



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
MERIDA-VENEZUELA

Universidad de Los Andes  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Metodología de Proyectos



# Metodología para el desarrollo de conceptos

Integrantes:

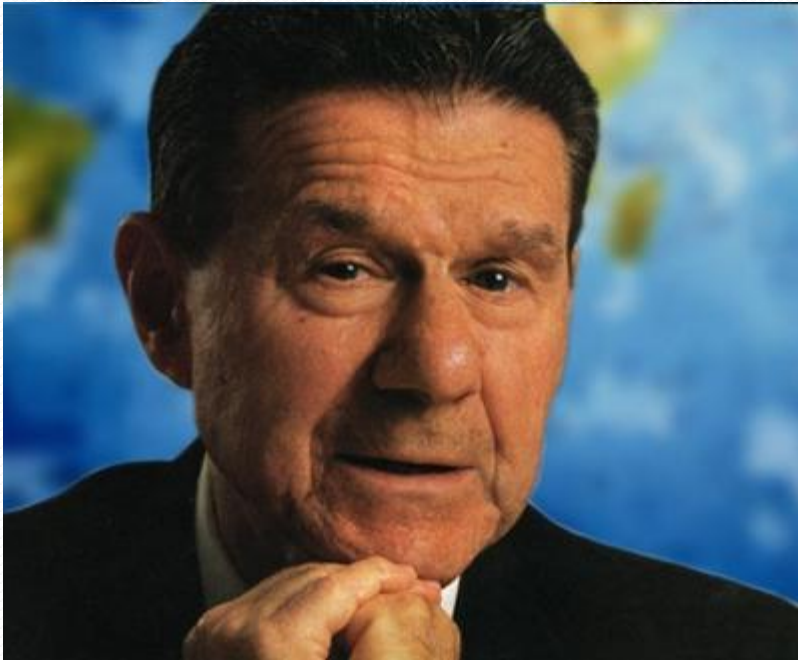
Raúl Arellano. 18.964.047  
Daniel Mora. 19.848.536  
Edward Nava. 20.572.296  
Luis Passarello. 19.901.439



**La importancia de introducir el concepto de calidad total desde el inicio del proyecto (TQC)**

¿Que es el Control Total de Calidad?

## **Armand Vallin Feigenbaum**



*El control total de la  
calidad es más bien el  
control de administración  
misma*

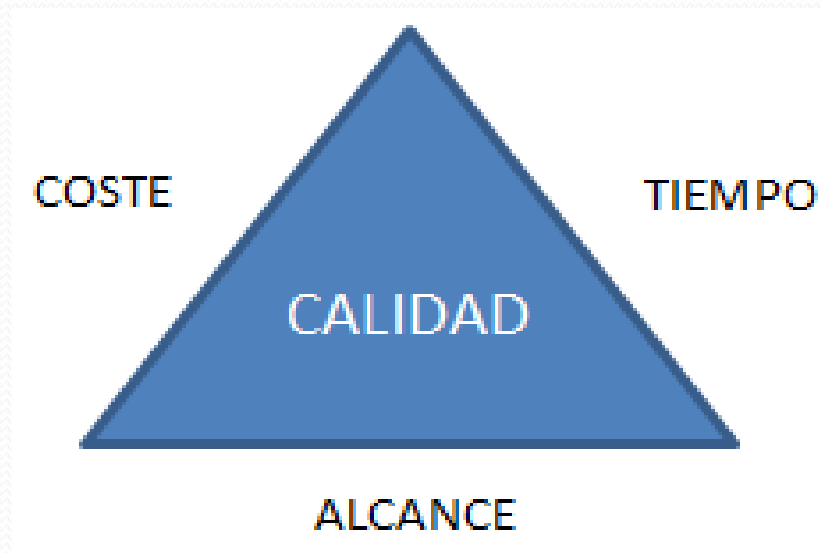
# Metodología para implantar la calidad

- Políticas y objetivos de calidad definidos y específicos.
- Fuerte orientación hacia el cliente.
- Todas las actividades necesarias para lograr estas políticas y objetivos de calidad.
- Integración de las actividades de toda la empresa.
- Asignaciones claras al personal para el logro de la calidad.
- Actividad específica del control de proveedores.
- Identificación completa del equipo de calidad.
- Flujo definido y efectivo de información, procesamiento y control de calidad.
- Fuerte interés en la calidad, además de motivación y entrenamiento positivo sobre la misma en toda la organización.



# Metodología para implantar la calidad

- Costo de calidad acompañado de otras mediciones y estándares de desempeño de la calidad.
- Efectividad real de las acciones correctivas.
- Control continuo del sistema, incluyendo la pre alimentación y retroalimentación de la información, así como el análisis de los resultados y comparación con los estándares presentes.
- Auditoría periódica de las actividades sistemáticas.



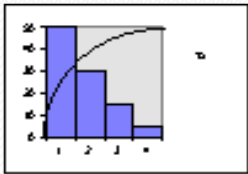
# Las siete herramientas básicas de la calidad

- Diagrama Causa – Efecto: Ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de efectos deseados.
- Hoja de Comprobación: Registro de datos relativos a la ocurrencia de determinados sucesos, mediante un método sencillo.
- Gráficos de Control: Herramienta estadística utilizada para controlar y mejorar un proceso mediante el análisis de su variación a través del tiempo.
- Histograma: Gráfico de barras verticales que representa la distribución de frecuencias de un conjunto de datos.
- Diagrama de Pareto: Método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

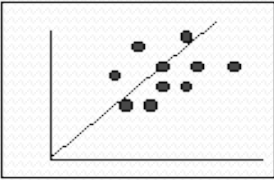
# Las siete herramientas básicas de la calidad

- Diagrama de Dispersión. Herramienta que ayuda a identificar la posible relación entre dos variables.
- Estratificación. Procedimiento consistente en clasificar los datos disponibles por grupos con similares características que muestra gráficamente la distribución de los datos que proceden de fuentes o condiciones diferentes.

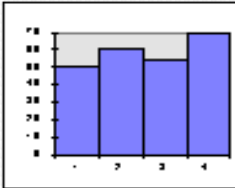
**Las 7 Herramientas Básicas.**



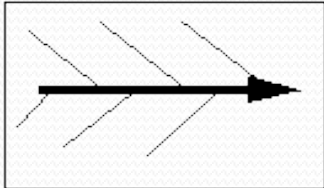
**Pareto**



**Dispersión**



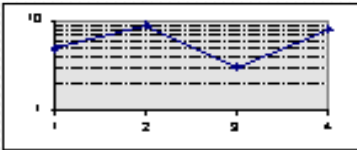
**Histogramas**



**Causa - Efecto**

Maquinaria A	Maquinaria B

**Estratificación**



**Gráfica de control**

HOJA DE CHEQUEO			
MAQ / DIA	L	M	V
A	OK	X	OK
B	OK	X	OK
C	OK	X	X

**Hoja de chequeo**



**Control Total de Calidad según cada autor**



# Deming

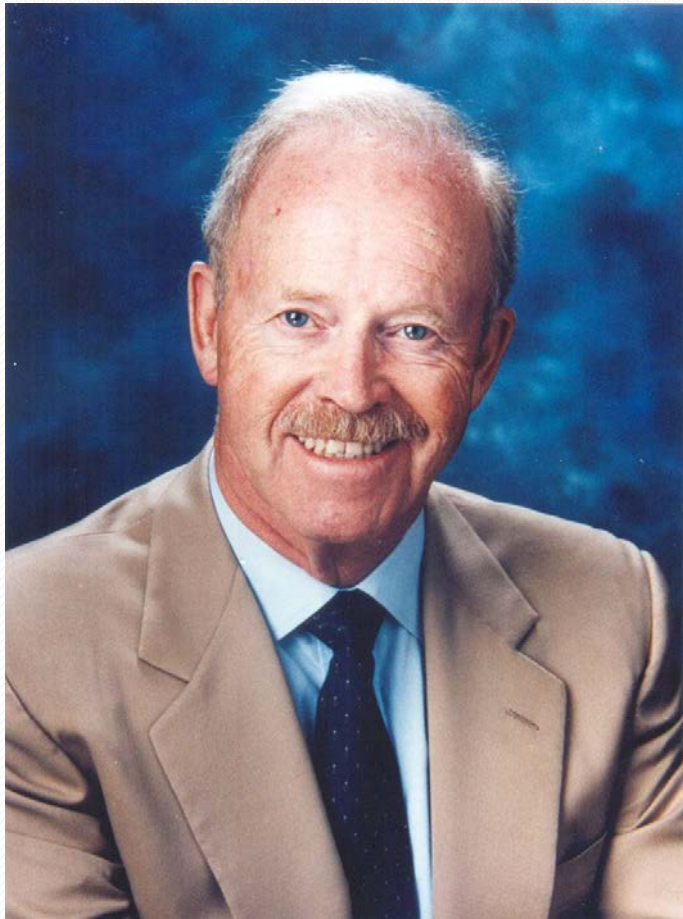


1. Crear en el propósito de mejora del producto y servicio.
2. Adoptar una nueva filosofía eliminar los niveles comúnmente aceptados de demoras, errores, productos defectuosos.
3. Suspender la dependencia de la inspección masiva.
4. Eliminar la práctica de hacer negocio sobre la base del precio de venta.
5. Buscar áreas de oportunidad de manera constante para que se puedan mejorar los sistemas de trabajo de manera permanente.
6. Instituir métodos modernos de entrenamiento en el trabajo.

