

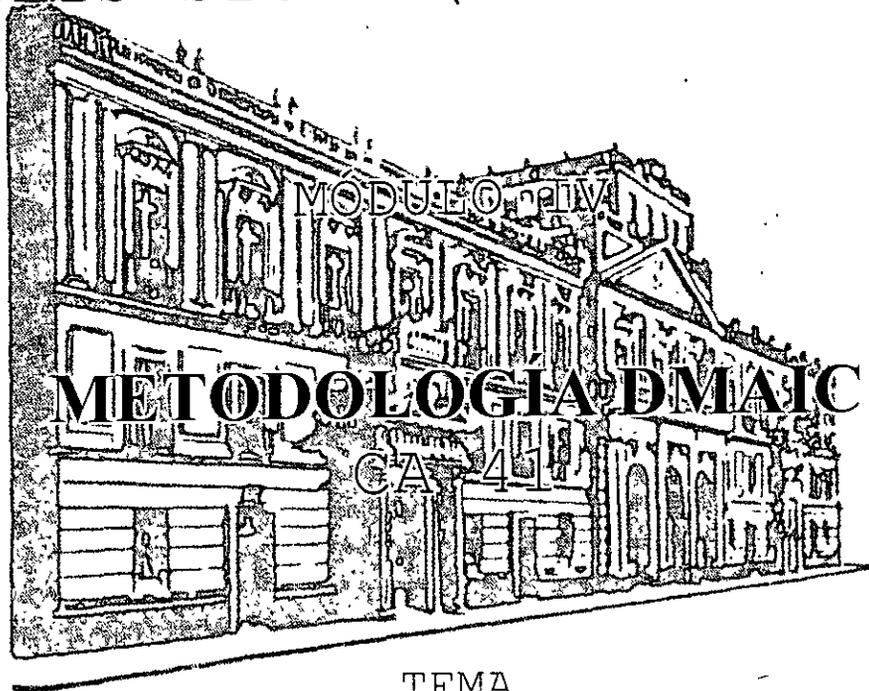


FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
CONTINUA Y A DISTANCIA

DIPLOMADO EN  
SEIS SIGMA (GREEN BELT)



TEMA  
APUNTES GENERALES  
(PRIMERA PARTE)

**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO**  
**DEL 08 DE MARZO AL 05 DE ABRIL DE 2008**  
**PALACIO DE MINERÍA**



## MODULO IV

### METODOLOGÍA DMAIC

#### Diplomado en Seis Sigma Green Belt DECFI

## RECAPITULANDO SIX SIGMA

*Progress Begins Here*

### ¿Qué es Six Sigma?

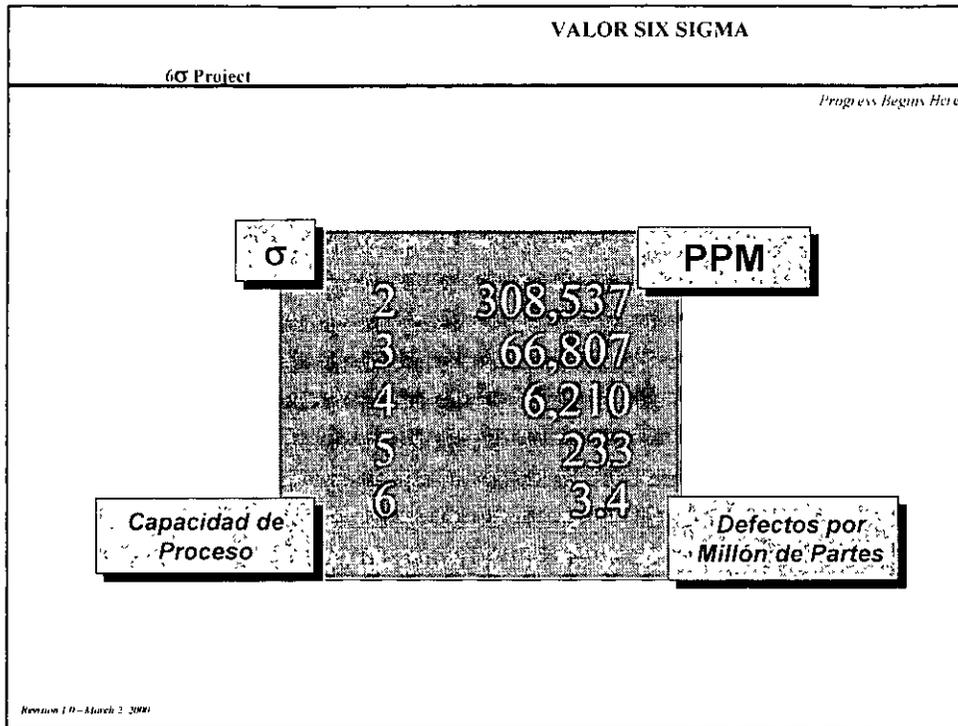
- Visión
- Meta
- Filosofía
- Métrica
- Método
- Herramienta
- Símbolo
- Benchmark
- Valor

- ◆ 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

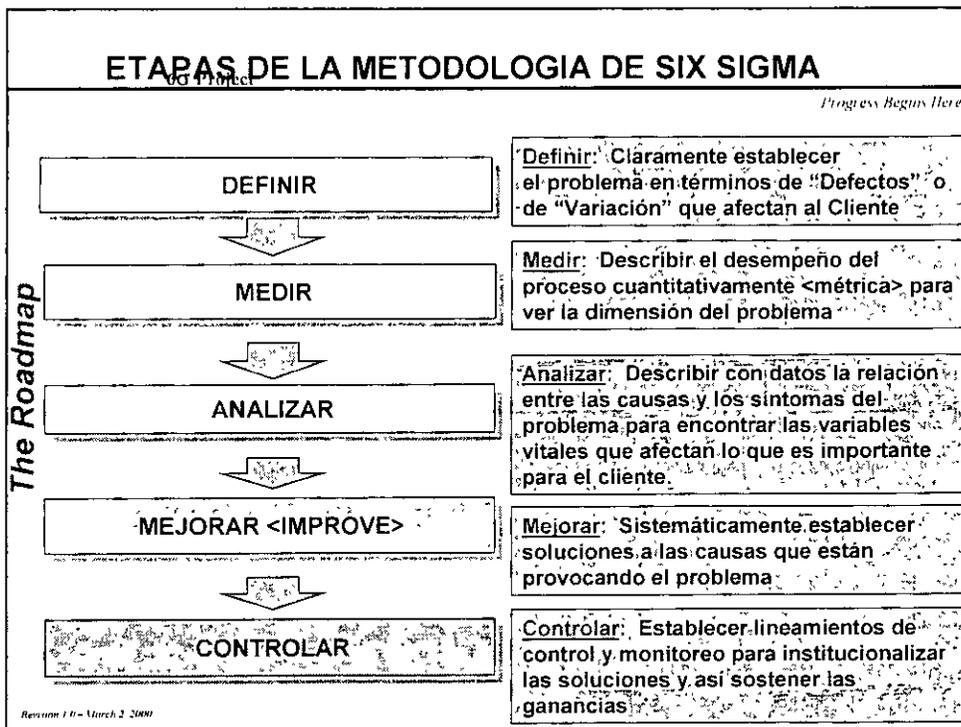
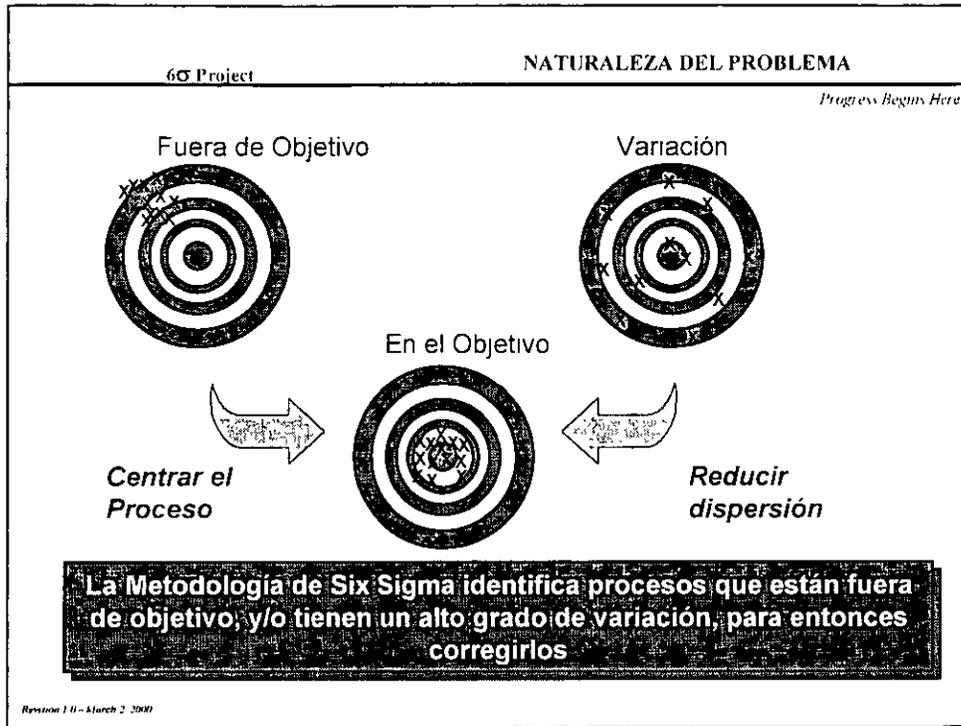


**SIGNIFICADO PRACTICO**

6σ Project *Progress Begins Here*

99% Buenos (3.8 Sigma)	99.99966% Good (6 Sigma)
• 20,000 artículos perdidos de correo por hora	• Siete artículos perdidos por hora
• 5,000 operaciones quirúrgicas incorrectas por semana	• 1.7 operaciones incorrectas por semana
• Dos aterrizajes forzosos en la mayoría de los aeropuertos cada DIA	• Un aterrizaje forzoso cada cinco años
• 200,000 prescripciones medicas equivocadas cada año	• 68 prescripciones equivocadas por año
• Siete horas cada mes sin energía eléctrica	• Una hora sin electricidad cada 34 años
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Objetivos de Six Sigma</b> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de Defectos</li> <li>• Mejora de Rendimiento</li> <li>• Mejoramiento de la Satisfacción del Cliente</li> <li>• Obtención de Calidad máxima</li> </ul>

Revision 1.0 - March 2, 2000



## ROLES Y RESPONSABILIDADES

*Progress Begins Here*

Champions	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Crea la Visión</li> <li>» Aprueba los recursos</li> <li>» Remueve Barreras</li> <li>» Administra Proyectos de las unidades de negocio</li> </ul>
Master-Black Belts	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Ayuda al Champion</li> <li>» Enseña herramientas estadísticas</li> <li>» Enseña Metodología</li> <li>» Revisa avance de Proyectos</li> </ul>
Black Belts	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Es el líder en Proyectos de Gran Alcance</li> <li>» Entrena al Equipo de Trabajo</li> <li>» Aplica la Metodología</li> <li>» Conduce Diseños de Experimentos</li> </ul>
Equipo de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Ayuda al Black Belt</li> <li>» Lidera Proyectos de alcance específico</li> <li>» Entrena al Equipo de Trabajo</li> <li>» Aplica la Metodología</li> <li>» Conduce el Proyecto en relación con su conocimiento de la Metodología</li> <li>» Realiza el seguimiento de los datos</li> <li>» Cumple con los requisitos del equipo para mejorar el proceso</li> <li>» Realiza Proyectos de mejora</li> </ul>
Miembros del Equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Participa activamente en los Proyectos</li> <li>» Ayuda en la Recolección de Datos</li> <li>» Implementa las mejoras al Proceso</li> </ul>

Revisión 1.0 - March 2, 2000

## 6σ Project **METODOLOGIA DMAIC**

*Progress Begins Here*

### **OBJETIVO DEL MODULO:**

- Aprender los elementos que integran la Metodología DMAIC, así como las herramientas que se utilizan en cada etapa

### **CONTENIDO TEMATICO:**

- Unidad I.- Fase de Definición <Define>
- Unidad II.- Fase de Medición <Measure>
- Unidad III.- Fase de Análisis <Analyze>

Revisión 1.0 - March 2, 2000



Unidad 1

FASE DE DEFINICIÓN  
<DEFINE>

Diplomado en Seis Sigma  
DECFI

6σ Project

FASE DE DEFINIR

*Progress Begins Here*

**OBJETIVOS:**

- COMPRENDER EL PROPÓSITO DE LA FASE DE DEFINICIÓN Y LA SALIDA ESPERADA EN ESTA ETAPA,
- INTERPRETAR Y APLICAR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:
  - Selección y Alineación de un Proyecto con la Estrategia de Negocios
  - Elementos a considerar en la Definición del Proyecto
  - Estructura del sumario de Planteamiento del Proyecto
    - Elementos para Enunciar adecuadamente un Problema
    - Críticos para la Satisfacción del Cliente (Diagrama de afinidad)
    - Cuantificación de la Métrica de desempeño
    - Objetivo y Alcance del Proyecto (Diagrama SIPOC)
    - Elementos para conformar al Equipo de Trabajo
      - Determinación de los Beneficios del Proyecto (usando COPQ)
      - Elementos a considerar en sesiones de Tollgate

Revisión 1.0 - March 2, 2000

**FASE DE DEFINIR**

- 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 permitira fluir con mayor rapidez a la siguiente fase

**FASE DE 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?)

**¿QUÉ PASA SI NO REALIZAMOS ESTE PROYECTO?**

## **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)

**PROJECT CHARTER**

- El Project Charter es un documento donde se plasma el acuerdo entre el Champion, Green Belt y eventualmente el equipo de trabajo acerca de lo que se espera obtener
- Ayuda a:
  - Clarificar lo que se espera de ti, del equipo y del administrador del proceso.
  - Mantener al equipo enfocado.
  - Empezar el dialogo de problemas y responsabilidades.
  - Transferir el proyecto a la línea gerencial.

Revision 1.0 - March 2, 2000

**ELEMENTOS DEL PROJECT CHARTER****Definición del Problema:**

Cual es el problema? Insatisfacción con el producto o servicio recibido.

Nota: Va a requerir redactarlo en base a datos obtenidos, hechos, situaciones. (ej. Scrap, principales problemas, revisión inicial del plan de muestreo, etc.)

**CT's: (Proceso Ideal, producto o servicio)**

**CTD:** Conocer la programación (Cuando se necesite)

**CTQ:** Características que son requeridas.

**CTC:** Capacidad a la primera vez.

**Definición del Defecto:**

1) Unidad de no conformidad para el cliente.  
(Nb: Separar defectos no relacionados = 2 proyectos)

**Objetivo del Proyecto:**

- 1) Identificar mayores causas de no conformidad (es).
- 2) Implementar la solución óptima basada en el manejo de datos de entrada.

Revision 1.0 - March 2, 2000

**Formula del Métrico/ Defecto:**

**DPU:** =  $\frac{\text{Total de unidades no conformes} \times 100}{\text{Total de unidades procesadas/tiempo}}$   
(Patrocinador reportará semanalmente metrics)

**ACTUAL:** Establecer línea de base (MSA).

**GOAL:** LT 3s =90%; GT 3s =50% Reducción

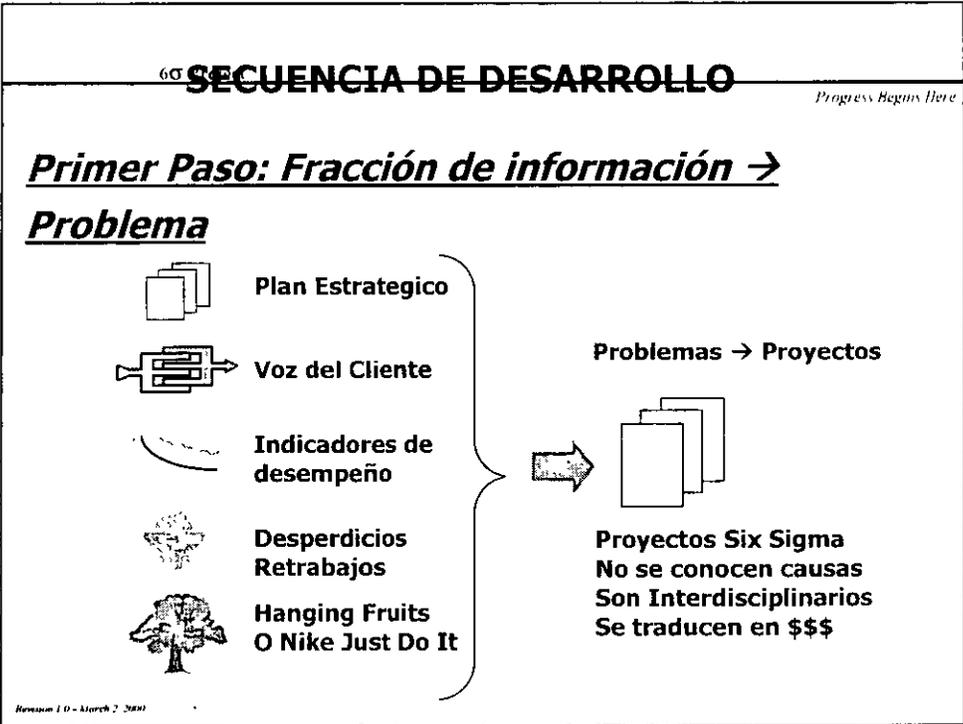
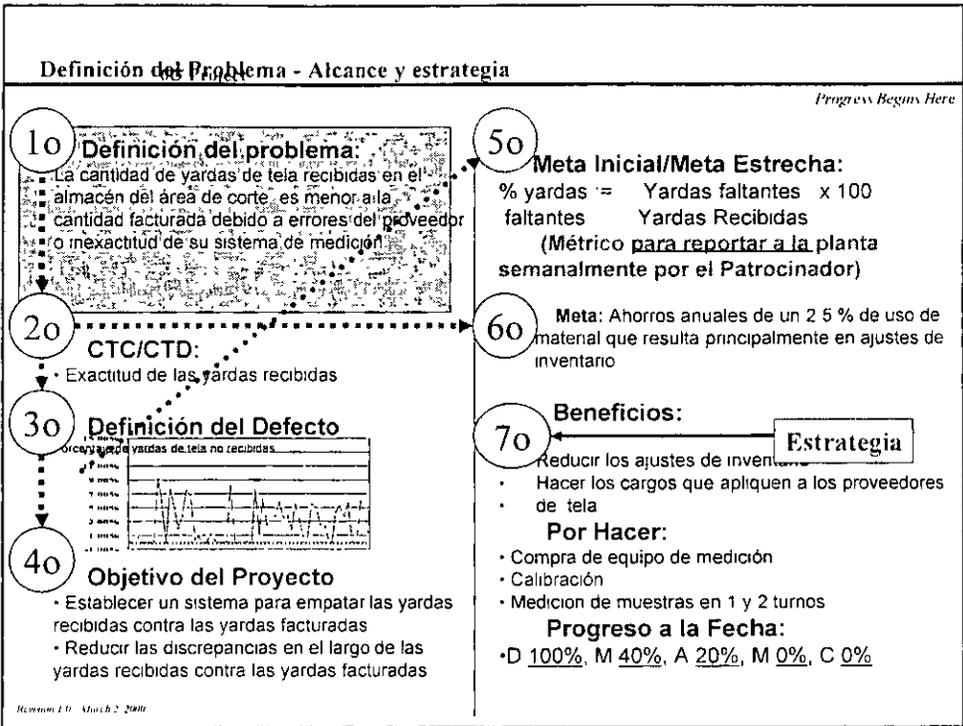
**STRETCH:** Benchmark favorecedor.

**Beneficios: (COPQs traducidos a CT's)**

- CTD = reducir inventario etc.
- CTQ = Desempeño del producto /necesidades conocidas.
- CTC = Reducir retrabajos/reposición del costo.

**Por hacer: (Programa/Entregables)**

- Desarrollar el alcance de la definición del proyecto.
- Identificar equipo de trabajo y miembros del equipo
- Desarrollar un mapeo del proceso con datos de puntos de recolección.
- Desarrollar un plan de trabajo





## EJEMPLOS DE DEFINICION DE PROBLEMAS ENFOCADOS

Progress Begins Here

SITUACION	GENERAL O VAGO	ALGO ENFOCADO	ENFOQUE DELIMITADO
Heridas	Tensiones en los musculos	Alto numero de tensiones en los musculos 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

## COMPARANDO DEFINICIONES DE PROBLEMAS

Progress Begins Here

Toma mucho tiempo terminar los libros

Que: Terminar los libros  
Cual: Toma mucho tiempo

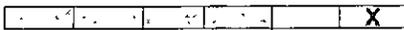


General o Vago      Algo enfocado      Enfoque delimitado

No Incluye: Que departamentos tienen problema  
Si el problema sucede todo el tiempo o no  
Que tipos de libros tienen mayor retraso

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

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



General o Vago      Algo enfocado      Enfoque delimitado

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

Que: Cuentas de hospital no precisas  
Quien: Pacientes de cirugía  
Donde: Hospital ABCD



General o Vago      Algo enfocado      Enfoque delimitado

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

Revisión 1.0 - Abril 2, 2000

## 6σ Project **SECUENCIA DE DESARROLLO**

Progress Begins Here

### **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: Oley, Bob, Rudy, Connelly, Edna y Monday. Okey.  
—Rudyard Kipling

Revision 1.0 - March 2, 2000

## 6σ Project **ELEMENTOS DEL PROJECT CHARTER**

Progress Begins Here

10

### **Definición del Problema:**

Cual es el problema / insatisfacción con el producto o servicio recibido.

Nota: Va a requerir redactario en base a datos obtenidos, hechos, situaciones. (e.g. Scrap; principales problemas; revisión inicial del plan de muestreo, etc.)

### **CT's: (Proceso Ideal, producto o servicio)**

**CTD:** Conocer la programación (Cuando se necesite)

**CTQ:** Características que son requeridas.

**CTC:** Capacidad a la primera vez.

### **Definición del Defecto:**

1) Unidad de no conformidad para el cliente (Nb: Separar defectos no relacionados = 2 proyectos)

### **Objetivo del Proyecto:**

1) Identificar mayores causas de no conformidad (es).  
2) Implementar la solución óptima basada en el manejo de datos de entrada

### **Formula del Métrico/ Defecto:**

**DPU:** =  $\frac{\text{Total de unidades no conformes} \times 100}{\text{Total de unidades procesadas/tiempo}}$   
(Patrocinador reportará semanalmente metrics)

**ACTUAL:** Establecer línea de base (MSA).

**GOAL:** LT 3s = 90%; GT 3s = 50% Reducción

**STRETCH:** Benchmark favorecedor.

### **Beneficios: (COPQs traducidos a CT's)**

- CTD = reducir Inventario etc.
- CTQ = Desempeño del producto /necesidades conocidas.
- CTC = Reducir retrabajos/reposición del costo.

### **Por hacer: (Programa/Entregables)**

- Desarrollar el alcance de la definición del proyecto.
- Identificar equipo de trabajo y miembros del equipo
- Desarrollar un mapeo del proceso con datos de puntos de recolección
- Desarrollar un plan de trabajo

Revision 1.0 - Mar. 2, 2000

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

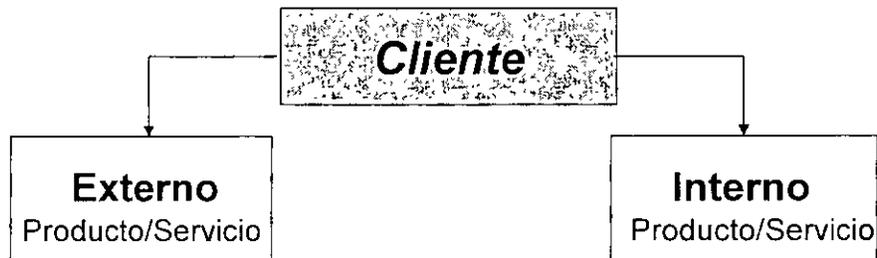
crítico para la satisfacción (CTS) → VOC (Voice of Customer)

1. Crítico para la Calidad (CTQ)
2. Crítico para la Entrega (CTD)
3. Crítico para el Costo (CTC)
4. Crítico para el Ambiente, la Seguridad (CTX)

Revision 1.0 - March 2, 2001

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

Revision 1.0 - March 2, 2001

**Cientes son los que Reciben Productos/Servicios**

Revisión 1.0 - March 2, 2000

- **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 habra 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)

Revisión 1.0 - March 2, 2000

6σ Project **COMO CREAR UN SIPOC**

*Progress Begins Here*

- Menciona el Nombre el proceso ( ¿Cuál es?)
- Lista las salidas clave y clientes de ese proceso (¿Qué producto o servicio hace este proceso?, ¿Quién usa ese producto o servicio?)
- Lista las entradas clave y proveedores (¿Qué material y/o información es necesaria para producir la salida?, ¿De quién viene este material y/o información?)
- Clarifica donde inicia y termina el proceso (Fronteras del proceso)
- Identifica, nombra y ordena los pasos del proceso a alto nivel

Revision 1.0 March 2, 2000

6σ Project **COMO LUCE EL SIPOC**

*Progress Begins Here*

<i>Supplier</i>	<i>Inputs</i>	<i>Process</i>	<i>Outputs</i>	<i>Customers</i>
Oficina de Papelería	Papel		Copia	Tu mismo
Compañía proveedora	Puesta a punto de Copiadora			Archivo
Tu mismo	Original			Otros



Revision 1.0 March 2, 2000

- ✓ **1. Identifica quién es el cliente**
- 2. Identifica qué es Crítico para la Satisfacción**
- 3. Categoriza cada Característica de Salida**

- 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?

