determinar si las condiciones base serán incluidas en el experimento (Esto es usualmente deseable)
 - Asegurarse de asignar claramente responsabilidades para la recolección de datos apropiada
 - Siempre realizar una prueba piloto para verificar y mejorar los procedimientos de recolección de datos
 - Cuidar y registrar cualquier fuente extraña de variación
 - Analizar los datos rápida y completamente y
- Siempre, siempre...
- Correr una o más pruebas confirmatorias para verificar resultados predichos

Módulo V - "Sigma"

DR. JORGE GARCÍA GUTIÉRREZ



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

FASE DE MEJORA

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

Preguntas a ser respondidas

Quién se ve afectado por el cambio? Cómo se ven afectados? Qué **comportamientos necesitarán cambiarse?**

Qué criterio usaste para **evaluar soluciones potenciales**? Qué actividades han sido consideradas para manejar los **aspectos culturales del cambio**?
 Qué ha sido hecho/será hecho para mejorar?
 Qué cambios necesitan ser hechos para entrenar, medir, monitorear etc. para sostener el cambio?

Dónde fue **validada la solución**?

Dónde la solución será implementada?Cuál es el **Plan de implementación**?

Por qué esta solución fue escogida? Cuáles son los **problemas potenciales con el plan**?

Cómo la solución se relaciona con la causa raíz?

Cómo fue el pilotaje conducido para asegurar la solución óptima encontrada?

Μάθημα V – “Six Sigma”

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Unidad VI

FASE CONTROLAR (Control)

DR. ALFONSO GARCÍA GARCÍA

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Repaso general de la metodología

				
Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
-Seleccionar las calidas 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.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

UNIDAD VI FASE CONTROLAR

OBJETIVO:
Unidad VI.- Identificará la importancia del plan de control como un elemento para mantener las mejoras

CONTENIDO TEMÁTICO:

- Niveles de la etapa de control
- Gráficos de control
- Plan de control
- Validación de las mejoras
 - Ejercicio integrador parte 4

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Cambios del proceso durante el proyecto

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Niveles de la etapa de control :

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

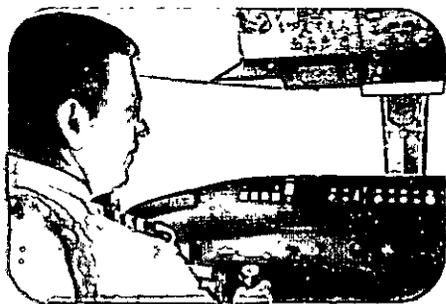
- 1 Estandarización del Proceso.
- 2 Documentación.
- 3 Monitoreo.
- 4 Cierre y difusión del proyecto.



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

Estandarización del Proceso

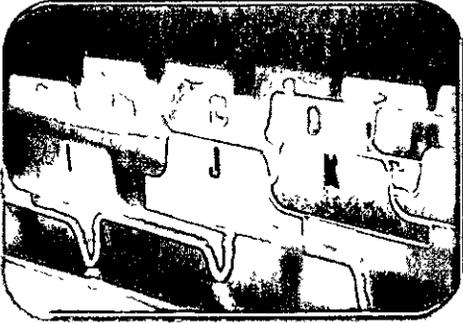
Se establecen las acciones y se definen los cambios que se aplicarán a los sistemas y estructuras que forman parte del proceso, dependiendo lo menos posible de controles manuales y vigilancias sobre el desempeño usando dispositivos a prueba de errores o tecnologías de bajo costo.



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

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.



DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCESOS DE MANUFACTURA

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.



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

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.



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

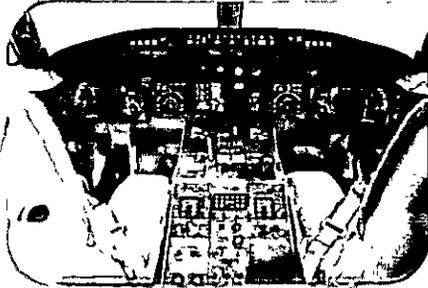
Definición del plan de control

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.



DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

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.

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Importancia del plan de control

- 1) Asegura que los problemas permanecerán resueltos
- 2) Proveerá 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.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCEDIMIENTOS DE MANUFACTURA

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.