# Deming

7. Instituir una supervisión para que fomente el trabajo en equipo.
8. Eliminar el temor, de modo que todos puedan trabajar efectivamente para una empresa.
9. Romper barreras entre los departamentos.
10. Eliminar eslogans y metas enfocadas a incrementar la productividad sin proveer métodos.
11. Eliminar estándares de trabajo que prescriben cuotas numéricas.
12. Eliminar las barreras que se encuentran entre el trabajador y el derecho a sentirse orgulloso de su trabajo.
13. Instituir un vigoroso programa de educación y entrenamiento que permita desarrollar nuevos conocimientos y habilidades para tener personal más calificado en beneficio de la empresa.
14. Crear una estructura en la alta dirección que impulse diariamente los 13 puntos anteriores.

# Crosby



1. Cumplir con los requisitos.
2. Prevención.
3. Cero defectos.
4. Precio de incumplimiento.

# Juran



*Un sistema de gestión de calidad se compone de tres procesos básicos: Planeación de la Calidad, Control de la Calidad y Mejora Continua de la Calidad.*

# Planeación de la calidad

1. Identificar el cliente
2. Determinar sus necesidades (clientes)
3. Traducir sus necesidades al lenguaje de la organización
4. Desarrollar un producto que pueda responder a esas necesidades
5. Optimizar el producto de manera que cumpla con los objetivos de la organización y con las necesidades del cliente
6. Desarrollar un proceso que pueda producir el producto
7. Optimizar y estandarizar dicho proceso
8. Probar que ese proceso pueda producir el producto en condiciones normales de operación
9. Transferir el proceso a operación



# Control de calidad

1. Elegir que controlar: el sujeto.
2. Desarrollar un objetivo para una característica de control
3. Determinar una unidad de medida
4. Desarrollar un medio o sensor para medir la característica de control
5. Medir la característica durante el proceso o prestación o al final de éste.
6. Evaluar las diferencias entre el desarrollo real y el esperado
7. Tomar las acciones necesarias



# Mejora continua de calidad

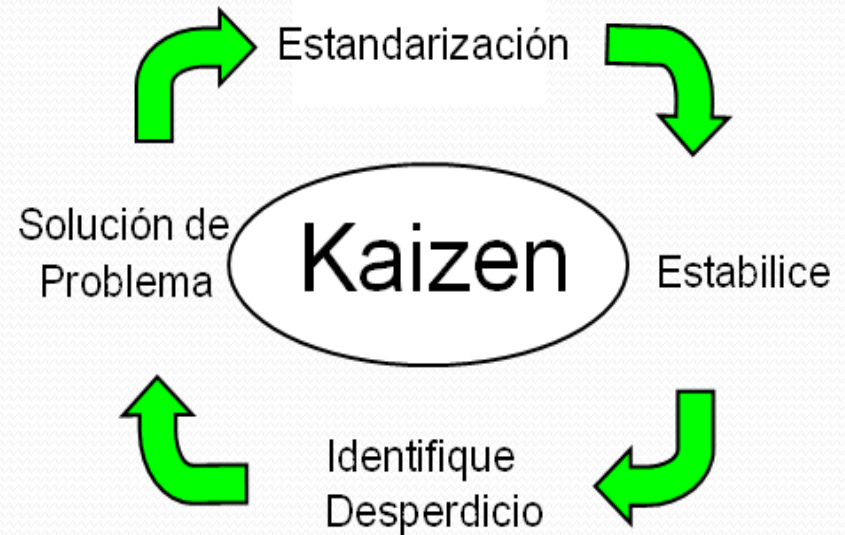
## Surge la filosofía KAIZEN

"cambio para mejorar"

**"Proceso de Mejora Continua**

KAI: Modificaciones

ZEN: Para mejorar



# Mejora continua de calidad

- **Planear:** Es necesario asegurarse que el proyecto seleccionado es el más importante.
- **Hacer:** En esta etapa el equipo seleccionado se dedica a identificar las causas del problema y sus posibles soluciones.
- **Verificar:** A través de técnicas como histogramas, gráficas de control o gráficas de tendencia en el tiempo
- **Actuar:** Esta fase consiste en incorporar al siguiente ciclo de planeación los ajustes necesarios que se hayan evidenciado en la fase de verificación.





# ¿Por qué Mejorar?



# Pautas para el mejoramiento de la calidad

- Definición del control de la calidad total
- Calidad versus calidad
- Control
- Integración
- La calidad incrementa las ganancias
- Se espera calidad, no se la desea
- Los seres humanos influyen en la calidad
- El CCT se aplica a todos los productos y servicios
- La calidad abarca todo el ciclo de Vida del producto

# Pautas para el mejoramiento de la calidad

- El control del proceso
- Un sistema de GCT puede ser definido como:
- Beneficios
- El coste de la calidad
- Organización para el control de la calidad
- Facilitadores de la calidad, no policías de la calidad
- Compromiso permanente
- Use herramientas estadísticas
- La automatización no es una panacea
- El control de calidad en las fuentes

# Control de procesos

El proceso de control consta de un conjunto de pasos perfectamente definidos y para que exista el mismo y tenga sentido y eficacia es necesario cumplir con ese requisito:

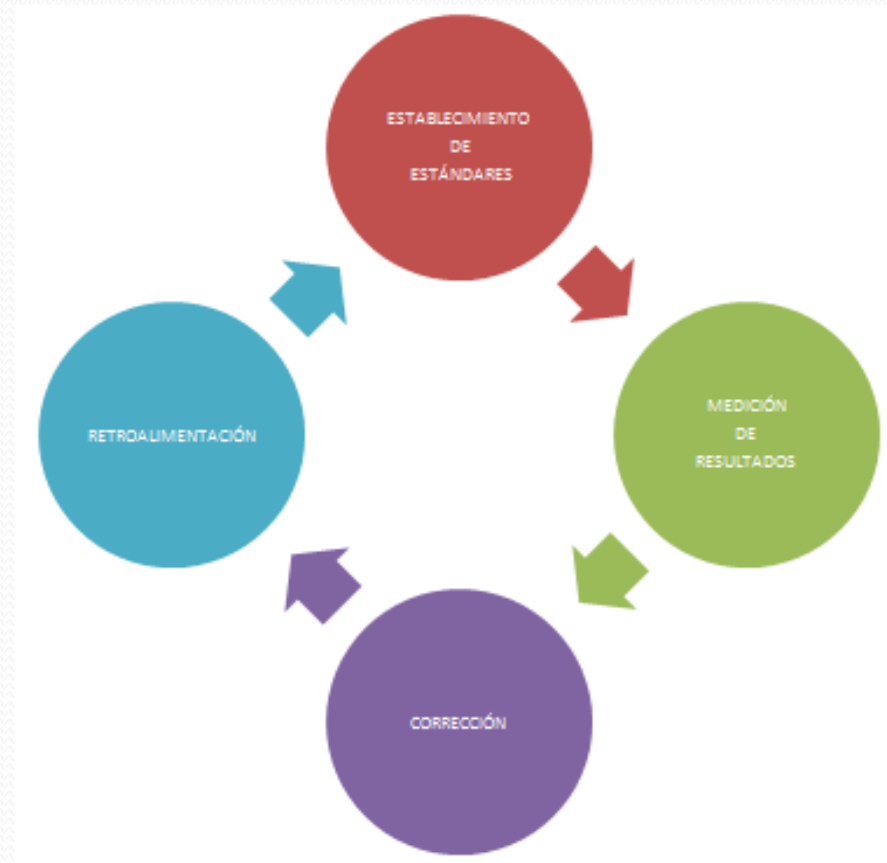
Tales pasos son:

1. Precisar la norma o base de control.
2. Apreciar y considerar lo que ha realizado.
3. Comparar los resultados con las normas o bases del control.
4. Califica esos resultados.
5. Aprobar o improbar los resultados obtenidos.
6. Introducir los correctivos a que hubiere lugar.

# Fases del control

Cualquiera que sea el objeto del control, las fases que debe cumplir son las siguientes:

1. Establecimiento de Normas
2. Medición del Desempeño.
3. Corrección de Desviaciones



# Etapas del control

Las tres etapas del control son:

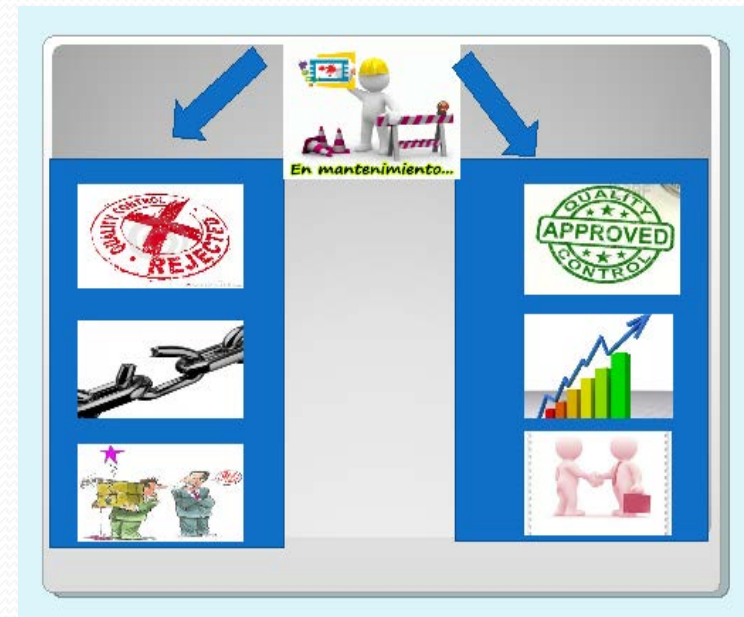
- Medición del desempeño
- Comparación del desempeño con el estándar y comprobación de las diferencias si existen.
- Corregir las desviaciones desfavorables aplicando las medidas correctivas necesarias.

