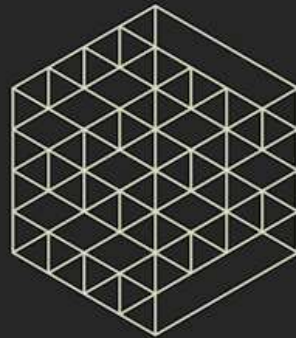




Instituto **Tecnológico**
de Aguascalientes

Unidad 2

La ingeniería de calidad y la función de pérdida.



Introducción.

Dr. Genichi Taguchi

- Quien ha venido desarrollando desde 1949 una metodología integral conocida como Ingeniería de Calidad su propósito es combinar métodos de ingeniería y estadística para mejorar un rendimiento rápido de costo y calidad, utilizando diseño de productos y procesos de manufactura para optimizar los mismos.

- La filosofía de calidad del Dr. Taguchi no representa nuevos conocimientos de estadística desde el punto de vista práctico su contribución se basan en contextos económicos, que pueden estar en conflicto con la tecnología tradicional y con el control de calidad.
- La manera de pensar de Taguchi resulta en diseños robustos de producción, de procesos con una pérdida mínima del consumidor.

- **2.1. Problemas de Calidad y variabilidad Funcional**

- Para Taguchi la calidad de un producto esta en función de la mínima pérdida causada a la sociedad en el momento en el que el producto se embarca.
- En este concepto Taguchi define la pérdida de la calidad por medio de la producción de pérdida en la que combina la pérdida financiera con las especificaciones funcionales.
- Su mayor contribución se debe a los conceptos de pérdida de calidad y la razón señalruido, que nos indica en que situación esta con respecto al desarrollo del producto y cuando es tiempo de las mejoras y que hay que hacer y la forma mas económica posible.

- Taguchi enseña como mejorar en forma rápida el diseño de los productos y de los procesos, proporciona un enfoque y un lenguaje común para la integración del proceso del producto y de los procesos de manufactura.



CONCEPTO DE INGENIERÍA DE CALIDAD:

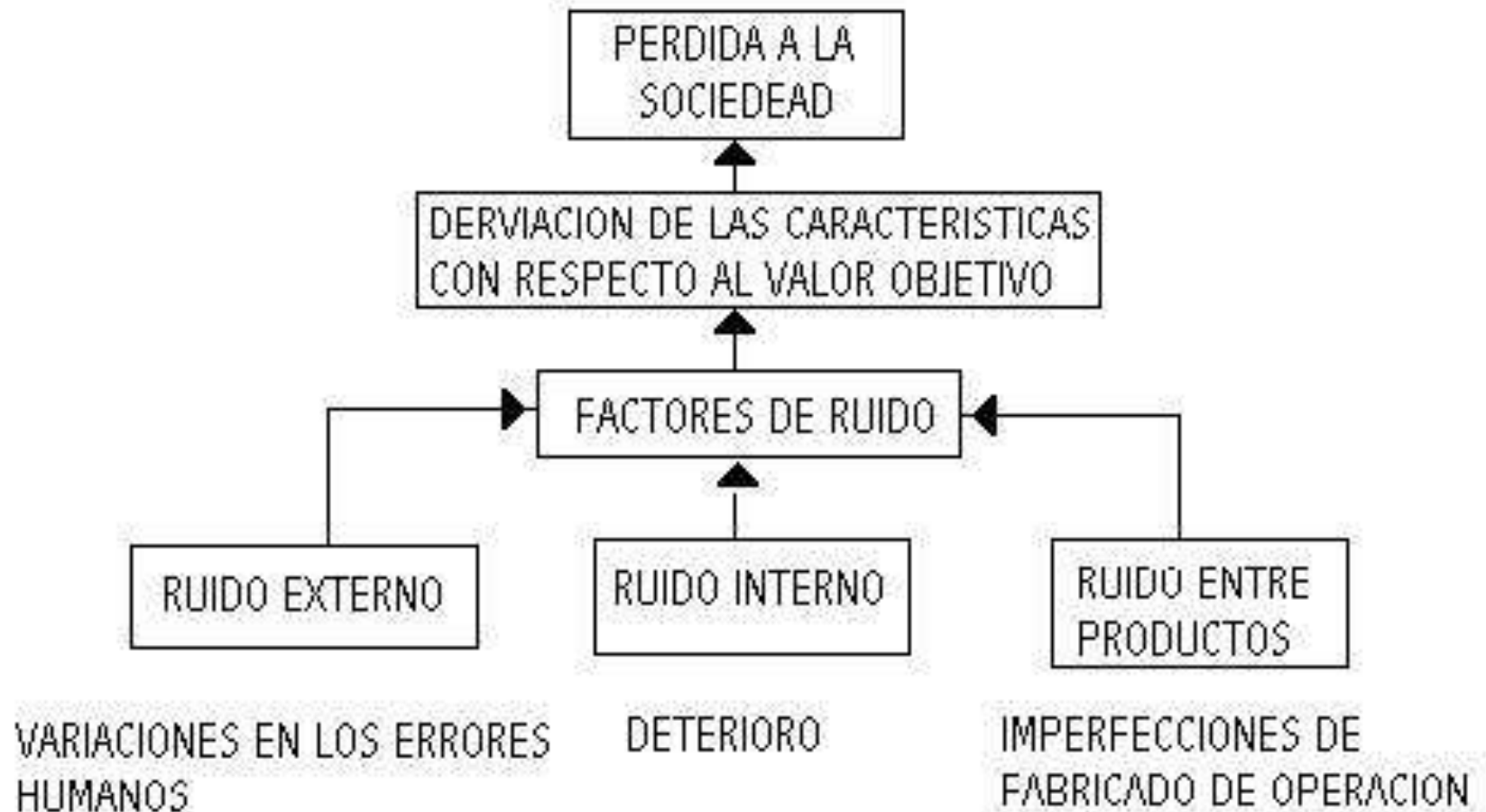
- Es un conjunto de conocimientos técnicos para la formulación de una política, así como planear, proyectar y analizar la calidad de un producto, a fin de establecer un sistema de calidad que pueda ser de satisfacción plena al consumidor a un costo mínimo.
- La ingeniería de calidad lleva a cabo actividades dirigidas a reducir las pérdidas causadas por la variabilidad.