- **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.

Revision 1.0 - March 2, 2000

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

Ojalá tuvieran lavadora fresca	Las manzanas que compre se pusieron feas	La semana pasada me dijo 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

Revision 1.0 - March 2, 2000

## 6σ Project **DIAGRAMA DE AFINIDAD**

*Progress Begins Here*

- 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

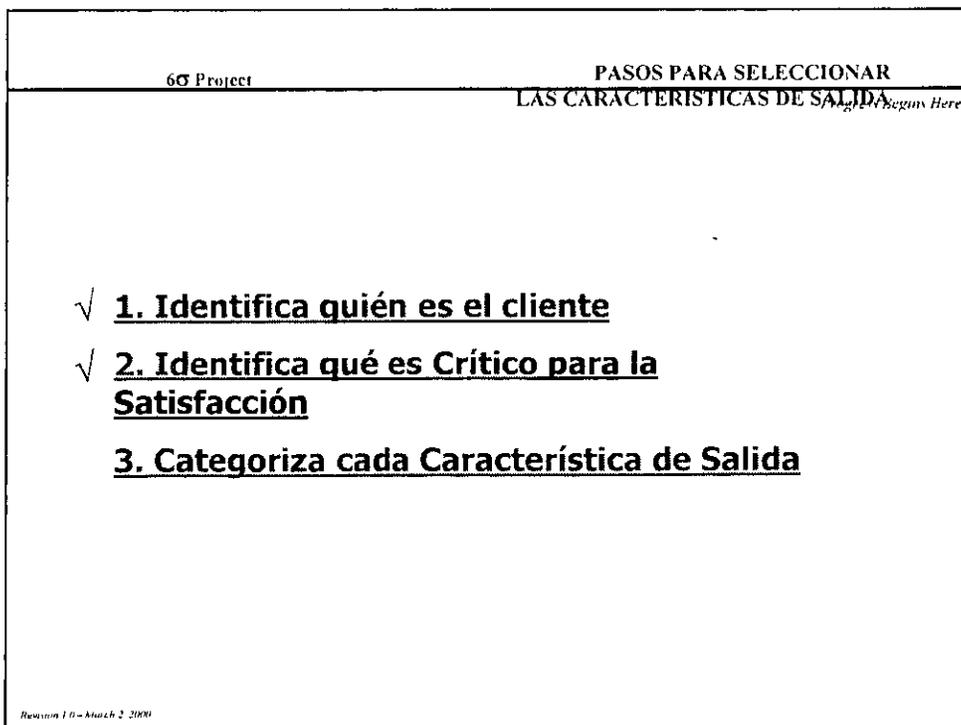
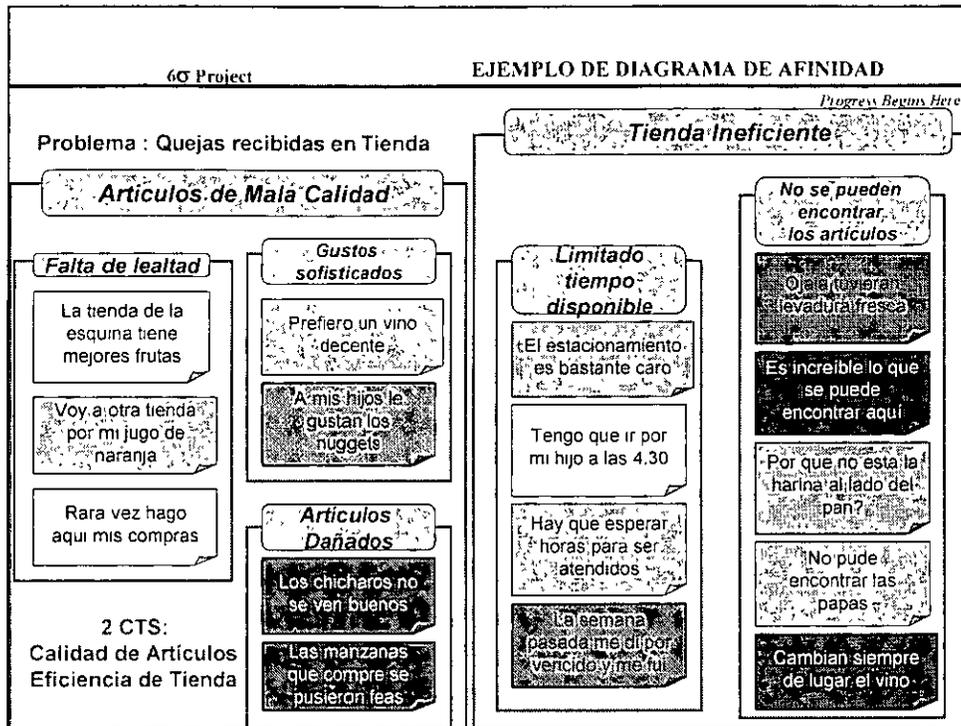
Revision 1.0 - March 2, 2000

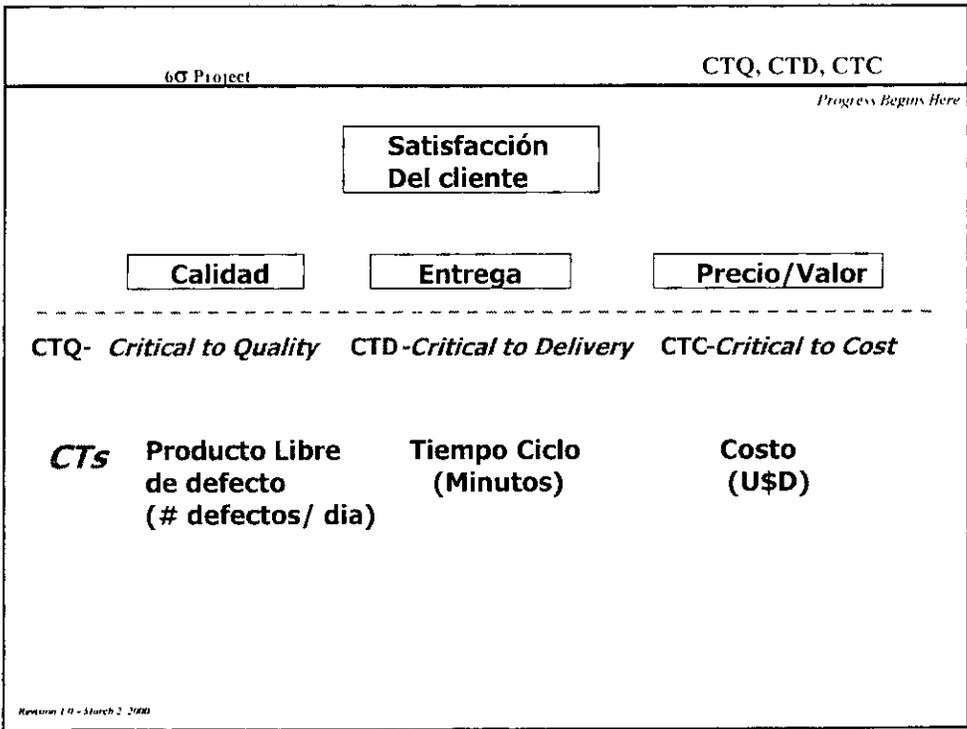
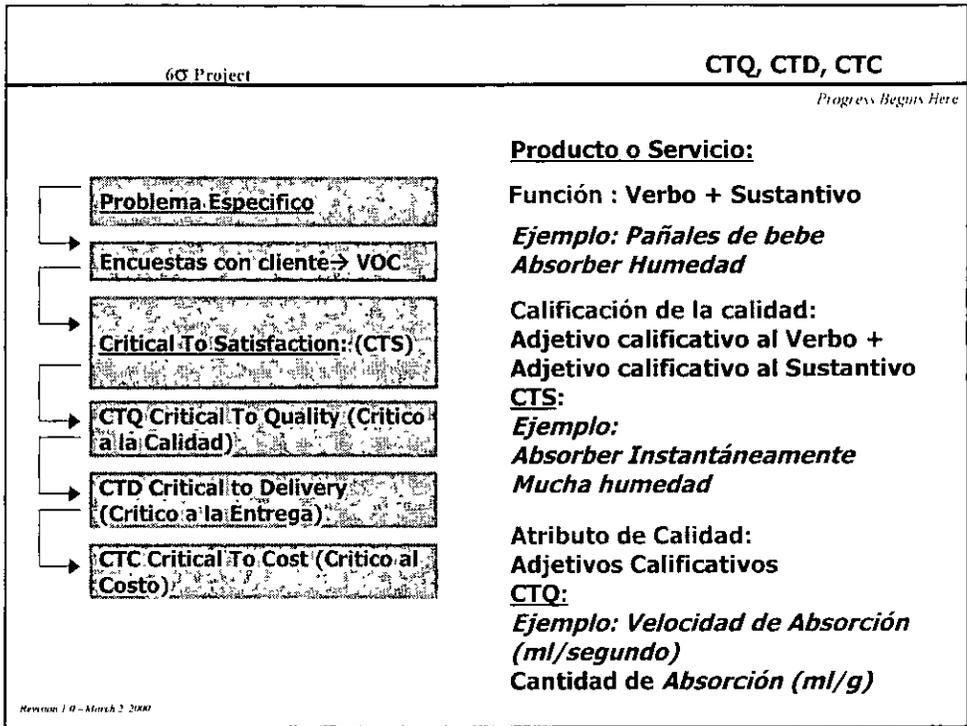
## **COMO CREAR UN DIAGRAMA DE AFINIDAD**

*Progress Begins Here*

1. Plantea el problema bajo discusión en un enunciado
2. Registra cada idea u opinión en un Post it. Usa al menos un verbo y un sustantivo. Evita usar palabras simples. De 4 a 7 palabras trabajan bien. 40 o 60 ideas es un numero bueno para un diagrama de afinidad.
3. Ordena las ideas simultáneamente dentro de 5-10 grupos relacionados o afines.
4. Confirma con cada persona si se siente cómodo con el agrupamiento de ideas
5. Para cada grupo, crea un encabezado resumen que capture la idea o tema central de las ideas agrupadas en el
6. Crea un encabezado que combine la idea central de los grupos
7. Dibuja el diagrama de afinidad conectando todos los encabezados con sus agrupaciones

Revision 1.0 - March 2, 2000



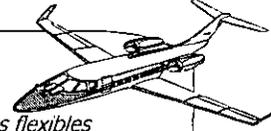




CTS :

Nosotros Necesitamos:

- Largo Rango de viaje
- Cabina Grande e interiores flexibles
- Suportado por una excelente red de servicio
- Acabado estético
- Precio Competitivo
- etc.



### CTS TRADUCIDOS A : REQUERIMIENTOS DE CALIDAD, ENTREGA O COSTO;

- Rango de 6,500nm a una velocidad de M0.85;
- Tamaño de cabina para acomodar a 3 personas
- Interior Flexible para alojar de 8 a 19 pasajeros y 4 tripulantes
- Costo abajo de \$40 M;
- Disponibilidad en el segundo semestre de 2008
- Acabado metálico exterior
- etc.

Revision 1.0 - March 2, 2008

## ELEMENTOS DEL PROJECT CHARTER

10

### Definición del Problema:

Cuál es el problema / Insatisfacción con el producto o servicio recibido.

Nota: Va a requerir redactarlo en base a datos obtenidos, hechos, situaciones. (ej. Scrap; principales problemas; revisión inicial del plan de muestreo, etc)

20

### Definición del Problema:

**CTD:** Conocer la programación (Cuando se necesite)

**CTQ:** Características que son requeridas.

**CTC:** Capacidad a la primera vez.

### Definición del Defecto:

1) Unidad de no conformidad para el cliente.  
(Nb: Separar defectos no relacionados = 2 proyectos)

### Objetivo del Proyecto:

- 1) Identificar mayores causas de no conformidad(es).
- 2) Implementar la solución óptima basada en el manejo de datos de entrada.

### Formula del Métrico/ Defecto:

$$DPU = \frac{\text{Total de unidades no conformes} \times 100}{\text{Total de unidades procesadas/tiempo}}$$

(Patrocinador reportará semanalmente metricos)

**ACTUAL:** Establecer línea de base (MSA).

**GOAL:** LT 3s = 90%; GT 3s = 50% Reducción

**STRETCH:** Benchmark favorecedor.

### Beneficios: (COPQs traducidos a CT's)

- CTD = reducir inventario etc.
- CTQ = Desempeño del producto /necesidades conocidas.
- CTC = Reducir retrabajos/reposición del costo.

### Por hacer: (Programa/Entregables)

- Desarrollar el alcance de la definición del proyecto.
- Identificar equipo de trabajo y miembros del equipo.
- Desarrollar un mapeo del proceso con datos de puntos de recolección.
- Desarrollar un plan de trabajo

Revision 1.0 - March 2, 2008

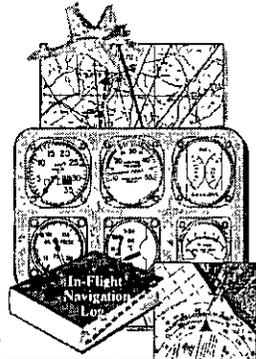
## DEFINIENDO ESTANDARES DE DESEMPEÑO

GC Project

Progress Begins Here

*“Cuando puedes medir lo que estas hablando, y expresarlo en números, tu sabrás algo acerca de esto; pero cuando no puedes expresarlo en números, tu conocimiento será escaso e insatisfactorio. Tal vez sea el inicio del conocimiento, y a.C. en tus pensamientos, avanzaras hacia el estado de la ciencia.”*

Lord Kelvin



Revision 1.0 - March 2, 2000

Sumario:  
Haz que la  
Medición  
tenga  
significado

## DEFINIENDO ESTANDARES DE DESEMPEÑO

Progress Begins Here

### ◆ 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?

Revision 1.0 - March 2, 2000

6σ Project	<b>DEFECTO / METRICA</b>	<i>Progress Begins Here</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si queremos saber si el proyecto va a tener éxito o no hay que, primeramente:</li> <li>- Describir en <u>detalle el/los defecto (s)</u> y su impacto en los requerimientos del Cliente.</li> <li>- Determinar el medible apropiado para medir el defecto. <ul style="list-style-type: none"> <li>» Describir la actuación normal en una o dos frases.</li> <li>» Asegúrese que su <u>definición de la especificación se entienda y satisfaga a todos los clientes.</u></li> </ul> </li> </ul>		
Revision 1.0 - March 2, 2000		

6σ Project	<b>DEFECTO / METRICA</b>	<i>Progress Begins Here</i>
<h3>Definición de Defecto en Proyectos 6 sigma</h3>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ <b>Para efectos de proyectos 6 Sigma , la definición del defecto toma la forma de una especificación numérica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ <b>...diámetro de orificios deberán ser de 0.500" +/- 0.005" (por lo tanto un DEFECTO es cualquier orificio con diámetro mayor que 0.505" o menor que 0.495").</b></li> <li>☞ <b>...señal de amplitud deberá ser mayor que 0.200 voltios pico-. (por lo tanto un DEFECTO es una amplitud medida menor que 0.200 voltios).</b></li> </ul> </li> </ul>		
Revision 1.0 - March 2, 2000		

6σ Project	<b>Ejemplos de DEFECTO / METRICA (¿Está BIEN o MAL?)</b>
<i>Progress Begins Here</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Para este Proyecto Un defecto es cualquier torque menor de 80 Nm. El Torque deberá ser medido por un calibrador Pasa/No Pasa.</li> <li>◆ Ocurrencias de "Fletes Extraordinarios" causadas por cosas internas de la planta en exceso de 5 envíos por mes no son aceptables.</li> <li>◆ Diámetro de soldadura del alambre deberá ser .050 +/- .002"</li> <li>◆ Cualquier cantidad en Dólares de Tiempo Extra en línea 3 sera considerado un defecto.</li> </ul>	
<small>Revision 1.0 March 2, 2000</small>	

6σ Project	<b>DEFECTO / METRICA</b>
<i>Progress Begins Here</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Para <u>determinar o confirmar</u> si la métrica refleja el desempeño para tu proceso hay varias preguntas que debes considerar. <ul style="list-style-type: none"> <li>» ¿Es clara?</li> <li>» ¿Es correcta?</li> <li>» ¿Son correctas las unidades?</li> <li>» ¿Por qué existe (si esta encadenada a CTQ)?</li> <li>» ¿Qué si no hay especificación? Genera una <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejemplo. ¿Qué es un "Tiempo de Ciclo" aceptable? ¿Qué es un "Premium Freight" aceptable?</li> <li>- Entonces define niveles de aceptación</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
<small>Revision 1.0 March 2, 2000</small>	

Niveles de Métricas



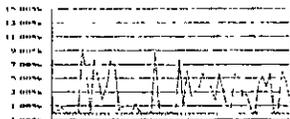
Revisión 1.0 - March 2, 2000

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 factura



**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

**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

**Beneficios:**

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

**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%, M 0%, C 0%

Revisión 1.0 - March 2, 2000

- Defina los Objetivos de Desempeño
  - ¿CUAL ES LA META PARA EL PROYECTO?
  - ¿QUE TANTA MEJORA ESTAMOS BUSCANDO?

- ◆ **Implica saber donde 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)**

- ◆ Este es un método para fijar Objetivos de desempeño.

<i>Valor Sigma Corto Plazo</i>	<i>Meta de Reducción</i>
------------------------------------	------------------------------

<=3	90%
>3	50%

<i>Defectos por Millón de</i>	<u>Actual</u>	<u>Meta</u>	<u>Meta Estrecha</u>
<b>DPMO</b>	<b>110,000</b>	<b>11,000</b>	<b>5,500</b>
<b>Sigma</b>	<b>2.7</b>	<b>3.8</b>	<b>4.0</b>

90 %

50 %

- ◆ **Metas del negocio u objetivos operacionales:**
  - » Por ejemplo, el nivel de reducción necesario del defecto para permitir la eliminación de la contención requerida por el cliente.
  
- ◆ **Requerimientos del cliente**

¿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)

- 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.

ELEMENTOS DEL PROJECT CHARTER

**10** **Definición del Problema:**  
 ¿Cuál es el problema / insatisfacción con el producto o servicio recibido.  
 Nota: Va a requerir redactarlo en base a datos obtenidos: hechos, situaciones (ej: Scrap; principales problemas; revisión inicial del plan de muestreo, etc)

**20** **Contexto:** (Proceso Ideal, producto o servicio)  
 Conocer la programación (Cuando se necesite)  
**CTQ:** Características que son requeridas  
 Capacidad a la primera vez

**30** **Definición del Defecto:**  
 1) Unidad de no conformidad para el cliente.  
 (Nb Separar defectos no relacionados = 2 proyectos)

**40** **Objetivo del Proyecto:**  
 1) Identificar mayores causas de no conformidad(es)  
 2) Implementar la solución óptima basada en el manejo de datos de entrada

**50**  
**Formula del Métrico/ Defecto.**  
 $DPU = \frac{\text{Total de unidades no conformes} \times 100}{\text{Total de unidades procesadas/tiempo}}$   
 (Patrocinador reportará semanalmente métricos)

**ACTUAL:** Establecer línea de base (MSA)  
**GOAL:** LT 3s =90%, GT 3s =50% Reducción  
**STRETCH:** Benchmark favorecedor

**Beneficios:** (COPQs traducidos a CT's)  
 • CTD = reducir inventario etc  
 • CTQ = Desempeño del producto /necesidades conocidas  
 • CTC = Reducir retrabajos/ reposición del costo

**Por hacer:** (Programa/Entregables)  
 • Desarrollar el alcance de la definición del proyecto  
 • Identificar equipo de trabajo y miembros del equipo  
 • Desarrollar un mapeo del proceso con datos de puntos de recolección  
 • Desarrollar un plan de trabajo

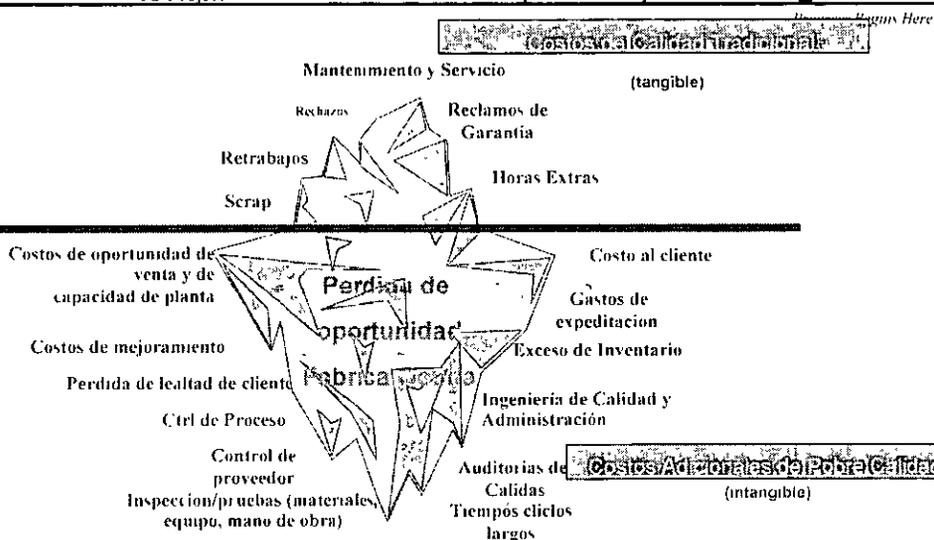
**El Costo de la Pobre Calidad (COPQ) es el costo cuantificable asociado con no producir el producto o realizar el servicio bien la primera vez.**

**Fabrica Oculta**

**Específicamente:**

- todos los costos que estén 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.