# Condiciones del control

El proceso de control se hace más efectivo cuando se dan ciertas condiciones que facilitan su aplicación y lo hacen más eficaz.

Esas condiciones son calificadas como principios y pueden agruparse en tres tipos básicos:

1. Por su propósito y naturaleza.
2. Su estructura organizativa y sus planes
3. De acuerdo a su proceso



# Tipos de ejecución del control

Todos los tipos de control están condicionados por dos maneras de ejecución, que pueden ser previos o posteriores a la acción; ambas formas tienen sus aspectos negativos y positivos

## El Control Previo

En materia financiera es saludable y recomendable, es especial para la administración pública, donde existen el peligro latente del peculado, malversación de fondos, fraude y otras irregularidades que se dan con frecuencia en ese campo.

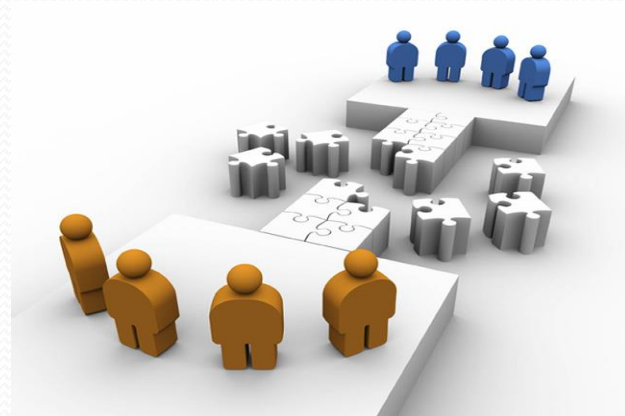
## El Control Posterior

Se basa en una buena organización, cuerpo social capaz, dirección y demás condiciones favorables al control. Esta forma de control tiene, además, un basamento esencial, que es un buen sistema de normas de control



# Involucrar al empleado

- La construcción de redes de comunicación que incluyan a los empleados.
- Supervisiones abiertas y partidarias.
- Mudar la responsabilidad de administración y asesoría a los empleados de producción.
- Construir organizaciones con moral alta.
- Técnicas formales como la creación de equipos y círculos de calidad.



# Los beneficios que se logran con la calidad en la actitud de servicio

- Desarrollo personal
- Seguridad
- Promoción del pensamiento divergente o creativo
- Gusto por la actividad
- Conocimiento personal
- Reconocimiento de la comunidad
- Autoridad
- Pertenencia
- Ambiente agradable



# Ventajas del control total de calidad

Al utilizar el control total de calidad se obtienen muchas ventajas, unas de estas ventajas son las siguientes

1. Mayor capacidad tecnológica y de ventas.
2. Se aseguran utilidades destinadas al beneficio de los empleados.
3. Se asegura la calidad, cantidad y costos a fin de garantizar la confianza de los clientes.
4. Se incorporan la calidad dentro de los productos para que satisfagan siempre a los clientes.





**El Diagrama de Ishikawa como herramienta  
útil en la planificación del producto.**

# Kaoru Ishikawa

(13 de julio de 1915 - 16 de abril de 1989)

- Teórico en la administración de empresas japonesas.
- Experto en el control de calidad.
- Licenciado en Química por la Universidad de Tokio en 1939.
- Docente en el área de ingeniería de la misma universidad.
- De 1939 a 1947 trabajó en la industria y en el ejército.
- A partir de 1949 participó en la promoción del control de calidad, donde trabajó como consultor de numerosas empresas e instituciones.
- En 1960 se incorpora en la ISO y desde 1977 fue el presidente por la delegación de Japón.



## Kaoru Ishikawa



*“En la gestión, la primera preocupación de la empresa es la felicidad de las personas que están conectadas a ella. Si las personas no se sienten felices y no se pueden hacer feliz, esa empresa no merece existir”*

# Trabajo e investigación

- Manufactura a bajo costo



# Trabajo e investigación

## ➤ Control de calidad

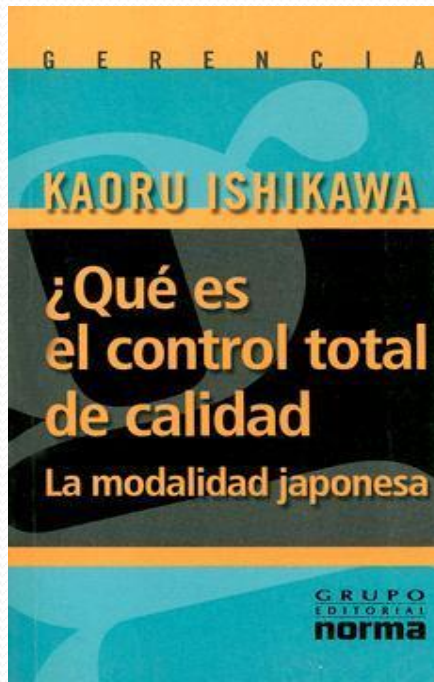
- Desarrollo
- Diseño
- Manufactura
- Servicio