- Las actividades de ingeniería de calidad se incorporan en cada paso del desarrollo del producto y de la manufactura a fin de prevenir los efectos de los factores de ruido.
- La secuencia de manufactura desde el desarrollo del prototipo y del producto hasta el servicio al cliente incluye las siguientes fases:

Ingeniería de calidad fuera de línea.

- Se encarga de la optimización del diseño del producto y los procesos, una de las herramientas es el diseño de experimentos.

Perdida a la Sociedad



Qué es pérdida y quien paga por ella.

- Generalmente pensamos que es un costo de manufactura inherente al producto.
- Sin embargo, es un costo entre Fabricante-consumidor.

Costos en que incurre el fabricante por una reacción negativa del consumidor. .

- Devoluciones.
- Costos de garantía.
- Consumidor insatisfecho.
- Tiempo y dinero gastado por los consumidores.
- Perdida eventual de participación en el mercado.

Las consideraciones de variabilidad pueden ser aplicadas al producto y también al servicio.

En el contexto de la definición de calidad, la pérdida debe restringirse en dos categorías:

- La pérdida causada por la variabilidad de la función
- La pérdida causada por defectos dañinos

- Un artículo con buena calidad realiza sus funciones sin variabilidad y causa pequeñas pérdidas a través de los defectos del tipo dañino, incluso el costo de usarlo.
- Si el control del costo se preocupa por reducir las diferentes pérdidas antes de que el producto salga al mercado, el control de calidad se preocupa por reducir los tipos de pérdidas que puedan causar problemas a la sociedad.
- Si el control de calidad no se restringe a los problemas de pérdida causados por la variabilidad funcional y a los defectos del tipo dañino no relacionados, se ignoraran y se consideraran fuera del dominio de la ingeniería.