**Costo de Pobre Calidad (COPQ) "Iceberg"**



**Necesitamos investigar la Oportunidad Oculta!**

- ◆ **Imagina que tu estás produciendo paneles de cubiertas de vinil moldeados por inyección para puertas de General Motors. Alrededor del 10% de las puertas tienen un defecto cosmético en el vinil. Algunos de los paneles pueden ser retrabajados y embarcados. Algunos no pueden ser reparados y se desperdician. Algunas veces es difícil ver el defecto y los paneles son enviados al cliente.**

***Cuales son todos los posibles Costos de Pobre Calidad relacionados con este defecto.***

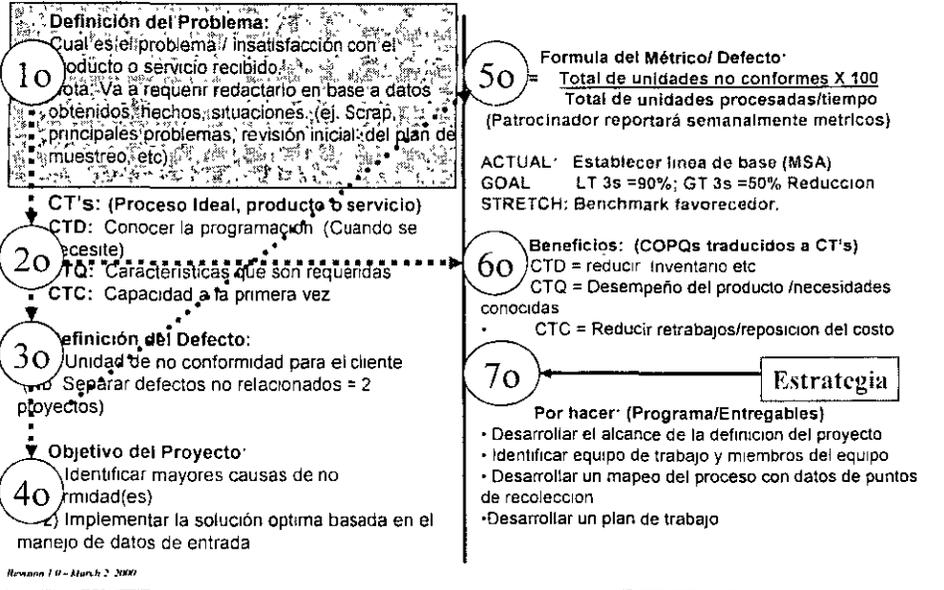
Revision 1.0 - March 2, 2000

- Los beneficios obtenidos del costo de la pobre calidad deben ser medibles y deben impactar directamente a la línea de fondo.
- La base de COPQ establecida debe relacionarse al proyecto. Los ahorros del proyecto son típicamente calculados en base anual.
- Recuerda que el COPQ existe por todas partes y la fábrica oculta debe explorarse completamente.

Revision 1.0 - March 2, 2000

## ELEMENTOS DEL PROJECT CHARTER

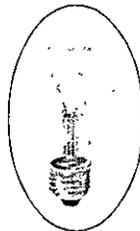
Progress Begins Here



## EQUIPO DE TRABAJO

Progress Begins Here

Proveen experiencia en sus procesos y áreas



Ayudan a los BB's y GB's en completar sus proyectos



Ayudan a la línea gerencial a implementar las mejoras y sostener las ganancias

Revision 1.0 - March 2, 2000

## DESPLIEGUE DE LA METODOLOGIA

Progress Begins Here



A través de la familiaridad de la metodología Six Sigma el equipo de trabajo además de entenderla, usara herramientas para mejorar los procesos en sus areas de trabajo.

Revision 1.0 - March 2, 2009

## SELECCIONANDO A LA GENTE CORRECTA

Progress Begins Here

**Asegura el Sentido De pertenencia**

- Educa al dueño de proceso en el logro de objetivos
- Establece "Para que estoy aqui"
- Comunica objetivos de negocio claros

**Desarrolla un Plan De entrenamiento**

- Identifica potenciales BB's, GBs y a tu equipo de trabajo
- Relaciona su ayuda con el proyecto
- Prueba el ajuste de la persona con el proyecto
- Asigna formalmente el equipo de trabajo
- Elabora un plan de trabajo y entrenamiento

**Dedica tiempo para Entrenar y aplicar La metodologia**

- Planea el Training
- Identifica habilidades del equipo
- Asigna un tiempo para el desarrollo de las juntas con el equipo de trabajo
- Asegura la ayuda del Master y Champion Y del BB
- Administra el desempeño del proyecto

**Garantiza los recursos Correctos y de soporte**

- Identifica los Recursos necesario para apoyar el éxito del proyecto
- Define multifuncionalmente Al equipo de trabajo
- Optimiza los recursos

**SALIDA ESPERADA**  
El dueño del proceso correcto y  
El equipo lider con compromiso

Revision 1.0 - March 2, 2009

## ANÁLISIS DE STAKEHOLDER → ESCALA DE COMPROMISO

Progress Begins Here

- El análisis de stakeholder es una herramienta para identificar y asegurar el soporte de la gente hacia el cumplimiento del proyecto y además para remover cualquier resistencia del mismo
- Esta herramienta identifica a la gente involucrada en el proyecto
- Explica el estado del nivel de compromiso de cada persona o grupo
- Identifica la cantidad de trabajo necesario para atraer a la gente hacia un nivel de compromiso satisfactorio
- Ayuda a establecer prioridades y desarrollar planes de comunicación para la gente.

Revision 1.0 - March 2, 2009

## COMO LUCE UNA ESCALA DE COMPROMISO

Progress Begins Here

Nivel de compromiso	Persona o Grupo a Evaluar			
	Ventas	Administración	Cliente	
Entusiasta Trabajara duro para hacer que suceda	●			El punto muestra el nivel de compromiso necesario
Servicial Aportara ayuda apropiada		●		
Vacilante Sostiene algunas reservas				La línea muestra la cantidad de cambio necesario
Indiferente No ayuda, no aporta nada			X	
No cooperativo Necesita ser estimulado		X		Una X muestra el nivel actual de compromiso
Resistente Abiertamente declara y actúa estar en oposición	X			
Hostil Bloqueara a toda costa				

Revision 1.0 - March 2, 2009

## SUMARIO FASE DE DEFINIR

&lt;Tollgate&gt;

Progress Begins Here

Identificar los *clientes* y sus *CTQ's* Críticos a la Calidad

**Propósito:** 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 *Costode defectos* (Pobre Calidad) ?

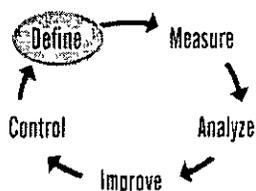
Cuales son las razones de negocio para completar este proyecto? Esta el equipo de trabajo comprometido? Están los stakeholders clave comprometidos?

**Como** sabrás si el equipo es exitoso? Cual es el *objetivo* de este proyecto?  
 Es el objetivo alcanzable?

Revision 1.0 March 2, 2000

## CHECKLIST FASE DE DEFINIR

Progress Begins Here



- Clientes identificados
- Datos para verificar las necesidades del cliente  
VOC – Voz del Cliente
- Planteamiento del Proyecto
  - Enunciado del Problema
  - Declaración del Objetivo
  - Alcance del Proyecto
  - Programa de Trabajo
  - Beneficios Financieros
- Mapa de Alto Nivel

**Herramientas**

- SIPOC
- Project Charter
- VOC → CTQ
- Diagrama de Afinidad
- Análisis de Stakeholders

Revision 1.0 March 2, 2000

**Ejercicio 6σ Project**

*Progress Begins Here*

- Formar grupos de 3 a 6 integrantes para este ejercicio.
- Cada equipo escogerá un facilitador y una persona que registre la información.
- El grupo entero va a escoger un proyecto de un miembro.
- Cada grupo desarrollara el enunciado del problema y el objetivo.
- Anotaran al menos 3 CTS's para el proyecto seleccionado.
- Operacionalmente definirán los CTS's
- Cada grupo mostrara los resultados en rotafolio y se discutirá con la clase.

Revision 1.0 - March 2, 2000

**6σ Project**

*Progress Begins Here*

**Titulo de Proyecto / Proyecto No.**

**Nombre de Green Belt**

Revision 1.0 - March 2, 2000

Equipo y Personal de Soporte	
<small>6σ Project</small>	<small>Progress Begins Here</small>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Dueño del proceso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Nombre</li> </ul> </li> <li>◆ <b>Champion del Proyecto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Nombre</li> </ul> </li> <li>◆ <b>Analista Financiero</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Nombre</li> </ul> </li> <li>◆ <b>Miembros del Equipo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Nombre 1</li> <li>» Nombre 2</li> <li>» Nombre 3 , etc</li> </ul> </li> </ul>	
<small>Revision 1.0 - March 2, 2009</small>	

Definición de Proyecto	
<small>6σ Project</small>	<small>Progress Begins Here</small>
<p><b>Declaración del Problema:</b>            Proveer una declaración clara del problema. Esto permite al dueño del proceso y equipo enfocarse en los defectos que necesitan ser medidos y mejorados.</p> <p><b>CTQ:</b>            Describir la condición específica o requerimientos del cliente. Indicar un métrico de aceptación</p> <p><b>Definición de Defecto:</b>            Describir el defecto. Que es lo que estamos tratando de corregir.</p> <p><b>Objetivo del Proyecto:</b>            Establecer el objetivo de manera SMART.</p>	<p><b>Actual/Objetivo/ Objetivo Estrecho</b></p> <p>xxx,xxx Valor Actual DPMO/DPU            xx,xxx Objetivo            x,xxx Objetivo Estrecho</p> <p><b>Beneficios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorros tangibles de costo</li> <li>• Ahorros de retrabajos</li> <li>• Ahorros de scrap</li> <li>• Impacto al tiempo ciclo, capacidad, cliente</li> </ul> <p><b>Avance a la fecha:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar siguientes fases en xx tiempo</li> <li>• Monitorear reducción del defecto</li> <li>• Entrenamiento al equipo en six sigma</li> <li>• % de Identificación de áreas de oportunidad</li> </ul>
<small>Revision 1.0 - March 2, 2009</small>	

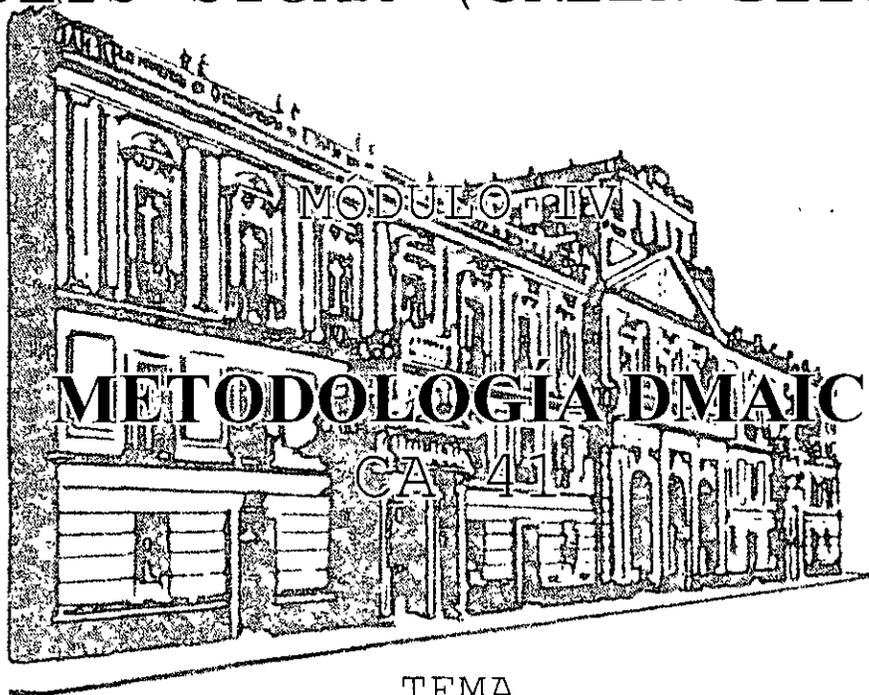


**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
CONTINUA Y A DISTANCIA**

**DIPLOMADO EN  
SEIS SIGMA (GREEN BELT)**



**TEMA  
APUNTES GENERALES  
(SEGUNDA PARTE)**

**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO  
DEL 08 DE MARZO AL 05 DE ABRIL DE 2008  
PALACIO DE MINERÍA**

# MODULO IV

## METODOLOGÍA DMAIC

Diplomado en Seis Sigma  
Green Belt  
DECFI

¿QUÉ ES EL CICLO DMAIC?. – Para productos existentes-



**DEFINE.**

- Selección de proyectos
- Voz del cliente
- CTQ's
- Mapeo
- Diagnóstico

**DEFINIR**



**MEASURE.**

- ¿Qué medir?
- ¿Cómo medir?
- ¿Cuándo medir?
- ¿Cuánto medir?
- ¿Quién lo mide?
- ¿Con qué lo mide?

**MEDIR**



**ANALIZE.**

- Hipótesis.
- Gráficas
- Estadísticas

**ANALIZAR**



**IMPROVE**

- Hacer la mejora

**HACER**

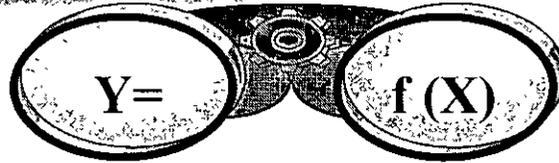


**CONTROL**

- Plan de control
- Ejecución
- Retroinformación

**CONTROLAR**

## El enfoque de Seis Sigma



¿Para obtener resultados, debemos enfocar nuestro comportamiento en la Y o en X ?

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ■ Y               | ■ $X_1 \dots X_n$ |
| ■ Var Dependiente | ■ Independiente   |
| ■ Salida          | ■ Entrada         |
| ■ Efecto          | ■ Causa           |
| ■ Sintoma         | ■ Problema        |
| ■ Monitoreo       | ■ Control         |

Si somos buenos en la X, porque probamos e inspeccionamos constantemente en la Y ?

Enfoque X más que en Y

## Temario

### Establecimiento del base line

- Plan de colección de datos
- Time series plot
- Validación del Sistema de Medición (MSA)
- Histograma
- Capacidad del proceso y niveles de sigma

### -Ubicación del problema (situación actual)

- Mapa del proceso

# MEDIR

## Tipos de datos

**Datos de atributos.** Los datos de atributos pueden ser contados y graficados como eventos discretos. Incluyen el conteo por números o porcentajes.

**Datos variables.** Datos variables que son medidos y graficados en una escala continua

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# Datos Atributos

Quando el parámetro a medir puede tomar únicamente valores cualitativos como son “pasa /no pasa” o valores categorizados como pueden ser “rojo/amarillo/verde”, la distribución de estos datos lo conocemos como dato “discreto”

## Ejemplos :



Cliente conforme



Cliente no conforme

## Luces Tráfico



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# Datos Variables

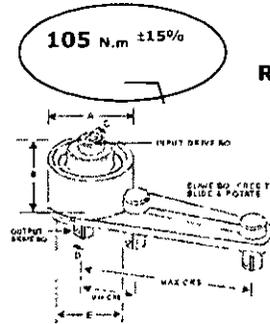
Cuando la variable a ser medida es expresada en una escala continua, (donde hay una infinidad de valores entre dos medidas lecturas de medición), la distribución de los datos la llamaremos datos "continuos".

## Ejemplos :



La velocidad de un esquiador

DECFI - UNAM



## Resultados de medición

106
107
106.7
106.8
106.75
106.753

Alineación de Torque

Diplomado en Seis Sigma

# MEDIR

## PLAN DE COLECCIÓN DE DATOS

### **PASO 1 Definir metas y objetivos.**

Un buen plan de colección de datos debe incluir:

- Una breve descripción del proyecto
- Los datos específicos que son necesarios
- La razón por la cual recolectamos los datos
- Que buscamos de los datos y cómo nos ayudara en la mejora
- Que haremos con los datos una vez que sean colectados

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# MEDIR

## PLAN DE COLECCIÓN DE DATOS

### **PASO 2 Definir la metodología y operaciones**

- ¿Cuántas observaciones son necesarias?
- ¿Qué intervalo de tiempo debe ser parte del estudio?
- ¿Es necesario tener datos pasados, presentes o futuros?
- ¿Qué metodología se usará para obtener los datos ?

Omitir este paso puede significar en resultados no acertados.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# MEDIR

### **PASO 3. Asegurar la repetibilidad, reproducibilidad acierto y estabilidad**

Los datos serán repetibles si el mismo operador es capaz de alcanzar esencialmente el mismo resultado en múltiples ocasiones en una unidad particular con el mismo equipo

Los datos serán reproducibles si todos los operadores quienes están midiendo los mismos productos, con el mismo equipo, están alcanzando esencialmente los mismos productos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

El grado en el cual el sistema de medición es acertado generalmente será la diferencia entre el promedio observado de la medida y el valor estándar asociado .

El grado en que el sistema de medición es estable es generalmente expresado por la variación resultante del mismo operador midiendo el mismo producto, con el mismo equipo en un periodo extendido

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### ***PASO 4 El proceso de colección de datos***

Una vez que la colección de datos ha sido planeada y definida, es necesario que el Green Belt comunique a todo el equipo los procedimientos, definiciones, guías y el plan para asegurarnos de que todos han entendido el contenido del plan

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# MEDIR

## **PASO 5. Después de la colección de datos**

*El Green Belt debe de checar que los resultados cumplen razonablemente con los criterios. De no ser así, se debe determinar donde están las inconsistencias y definir que hacer con los datos o mediciones sospechosas.*

# MEDIR

## **Medir la confiabilidad y validación.**

No basta con tener la información , es necesario que esta sea confiable, es decir, que tengamos la certeza de que obtendremos la misma información de diferentes fuentes y que sea válida, lo cual significa, que cubra las áreas de interés lo suficientemente bien.

## EJERCICIO

- Descripción del proyecto

Los resultados de la reciente elección en nuestro municipio ha causado preocupaciones acerca de la validez del proceso de conteo de votos. La legislación estatal dice que un conteo manual es requerido cuando la diferencia en los resultados de la elección es menor al 5%. Sin embargo, ni el conteo manual de votos ni la máquina contadora han sido analizadas para determinar su confiabilidad (Coahuila).

Dicha información será benéfica para la legislatura cuando ellos convoquen a la discusión del estado del proceso de la elección. El equipo de mejora ha decidido coleccionar algunos datos relacionados con el proceso de conteo de votos. Empezarán la fase de medición con un experimento para determinar si las perforaciones en las boletas tienen alguna tendencia en ser alterados o materialmente destruidos, como resultado de ser procesada por la máquina de conteo. Este experimento de un solo factor a la vez explicará la posibilidad de que el conteo manual, aun si es aprobada su confiabilidad, pudiera dar información errónea si las boletas que recibe (como entradas del proceso de conteo manual) de la máquina contadora han sido alteradas de alguna manera. Experimentos subsecuentes examinarán si el almacenado y fleje de las boletas después de que han sido procesadas puede contribuir a que sean alteradas.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### EJERCICIO

**Datos a ser colectados.**

Precisión del conteo de votos

**Nombre de la medición**

Total del conteo de votos de boletas premarcadas después de haber sido procesadas por la máquina contadora

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### **Descripción de la medición (precisión, ciclo, etc.)**

Precisión - comparación de boletas y votos totales antes y después de la máquina, dándonos una brecha.

### **Propósito de la colección de datos:**

La meta es determinar si la confiabilidad del proceso de conteo manual y la máquina contadora en nuestro municipio serán consistentes con las leyes requiriendo de un conteo con un 0,5% de umbral.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### **Tipo de medición (entrada, proceso, salida)**

Medición del proceso

### **Tipo de datos**

Discreto – conteo

### **¿Cómo ayudará esto al equipo de mejora?**

El equipo será capaz de tomar una decisión en qué eliminar para considerar los posibles efectos de que las boletas sean procesadas a través de la máquina contadora como un factor dentro de la confiabilidad total en el sistema de conteo de votos.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### ¿Qué haremos con los datos después de la recolección?

El equipo utilizará los datos para lograr una medición de la precisión del proceso, la cual puede ser incluida en el cálculo del rendimiento total del proceso. El equipo puede usar también los datos para realizar un diagrama de concentración si las inconsistencias del conteo de votos se congregan en un área particular de la boleta que pudiera indicar una obstrucción o fuerza en la máquina que pudiera causar conteo inexacto de los votos.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### ¿Quién?

El Green Belt y el líder de proceso supervisarán; cada miembro del equipo participará en la colección de los datos.

### ¿Qué?

Precisión después de la máquina: No – preciso=  
Ej. El agujero en la boleta no coincide con el  
boleta no coincide con el resultado de la boleta  
marcada.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIR

### ¿Dónde?

La colección de los datos se hará en las oficinas del distrito electoral.

### Plan de muestreo

1,000 observaciones totales son deseadas. 250 de ellas en cada intervalo.

## MEDIR

### *¿Cuántos datos son necesarios para realizar la medición?*

1. Despliega los datos del proceso en periodos tan largos como sea práctico. Esto te permitirá tomar en cuenta cualquier variación que exista con el largo plazo.
2. Toma en cuenta cualquier patrón en el desempeño del proceso – si existen en forma mensual, trimestral, anual, etc.)
3. ¿El proceso sufre problemas ocasionales severos? De ser así, necesitarás entender su frecuencia y severidad lo suficiente para evaluar si las muestras tomadas representan todos los problemas en el desempeño del proceso.

## MEDIR

- 4. Se realista:** Si tu proceso tiene causas especiales de variación, debes de tener una muestra mucho más grande. La fórmula de muestreo usada normalmente está basada en muestras de población. El muestreo de procesos es mucho más susceptible a causas especiales de variación.

## MEDIR

### ¿Cuántos datos son suficientes?

La mejor forma de evaluar esto es graficar la forma en el promedio varía en cuanto colectamos mas datos – promedio acumulativa-

Esto permite obtener al menos una orientación intuitiva de que los datos son suficientes, en la medida en que el promedio acumulativo se vuelve plano, empezamos a construir bases de confianza en el sentido de que tenemos suficientes datos.