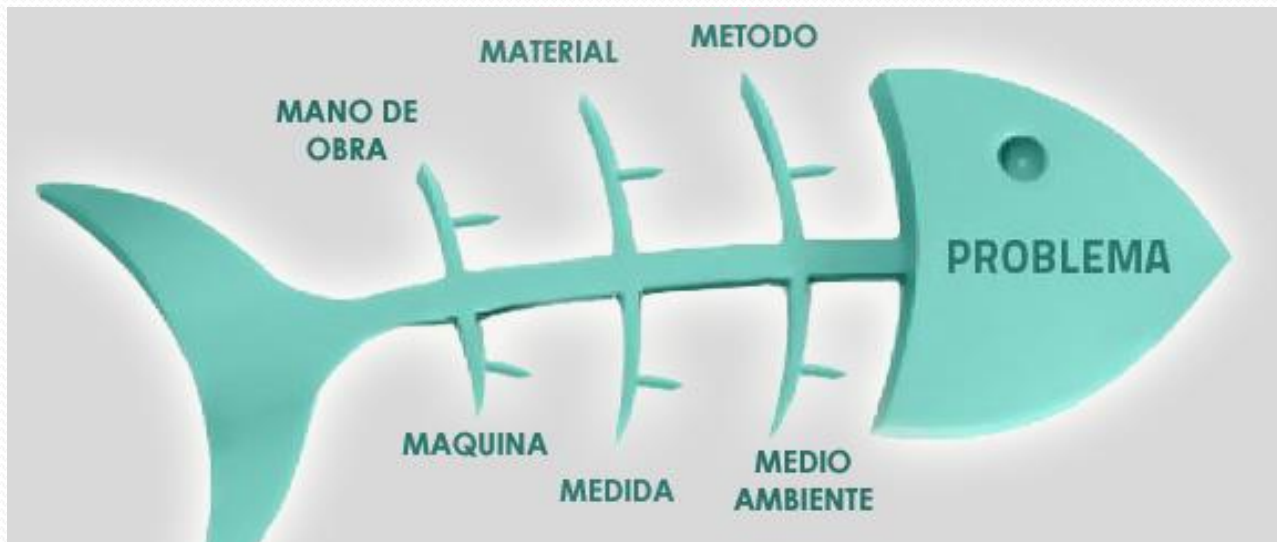
# Trabajo e investigación

- Todos son importantes



# Trabajo e investigación

- Diagrama de Causa - Efecto



# Principios de calidad de Ishikawa

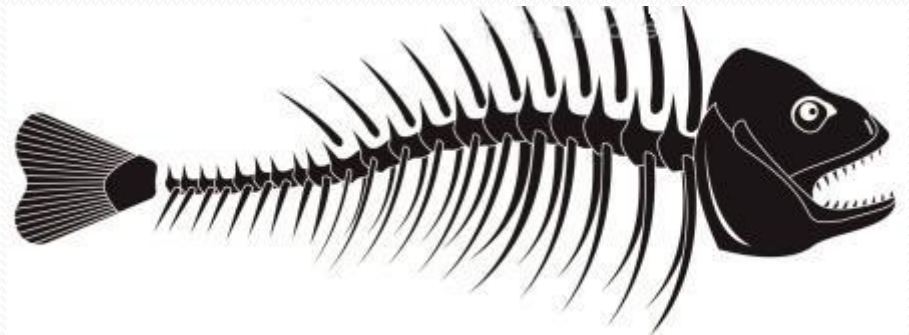
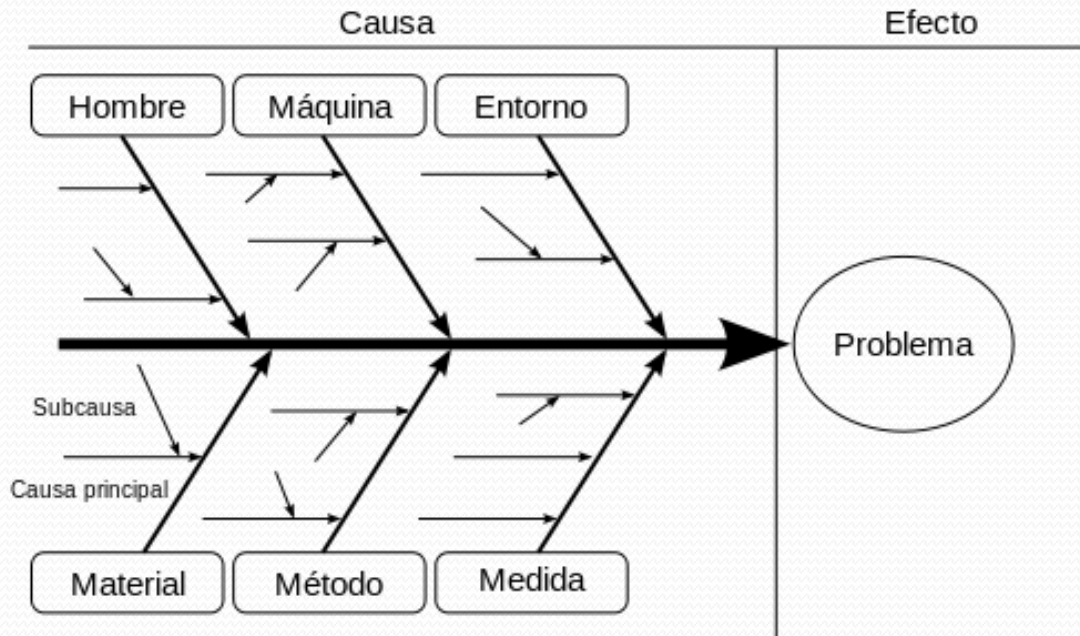
- La calidad empieza con la educación y termina con la educación.
- El primer paso en la calidad es conocer lo que el cliente requiere.
- El estado ideal del control de calidad ocurre cuando ya no es necesaria la inspección.
- Eliminar la raíz del problema y no los síntomas.
- El control de calidad es responsabilidad de todos los trabajadores y en todas las áreas.
- No confundir los medios con los objetivos.
- Poner la calidad en primer término y poner las ganancias a largo plazo.
- El comercio es la entrada y salida de la calidad.

# Principios de calidad de Ishikawa

- Los Gerentes de las empresas no deben de tener envidia cuando un obrero da una opinión valiosa.
- La mayoría de los problemas de una empresa se pueden resolver con simples herramientas de análisis y de solución de problemas.
- Aquellos datos que no tengan información dispersa (es decir, variabilidad) son falsos.

# El diagrama de Ishikawa

- Estudia y encuentra las causas de un problema



# Procedimiento para la construcción del diagrama de Ishikawa

- Identificar el problema



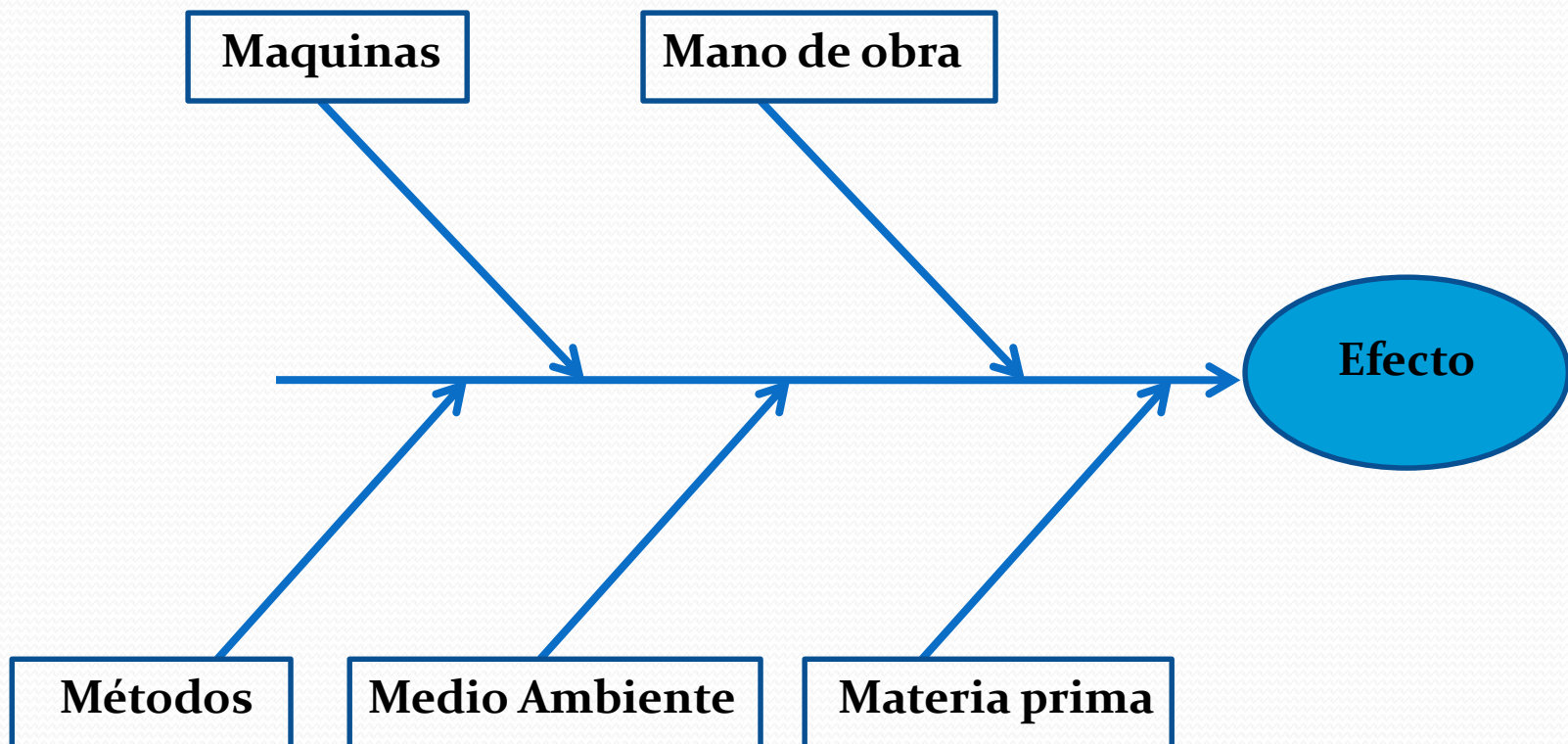
# Procedimiento para la construcción del diagrama de Ishikawa

- Identificar el problema



# Procedimiento para la construcción del diagrama de Ishikawa

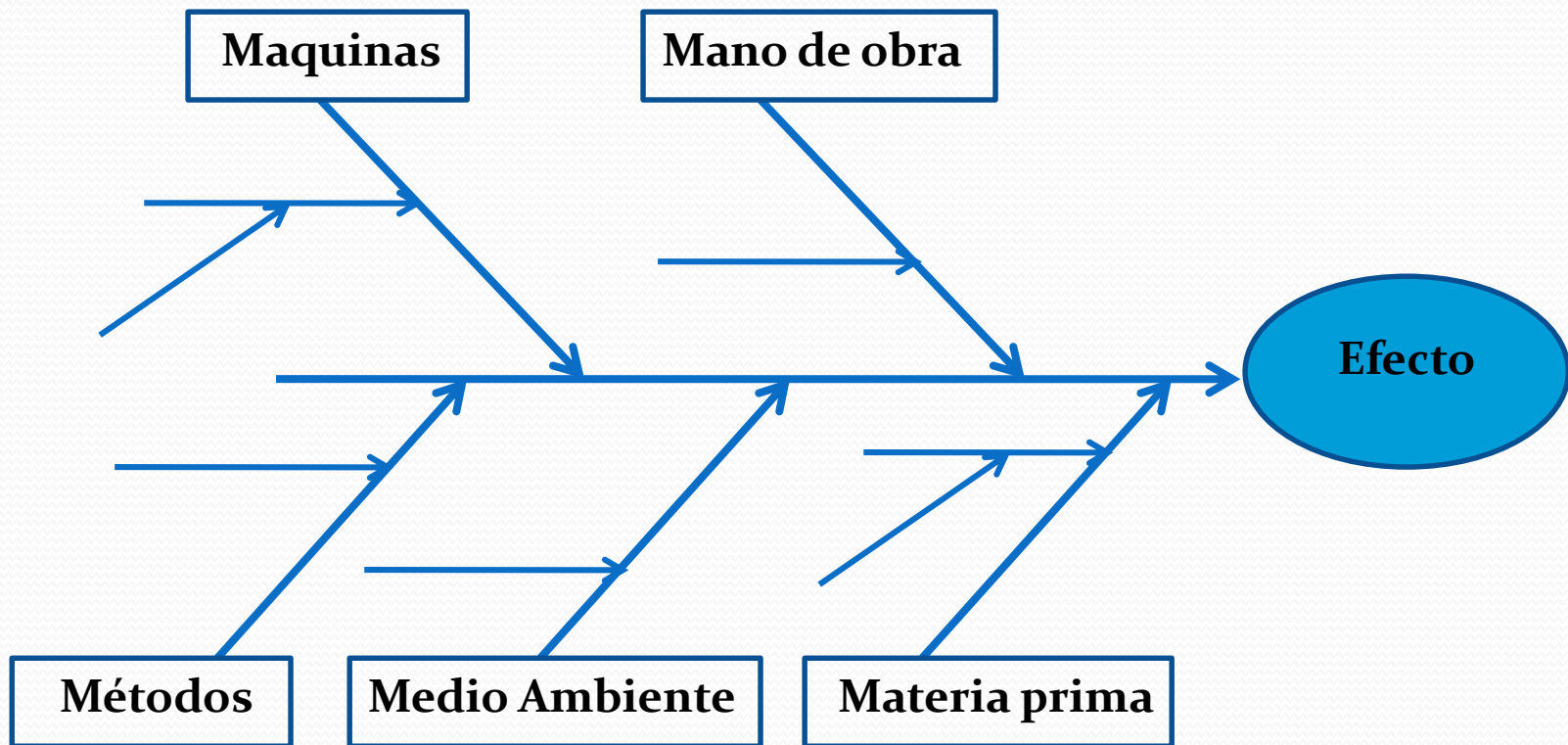
- Identificar las principales categorías de causas que causan el problema