DIPLOMADO GERENCIAL EN
PROCEDIMIENTOS DE MANUFACTURA

Partes del plan de control

PLAN DE CONTROL

```

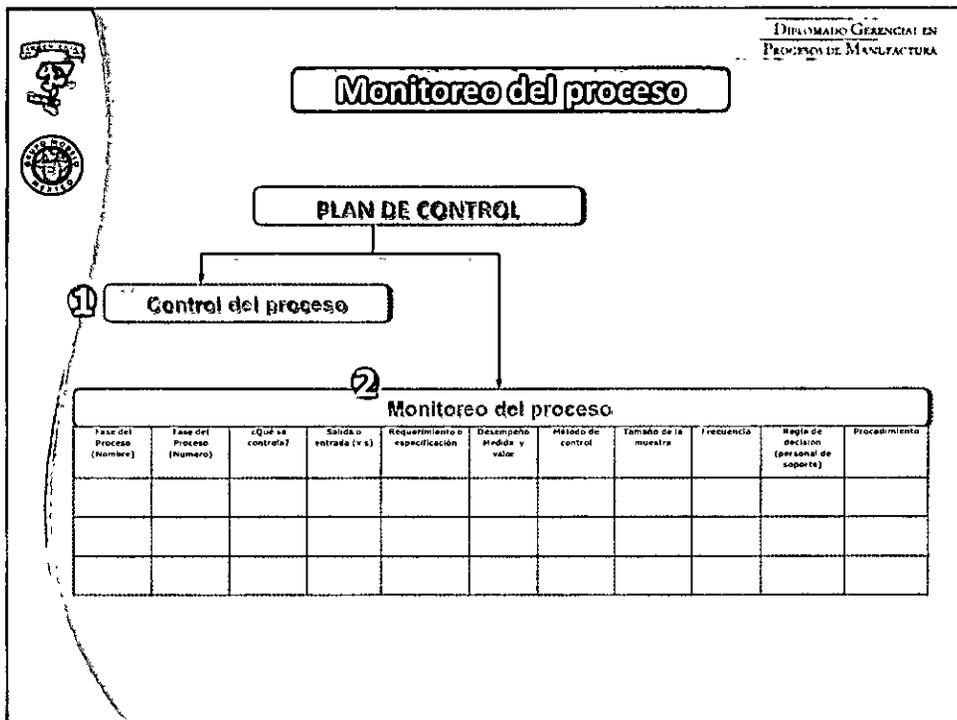
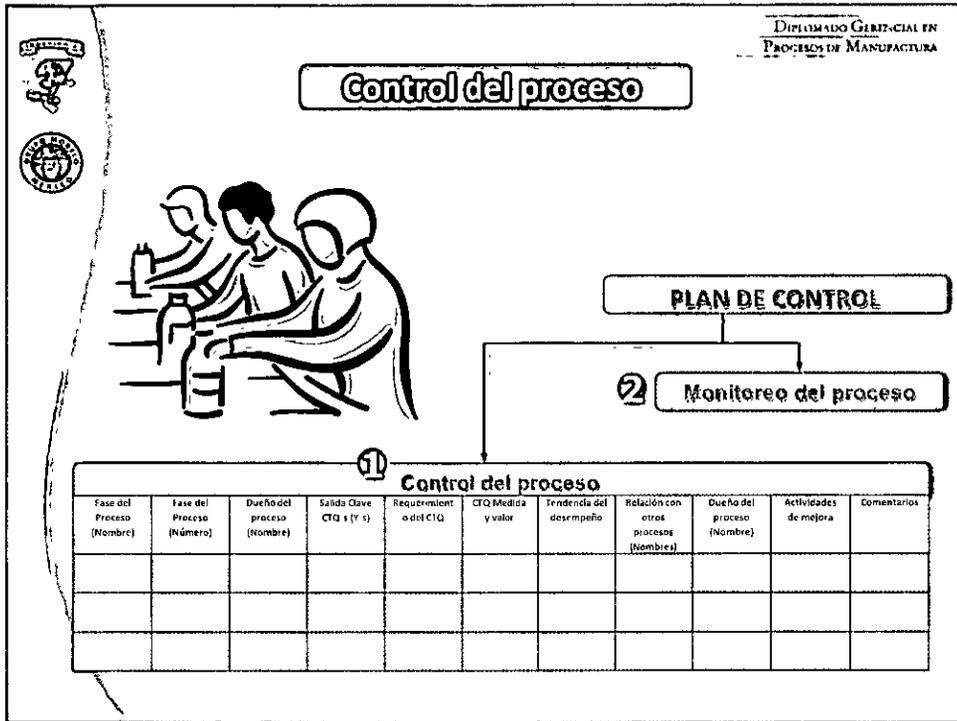
    graph TD
      A[PLAN DE CONTROL] --> B[1 Control del proceso]
      A --> C[2 Monitoreo del proceso]
      
```

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.