## The Inspection Exercise

*Task: Count the number of times the 9th letter of the alphabet appears in the following text*

The Necessity of Training Farm Hands for First  
Class Farms in the Fatherly Handling of Farm Live  
Stock is Foremost in the Eyes of Farm Owners.  
Since the Forefathers of the Farm Owners Trained  
the Farm Hands for First Class Farms in the  
Fatherly Handling of Farm Live, Stock, the Farm  
Owners Feel they should carry on with the Family  
Tradition of Training Farm Hands of First Class  
Farmers in the Fatherly Handling of Farm Live  
Stock Because they Believe it is the Basis of Good  
Fundamental Farm Management.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Times Series Plot

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## GRAFICO DE SERIES DE TIEMPO <GRAFICO DE METRICA>

- Es una efectiva herramienta para entender visualmente el comportamiento de la métrica de desempeño de un proceso a través de la búsqueda de tendencias, ciclos o patrones sobre un periodo específico de tiempo
- Ayuda a entender la variación de un proceso y a dimensionar la magnitud de la métrica de desempeño

DECFI - UNAM

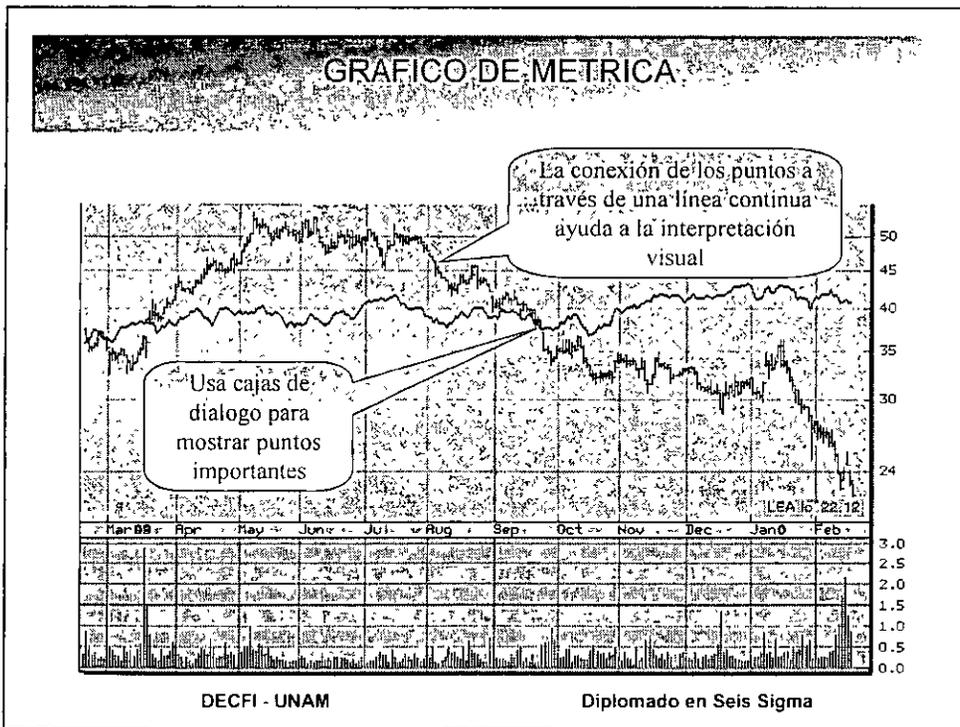
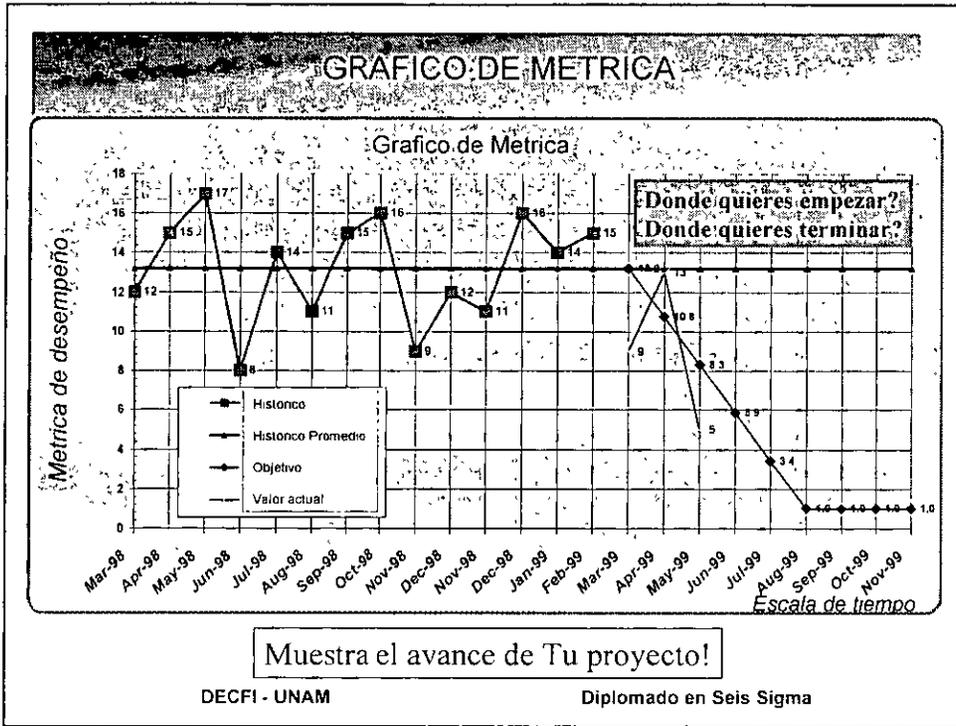
Diplomado en Seis Sigma

## COMO CREAR UN GRAFICO DE SERIES DE TIEMPO

- Decide la métrica de desempeño a analizar
- Recolecta datos de esta métrica (de 20 a 25 datos)
- Crea un grafico con una línea vertical y una horizontal
- En la línea vertical (eje Y), dibuja la escala relacionada a la métrica de desempeño)
- En el eje horizontal (eje X) dibuja la escala de tiempo
- Traza los datos en el orden del tiempo en que suceden

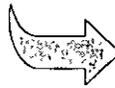
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma



## ANALIZANDO EL GRAFICO

- Analiza los datos recolectados buscando tendencias
- Si no hay tendencias obvias, calcula el promedio aritmético (El promedio es la suma de los valores medidos divididos entre el numero de puntos de datos)
- Nota la posición de la línea promedio y pregúntate si esta donde debería estar de acuerdo a las necesidades del cliente o especificación, si esta donde la organización quiere estar, o que tan lejos esta del objetivo buscado, esto te dará dimensión de la problemática actual



DECFI - UNAM

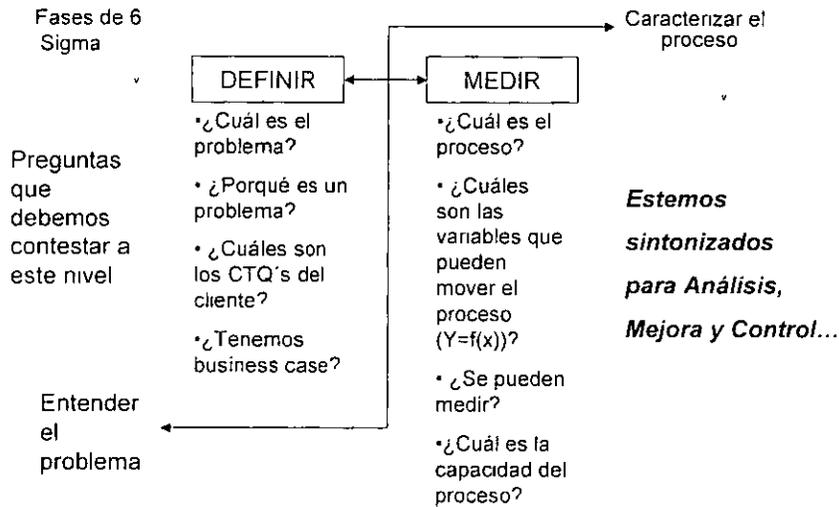
Diplomado en Seis Sigma

# Análisis del Sistema de Medición (MSA)

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# Medir y caracterizar el proceso



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## ¿Qué es una medición?

Una medición es una estimación de la realidad. Tratamos de medir la realidad para compararla contra una referencia (estándar) y tomar una decisión.

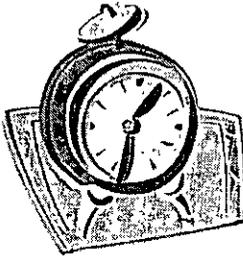
Esperamos que la medición varíe muy poco de la realidad, pero desde luego, siempre hay variación.

Por ejemplo...

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## ¿Qué hora es?



- ¿Nuestro sistema de medición es bueno para indicarnos la hora para ir a comer?
- ¿Será igualmente bueno para determinar los tiempos en una carrera de 100 mts?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Podemos decir...

- Trabajo en sistemas transaccionales, no utilizo instrumentos, por lo tanto, no tengo problemas con la medición.

¿Seguro?

Piénsalo de nuevo...

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MSA (Análisis del Sistema de Medición) en ambientes administrativos

Los sistemas de medición son frecuentes en procesos administrativos, sin embargo rara vez son analizados. Ejemplos de sistemas de medición administrativos son:

- ❖ Cotizaciones al cliente
- ❖ Inventario de partes
- ❖ Inspección del papaleo
- ❖ Exactitud de nóminas

La metodología presentada en este módulo aplica a estos sistemas también.

## MSA (Análisis del Sistema de Medición) en ambientes administrativos

Todas las mediciones dependen de su exactitud y precisión.

¿Qué es exactitud?

¿Qué es precisión?

## Sin importar el tipo de sistema...



*Preciso  
mas no  
exacto*



*Exacto  
más no  
preciso*



*Exacto  
y  
preciso*

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MSA

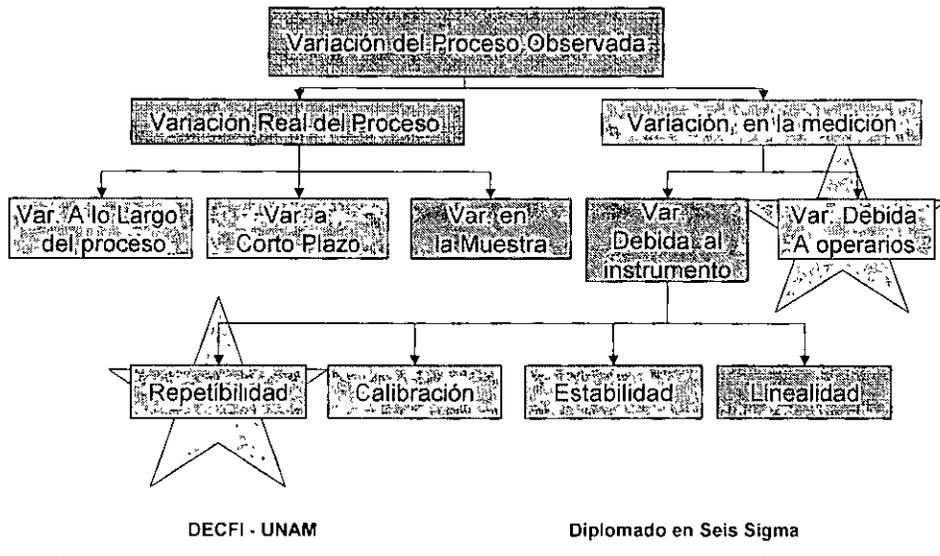
Minizamos problemas con la exactitud calibrando el equipo. Nos comparamos contra un estándar y ajustamos según sea necesario.

Para problemas de precisión nos preguntamos que tan consistentes son las mediciones de nuestro instrumento, y que tan consistentes son las mediciones hechas de una persona a otra.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Posibles fuentes de variación del proceso



## Gage R&R

Nos referiremos a la consistencia del instrumento como

**REPETIBILIDAD**

Nos referiremos a la consistencia de las personas como

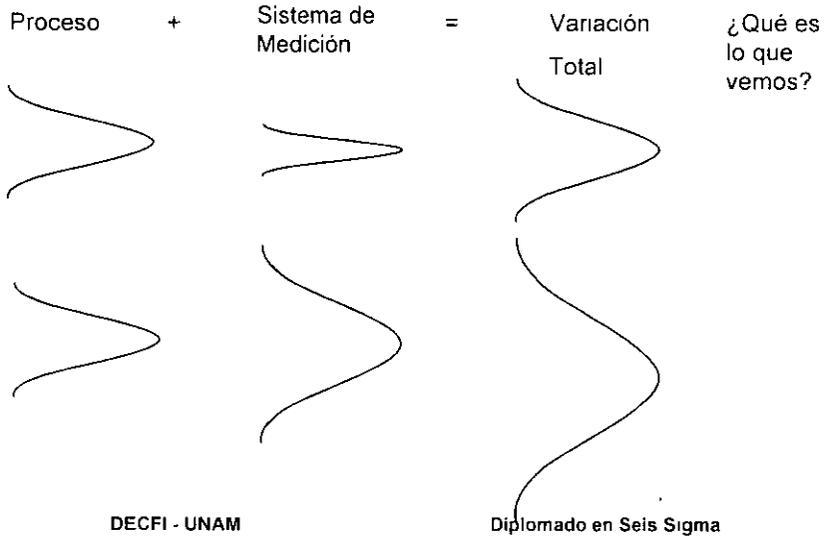
**REPRODUCIBILIDAD**

Estos son nuestros Principales intereses en la variación del sistema de medición

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Todo es variación...



## Modelo general de un estudio de Gage R&R

Para cualquier tipo de datos, debemos de pensar en como separar las diferentes fuentes de variación:

$$\sigma^2 \text{ Total} = \sigma^2 \text{ Medición} + \sigma^2 \text{ Producto}$$

Instrumento (Repetibilidad)      Personas (Reproductibilidad)

**La Repetibilidad y Reproducibilidad afectan la Precisión de los sistemas de medición**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Fuentes de variación

Una fuente de variación es toda variable sujeta a cambiar en un tiempo / sistema específico.

Consideremos los siguientes escenarios

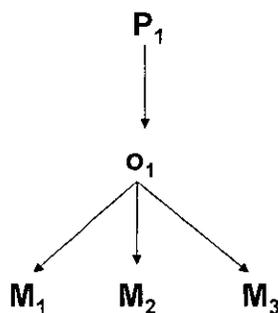
- A) 1 parte, 1 operario, 3 mediciones por parte
- B) 1 parte, 2 operarios, 3 mediciones por parte
- C) 2 partes, 2 operarios, 3 mediciones por parte

**Todas las mediciones se hacen con el mismo instrumento**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Ejemplo A)



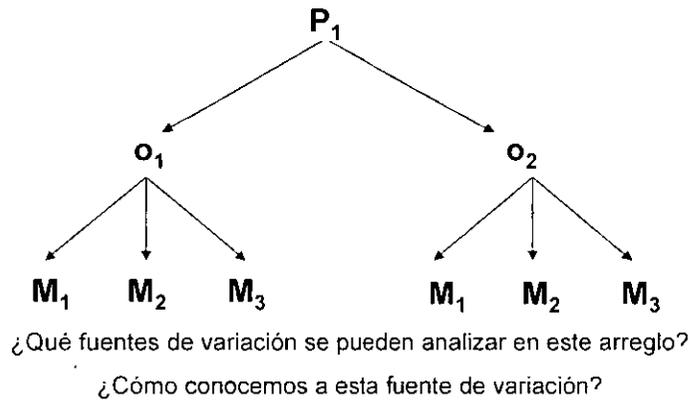
¿Qué fuentes de variación se pueden analizar en este arreglo?

¿Cómo conocemos a esta fuente de variación?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

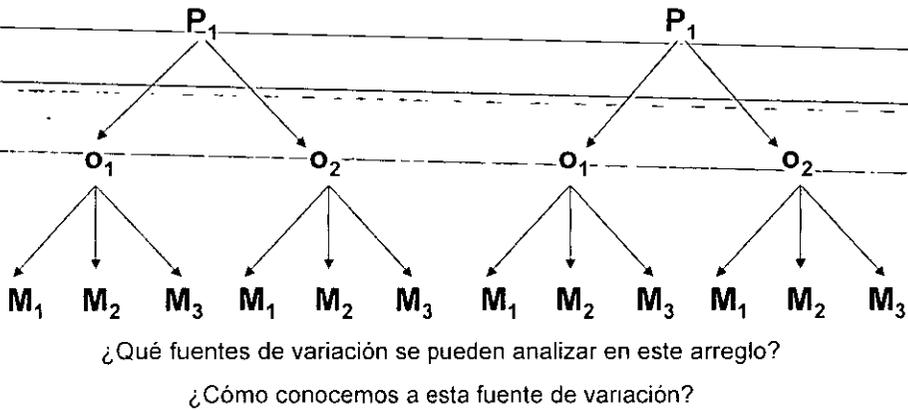
## Ejemplo B)



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

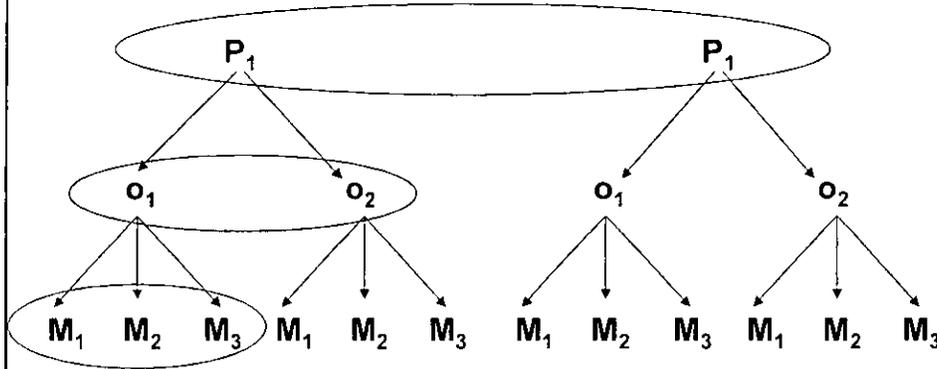
## Ejemplo C)



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Forma típica de un Gage R&R



Este es un estudio típico de un estudio de un Gage R&R  
 $\sigma^2 \text{ Total} = \sigma^2 \text{ Medición} + \sigma^2 \text{ Producto}$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

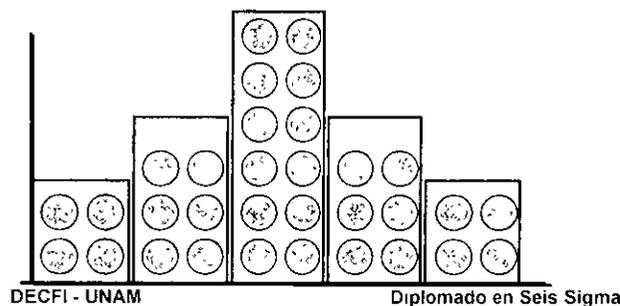
## Histograma

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## 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



## HISTOGRAMA

- **PASO 1**

Determinar el rango de los datos: RANGO es igual al dato mayor menos el dato menor;  $R = > - <$

- **PASO 2**

Obtener en número de clases, existen varios criterios para determinar el número de clases ( o barras). Sin embargo ninguno de ellos es exacto. Algunos autores recomiendan de cinco a quince clases, dependiendo de como estén los datos y cuántos sean. Un criterio usado frecuentemente es que el número de clases debe ser aproximadamente a la raíz cuadrada del número de datos, por ejemplo, la raíz cuadrada de 30 ( número de artículos) es mayor que cinco, por lo que se seleccionan seis clases.

## HISTOGRAMA

- **ALGUNOS AUTORES RECOMIENDA LA SIGUIENTE TABLA 4**

### Puntos de Intervalos

Datos 30-50      5-7

51-100      6-10

101-250      7-12

Más de 250      10-20

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## HISTOGRAMA

- **PASO 3**  
Establecer la longitud de clase: es igual al rango entre el número de clases.
- **PASO 4**  
Construir los intervalos de clases: Los intervalos resultan de dividir el rango de los datos en relación al resultado del PASO 2 en intervalos iguales.
- **PASO 5**  
Graficar el histograma: se hace un gráfico de barras, las bases de las barras son los intervalos de clases y altura son la frecuencia de las clases. Si se unen los puntos medios de la base superior de los rectángulos se obtiene el polígono de frecuencias.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Ejemplo

Suponga que se administra un test de aptitud a todos los aspirantes a puestos oficiales de una región. Se elige al azar una muestra de 50 aspirantes y estos son los resultados:

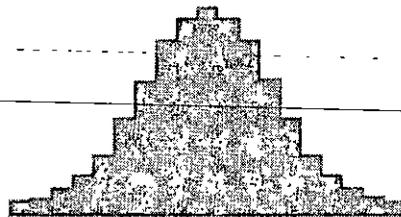
77 44 49 33 38 33 76 55 68 39  
29 41 45 32 83 58 73 47 40 26  
34 47 66 53 55 58 49 45 61 41  
54 50 51 66 80 73 57 61 56 50  
38 45 51 44 41 68 45 93 43 12

Elaborar el histograma correspondiente

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## HISTOGRAMA



Normal distribution

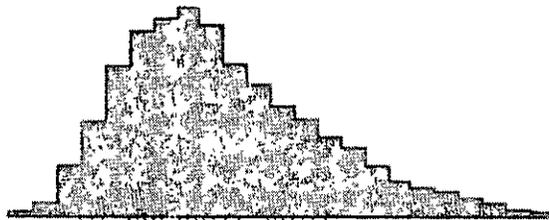
- Distribución Normal.- Su forma común es la famosa curva de campana, y se da porque los datos están desplazados uniformemente a la izquierda y derecha del valor promedio. El termino normal es el menos normal de las distribuciones aunque eso no signifique que este mal.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## HISTOGRAMA

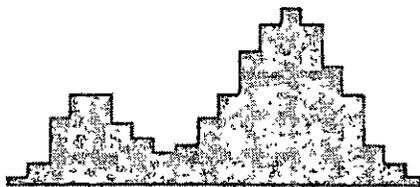
- Distribución sesgada, es una distribución asimétrica debido a que algún límite natural previene que se cargue hacia un lado. Por ejemplo, en un proceso que requiere cierto grado de pureza tendrá que estar sesgado, porque no podrá tener más de 100% de pureza. Otro ejemplo es cuando obtenemos la medición de llamadas contestadas, no puede ser cero.



**Right-skewed distribution** na

## HISTOGRAMA

- Esta distribución que luce como la doble joroba de un camello, es el resultado de dos diferentes distribuciones medidas de un mismo proceso, o un proceso con dos lecturas diferentes, por ejemplo aquel proceso que sea flexible y entregue dos lecturas diferentes. La estratificación muestra este problema en forma común



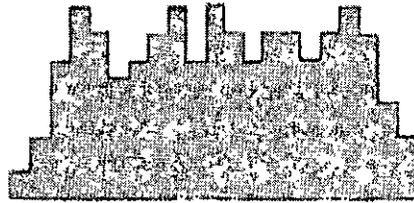
**Bimodal (double-peaked) distribution**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## HISTOGRAMA

- Es conocida como distribución multimodal. Se puede observar cuando se combinan varios procesos que tienen distribuciones normales



Plateau distribution

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## HISTOGRAMA



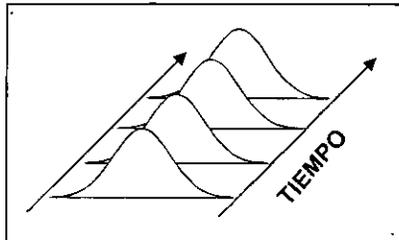
Truncated or heart-cut distribution

- La distribución truncada, luce como una distribución normal, solo que esta cortada en los extremos. Se puede observar cuando las especificaciones del cliente son muy estrictas y se deja a la inspección del proveedor eliminar el producto que no este dentro de estos límites específicos.

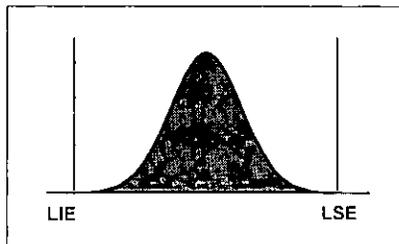
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Control de Procesos vs Capacidad de Procesos



**Control del Proceso =**  
Estabilidad a través del tiempo.



**Capacidad del Proceso =**  
La habilidad de un proceso estable para cumplir con las especificaciones.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad del 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



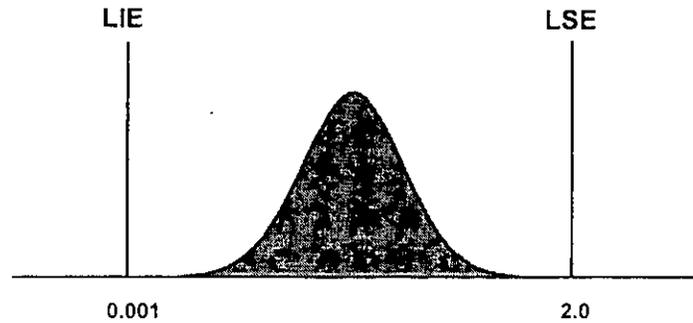
La capacidad o habilidad del proceso está determinada por la variación total que se origina por las causas comunes o en otras palabras, es la variación mínima que puede ser alcanzada una vez que todas las causas especiales han sido eliminadas.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

### Capacidad del Proceso (Cp)

¿Qué observas en este proceso?



La dispersión del proceso es estrecha comparada con la especificación

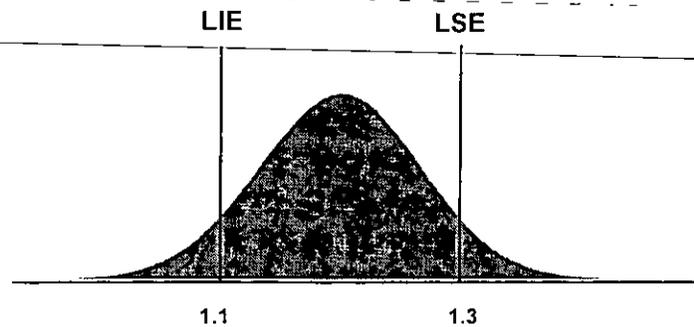
Este proceso es capaz de trabajar dentro de las especificaciones

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

### Capacidad del Proceso (Cp)

¿Qué observas en este proceso?



La dispersión del proceso muy amplia comparada con las especificaciones

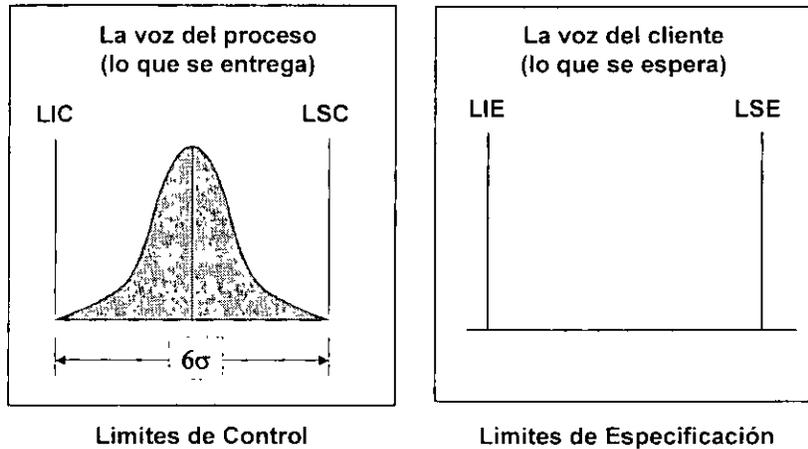
Este proceso no es capaz de trabajar cumpliendo las especificaciones

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

Para datos continuos, queremos saber si la variación total del proceso (voz del proceso) permite al proceso producir partes dentro de una variación esperada (voz del cliente representada por los límites de especificación).