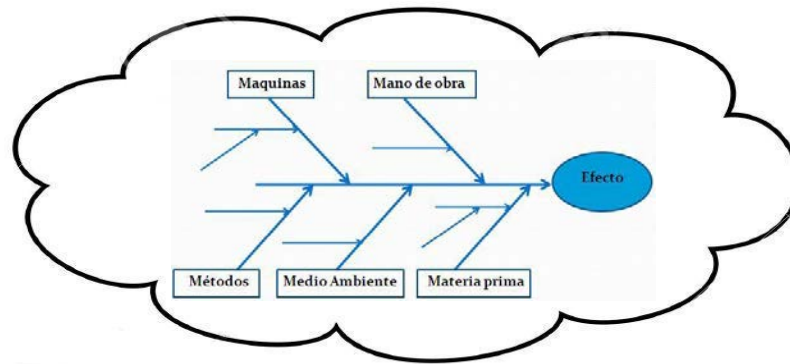
# Procedimiento para la construcción del diagrama de Ishikawa

- Identificar las causas a cada rama principal



# Procedimiento para la construcción del diagrama de Ishikawa

- Analizar y discutir el diagrama



# Consejos para mejora el diagrama de Ishikawa

- Olvídate de si puedes hacer algo o no, sobre las causas que vayan saliendo. El objetivo del diagrama es tener un mapa de causas.
- Si te cuesta empezar con las categorías, empieza por algunas de las más usadas: mano de obra o RRHH, materiales, procesos o métodos, entorno o competencia, cliente, organización y tecnología, etc.
- Aplaza el juicio. No juzgues. Anota. En este momento buscamos la cantidad por encima de la calidad.
- Enseña el diagrama a otras personas y ve afinándolo.

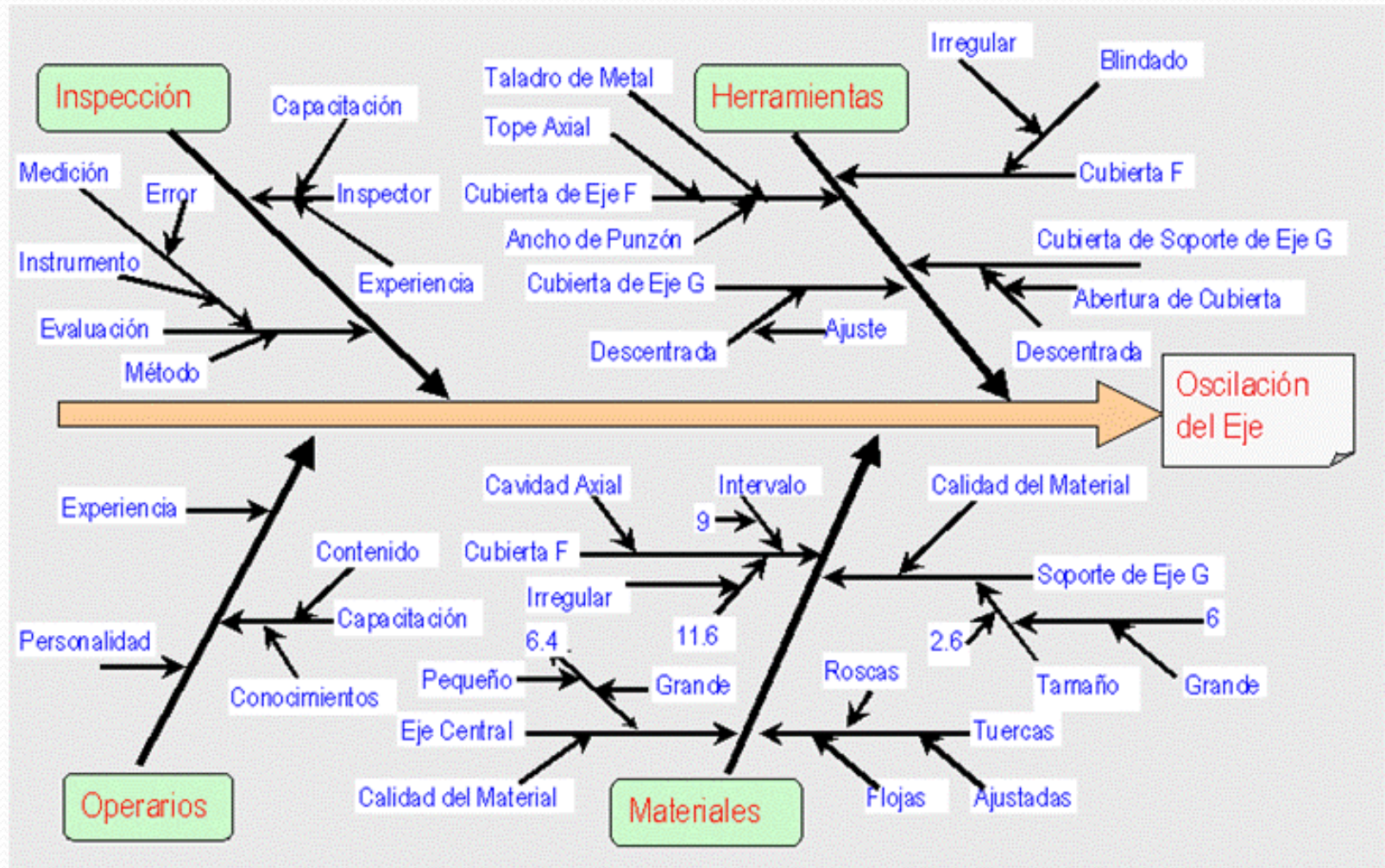
# Fortaleza - Beneficios

- Ayuda a encontrar y considerar todas las causas posibles del problema.
- Ayuda a determinar las causas desde la raíz de un problema de manera estructurada.
- Anima la participación grupal y utiliza el conocimiento del proceso que tiene el grupo.
- Ayuda a focalizarse en las causas del tema sin caer en quejas y discusiones irrelevantes.
- Utiliza y ordena en un formato fácil de entender las relaciones causa - efecto.
- Aumenta el conocimiento sobre el proceso, ayudando a todos a aprender más sobre los factores referentes a su trabajo, y cómo éstos se relacionan.
- Identifica las áreas donde hay carencia de información para un estudio mas detallado.