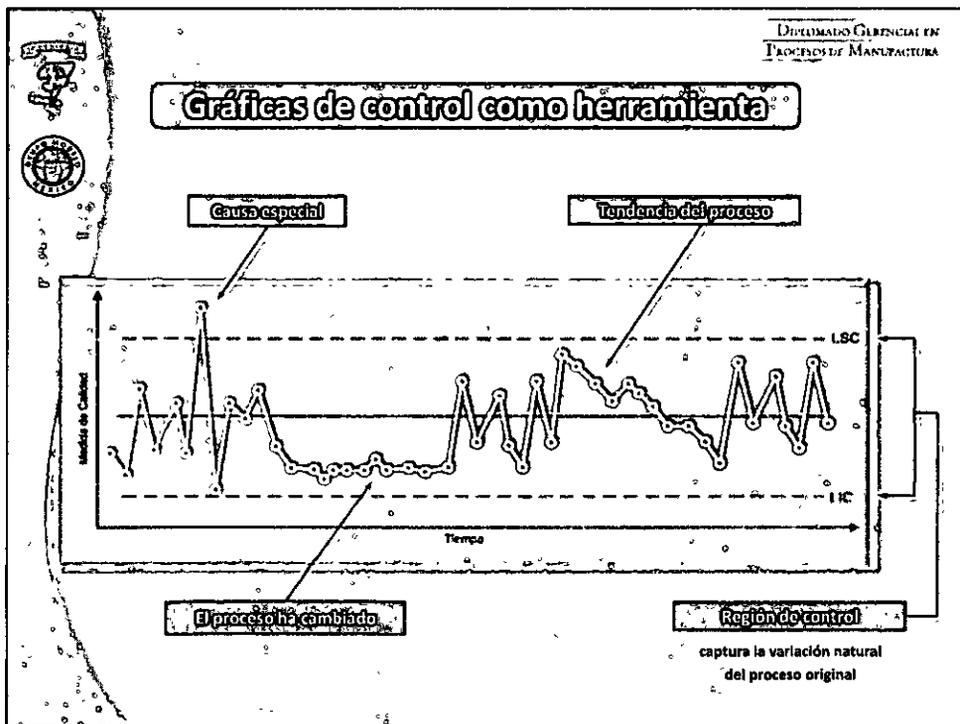
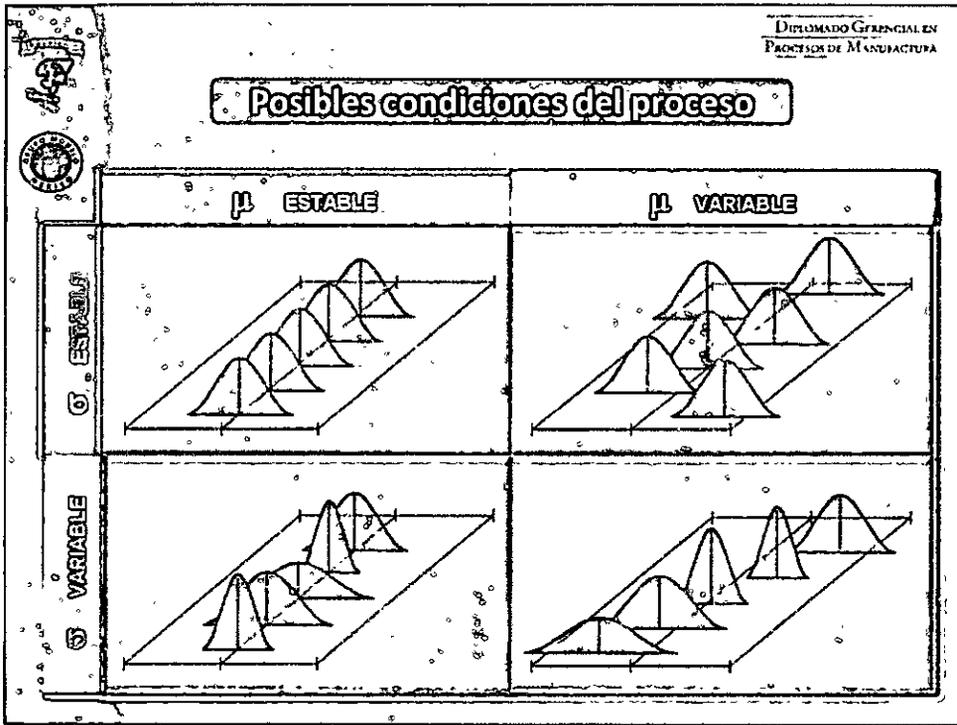
2 Monitoreo del proceso