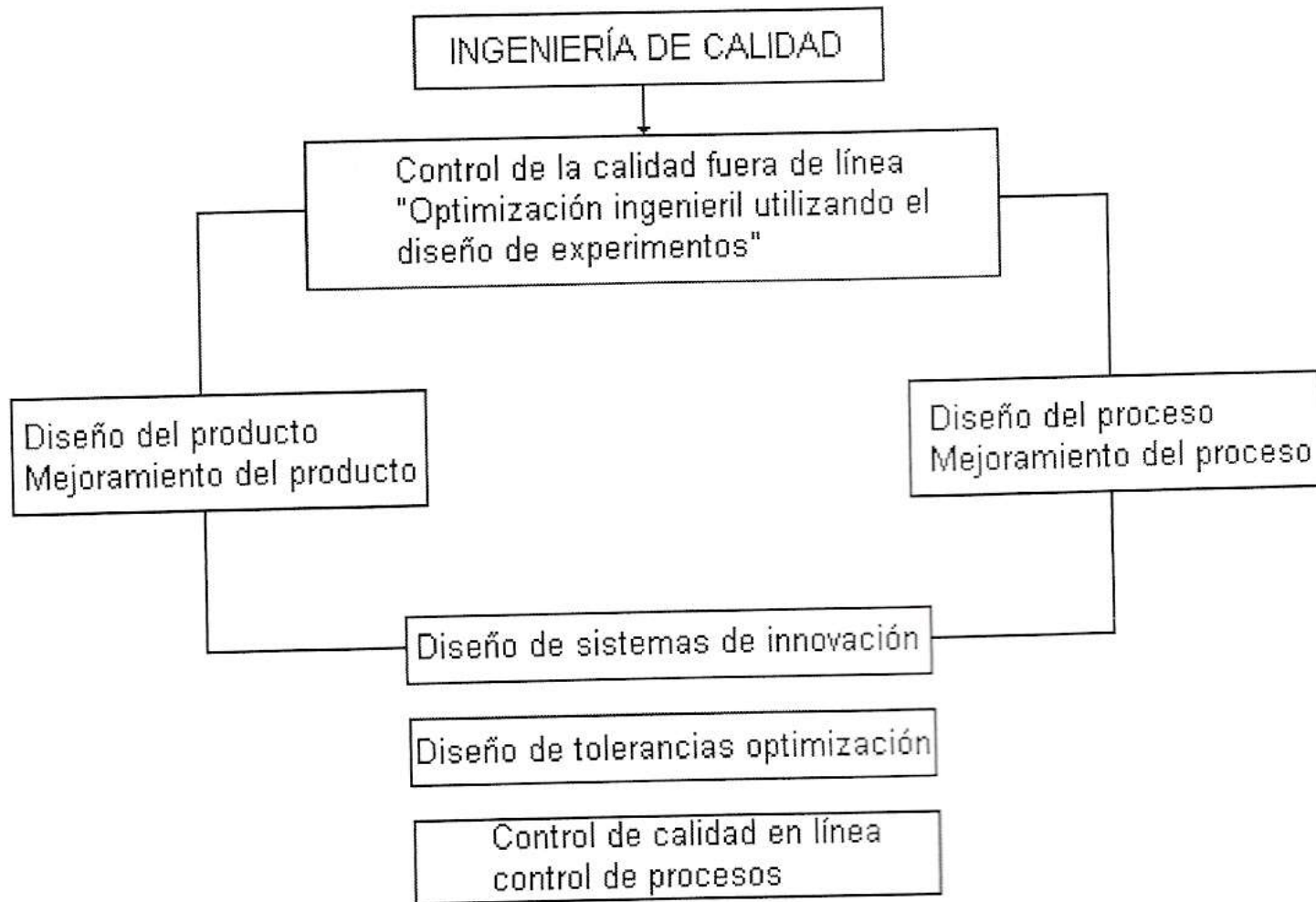
Ingeniería de calidad en línea.

- Son actividades en la línea de manufactura, de control y corrección de procesos, así como del mantenimiento productivo.

ACTIVIDADES:

- Uso de grafica de control
- Corrección de los procesos
- Mantenimiento productivo

Ingeniería de Calidad fuera de Línea



Tipos de características de calidad.

- El primer paso en la ingeniería de calidad consiste en seleccionar las características de calidad apropiadas, esto implica tener conocimientos del producto y del proceso así como del diseño de experimentos.

Características cuantificables: Son las que se pueden medir en una escala continua.

- Nominal es mejor: Es una característica que se presenta con un valor objetivo.
- Menor es mejor: Es una característica cuyo valor es cero.
- Mayor es mejor: Es una característica cuyo mejor valor es el infinito.

Ejemplo:

- Dimensión, cambio de presión, espacio libre, viscosidad, etc. .
- Desgaste, encogimiento, deterioro, nivel de ruido, etc.
- Tensión, duración, eficiencia del combustible.

Características por atributos.

- Son las que no se pueden medir en una escala continua, pero que pueden ser clasificadas en una escala graduada discreta, frecuentemente están basados en apreciaciones subjetivas tales como: bueno, mejor, el mejor, etc.