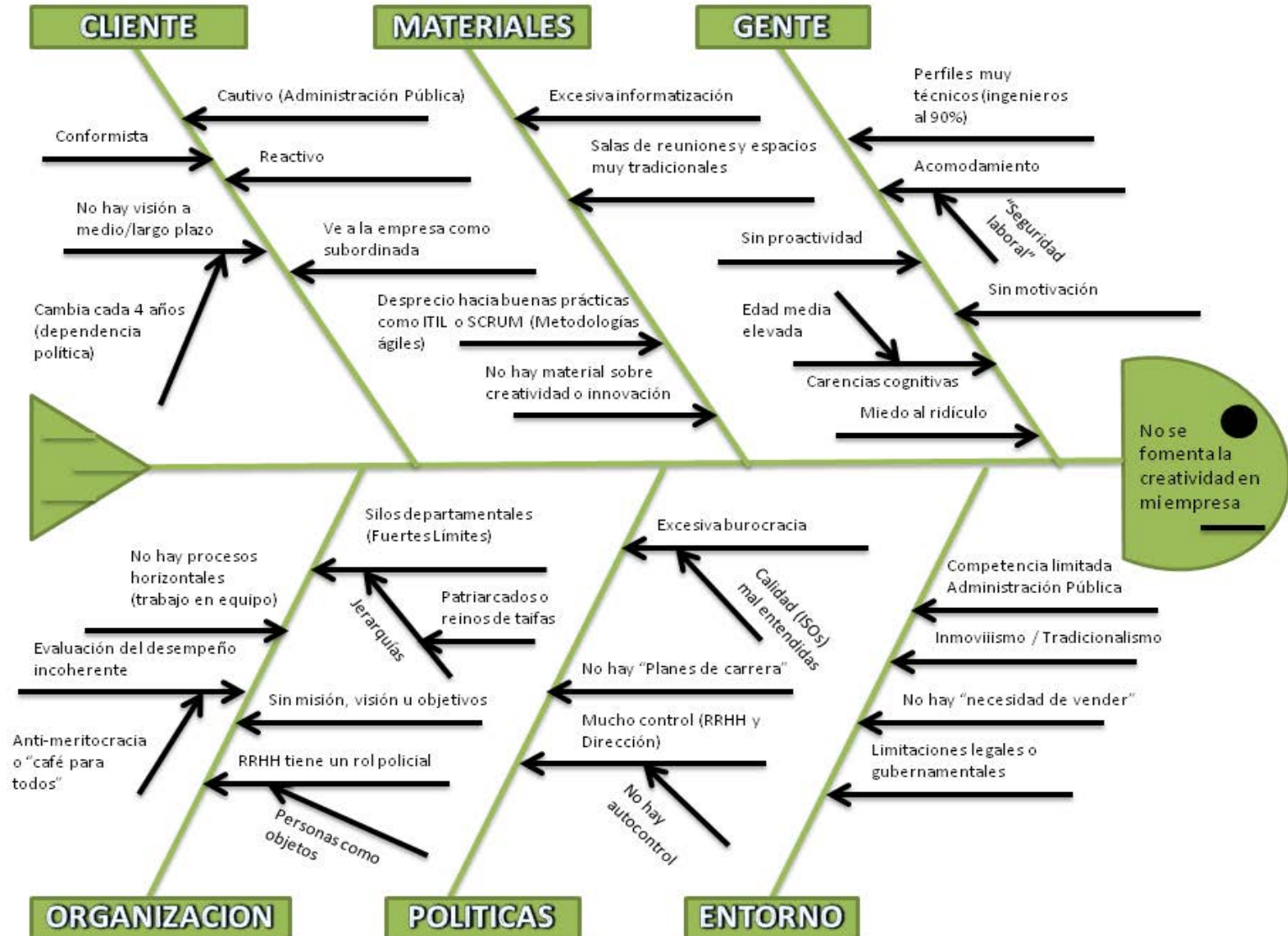
# Debilidades - Desventajas

- El diagrama de causa-efecto solo presenta y organiza teorías, no presenta una base estadística. Sólo cuando estas teorías son respaldadas con datos podemos probar las causas.
- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales, tendiendo a concentrarse en pequeños detalles del proceso.
- Es fácil no detectar causas potenciales, puesto a que la persona puede familiarizarse con el proceso, pareciéndole muy normal.
- Construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas es un error muy común.

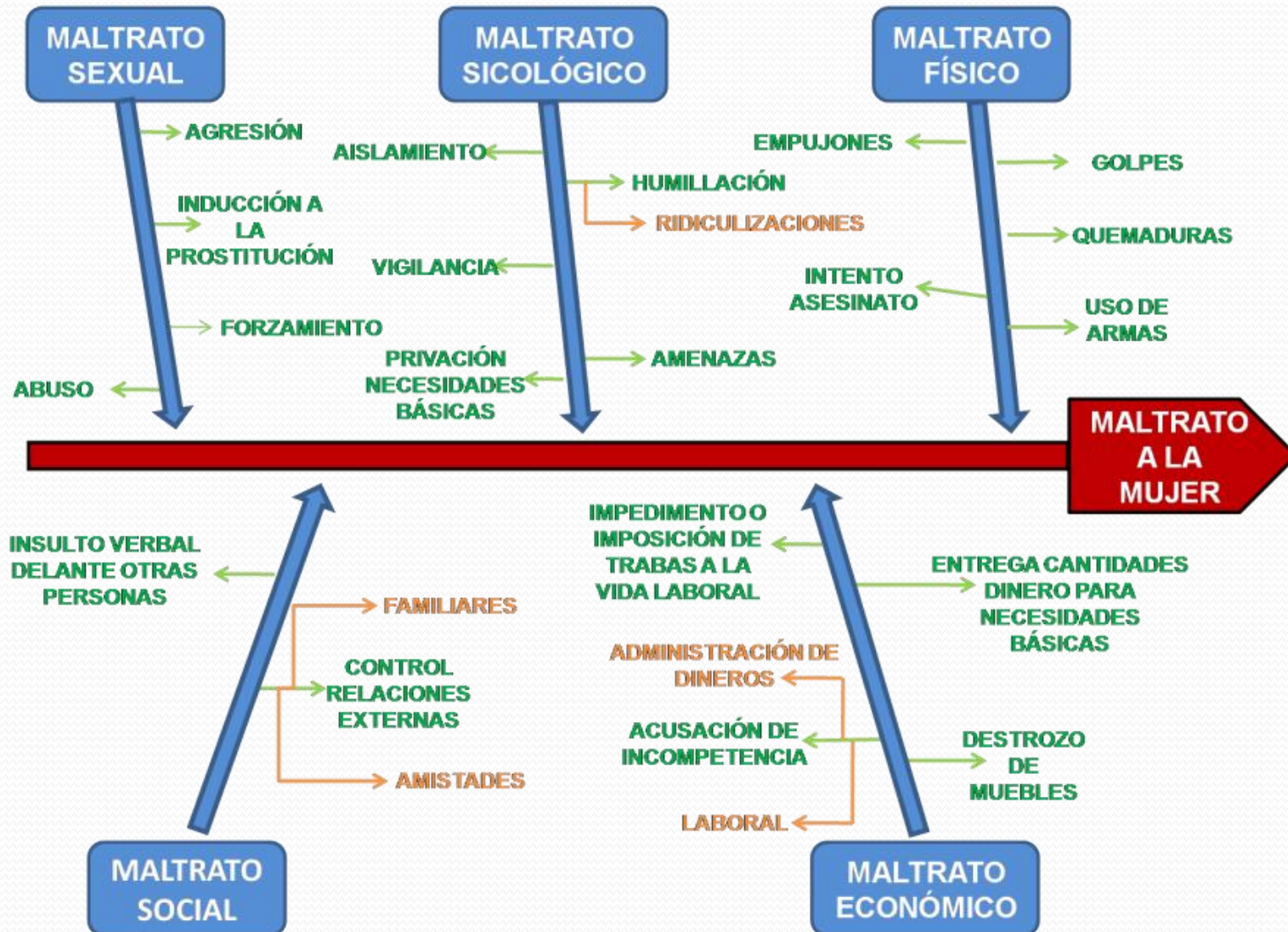
# Ejemplo



# Ejemplo



# Ejemplo





# Método Taguchi

*"Quality is  
measured as the total loss to  
society caused a product"*

*Genichi Taguchi*



# La filosofía de la calidad de Taguchi

- Un aspecto importante de la calidad de un producto manufacturado es la pérdida total generada por ese producto a la sociedad
- En una economía competitiva, el mejoramiento continuo de la calidad y la reducción de los costos son imprescindibles para subsistir en la industria.
- Un programa de mejoramiento continuo de la calidad incluye una incesante reducción en la variación de las características de *performance* del producto con respecto a sus valores objetivo.
- La pérdida del consumidor originada en una variación de la *performance* del producto es casi siempre proporcional al cuadrado de la desviación de las características de *performance* con respecto a su valor objetivo. Por eso, la medida de la calidad se reduce rápidamente con una gran desviación del objetivo.

# La filosofía de la calidad de Taguchi

- La calidad y el costo final de un producto manufacturado están determinados en gran medida por el diseño industrial del producto y su proceso de fabricación.



# Conceptos de Taguchi

- **Función de pérdida:** La calidad debe definirse en forma monetaria mediante la función de pérdida, en la que cuanto mayor sea la variación de una especificación respecto al valor nominal, mayor será la pérdida monetaria transferida al consumidor.
- **Mejora continua:** La mejora continua del proceso productivo y la reducción de la variabilidad son indispensables para subsistir en la actualidad.
- **Variabilidad:** Que puede cuantificarse en términos monetarios.
- **Diseño del producto:** En esta etapa se genera la calidad y se determina el costo final del producto.
- **Optimización del diseño del producto:** Se puede diseñar un producto con base en la parte no lineal de su respuesta, a fin de disminuir su variabilidad.

# Conceptos de Taguchi

- **Optimización del diseño del proceso:** Se puede reducir la variabilidad por medio del diseño de experimentos, al seleccionar los niveles óptimos de las variables involucrados en la manufactura del producto.
- **Ingeniería de calidad:** Taguchi desarrolló también una metodología que denominó: *ingeniería de calidad*, la cual se divide en línea y fuera de línea.
  - Ingeniería de calidad en línea: Sus actividades respectivas son la manufactura, el control y la corrección de procesos, así como el mantenimiento preventivo. Una de las técnicas auxiliares es la gráfica de control.
  - Ingeniería de calidad fuera de línea: Se encarga de optimizar el diseño de productos y procesos. Para su aplicación se sirve de experimentos.