## 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)*

UNAM

Diplomado en Six Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

Ejemplo:

Al inspeccionar una muestra de una producción nos da los siguientes datos

$$\begin{array}{cccccc} x_1 = 27.0 & x_2 = 26.5 & x_3 = 27.5 & x_4 = 27.0 & x_5 = 27.0 & \\ x_6 = 27.0 & x_7 = 27.5 & x_8 = 27.0 & x_9 = 27.0 & x_{10} = 26.5 & \end{array}$$

1. Primero calculamos el promedio

$$\bar{x} = 27.0$$

2. Calculamos la desviación estándar

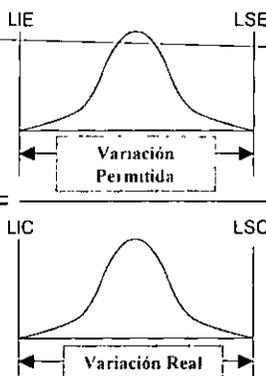
$$\sigma = \sqrt{\frac{(27 - 27)^2 + (26.5 - 27)^2 + \dots + (26.5 - 27)^2}{10 - 1}} = 0.33$$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

Para que un proceso sea considerado Potencialmente Capaz la variación real debe de ser igual o menor que la permitida

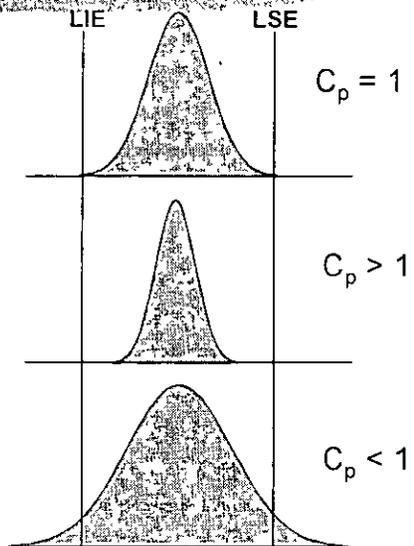
$$Cp = \frac{\text{Variación permitida o especificada}}{\text{Variación real del proceso}} = \frac{\text{LIE} - \text{LSE}}{\text{LIC} - \text{LSC}}$$


De otra manera no es posible que la población "quepa" dentro de las especificaciones.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)



El **índice Cp** refleja el potencial del proceso si el promedio estuviera perfectamente concentrado entre los límites de especificación

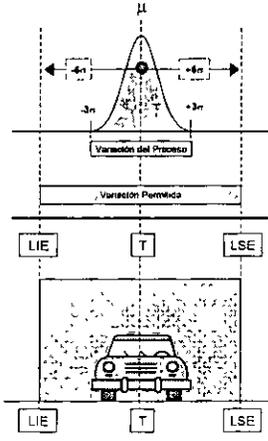
¡Entre más grande el índice Cp, mejor!

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

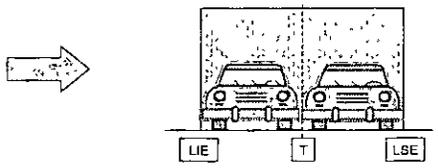
Imagina que la variación del proceso está representada por el ancho de un auto y la variación permitida por el ancho del garage.



T = Target o valor nominal de especificación

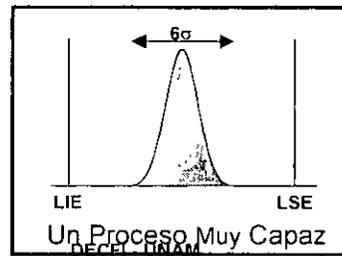
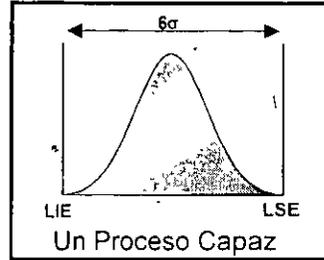
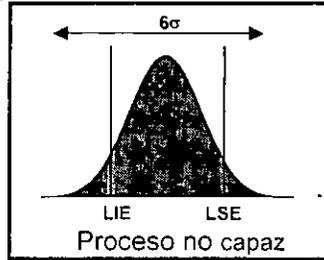
El **índice Cp** nos dice el número de veces que cabe el auto en el garage

$C_p = 2$   
DECFI - UNAM



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

## ¿Que tan capaz es el proceso?



$C_p < 1$

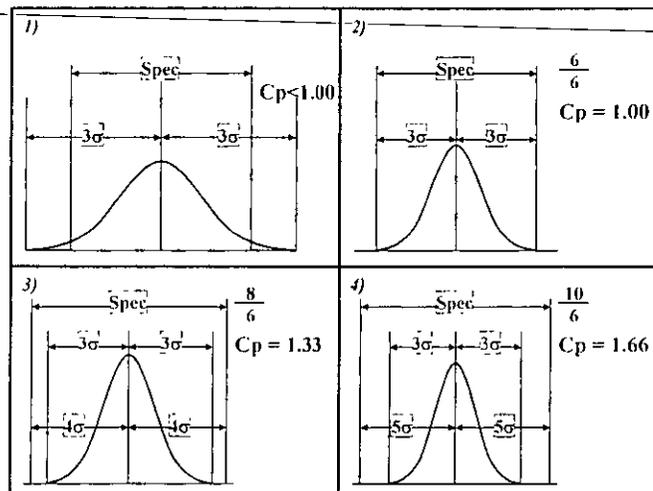
$C_p = 1$

$C_p > 1$

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso ( $C_p$ )

Los valores de  $C_p$  dependiendo del nivel sigma de calidad provienen de acuerdo a la siguiente ilustración.



## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

Ejercicio:

El diámetro de un balero es una característica de calidad que se ha mantenido bajo control estadístico. Se han estado tomando muestras de  $n = 5$  cada una. De las últimas muestras tenemos la información siguiente:

$$\sum X_i = 205.1260 \quad \sum R_i = 0.3000$$

Los límites de especificación son  $10.25 \pm 0.03$  cm

1. Es el proceso hábil para  $\pm 3\sigma$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Capacidad Potencial del Proceso (Cp)

Respuesta:

A partir de los datos de las 20 muestras, podemos estimar los parámetros de la población

$$\mu = LC_{\bar{x}} = \frac{205.126}{20} = 10.2560 \quad \bar{R} = \frac{0.3000}{20} = 0.015$$

Y por lo tanto con  $n = 5$  tenemos:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.015}{2.326} = 0.0064$$

El índice Cp es:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{(10.28 - 10.22)}{6(0.0064)} = 1.562$$

El índice Cp = 1.562 > 1.33 el proceso es capaz de cumplir con el requerido.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma



# Mapeo del Proceso

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma



## Mapeo del Proceso Preguntas a Contestar

- ¿Cuál es la definición de un proceso?
- ¿Qué es un mapa de proceso?
- ¿Cuándo usa un mapa de proceso?
- ¿Cómo preparas un mapa de proceso?
- ¿Qué debe incluirse en un mapa de proceso?
- ¿Cómo usas un mapa de proceso?
- ¿Cómo está encadenado un mapa de proceso a las próximas etapas del proyecto?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Definición de Proceso

Un Proceso es:

Un Grupo o Serie de Actividades y Tareas relacionadas lógicamente, involucrando Gente, Procedimientos, Máquinas, Computadoras y Documentos necesarios para transformar Materiales y/o Información en Productos, Servicios o Información significantes para el cliente

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## 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 hacerseles un estudio de capacidad.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Descripción del Mapa de Proceso

- Un mapa de proceso también proporciona un convenio en el punto de partida para la actividad del equipo.
  - Evaluaciones del sistema de medición (MSE)
  - Evaluación inicial de la capacidad del proceso
  - Oportunidades para re-despliegue de pasos que no agregan valor
  - Estima los métricos del proceso en cada paso de éste.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

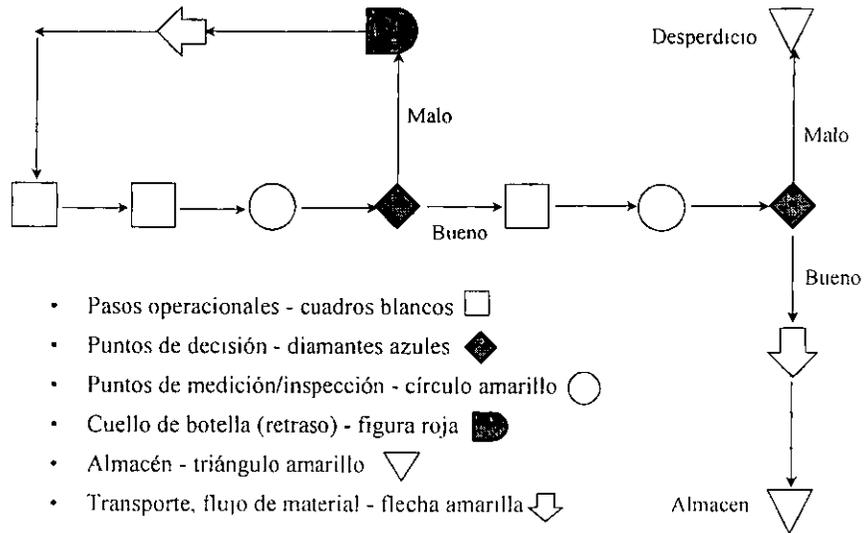
## Beneficios Adicionales

- Flexibilidad en el nivel de preparación de un mapa de proceso.
- Exige verificación y objetividad, exposición a las actividades reales.
- Identifica ciclos de retrabajo y redundancia.
- Ayuda a adentrarse en los cuellos de botella, tiempos de ciclo e inventarios.
- Una herramienta de entrenamiento y orientación.
- Ayuda a identificar cuándo y dónde recolectar información.
- Identifica en dónde diferentes equipos de trabajo usan diferentes procesos.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

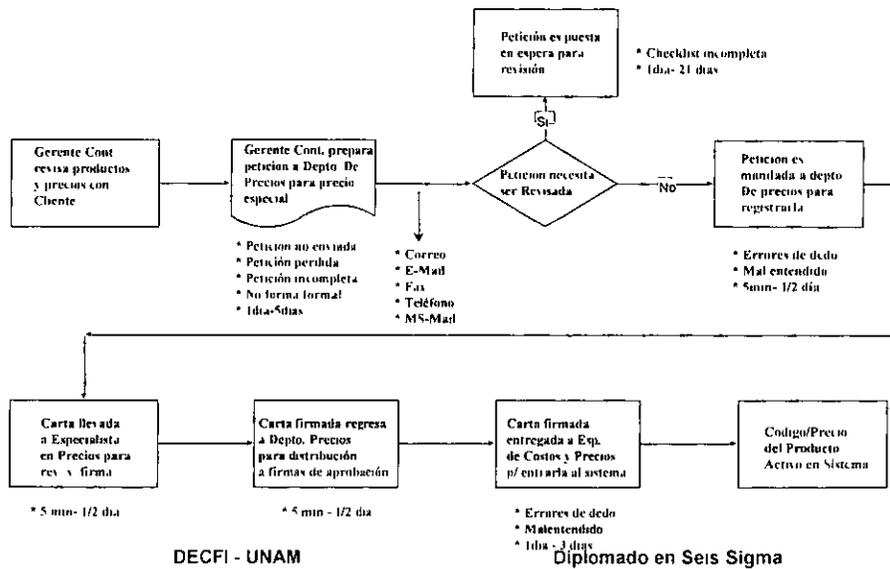
## Estructura Básica y Símbolos



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

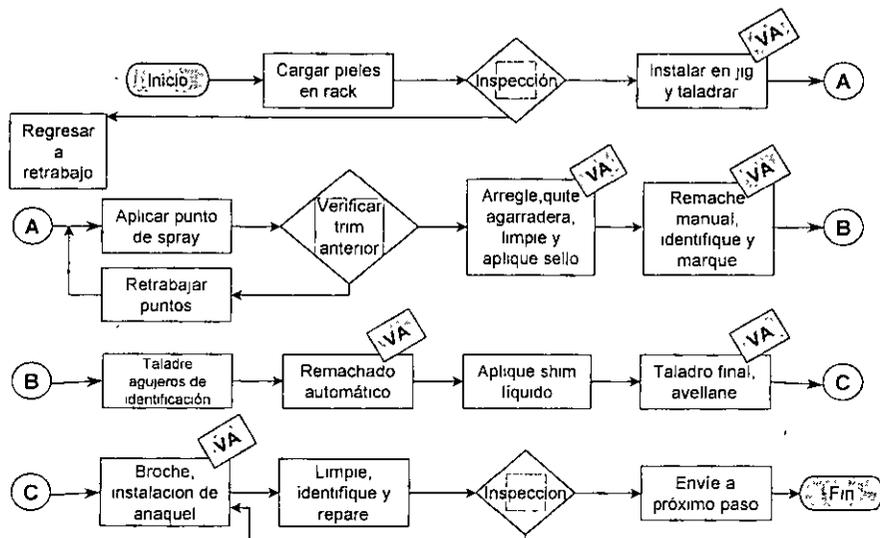
## Mapa de Proceso Transaccional



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Diagrama de Flujo de Proceso



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Preparación

- **Esfuerzo de Equipo** - Una persona no conoce todo el proceso:
  - Ingenieros de Manufactura
  - Operadores de Línea
  - Supervisores de Línea
  - Técnicos de Mantenimiento
- **Entradas a Trazar**
  - Tormentas de Ideas
  - Manuales del Operador
  - Especificaciones de Ingeniería
  - Experiencia de Operador
  - 5M's y una P
    - Máquinas (Equipo), Método (Procedimientos), Mediciones, Materiales, Madre Naturaleza (Medio Ambiente), Personal.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Método de Mapeo del Proceso

- 1) Define el alcance del proceso del que el equipo necesita hacer el mapa. Inicio y Fin.
- 2) Documente las tareas u operaciones necesarias en la producción de un "buen" producto o servicio (esto debe incluir DPU, tiempo de ciclo y costo en cada paso)
- 3) Documente cada operación con VA o NVA.
- 4) Enliste ambas, Y's internas y externas en cada paso del proceso
- 5) Enliste ambas, X's internas y externas en cada paso del proceso

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Método de Mapeo de Proceso (cont.)

- 6) Clasifique todas las X's como una o más de lo siguiente:
  - Controlable (C): estas son entradas que puedes ajustar o controlar mientras el proceso está corriendo.
  - Procedimientos Estándar de Operación (SOP): cosas de sentido común que uno puede hacer porque tienen sentido.
  - Ruido (N): cosas que no se pueden controlar debido al costo o a la dificultad.
- 7) Claramente identifique todos los puntos de recolección de datos.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

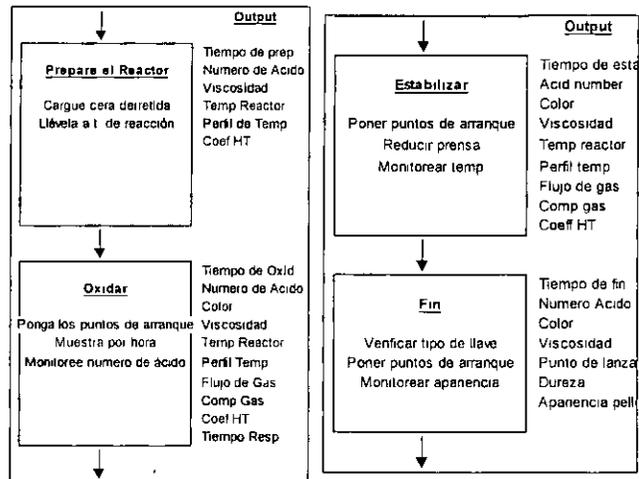


## Paso 4

### 4) Liste las Y's internas y externas a cada paso del proceso.

Las Y's internas son salidas que son críticas para la próxima operación.

Las Y's externas son salidas identificadas como críticas por el cliente.



DECFI - UNAM

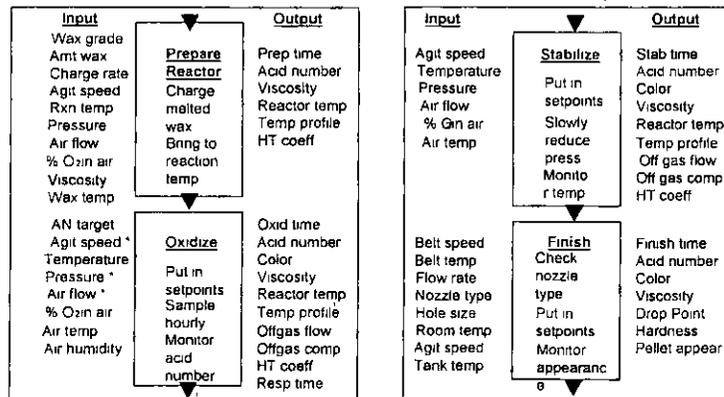
Diplomado en Seis Sigma

## Paso 5

### 5) Liste las X's internas y externas a cada paso del proceso.

Entradas externas son características críticas identificadas de la materia prima.

Entradas internas son variables dentro del mismo proceso

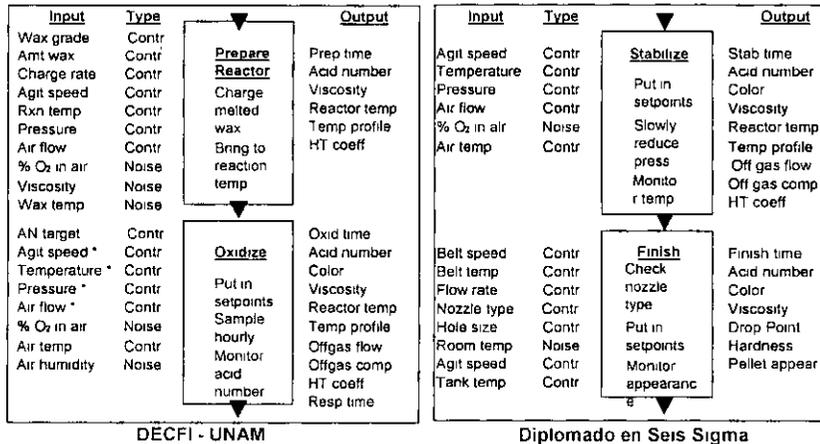


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

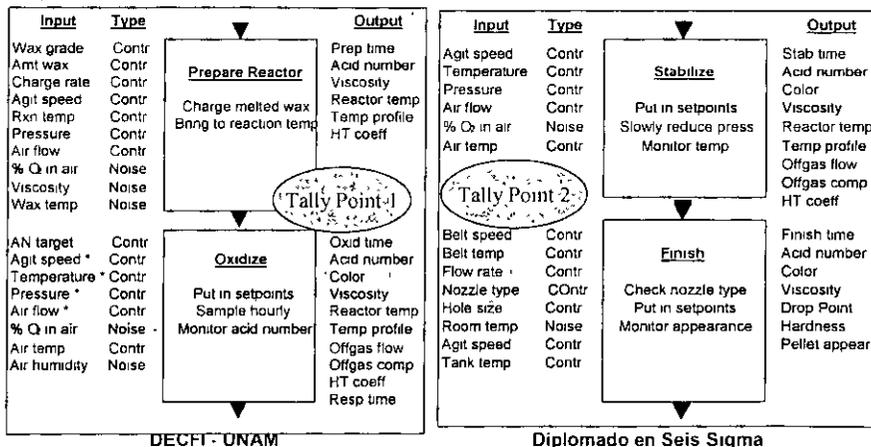
## Paso 6

- 6) Clasifique todas las X's como uno o más de lo siguiente: **Controlable, Ruido**. Todas las X's controlables deberán tener Procedimientos Estándar de Operación (SOP'S)



## Paso 7

- 7) Identifique dónde actualmente está recolectando datos y también identifique dónde va a necesitar recolectar datos. Estas áreas pueden llamarse Puntos de Recolección.



# Ejercicio

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
CONTINUA Y A DISTANCIA

DIPLOMADO EN  
SEIS SIGMA (GREEN BELT)



TEMA  
APUNTES GENERALES  
(TERCERA PARTE)

**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO**  
**DEL 08 DE MARZO AL 05 DE ABRIL DE 2008**  
**PALACIO DE MINERÍA**

# MODULO IV

## METODOLOGÍA DMAIC

Diplomado en Seis Sigma  
Green Belt  
DECFI

# DMAIC

¿QUÉ ES EL CICLO DMAIC?. – Para productos existentes-



### DEFINE.

- Selección de proyectos.
- Voz del cliente
- CTQ's
- Mapeo
- Diagnóstico.

### DEFINIR



### MEASURE.

- ¿Qué medir
- ¿Como medir?
- ¿Cuándo medir?
- ¿Cuánto medir?
- ¿Quien lo mide?
- ¿Con qué lo mide?