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.

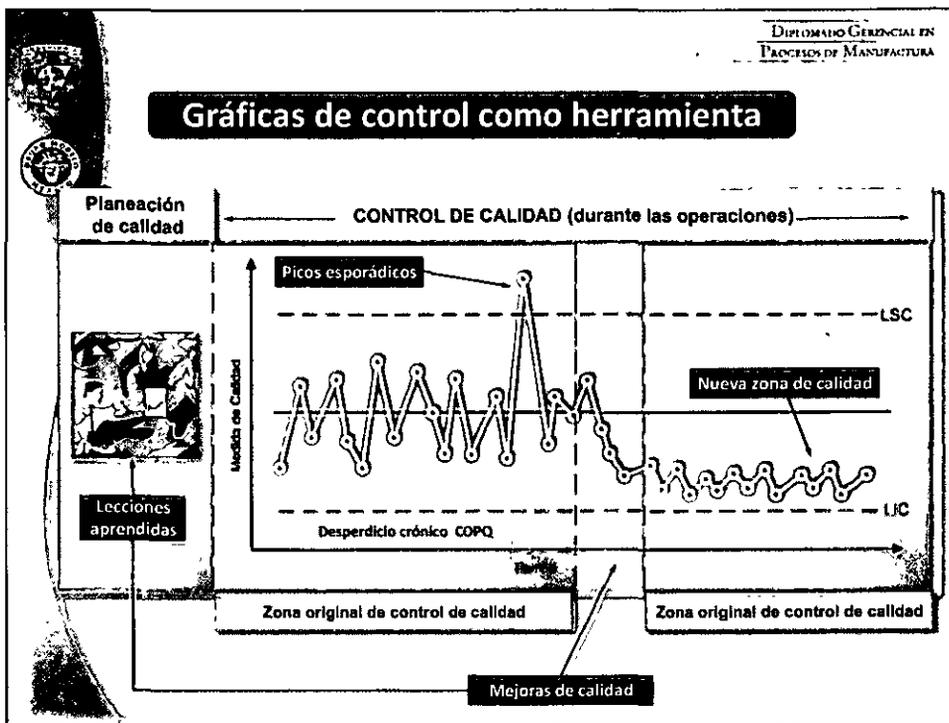


מסגרת תוכנית "סיסטמס" - תוכנית

ד"ר. משה גולדמן, מנהל תוכנית



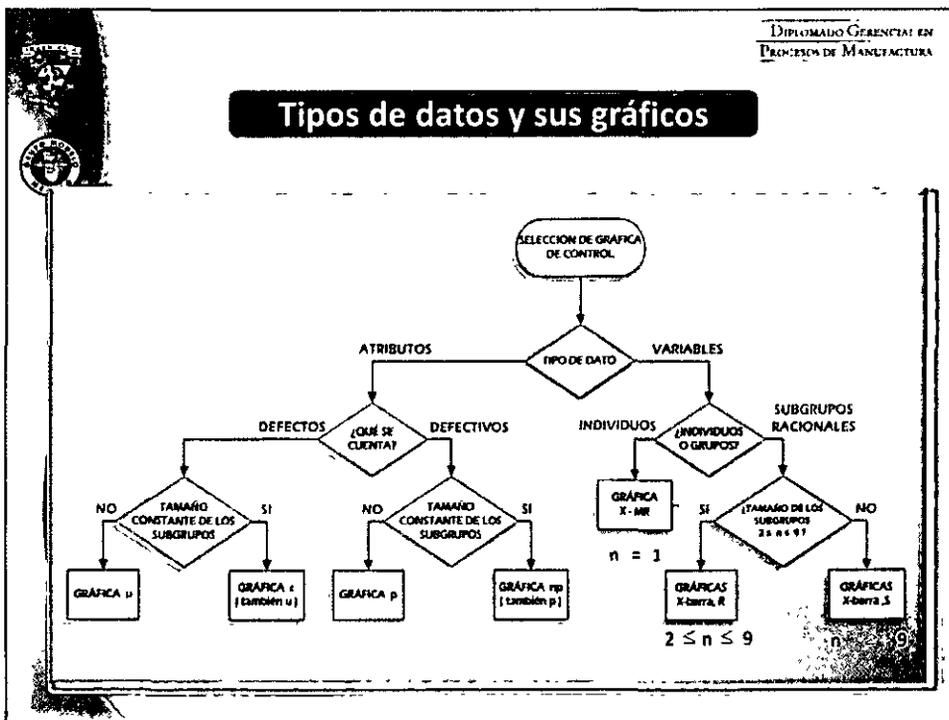
Gráficas de control como herramienta



Módulo V - "Six Sigma"

DR. Jorge Ramírez Gutiérrez

Tipos de datos y sus gráficos



"LLEVA SU SIGMA A OTRO NIVEL"

ING. ROGER GALDINO GARCÍA PÉREZ

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Pasos para la construcción de los gráficos de control

1. Identificar la característica a controlar con 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.

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Gráficas de Medias y Rangos X-R parte R

Ejemplo 11

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 / muestra	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	52 280	51 840
09:40	3	52 370	52 690	52 280	52 530	52 340	52 810
09:45	4	52 480	52 320	52 340	52 060	52 070	52 070
09:50	5	52 060	52 350	51 850	52 020	52 300	52 200
09:55	6	52 580	51 790	52 200	51 900	51 880	52 830
10:00	7	51 820	52 120	52 470	51 820	52 490	52 000
10:05	8	52 510	52 800	52 000	52 470	51 910	51 740
10:10	9	52 130	52 260	52 000	51 890	52 110	52 270
10:15	10	51 180	52 310	51 240	51 590	51 480	51 470
10:20	11	51 740	52 230	52 230	51 700	52 120	52 120
10:25	12	52 380	52 200	52 080	52 080	52 100	52 010
10:30	13	51 880	52 060	51 900	51 780	51 850	51 400
10:35	14	51 840	52 150	52 180	52 070	52 220	51 780
10:40	15	51 980	52 310	51 710	51 970	52 110	52 100
10:45	16	52 320	52 430	53 000	52 280	52 150	52 980
10:50	17	51 820	52 870	52 800	52 890	52 680	52 230