# Función de Perdida

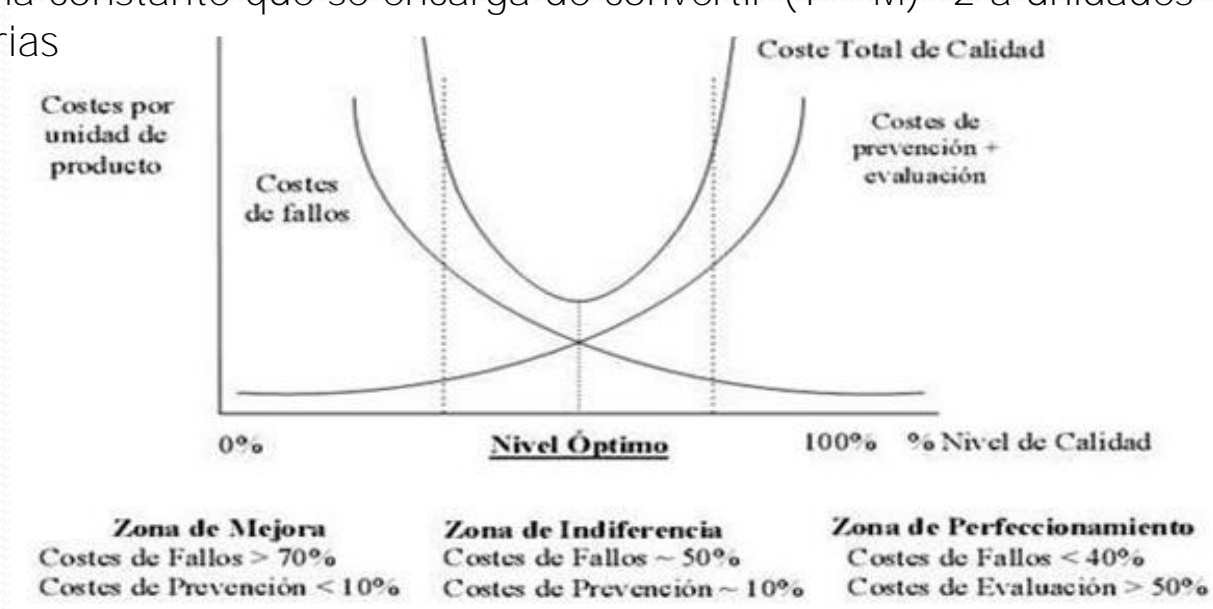
$$L = K * (y - m)^2$$

**L:** Es el resultado de la función, medido generalmente en unidades monetarias.

**y:** Es el valor ideal de la característica analizada (nuestro objetivo a alcanzar para ese parámetro).

**m:** Es la media de valores obtenidos de la característica analizada en la situación real.

**K:** Es una constante que se encarga de convertir  $(Y - M)^2$  a unidades monetarias



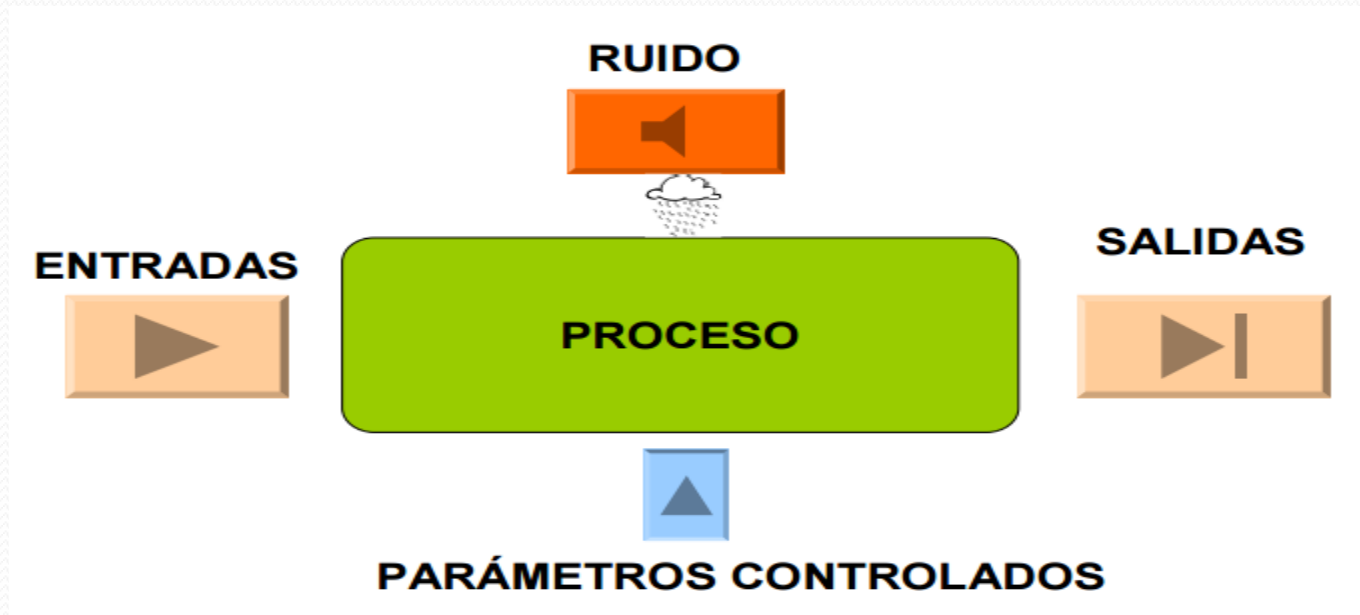
# Función de Perdida

- Taguchi no estaba de acuerdo con las especificaciones, porque decía que con este sistema de todos modos existen costos por mala calidad.
- En la función de pérdida ocurren pérdida en calidad siempre que la característica de calidad se desvíe de su mejor valor.



# Diseño Robusto

- Reducir costos
- Mejorar la productividad y fiabilidad de los procesos.
- Aumentar la satisfacción de los clientes.





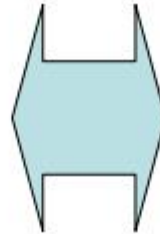
# Diseño Robusto

## Un proceso robusto...



**Es capaz: dentro de especificaciones  
y en el rango de variación normal**

**...fuerte como el roble**



**Se adapta a las circunstancias  
cambiantes del entorno**

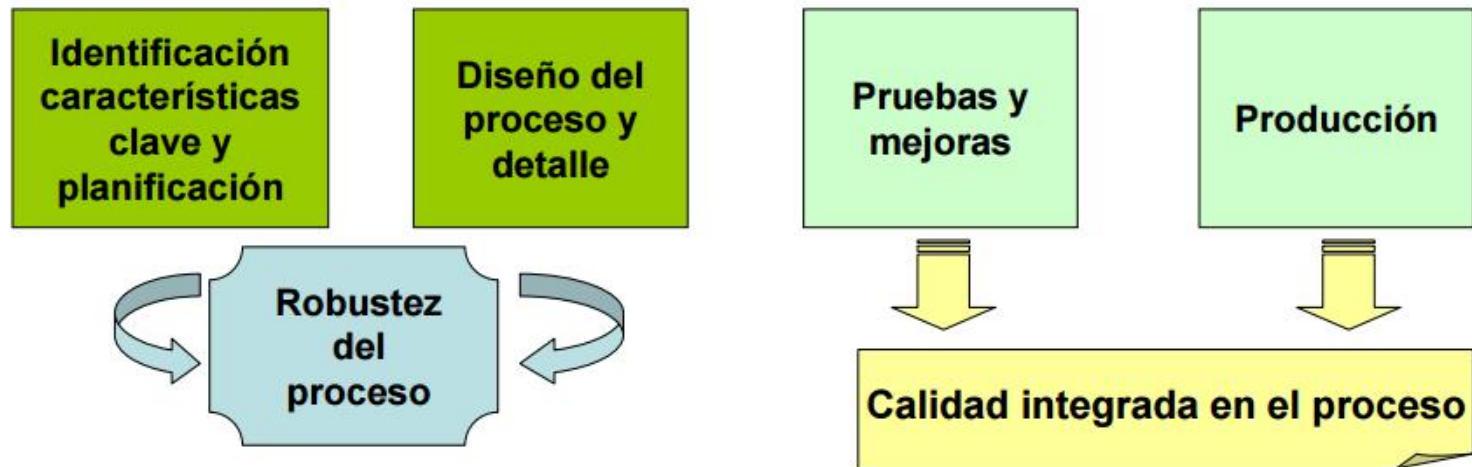
**...flexible como el junco**



# Fundamentos

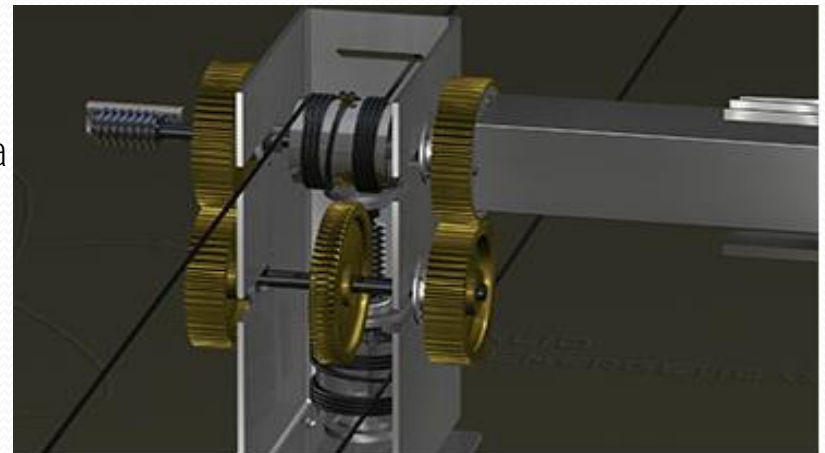
- El proceso robusto debe sobrepasar las expectativas del cliente en sus características más importantes, buscando en ellas la mínima variación
- Debe ahorrar costes en las características que no interesan al cliente
- Los costes son menores por trabajar en el diseño de un proceso que en el Control de Calidad a posteriori. Dichas acciones tienen menor coste cuanto más cercanas estén al momento del diseño
- Los esfuerzos en el inicio del diseño tienen como recompensa la eliminación de costes adicionales en el futuro.