### MEDIR



### ANALIZE.

- Hipotesis
- Gráficas
- Estadísticas

### ANALIZAR



### IMPROVE

- Hacer la mejora

### HACER



### CONTROL

- Plan de control
- Ejecucion
- Retroinformación

### CONTROLAR

## Temario

- **Ubicación del problema (situación actual)**
  - Estratificación
  - Grafica de Pareto
  - Box Plot
  - Multi-Vari Chart
  - Estadística Básica Descriptiva

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Estratificación

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## ESTRATIFICACION

- **Estratificación** es un concepto muy usado para explicar un problema, literalmente significa dividir datos en grupos (o estratos) basados en características clave. Una característica clave es algún aspecto de los datos que tu piensas pudiera ayudar para explicar **cuándo**, **dónde** y **por qué** un problema existe.
- El propósito de dividir los datos en grupos es detectar algún patrón que **localice / ubique** al problema o explique el porque la frecuencia de impacto del problema varia entre tiempos, lugares, o condiciones.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## FORMAS DE ESTRATIFICAR LOS DATOS

- Los grupos mas comunes para estratificar datos son:

ESTRATO	EJEMPLOS
Por PERSONA	Nombre, Posición, Experiencia, Edad, Sexo, Hobby
Por PRODUCTO o SERVICIO	Nombre del Producto o Servicio, Fabricante, Diseño, Precio, Función, Uso, Índice de Satisfacción, Durabilidad, Nivel de Calidad, etc
Por PROCESO	Nombre del Proceso, Línea, Estación o célula de trabajo, Numero de Operación, Paso del proceso
Por MAQUINA o EQUIPO	Modelo, Tipo, Característica técnica, Construcción
Por PROVEEDOR o CLIENTE	Numero, Canal de distribución, Clave, Nivel de venta o compra, Ingresos anuales, etc.
Por LOCALIDAD	Ciudad, Zona, Colonia, País, Piso, Espacio de uso.
Por TIEMPO	Fecha, Día, Semana, Mes, Año, Turno, Estación del año
Por AMBIENTE	Clima, Temperatura, Humedad, Presión, etc

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## ESTRATIFICACION

- Basado en los resultados de la estratificación puedes posteriormente conducir una priorización para determinar en donde estará enfocada la **futura investigación** de la fase de Análisis
- Esto es, el concepto de estratificación provee información para localizar la **fuerite del problema**, para ubicar al problema y posteriormente analizarlo

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## COMO CONDUCIR UNA ESTRATIFICACION

- Decide la **métrica** de desempeño a analizar
- Determina los **ítems** de estratos a utilizar
- **Recolecta** datos de la métrica en función de los estratos definidos
- **Analiza** los datos recolectados, localiza las diferencias y dibuja gráficos (Histogramas, Diagramas de Pareto, Box Plots, MultiVari Chart, etc) que te ayuden a ubicar la fuente del problema

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## COMO IDENTIFICAR LOS GRUPOS O ESTRATOS

- Analiza la descripción del Problema y desglósalo
- Ejemplos
  - 1 - Hay retrasos en las ordenes emitidas por los nuevos empleados
    - ✓ Métrica a analizar: Tiempo
    - ✓ Estrato. Empleados
    - ✓ Niveles del Estrato Nuevos vs. Experimentados
  - 2.- La materia prima del proveedor A produce un mejor acabado en el producto que el material del proveedor B
    - ✓ Métrica a analizar: Calidad del Material
    - ✓ Estrato: Proveedor
    - ✓ Nivel del Estrato: A y B

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## COMO IDENTIFICAR LOS GRUPOS O ESTRATOS

Utiliza el concepto **SLICE & DICE** ( Partir en Cubitos)

- Basa tus grupos en categorías discretas que respondan a las siguientes preguntas:
- Quién, Cuándo, Dónde, Por qué
- (ejemplo: Operador, Turno, Maquina, Errores)

Considera la **Estratificación**, mas que un simple concepto, como una Herramienta Exploratoria para determinar la ubicación de un problema a través de la diferencia entre estratos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

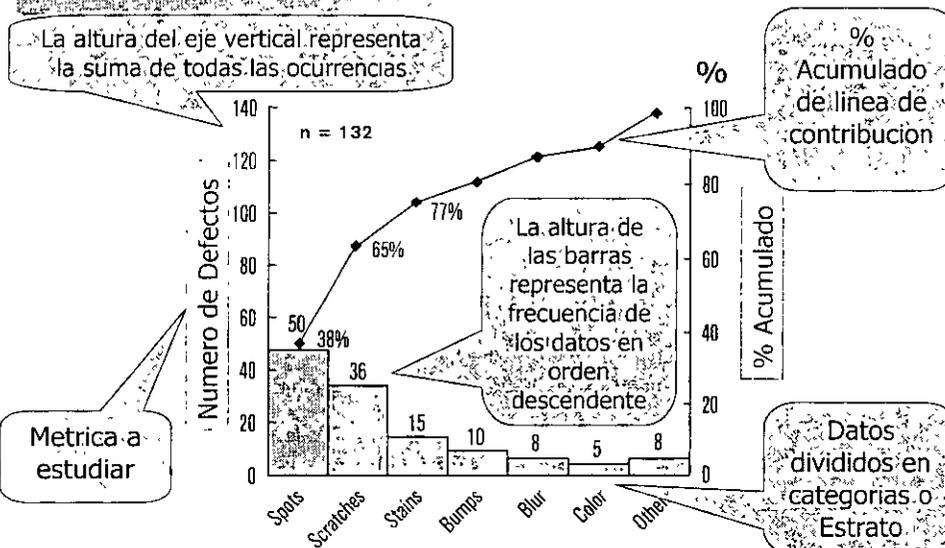
## GRAFICA DE PARETO

- La grafica de **Pareto** es una de las mejores herramientas de estratificación usada para:
  - Entender patrones de ocurrencia de un problema
  - Juzgar el impacto relativo de varias partes de un problema
  - Rastrear donde están las mayores contribuciones a un problema
  - Decidir donde enfocar el esfuerzo
- Se usa cada vez que quieras **identificar** las categorías vitales donde serán enfocados los esfuerzos de mejora

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## GRAFICA DE PARETO



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## COMO CONSTRUIR UNA GRAFICA DE PARETO

- Decide la métrica del problema que quieres analizar
- Recolecta los datos necesarios
- Determina la frecuencia de cada categoría del problema
- Lista las categorías del problema en orden descendente en el eje horizontal y las frecuencias en el eje vertical
- Dibuja la línea del % acumulado mostrando la porción del total que cada categoría del problema representa
- Interpreta los resultados

DECFI - UNAM

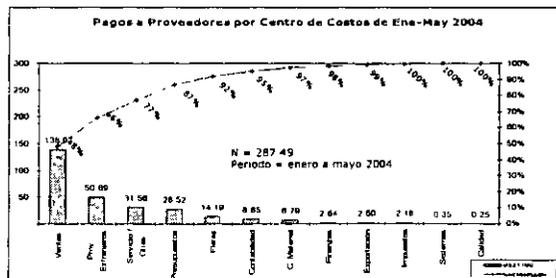
Diplomado en Seis Sigma

## EJEMPLO EN PASOS

No.	CENTRO DE COSTOS	IMPORTE	%	MILES USD	%	% ACUMULADO
1	Ventas	138 974,497 00		138 97	48 341%	48 3%
2	Prov. Extranjeros	50,690,225 35		50 69	17 632%	66 0%
3	Servicio / Ghas	31 556,844 94		31 56	10 977%	77 0%
4	Presupuestos	28,517,239 78		28 52	9 920%	86 9%
5	Fletes	14,187,115 10		14 19	4 935%	91 8%
6	Contabilidad	8,850,873 86		8 85	3 079%	94 9%
7	C. Material	6,786,863 09		6 79	2 361%	97 2%
8	Finanzas	2,640,000 00		2 64	0 918%	98 2%
9	Exposición	2,502,814 04		2 50	0 871%	99 0%
10	Impuestos	2,175,776 17		2 18	0 757%	99 8%
11	Sistemas	353,583 56		0 35	0 123%	99 9%
12	Calidad	250,325 41		0 25	0 087%	100 0%
TOTAL		287 486 158 30		287 49	100 000%	

Pasos:

1. Suma los totales y ordena los datos de forma descendente.
2. Calcula los porcentajes de cada concepto.
3. Calcula el porcentaje acumulado.
4. Grafica considerando:
  - Primero la escala del porcentaje.
  - Que el nivel del 100% corresponda al total sumado de características.



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## INTERPRETACION

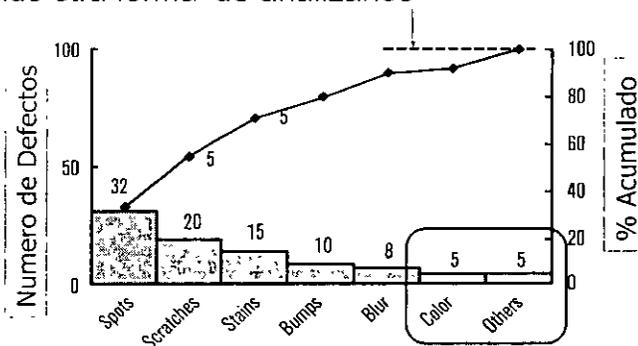
- En una grafica de Pareto generalmente, las barras mas altas indican la mayor contribucion a todo el problema.
- Por eso se dice que la grafica de Pareto esta basada en la regla del 80/20 : El 20% de las fuentes causan el 80% del problema
- Sin embargo, ten en cuenta que lo mas frecuente no siempre es lo mas importante. Siempre preguntate: Que tiene el mayor impacto en los objetivos de nuestro negocio y clientes?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## GRAFICA DE PARETO CONT.

- Una grafica de Pareto es mas util cuando muestra relativamente una gran diferencia entre categorias. Si tu grafica no muestra diferencias, entonces necesitaras explorar mas, usando mayor cantidad de datos o buscando otra forma de analizarlos

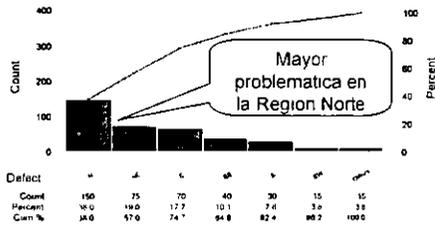


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## PARETO ANALISIS

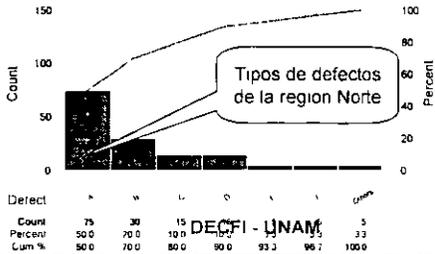
DEFECTOS POR REGION



1er Nivel de Analisis

2ndo Nivel de Analisis

DEFECTOS DE LA REGION NORTE



**Pareto**

- Ayuda a establecer areas de enfoque
- Forza la pregunta "Esta el problema completamente ubicado?"
- Visible/facil de interpretar
- Ayuda a Monitorear avances e impacto del proyecto

Diplomado en Seis Sigma

## EJERCICIO

A continuación se muestra un conjunto de datos recolectados durante 5 semanas basados en una revisión de incidentes reportados (datos historicos) en un call center de una empresa de computacion. La organizacion quiere conocer que problemas son los que presentan sus clientes y que reportan a la linea de ayuda Utilice el Análisis de Pareto para recomendar en qué razones debería enfocarse la empresa si quiere reducir los incidentes totales en un 70%.

Problemas reportados	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Mala configuracion	1	-	1	1	-
Problemas de arranque	20	20	15	5	8
No lee el archivo	2	2	1	2	1
Conexion lenta	3	10	3	3	1
Problemas de impresion	3	3	3	4	3
Servicio suspendido	4	4	10	2	4
Virus	5	-	5	1	-
Usuario bloqueado	-	3	-	1	2
Configuracion del sistema	4	4	3	3	2
Integridad del software	3	6	5	4	1
Otros	2	2	3	3	5

## BOX PLOT (GRAFICA DE CAJAS)

### Por que Usarlo?

- Para mostrar la distribución de los datos y
- Mostrar relaciones comparativas entre categorías específicas

Quando se utilizan datos estratificados, el box plot permite visualmente separar los grupos de datos y compararlos a fin de detectar diferencias significativas entre los grupos

### Un Boxplot consiste de...

- Una caja rectangular que representa la concentración del 50% de los datos
- Lineas o "whiskers" que se extienden a cada lado de la caja que representan el % restante de los datos

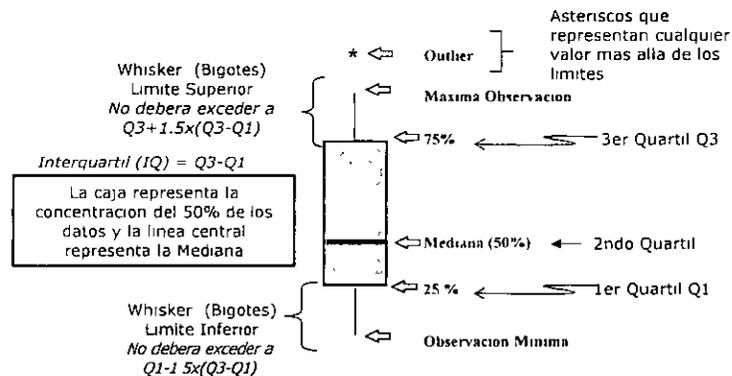


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## FIGURA DEL BOX PLOT

La figura representa el ordenamiento de los datos en Cuartiles (esto es la división de los datos en el 25%, 50% , y 75%)



Si la figura es larga = La variacion es grande  
Si la figura es corta = La variacion es pequeña

DECFI - UNAM

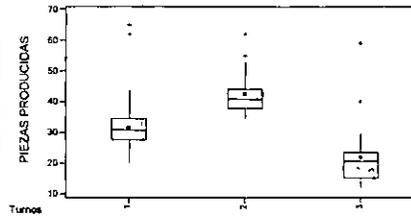
Diplomado en Seis Sigma

## Usando Grafica de Box Plot para entender los datos:

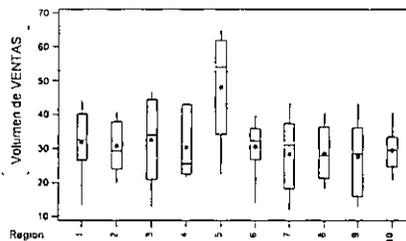
### Analisis: Box Plot

- Metodo para visualizar la distribucion de datos.
- Permite comparar varias distribuciones buscando diferencias entre ellas.
- Son las cajas diferentes?

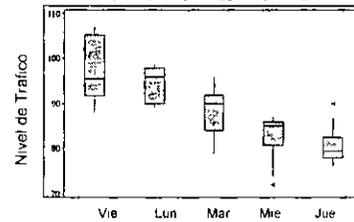
Boxplots de PRODUCCION por Turno  
(promedios son indicados por circulos solidos)



Boxplots de VENTAS por Region  
(promedios estan indicados por circulos solidos)



Boxplots de TRAFICO por Dia de la Semana



Diplomado en Seis Sigma

## COMO CREAR UN BOX PLOT

- Decide la métrica del problema que quieres analizar
- Recolecta los datos necesarios por categoria del problema (colectar minimo 30 muestras si es posible)
- Ordena descendientemente los datos
- Determina el valor Maximo, Minimo y la Mediana
- Determina el 1er y 3er Quartil
- Calcula el Interquartil
- Calcula los Bigotes Superior e Inferior
- Diseña la grafica de cajas y dibuja los bigotes y outliers
- Analiza los hallazgos

Indice de Satisfaccion del Cliente  
por Pais de Producto A

	Francia	USA	Rusia	Mexico	Japon
	107	99	96	87	90
	106	98	95	86	87
	105	98	91	86	81
	97	96	91	85	81
	96	96	90	85	80
	95	96	90	85	79
	95	94	89	83	79
	92	90	85	83	78
	91	90	81	74	78
	88	89	79	72	76

DECFI - UNAM

## MEDIANA

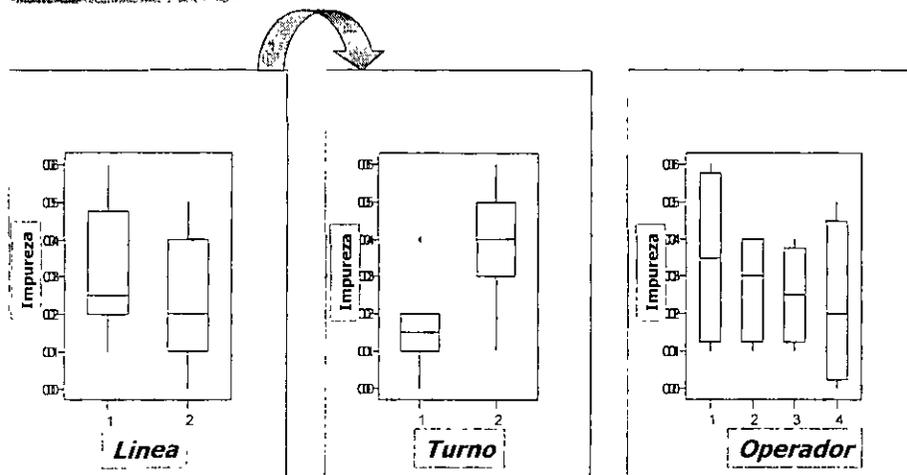
- La Mediana es una medida de tendencia central, representa el punto medio de los datos
- Por ejemplo. En la serie ordenada de menor a mayor 3 5 (7) 7 38  
La Mediana es el valor que esta a la mitad
- Si el numero de puntos es par, en cuyo caso no hay mitad, entonces la mediana sera el promedio de los dos valores que se encuentran alrededor de la mitad
- Asi en el ejemplo 3 5 7 7

$$\text{La Mediana sera } (5 + 7) / 2 = 6$$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## DESPLIEGUE DE BOX PLOTS



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MULTIVARI-CHART

Multi Vari es una herramienta gráfica que es muy comunmente usada para identificar donde la variacion esta siendo generada en un proceso/sistema

En esta grafica la variable de estudio es representada visualmente, estratificada y analizada

Es una herramienta muy versatil ya que puede utilizarse tanto en la fase de medicion como en la fase de Analisis ya que permite tambien evaluar los efectos de diferentes causas "Xs" o combinacion de ellas en la variable de respuesta "Y".

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MULTIVARI-CHART CONT.

### **En un Análisis Multi Vari se requiere que:**

- Los estratos o grupos categoricos tengan siempre niveles de atributos asignados que son arbitrarios en naturaleza (Operador A,B,C; Nivel de satisfaccion Bajo o Alto; Máquina 1,2,3; etc.)
- BENEFICIOS
- El resultado gráfico es fácilmente entendido
- Ayuda para representar varios estratos a la vez
- Ayuda para identificar condiciones "fuera de control".
- Ayuda a analizar graficamente datos pasivos o historicos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## COMO CREAR UN MULTI-VARI CHART

### Paso 1:

Decide que tipo de datos deberan ser recolectados para ubicar o definir con mas profundidad el problema , por ejemplo: numero de defectos, indice de rendimiento, tiempo de entrega, etc.

### Paso 2:

Decide los estratos o grupos. Considera como estratificar los datos, como por ejemplo: por maquinaria, por tiempo, por tipo de defecto, por operador, etc. Asegura siempre considerar estratos que reflejen variaciones dentro de grupo/pieza, entre grupos/piezas y por tiempo.

DECFI - UNAM

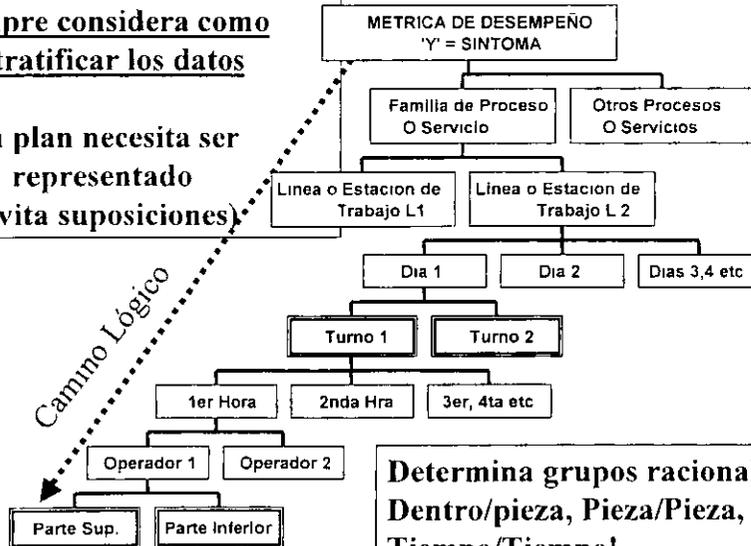
Diplomado en Seis Sigma

## REPRESENTACION LOGICA PARA ESTRATIFICAR

**Siempre considera como Estratificar los datos**

**Tu plan necesita ser representado (Evita suposiciones)**

*Camino Lógico*



**Determina grupos racionales Dentro/pieza, Pieza/Pieza, Tiempo/Tiempo!**

DECFI - UNAM

## COMO CREAR UN MULTI-VARI CHART

### Paso 3:

Recolecta los datos de tal forma que las entradas para la estratificación sean reconocidas.

Recuerda asignar niveles por atributos a cada estrato

### Paso 4:

Prepara el grafico de Multi-Vari y analiza los datos. Si la estratificación resulta favorable esto es, muestra diferencias entre los estratos, sera un buen indicador de donde se localiza la mayor problematica para asi despues medir esta zona y estudiarla con mayor profundidad en la Fase de "Análisis"

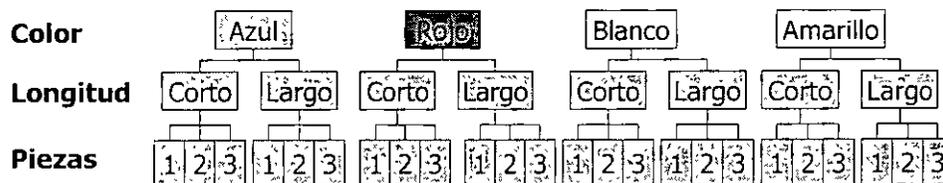
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## EJEMPLO MULTI-VARI CHART

Una academia de Karate ha recibido diferentes reclamos de sus alumnos en cuanto a la calidad de las cintas otorgadas durante el campeonato local. La academia preocupada por esta situacion decidio conducir un estudio Multi-Vari para identificar la mayor fuente de variacion generadora de niveles de defectivo en las cintas y asi poder reclamar a su proveedor. Muchas cintas, cortas y largas, y en cuatro colores (rojo, blanco, azul y amarillo) fueron estudiadas. Tres muestras de cada combinacion fueron tomadas, para un total de 24 datos ( $2 \times 4 \times 3$ ).

### Plan de Estratificacion

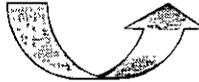


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## EJEMPLO MULTI-VARI CHART CONT.

Disposicion de los Datos recolectados



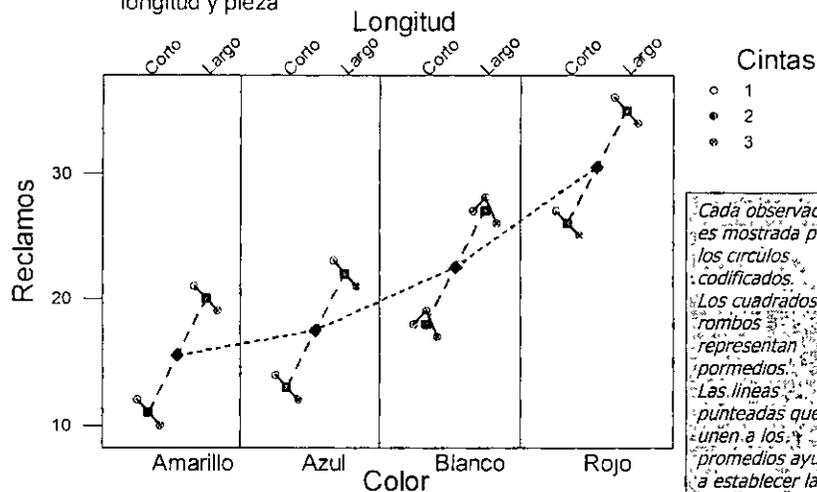
Nota: Cada Estrato debe tener asignado niveles, mismos que deben tener correspondencia a un valor de la metrica de desempeño y cada combinacion de niveles y estratos debe estar completa en el arreglo

DECFI - UNAM

Color	Longitud	# Cinta	# Reclamos
Azul	Corto	1	14
Azul	Corto	2	13
Azul	Corto	3	12
Azul	Largo	1	23
Azul	Largo	2	22
Azul	Largo	3	21
Rojo	Corto	1	27
Rojo	Corto	2	26
Rojo	Corto	3	25
Rojo	Largo	1	36
Rojo	Largo	2	35
Rojo	Largo	3	34
Bianco	Corto	1	18
Bianco	Corto	2	19
Bianco	Corto	3	17
Bianco	Largo	1	27
Bianco	Largo	2	28
Bianco	Largo	3	26
Amarillo	Corto	1	12
Amarillo	Corto	2	11
Amarillo	Corto	3	10
Amarillo	Largo	1	21
Amarillo	Largo	2	20
Amarillo	Largo	3	19

## COMO LUCE UN MULTI-VARI CHART

Multi-Vari Chart for Reclamos de Cintas por Color, longitud y pieza



Cada observacion es mostrada por los círculos codificados. Los cuadrados y rombos representan promedios. Las líneas punteadas que unen a los promedios ayudan a establecer la comparacion entre los estratos.

QUE CONCLUSION DARIAS A LA ACADEMIA?

## EJERCICIO-TAREA

- Una botella es manufacturada usando dos maquinas de inyeccion en dos turnos, dia y noche
- La materia prima es suministrada por dos proveedores
- La botella sin embargo, presenta un alto % de defectivo
- Se quiere investigar donde esta localizada la mayor fuente de variacion El indice de defectivo fue recolectado durante dos meses

Defectivo (%)

Maquina	Mes	Materia Prima Proveedor A		Materia Prima Proveedor B	
		Turno Matutino	Turno Nocturno	Turno Matutino	Turno Nocturno
I	Julio	4.89	6.88	3.29	5.03
	Agosto	4.86	6.28	3.18	4.99
II	Julio	4.72	6.46	2.60	5.18
	Agosto	4.63	6.20	3.10	5.64

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Datos y Estadística Básica Descriptiva

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## DATOS Y ESTADÍSTICA

### Importante:

- Los DATOS, por si mismos, NO PROVEEN información
- Tienes que MANIPULAR los datos para que te den información
- Usamos ESTADÍSTICA para manipular los datos.