10:55	18	51 940	51 880	52 730	52 720	51 940	52 880
11:00	19	51 390	51 590	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	51 970	51 520	51 480	52 350	51 450	52 190
11:15	22	52 150	51 670	51 670	52 180	52 070	51 810

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

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

Ejemplo 11

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	2.260	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	2.360
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	2.280	2.150	2.070	2.020	2.360
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	1.980	2.050	2.000	2.280
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	2.250	2.130	2.150	2.080	2.020	2.050	2.180
14:00	12	2.250	1.910	1.960	2.040	1.930	2.080	2.280	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	1.920	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	1.930	2.020	2.250	2.050	2.100
17:00	18	1.980	2.300	2.310	2.120	2.080	2.100	2.150	2.350	2.120	2.280
17:30	19	2.080	2.120	2.110	2.220	2.000	1.950	2.150	2.140	2.280	2.310
18:00	20	2.220	2.050	1.930	2.080	2.150	2.270	1.950	2.110	2.120	2.100

DIPLOMADO GERENCIAL EN PROCESOS DE MANUFACTURA

Gráficas de datos individuales I-R

Ejemplo 12

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/dm^3 de los lotes correspondientes a 30 días (k días)

Datos muestrales	
Día	Densidad kg/dm^3
06-may	1.242
06-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	1.184
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	1.284
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