# Diseño Robusto de Proceso



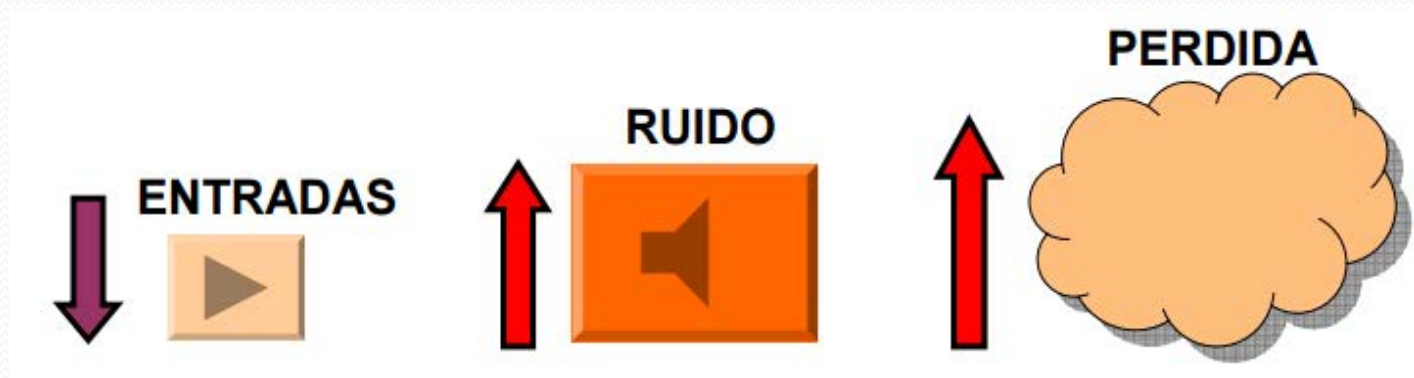
# Ventajas de un proceso robusto

- Coste minimizado y racional
- Posibilidad de fallos minimizada
- Tendencia a cero de los Costes de No Calidad
- Se detectan las interacciones entre parámetros. Hay opción de analizarlas
- Se minimiza la variación
- Se facilita el aprovechamiento y la creación de sinergias
- Aumento de Productividad
- El proceso adopta tendencia a seguir fortaleciéndose y a extender esa fortaleza a otros procesos



# Puntos básicos de actuación

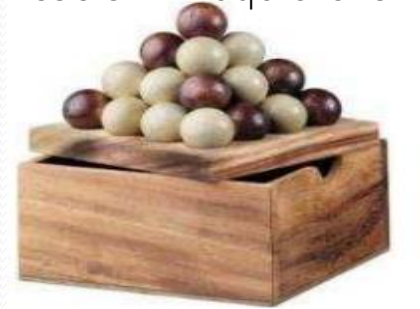
- Contacto y colaboración con el cliente para definir y conocer el objetivo
- El peor ruido es no escuchar al cliente
- Perderemos la entrada principal del proceso



- Equipos multifuncionales. No un "experto" solo
- Diseño de procesos enfocados al objetivo y medibles

# Puntos básicos de actuación

- Proteger: Sistema de Calidad integrado en el proceso
- Prevenir: proceso anti-error en el origen potencial del problema
- Predecir: en la base del proceso, la planificación. Requiere análisis en profundidad



- Proceso de producción limpio de lo que no aporta valor o no requiere el cliente. Procesos esbeltos.
- División de procesos complejos en subprocesos
- Análisis de cada proceso para establecer puntos fuertes y debilidades (= variabilidad)
- Si eliminamos la variabilidad también en nuestros procesos internos reducimos la pérdida

# Ejemplo

## Preparación de café

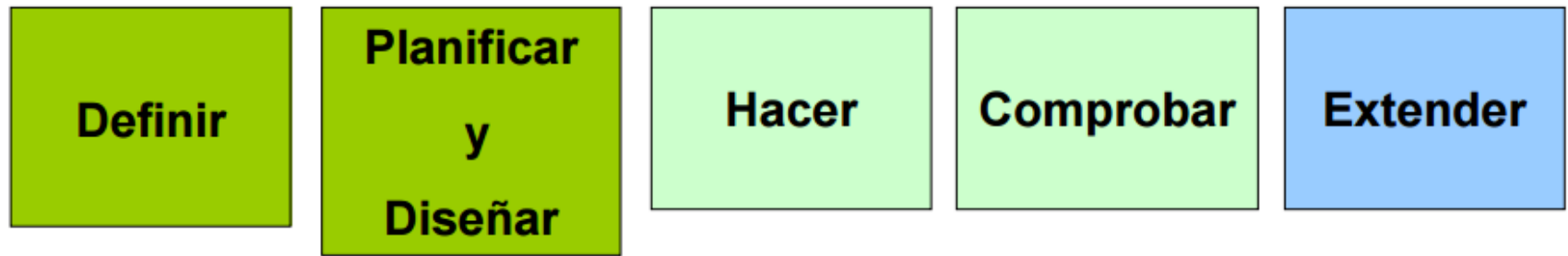


- 1.- Saber cómo quiere el cliente el café
- 2.- Proceso máquina:
  - 2.1.- Agua en cafetera
  - 2.2.- Café molido en cafetera
  - 2.3.- Colocar taza
  - 2.4.- Funcionamiento cafetera
- 3.- Colocar en plato taza, (azúcar) y cucharilla
- 4.- Añadir leche si requerido
- 5.- Servir café y ofrecerle un dulce como obsequio
- 6.- Cobrar al cliente

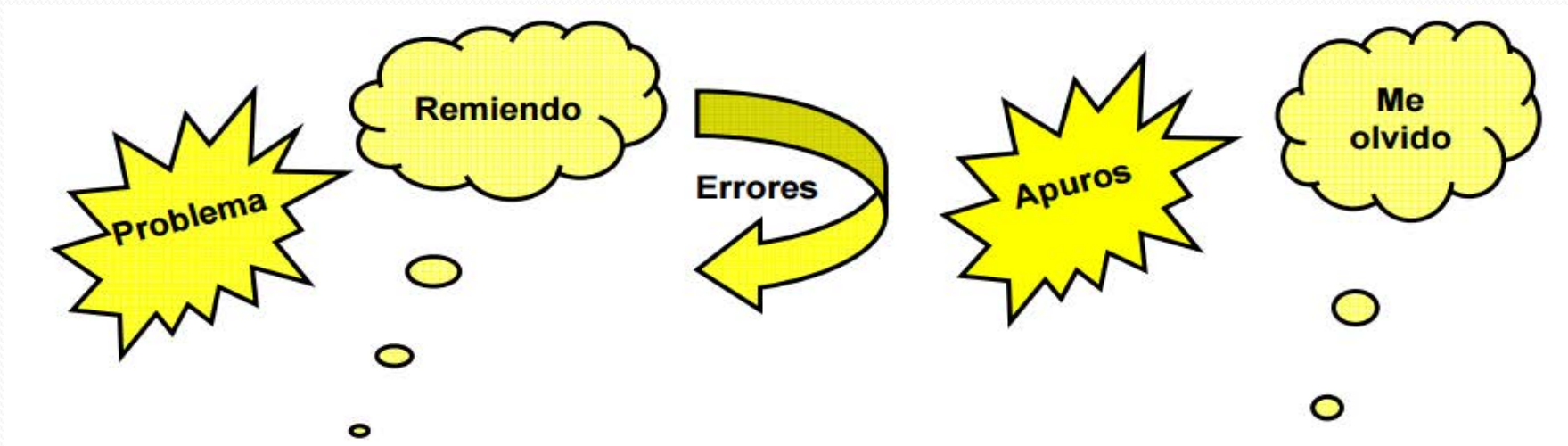
### Proceso

- 1.- Definición del objetivo
- 2.- Nuestra máquina debe hacer buen café siempre
  - 2.1.- Alarma si no hay agua
  - 2.2.1- Café buena relación calidad-precio
  - 2.2.2- Materia prima bien conservada (no hace falta saber cuánto mide el bote)
  - 2.2.3- Cacillo café cabe sólo dosis adecuada
  - 2.3.- Tazas limpias, ordenadas, adecuadas (trabajaremos mejor y da buena imagen)
  - 2.4.- Buen mantenimiento y limpieza
- 3.- Dar al cliente lo que necesita
- 4.- Cumplir especificaciones y ser flexible
- 5.- Superar las expectativas del cliente
- 6.- Hemos hecho bien nuestro trabajo

➤ **Bases para la mejora de un proceso**



➤ **Bases para el empeoramiento de un proceso**







➤ **Un proceso robusto disminuye costes mediante la prevención de defectos**

➤ **Un proceso robusto ahorra en las características que no interesan al cliente**

➤ **Los procesos poco robustos generan...**

- Bajo rendimiento
- Trabajos extra (mediciones, informes...)
- Elevado número de operaciones de reprocesado
- Devoluciones
- Clientes descontentos

## Por tanto...

- No hay que limitarse sin más a reducir gastos
- Implica planificar recursos para aumentar margen Ingresos / Costos
- La reducción debe ser sistemática
- Saber gastar también es reducir

**La reducción de costos no es un objetivo en sí. Es una consecuencia.**



# Ingeniería de Diseño

- **Ingeniería de calidad en línea:** Sus actividades respectivas son la manufactura, el control y la corrección de procesos, así como el mantenimiento preventivo. Una de las técnicas auxiliares es la gráfica de control.
- **Diagnostico y ajuste del proceso:** El proceso es examinado en intervalos regulares de tiempo.
- **Predicción y Corrección:** Un parámetro cuantitativo o numérico del proceso se mide en intervalos regulares del tiempo . En el caso en el proceso se encuentra demasiado alejado de los valores nominales, el proceso es reajustado.
- **Medición y acción:** Consiste en el control de la calidad mediante inspección

# Ingeniería de Diseño

➤ ***Ingeniería de calidad fuera de línea:*** Se encarga de optimizar el diseño de productos y procesos. Para su aplicación se sirve de experimentos.

➤ ***Etapas del Diseño fuera de línea:***

1. Diseño del sistema
2. Control de Parámetros
3. Determinación de tolerancias

**Gracias por  
su atención**