Estadística es la Gasolina para el carro.  
Hay **QUE** Torturar los Datos.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## ESTADÍSTICA

- Estadística es organizar, analizar, e interpretar datos.
  - Yards por acarreo
  - Promedio ganado por carrera
  - Kilometraje por galón
- La Estadística es cómo hacer que tengan sentido los cientos de miles de observaciones de datos individuales.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Estadística- Beneficios de Graficar los Datos

**LA ESTADISTICA ES UN CONJUNTO DE HERRAMIENTAS**. Como cualquier otra herramienta, puede usarse erróneamente, dando por resultado conclusiones mal dirigidas, distorsionadas o incorrectas. No es suficiente el ser capaz de hacer las operaciones. Uno también debe ser capaz de hacer las interpretaciones correctas. Una herramienta muy importante de análisis para soporte estadístico es GRAFICAR LOS DATOS.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## ESTADÍSTICOS

Ahora vamos a movernos de los gráficos a las fórmulas, nuestro objetivo es obtener mediciones simples de la crudeza de los datos que nos digan algo acerca de ellos

Cualquier set de mediciones tiene 2 propiedades importantes: El Valor CENTRAL y la DISPERSION alrededor de este valor

DECFI - UNAM

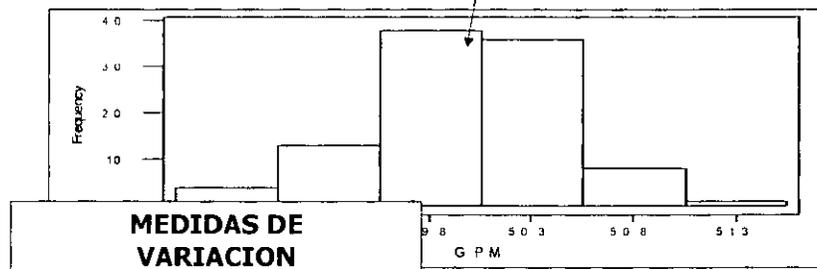
Diplomado en Seis Sigma

## ESTADÍSTICOS

Para dar una idea de esto, recordemos el histograma

### MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

El valor central esta por aqui



Aqui tenemos la dispersion de los datos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

### • Centrado- Medidas de Tendencia Central

– ¿En dónde está localizado el proceso? ¿En dónde esta concentrado la mayoría de los datos?

La medida más común de tendencia central es el

**Promedio** Con frecuencia denominada por  $\bar{X}$ .

Esta es el promedio aritmético tradicional, sumar los de los datos y luego dividirlos entre el # de datos.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{n=1}^n x_n}{n}$$

Otras medidas de tendencia central son:

- **Mediana:** Refleja el 50% de los datos, el número central después de sortear los números. No necesariamente incluye todos los valores en el cálculo
- **Moda:** El valor que ocurre con más frecuencia en un grupo de datos.

## MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL CONT.

Por que hay mas de una medida central?

Por que cada una tiene ventajas y desventajas

Por ejemplo la **Mediana** no es sensitiva a valores extremos o outliers.

Supongamos que en un grupo de televidentes, una persona observa TV por espacio de **200** horas por semana. Si nuestros datos son 3, 5, 7, 7, y 200. La **mediana** es 7, pero el **Promedio** es de **45.8**, Cual medida de tendencia central refleja realmente el tiempo de observacion de TV?

**Por lo que hay que tener cuidado al manejar estas medidas:**

En 1984 la Universidad de Virginia anuncio que su departamento de Graduados en Comunicaciones tenia un **promedio de salario** de \$55,000 y con eso hicieron el calculo del presupuesto para la plantilla. Sin embargo, habia un outlier, el salario de un jugador de la NBA Ralph Sampson que distorsiono el promedio por lo que no fue representado el poder de salario real a traves de esta medida de tendencia central (La Mediana del salario no fue publicada)

## EJERCICIO

- Calcula la Media, Mediana y la Moda para cada grupo de datos mostrado abajo.

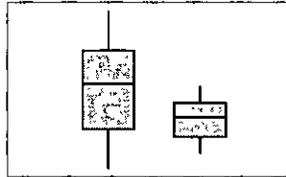
Indice	1er Set	2ndo Set	3er Set
A	5	3	9
B	6	6	1
C	4	3	1
D	5	4	8
E	5	3	1
F	7	4	6
G	4	16	10
H	7	4	1
I	6	5	7
J	3	3	1
K	3	4	10

Statistic	1er Set	2ndo Set	3er Set
Promedio			
Mediana			
Moda			

## MEDIDAS DE VARIACION

- **Variación**

- ¿Qué tanto varía un proceso? Todos sabemos que cada proceso tiene algo de movimiento, no todas las piezas serán "exactamente" iguales.



- Además de conocer puntos centrales, siempre es necesario describir la dispersión o variación de los datos, esto es, que tan lejos del punto central se encuentran esos datos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MEDIDAS DE VARIACION

- La medida más común de variación es la Desviación Estándar ( $\sigma$ ). Esta medida representa la distancia promedio de los datos respecto a  $\bar{X}$
- Otras medidas de variación son:
  - Rango
  - Varianza

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Fórmulas: Medición de la Variación

- **Rango:** Diferencia numérica entre el valor más alto y más bajo de un grupo de datos.  $Rango = \max - \min$
- **Varianza ( $\sigma^2$  ;  $s^2$ ):** El promedio de la desviación al cuadrado para cada punto (dato) individual a partir de la media. 
$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$
- **Desviación Estándar ( $\sigma$  ;  $s$ ):** La raíz cuadrada de la varianza. Es la medida más comunmente usada para cuantificar la variación. 
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Las Computadoras hacen el trabajo pesado

## Ejercicio: Variación

- Formen 1 gran equipo
- Sigam las instrucciones dada la dinamica mencionada por el instructor y recolecten al menos 5 datos por intento
- Calculen el rango y la desviacion estandar de cada intento
- Calculen finalmente el Rango y la desviacion Total del grupo

## La Variación es el Enemigo

- Está en clase ahora y la temperatura en el salón de clase es de 50 grados F. ¿Se siente confortable?
- Bien, si ahora subo la temperatura a 90 grados F. ¿Está confortable ahora?
- ¿Cuál es su problema, si tuvo un promedio de temperatura de 70 grados F para el día de hoy.?

Los Clientes sienten  
la variación más que la media.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

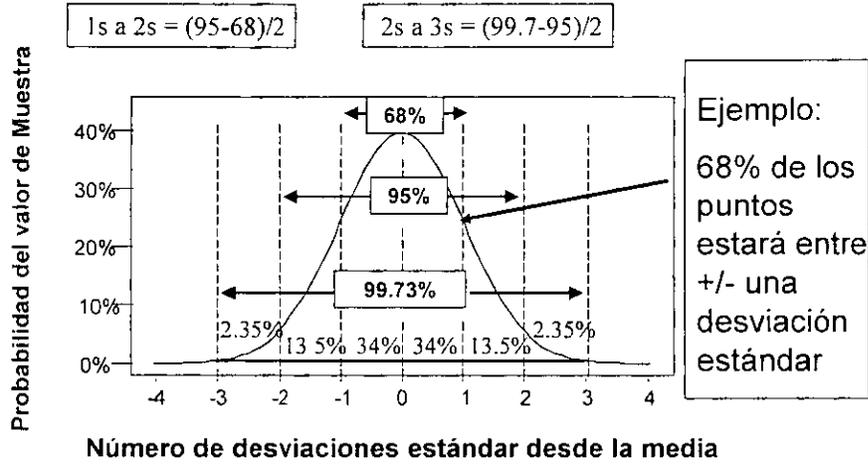
## Distribución Normal

- Es obvio que si nosotros conocemos la media o centro de un proceso, podemos localizar el centro de nuestra Distribución Normal.
- ¿Pero cómo conociendo la desviación estándar nos permite conocer cómo hacer el dibujo de la curva normal de campana?
  - +/- 1 desviación estándar cubre 68.26% de todos los eventos
  - +/- 2 desviaciones estándar cubren 95.44% de todos los eventos
  - +/- 3 desviaciones estándar cubren 99.73% de todos los eventosTambién el punto de inflexión está en 1 desviación estándar.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Probabilidades de la Curva Normal

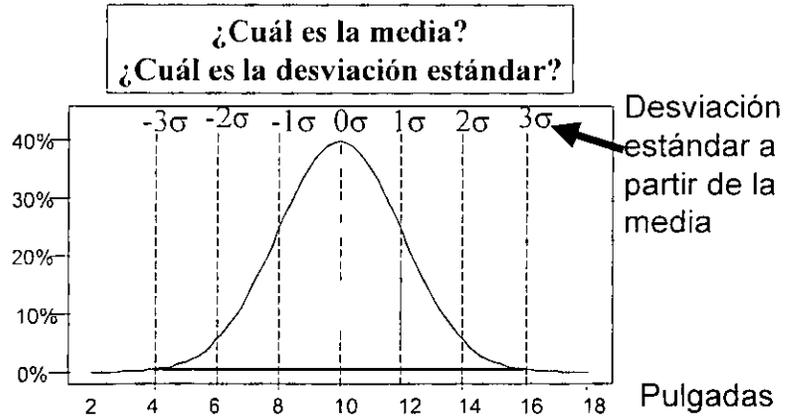


**Concepto Importante: El área bajo la curva estándar normal es 1**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Curva Normal - Ejercicio 1

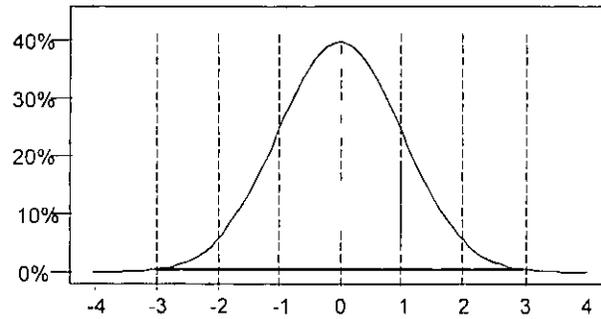


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Curva Normal - Ejercicio 2

¿Cuál es la media?  
¿Cuál es la desviación estándar?

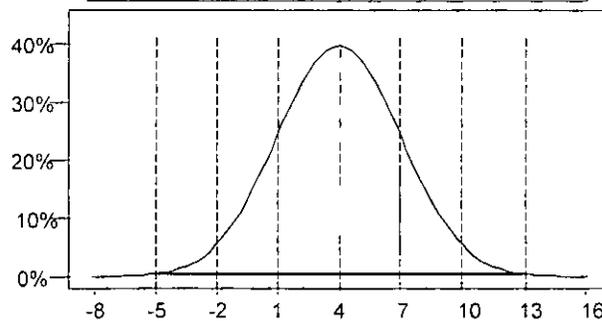


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Curva Normal - Ejercicio 3

¿Cuál es la media?  
¿Cuál es la desviación estándar?

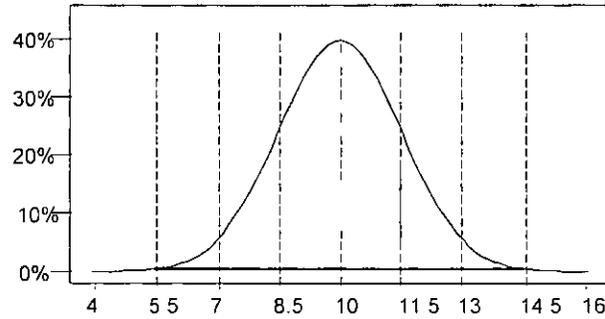


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

### Curva Normal - Ejercicio 4

¿Cuál es la media?  
¿Cuál es la desviación estándar?

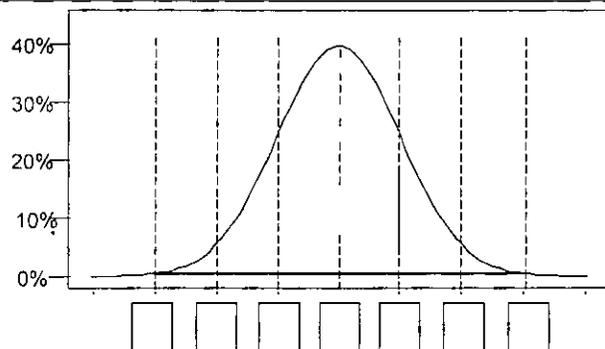


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

### Curva Normal - Ejercicio 5

Si la media es 20 y la desviación estándar es 5.  
Llene los cuadros blancos



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Z transformada - Uso

### Transformación estandarizada Z

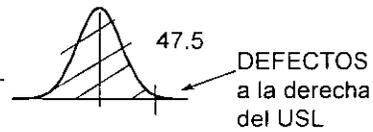
$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Suponga que los diámetros de las flechas están normalmente distribuidos con una media de (45) y una desviación estándar de (1). El límite superior de especificación del cliente es de (47.5). ¿Cuál es el DPMO de este proceso?

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

$$Z = \frac{47.5 - 45}{1}$$

$$Z = 2.5$$



De tabla -Z la probabilidad de que una flecha sea menor que (47.5) es 99.38% y la probabilidad de un defecto es (1- 99.38) o 0.62%

$$DPMO = .0062 \times 1,000,000 = 6,200$$

¡Conociendo la Distribución y los Límites de Especificación, nos permite predecir la Capacidad!

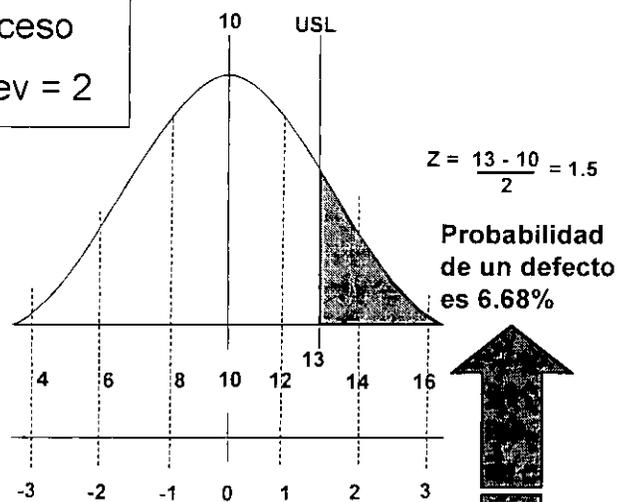
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Transformación Z Calculo de DPMO

Asume un proceso  
 $\mu = 10$  y Std Dev = 2

Pregunta. si mi tolerancia es 13, Que % de mi producción es defectuosa?  
 (Area roja bajo la curva)  
 Respuesta. use tabla Z



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

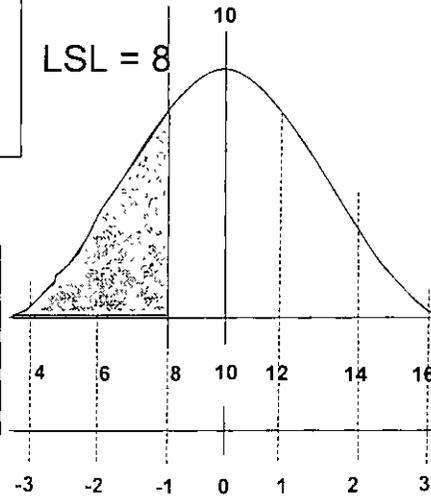
## Transformación Z Cálculo de DPMO para Especificación Inferior

Mismo Proceso

$$\mu = 10$$

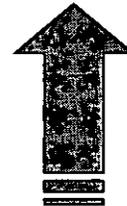
y Std Dev = 2

Pregunta; si mi LSL es 8 que % de mi producción es defectuosa?  
(Area azul bajo la curva)  
Respuesta: use tabla Z



$$Z = \frac{8 - 10}{2} = -1$$

Probabilidad de un defecto es 15.87%

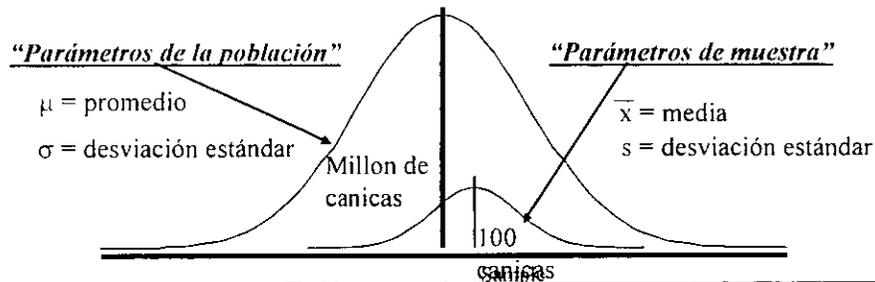


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Población vs Muestra

- **Población:** Un grupo entero de objetos que han sido, o serán hechos y que contienen una característica de interés.
- **Muestra:** Grupo de objetos medidos actualmente durante un estudio, los cuales son un subgrupo de la población de interés.



La estadística de la muestra se aproxima a los parámetros de la población

## Población vs Muestra

- **Población:**
  - Incluye todas las partes.
  - Es difícil y muy caro de medir por su gran volumen.
- **Muestra:**
  - Es un subgrupo de la población.
  - Se selecciona al azar para representar la población
  - Después de un cambio en el proceso, es fácil tomar una muestra para ser usada para determinar si en realidad se ha logrado una mejora
- **Nota:**
  - Actualmente es común substituir ( $\sigma$  = desviación estándar de la población) y ( $\mu$  = promedio de la población) por las estadísticas de la muestra ( $s$  = desviación estándar de la muestra) y ( $\bar{X}$  = promedio de la muestra)

Sample:

**Las muestras son Ventanas para ver la Población**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Formula

- **La formula** para determinar el tamaño de la muestra es:

$$n = (2s/d)^2$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra  
s = Desviación estándar  
d = Grado de precisión requerido

- **La precisión** es el rango para un estimado de una característica:

- Estimado de tiempo de entrega dentro de +/- 2 días
- Estimado de rechazos dentro de +/- 5%

## Ejemplo

Supongamos que la desviación estándar de 30 llamadas recibidas en un call center es de 180 segundos.

Fue acordado tener los datos con +/- 30 segundos de precisión en este proyecto

Por lo tanto:

$$n = \left( \frac{2 \times 180}{30} \right)^2 = 144$$

El equipo acordó entonces:  
"Usaremos una muestra de 150 datos en este proyecto"

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Preguntas Generales para el Plan de Recolección de Datos

- ¿Qué quieres conocer acerca del proceso?
- ¿Cómo quieres ver lo que quieres saber?
- ¿Qué tipo de herramienta generará lo que necesitas ver?
- ¿Qué tipo de datos necesitas para la herramienta seleccionada?
- ¿Cuáles son las fuentes probables de variación en el proceso?
- ¿Existen ciclos en el proceso?
- ¿Quién recolectará los datos?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Preguntas Generales para el Plan de Recolección de Datos (Cont.)

- ¿Qué tanto tiempo necesitas recolectar datos para tener un panorama verdadero?
- ¿Cómo vas a probar tu sistema de medición?
- ¿Están bien detalladas las instrucciones de operación?
- ¿Cómo vas a mostrar la información?
- ¿Hay datos disponibles? Si no, ¿qué formatos prepararás para recolectar datos?
- ¿Dónde recolectarás los datos?
- ¿Cuáles son tus planes de recolección de datos?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## SUMARIO FASE DE MEDIR

<Tollgate>

### Proposito:

Desarrollar la medición de la variable dependiente  $Y$ , que te permitira evaluar el desempeño del proceso

Determinar el *Proceso actual* Y evaluarlo vs el desempeño requerido

*Dimensionar el tamaño del problema* <Quien, Cuando, Donde, Por que>

### Preguntas a ser respondidas:

**Quienes** son los proveedores y clientes del proceso?

**Cuales** son las *variables de salida* que son críticas para entender el desempeño de este proyecto? Cuales son *los estandares de desempeño para Y*  
Cuales son los *defectos* para este proyecto? Cuales son las *Fuentes primarias de variacion de este proceso* Son variables controlables o de ruido?

**Donde** colectaras datos? Cual es tu *Plan de coleccion de datos* ? Que tantos datos colectaras? Es suficiente tu habilidad para *Medir/Detectar* ?

**Como** te aseguraste de incluir todas las fuentes de variacion / estratos?

**Por que** dices que el proyecto esta siendo direccionado?

**Como** esta actualmente el desempeño del proceso? Cual es *la Capacidad Cp* o *Nivel de Sigma* para este proyecto?

Cuales son los *Objetivos de reduccion del defecto* para este proyecto?

Has encontrado *"la ruta"* para analizar mas a fondo?

Sabes *Cual es la situacion actual del problema*?

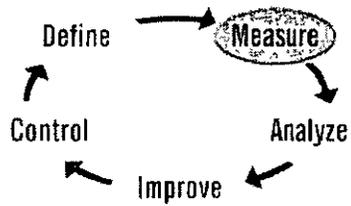
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## CHECKLIST FASE DE MEDIR

### Checklist

- Mediciones clave identificadas
- Defectos identificados
- Plan de coleccion de datos
- Analisis del Sistema de Medicion
- Medicion de la Linea Base de capacidad del proceso
- Objetivos de Reduccion del Defecto Establecidos



### Herramientas

- Mapas de Proceso
- Time Series Plot
- Histograma
- Capacidad del Proceso
- Estratificacion
- Pareto
- Box Plot
- Estadistica Descriptiva

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

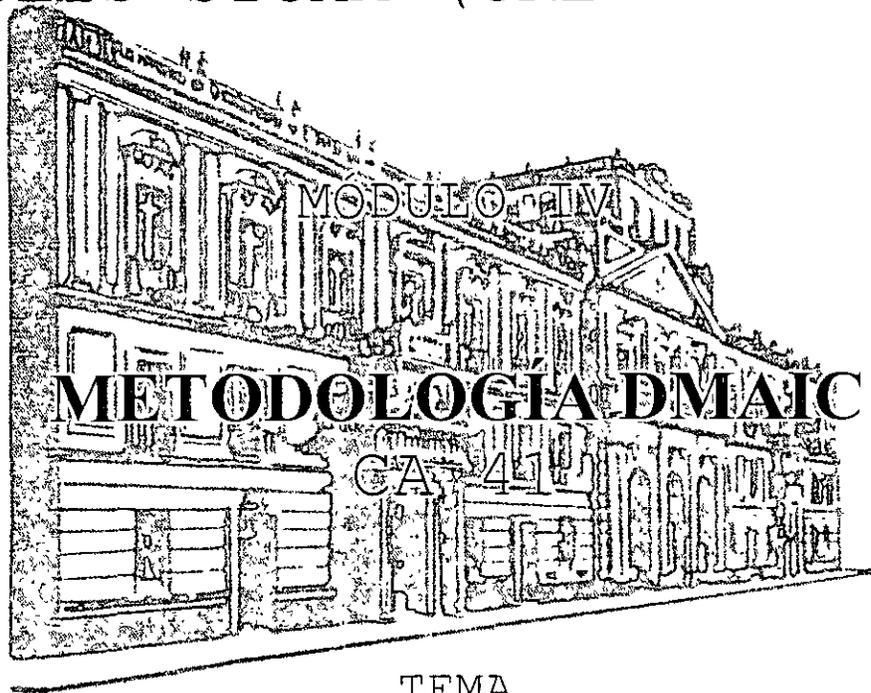


FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
CONTINUA Y A DISTANCIA

DIPLOMADO EN  
SEIS SIGMA (GREEN BELT)



TEMA  
APUNTES GENERALES  
(CUARTA PARTE)

**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO**  
**DEL 08 DE MARZO AL 05 DE ABRIL DE 2008**  
**PALACIO DE MINERÍA**



# MODULO IV

## METODOLOGÍA DMAIC

Diplomado en Seis Sigma  
Green Belt  
DECFI



Diplomado en Seis Sigma  
DECFI

# FASE DE ANALISIS

## **OBJETIVOS:**

- COMPRENDER EL PROPÓSITO DE LA FASE DE ANALISIS Y LA SALIDA ESPERADA EN ESTA ETAPA,
- INTERPRETAR Y APLICAR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:
  - Five Whys (5 Porqué's)
  - Diagrama de Causa y Efecto
  - AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla)
  - Matriz de Causa y Efecto
  - Pruebas de Hipótesis

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# FASE DE ANALISIS

DEFINIR

MEDIR

ANALIZAR

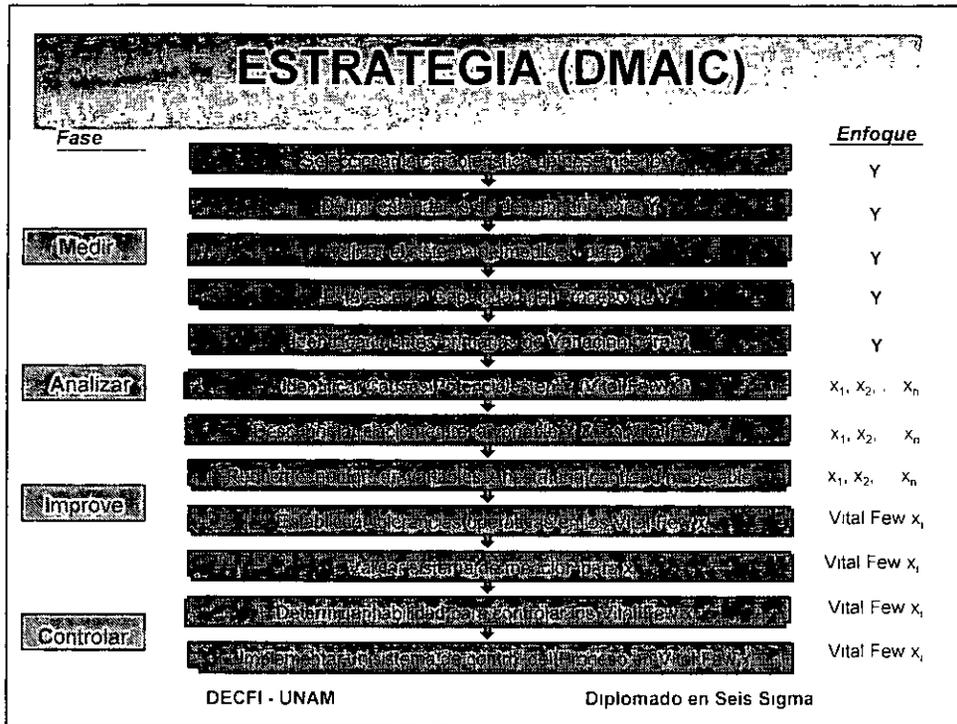
MEJORAR

CONTROL

- Objetivo de la fase:
  - Desarrollar teorías de causas generadoras del problema
  - Confirmar teorías de causas con datos
  - Identificar la (s) causa (s) raíz del problema

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma



## IDENTIFICANDO CAUSAS

Una vez que el problema ha sido ubicado, el siguiente paso es listar las causas potenciales que lo generan y organizarlas para visualizar relaciones entre causa y efecto, a fin de decidir sobre cuales trabajar.

Las herramientas más comunes usadas para determinar esta lista, son

- Lluvia de Ideas
- Diagramas de Afinidad
- Mapa de Proceso
- 5 Por que
- Diagramas de Causa y Efecto
- Análisis de Modo y efectos de Falla

DECFI - UNAM
Diplomado en Seis Sigma

## FIVE WHYS (5 Por que)

El proceso Five Whys esta diseñado para encontrar las causas de un problema al someterlo a preguntas Why o Por que? y preguntando Por que? a cada una de las respuestas.

Esta serie de preguntas hará que la causa raíz sea descubierta

Cada vez que la pregunta se realiza, la respuesta empezara a estar mejor relacionada y enfocada hasta que la pregunta no pueda ser contestada, indicando que la causa raiz ha sido encontrada.

Para desarrollar este proceso, hay que empezar con la definición del problema ENFOCADO y entonces preguntar Por que? 5 veces.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## PASOS PARA GENERAR UN FIVE WHYS

1. Para iniciar el proceso, el problema actual necesita cambiarse a una pregunta "Por que":

Problema: Las ventas han bajado un 20% desde el año pasado

**Pregunta:** ¿Por qué las ventas han bajado un 20% desde el año pasado?

2. Esta primera **pregunta** desencadenará una serie de respuestas :

**Pregunta:** ¿Por qué las ventas han bajado un 20% desde el año pasado?

Respuesta #1: Porque un competidor nos ganó un cliente clave.

Respuesta #2: Porque estuvimos embarcando tarde el producto al final del año.

Respuesta #3: Porque recortamos un 5% los distribuidores.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## PASOS PARA GENERAR UN FIVE WHYS CONT.

3. Cada una de las respuestas mencionadas arriba necesitan ser cambiadas a una pregunta "Por que" y la cadena continuará. Tomar cada respuesta individualmente y continuar cambiando las respuestas en subsecuentes preguntas "Por que" hasta que la pregunta no pueda ser contestada o la respuesta está fuera del control de la compañía. En este punto habrás identificado la raíz del problema que necesitará ser direccionada:

**Pregunta:** ¿Por qué un competidor nos ganó un cliente clave?

Respuesta #1: Nuestros competidores están ofreciendo promociones de ventas.

Respuesta #2: Nuestros productos no cumplen sus necesidades.

4. Una vez que las preguntas son contestadas, haz una lista de las diferentes causas raíz y categorízalas en grupos lógicos.

5. Determina cual de las causas atacarás primero seleccionándolas de acuerdo a su importancia (escoger 10 o menos).

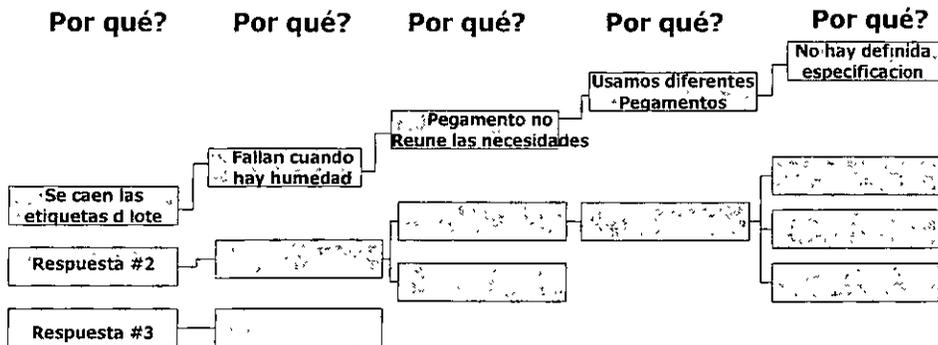
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## FIVE WHYS & LOGIC TREE

Puedes desplegar gráficamente las causas encontradas por el proceso de 5 why's haciendo uso de un Logic Tree (Árbol Lógico) para hacer mas comprensible el enlace de la pregunta con sus posibles respuestas.

**Problema:** Por que Ordenes tienen errores frecuentes en el numero de Lote



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

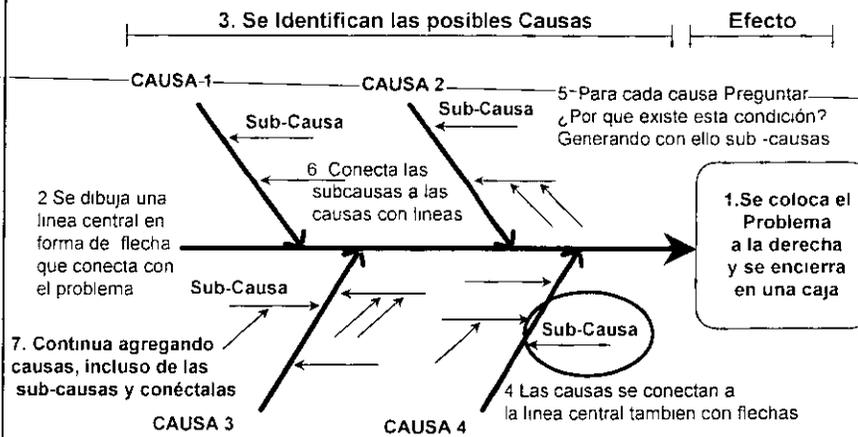
El diagrama Causa y efecto es una herramienta visual usada para identificar, explorar y desplegar en detalle, **todas** las posibles causas relacionadas a un problema o condición

- Ayuda a enfocar al equipo en el contenido del problema, en sus causas y no en los síntomas
- Crea una imagen instantánea del conocimiento colectivo del equipo entorno al problema
- Crea un consenso de las causas del problema
- Visualiza posibles **relaciones entre causas** para cualquier problema actual o futuro
- Minimiza la tendencia natural que tiene la gente de saltar a las conclusiones de mejora sin haber estudiado antes las causas

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO



**Interpretación:** El inicio de la flecha indica que es una Causa y el fin de la flecha indica el Efecto que provoca.

**Último Paso.** Marca la o las causas potenciales probables (RAIZ)

## DIAGRAMA DE PESCADO

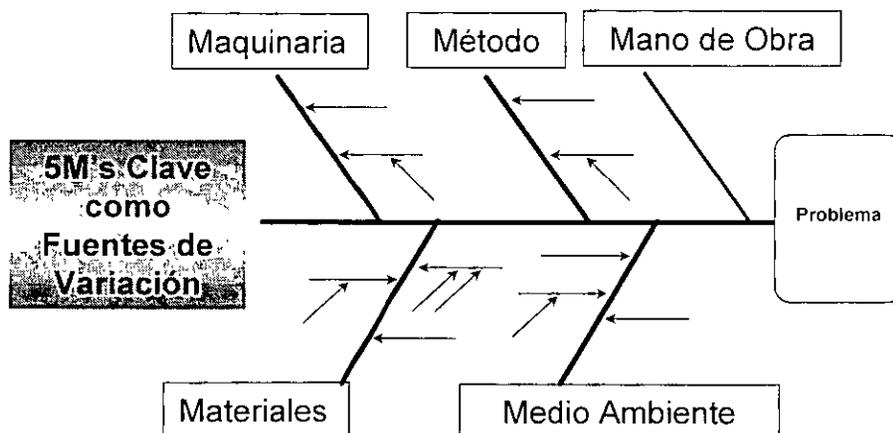
Para establecer prioridades de causas RAIZ:

- 1.- Revisa todas las causas potenciales
- 2.- Identifica cuales son las que contribuyen mas al problemas
- 3.- Considera que tan medibles son cada una de las causas que tienen gran contribución
- 4.- Considera sobre cuales causas pudieras en algún momento tomar acción
- 5.- Si estas consideraciones no ayudan, pide al equipo que haga una votación sobre las dos o tres causas principales

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

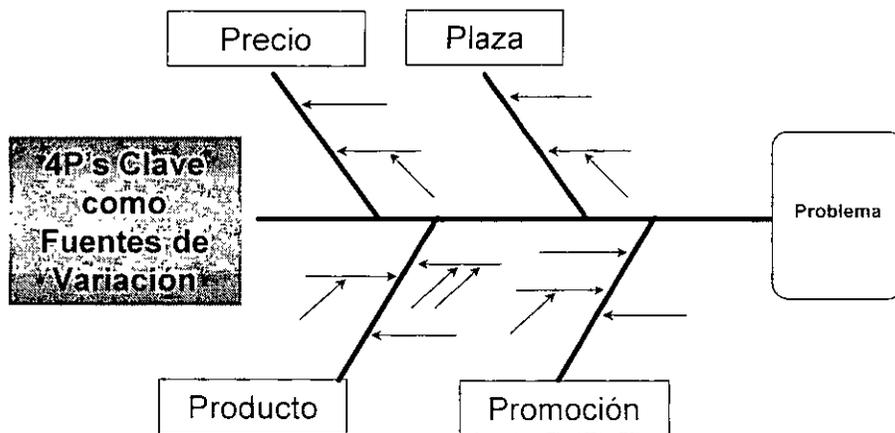
## Produccion/Manufactura



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Administrativos/Transaccionales



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MATRIZ CAUSA-EFECTO

- La Matriz Causa & Efecto es una herramienta usada para relacionar y priorizar las entradas del proceso (X' s)-CAUSAS a los requisitos del cliente (Y' s) a través de la clasificación jerárquica numérica, usando el mapa del proceso, diagramas de pescado, o de afinidades, como la fuente primaria de variables causales
  - Las Y' s (las salidas) se anotan de acuerdo a la importancia al cliente (CTQ).
  - Las X' s (las entradas) se anotan de acuerdo a la relación de cada causa a cada uno de los requerimientos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MATRIZ CAUSA-EFECTO CONT.

- Esta herramienta permitirá a **todos** los involucrados en un proceso estar de acuerdo en las salidas que son críticas al producto y/o cliente.
- Vía la clasificación jerárquica numérica, esta matriz permitirá a su equipo asignar un nivel de importancia a cada variable de salida (Y's).
- A través de la asociación, la matriz permitirá al equipo evaluar el efecto de cada entrada numéricamente (X) en cada salida (Y).
- Esto es el primer intento de los equipos para determinar  $Y=f(X)$ .

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## METODO DE CONSTRUCCION

1. Enliste Salidas Claves (Y's) y/o CTQ's en la parte superior de la Matriz

Matriz de Causa y Efecto

Nivel de Importancia para el Cliente																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Entradas al Proceso	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9							
1																0
2																0
3																0
4																0
5																0
6																0
7																0

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Paso 2)

### Matriz de Causa y Efecto

Nivel de Importancia para el Cliente	9	9	6	9	3	3	6	1	6						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Entradas al Proceso	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9						
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															

2. Valore numéricamente cada salida con respecto a su importancia al Cliente, usando una escala donde el número más alto refleje la mayor importancia (p.ej. 1 a 10)

Este paso puede incluir a mercadotecnia, desarrollo de producto, manufactura, etc. Si es posible, el Cliente Final debiera ser incluido también.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Paso 3)

3. Enliste Todas las Entradas Clave potenciales o causas que puedan impactar a las salidas y colóquelas en el lado izquierdo de la matriz

Nivel de Importancia para el Cliente	9	9	6	9	3	3	6	1	6						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Entradas al Proceso	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9						
1	X1														0
2	X2														0
3	X3														0
4	X4														0
5	X5														0
6	X6														0
7	X7														0
8	X8														0
9	X9														0
10															0
															Total

En este paso puedes usar las entradas detectadas en el mapa de proceso, o diagrama de pescado o de afinidad o de cualquier otro medio para detectar causas

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma





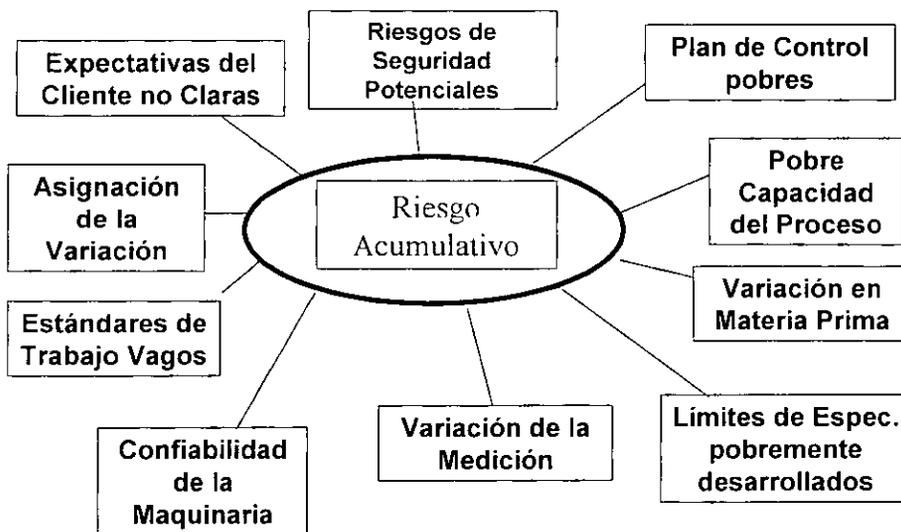
## AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de la Falla es también otra herramienta de EMBUDO para enfocar el esfuerzo de estudio en aquellas variables que son críticas para el proceso actual.

Puede ser usada tanto en la fase de Medición, o de Análisis como en la fase de Mejora

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

## ¿De dónde viene el riesgo?



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## 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

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Usos del AMEF (Cont.)

- Puede establecer y dar prioridad a las acciones.
- Evalúa el riesgo de cambios del proceso.
- Identifica las variables causales potenciales a considerar
- Guía el desarrollo de nuevos procesos industriales.
- Ayuda a establecer el escenario para el descubrimiento súbito.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Terminología

- **El Modo** - La manera en que una entrada específica al proceso falla, y si no es detectada, corregida o 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.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Terminología (Cont.)

- **La Ocurrencia** - Una valoración de la frecuencia con que ocurre una Falla.
- **Los Controles Actuales** - Métodos sistematizados / aparatos para prevenir o descubrir los Modos de Falla o Causas antes de causar los Efectos.
- **La Detección**- Una valoración de la probabilidad de que los controles actuales detectarán cuándo un Modo de Falla o la Causa ocurre.
- **Número de Prioridad de Riesgo** - RPN = Severidad x Ocurrencia x la Detección

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma



## 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.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Anotación RPN (Cont.)

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
1	No efecto	Falla poco probable	Detección segura

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Ejercicio de Anotación de AMEF

Llene los resultados y qué acción deberá ser tomada.  
Esté listo a presentar resultados.

Occ	Sev	Det	Resultado	Acciones
1	1	1		
1	1	9		
1	9	1		
1	9	9		
9	1	1		
9	1	9		
9	9	1		
9	9	9		

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## 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!

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## TIPS PARA EL EXITO

- 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

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## AMEF - Método

- 1) Para cada entrada del proceso, determine las maneras en que el paso del proceso puede salir mal, éstos son los Modos de Falla.
- 2) Para cada modo de falla identificado asociado con las entradas del proceso, determine los Efectos.
- 3) Identifique las Causas potenciales de cada modo de falla identificado.
- 4) Enliste los Controles Actuales para cada causa identificada.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## AMEF – Método cont.

- 5) Asigne las valuaciones para la Severidad, Ocurrencia y Detección
  - Tasa de Severidad para cada uno de los Efectos
  - Tasa de Ocurrencia para la frecuencia por cada Causa
  - Tasa de Descubrimiento para la habilidad de los Controles Actuales de detectar la Causa y/o Modo de Falla.
  
- 6) Calcule el Número de Prioridad de Riesgo (RPN).

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## AMEF – Método cont.

- 7) Determine las Acciones Recomendadas para reducir los Números de Prioridad de Riesgo altos.
  
- 8) Tome las acciones apropiadas y documente los resultados.
  
- 9) Recalcule el Número de Prioridad de Riesgo.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## SUMARIO

- El AMEF se supone ser una acción “antes de la falla”, no una reacción “después del hecho”
- El AMEF es un documento “viviente” y debe ponerse al día continuamente como ocurran cambios.
- Siga la metodología exactamente.
- Incluya a todo el personal impactado para obtener información, esto incluye río arriba y abajo.
- **La importancia estadística no se ha establecido todavía, este será el siguiente paso a realizar**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

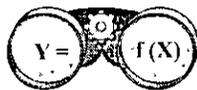
## PRUEBAS DE HIPOTESIS

- **¿Que es una Hipótesis?**

*Todas las suposiciones, creencias, incluso ideas locas, deben ser evaluadas y cuantificadas.*

*Hacemos esto mediante una gama de herramientas sencillas pero muy poderosas que vamos a generalizar como: **PRUEBAS DE HIPOTESIS***

- Las pruebas de hipótesis nos ayudan a determinar si las causas o X's son estadísticamente significantes para impactar en el resultado de la variable de salida Y. Esto es, si las causas tienen realmente un efecto en el síntoma.

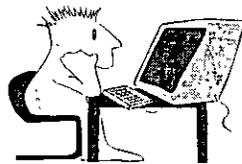


DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# PRUEBAS DE HIPOTESIS

Para contestar la pregunta “¿tiene relación la X con la Y?” (p.e. ¿Las calificaciones de los alumnos tienen relación con el método de enseñanza ?), tenemos 2 opciones (solo una prevalecerá):



Prueba	Ho	Ha
1	No hay relación entre las variables. No hay diferencia	Si hay relación entre variables, Si hay diferencia
2	No hay cambio. No pasa nada	Si hay cambio, Si pasa algo

- No hay relación entre las variables. No hay diferencia  
No hay cambio. No pasa nada
- **Hipótesis Nula (Ho)**

- Si hay relación entre variables, Si hay diferencia  
Si hay cambio, Si pasa algo
- **Hipótesis Alternativa (Ha)**

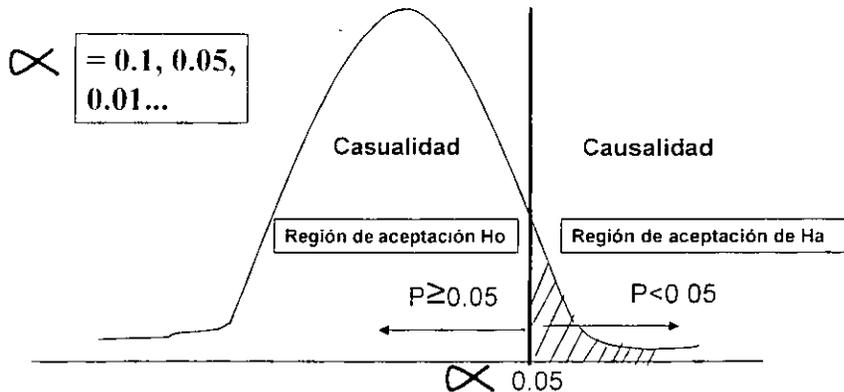
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

# PRUEBAS DE HIPOTESIS

## TEORIA DE DECISION:

SI DEFINIMOS UN VALOR FIJO DE ALFA, ENTONCES LA DISTRIBUCION UTILIZADA PARA EL ANALISIS TENDRA UN VALOR DE CORTE DONDE EL AREA (PROBABILIDAD) MAS ALLA DE ESTE PUNTO ES IGUAL A ALFA, DEFINIENDO EL AREA DE RECHAZO PARA Ho



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## MATRIZ DE SELECCION DE HERRAMIENTAS

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

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## Herramientas para Pruebas de Hipotesis

La calificación final del Modulo IV del Diplomado de Green Belt esta determinada por la estatura de cada alumno

Herramienta:

### Análisis de Regresión

La marca de cigarrillos vendidos depende de la zona económica

Herramienta:

### Prueba de Ji-cuadrada ( Chi - square)

La producción de maíz en Kg. depende del tipo de fertilizante usado

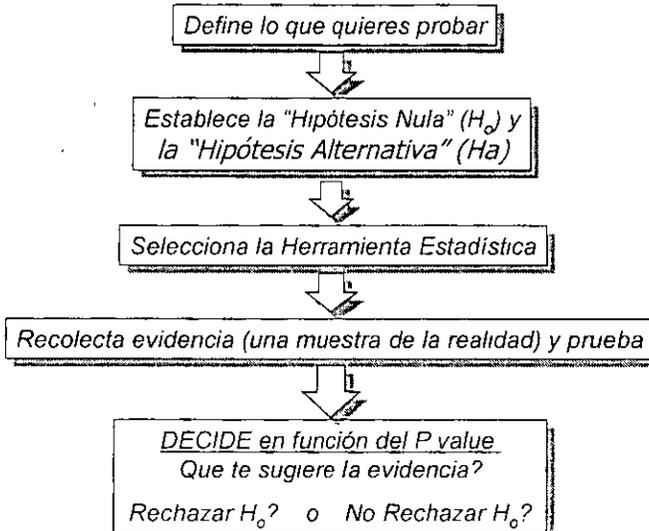
Herramienta

### ANOVA o prueba T

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## 5 PUNTOS PARA LAS PRUEBAS DE HIPOTESIS



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## EJERCICIOS

1: En cierta comunidad suburbana se realizó una encuesta a una muestra de adolescentes para averiguar que relación tenía el tiempo dedicado a ver televisión con el peso de los adolescentes

$H_0$ :

$H_a$ :

Tipo de datos

Y: \_\_\_\_\_

La herramienta apropiada para contestar esto es:

X: \_\_\_\_\_

¿Cuál sería tu conclusión si  $p = 0.1871$ ?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## EJERCICIOS CONT.

2: ¿La memoria está relacionada con la edad en años ?

Ho

Ha:

Tipo de datos

Y: \_\_\_\_\_

La herramienta apropiada para contestar esto es

X: \_\_\_\_\_

¿Cuál sería tu conclusión si  $p = 0.051$ ?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## EJERCICIOS CONT.

3: Arturo ha cotizado servicios de Internet de 3 diferentes proveedores, ahora debe seleccionar solo uno con base en sus tiempos de conexión.

Ho

Ha:

Tipo de datos

Y: \_\_\_\_\_

La herramienta apropiada para contestar esto es:

X: \_\_\_\_\_

¿Cuál sería tu conclusión si  $p = 0.0023$ ?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

## EJERCICIOS CONT.

4: En cierta región del país se realizó una encuesta con mujeres cuyas edades estaban entre 30 y 34 años con el objeto de determinar si existía relación entre el promedio de hijos nacidos vivos y el romanticismo de los poemas de amor recibidos durante el periodo de embarazo

Ho:

Ha:

Tipo de datos

Y \_\_\_\_\_

X. \_\_\_\_\_

La herramienta apropiada para contestar esto es.

¿Cuál sería tu conclusión si  $p = 0.7135$ ?