Atributos clasificados:

Ejemplo:

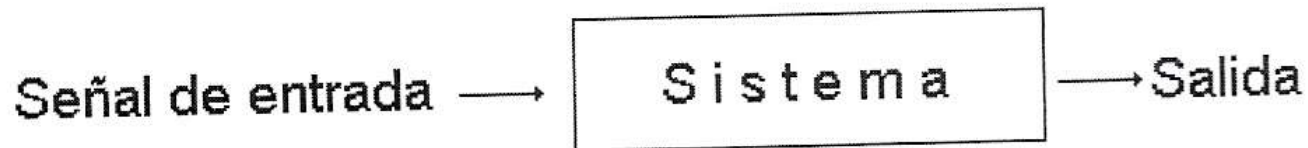
- Apariencia, porosidad, grietas.
- Clasificados como bueno / malo.
- Grados

Características dinámicas.

- Son las características funcionales de calidad de un sistema, que se determinan en la base a la entrada al sistema y a los resultados de salida.

Ejemplo:

- Fuerza de tracción de un automóvil.



Diseño de Sistemas, Procesos, Parámetros

- DISEÑO DE SISTEMAS.

Es la etapa primaria del desarrollo en la cual se da la arquitectura básica de un producto o proceso. Durante el diseño del sistema, el ingeniero aplica su conocimiento y experiencia en el área de su especialización para crear un producto o proceso con capacidades distintivas.

- El diseñador del sistema usa su experiencia en el diseño de sistemas similares para generar un nuevo sistema que sea superior de alguna forma a los diseños previos.

1.- DISEÑO DE SISTEMAS:

- Consiste en el Desarrollo de un sistema que funcione bajo una condición normal.
- Requiere conocimientos técnicos en ciencia e ingeniería.
- Originalidad/inventiva/estrategias de mercadotecnia.

Objetivo.

- Diseñar un producto seleccionando las condiciones óptimas (parámetros), de tal manera que el producto sea menos sensible al ruido.

Estrategia.

- Diseñar un producto partiendo de componentes o materias primas de menor calidad y bajo costo.
- Reducir la variación sin quitar la causa.
- Quitar la causa es costoso.
- No hay incremento en el costo en el diseño de parámetros.
- Identifica los factores de control y los factores de ruido, tratándolos en forma separada en el diseño de experimentos.

EL PROCESO DE DISEÑO.

- El diseño de sistemas requiere experiencia y conocimientos técnicos en una área, es la especialización en dicha área.
- En el método de Taguchi el diseño de experimentos se usa con mayor frecuencia en la etapa de diseño de parámetros.

ETAPAS DEL DISEÑO DEL PRODUCTO.

1.- Diseño de Parámetros

Técnica utilizada en el diseño de Parámetros. Diseño convencional de experimentos. Detecta y elimina causas. Tiene que ver únicamente con promedios.

- El método Taguchi tiene que ver con promedios y variaciones.
- Toma ventaja de efectos lineales y de la interpretación entre los factores de control y de ruido, con el fin de obtener robustez.
- Es aplicable al diseño del producto, a la mejora del producto y del proceso. Mejora la calidad sin incrementar los costos.

Diseño de parámetros Metodología Taguchi.

- Determina los valores de los parámetros menos susceptibles al ruido.
- Involucrar el uso de arreglos ortogonales de la relación señal/ruido.
- Durante el diseño de parámetros, el diseño o proceso ingenieril, se busca optimizar el diseño del sistema a través de la Experimentación para minimizar la variación del rendimiento, al enfrentarse a factores incontrolable y ambientales. Taguchi comienza por identificar esas características de calidad que más afectan el rendimiento del sistema, específicamente si afecta al cliente.

- Por ejemplo, una característica de calidad para un coche podría ser que siempre arranque fácil y rápidamente, sin importar cuáles son las condiciones externas.
- Durante el diseño de parámetros, el ingeniero selecciona las características de calidad más adecuadas para la experimentación y busca todos los factores que tienen un efecto en él. Entonces, separa los factores que puede controlar de los que no tiene control.
- En el caso del automóvil los factores sobre los que no tiene control, podrían ser la temperatura exterior, los niveles de humedad, el rango de altitud en el cual funcionara el coche o va a ser operado durante su uso, etc. La compañía del automóvil no puede decirle a su cliente que no debería operar su vehículo cuando la temperatura esta bajo cero o arriba de cierto punto. Entonces el objetivo del ingeniero es hacer el auto resistente a estos factores incontrolables, o como diría Taguchi, "robusticidad contra ruido"

2.- Diseño de tolerancias.

- Cuando el diseño de parámetros no es suficiente para reducir la variación, es necesario utilizar el diseño de tolerancias.
- Especificaciones de rangos permitidos para la desviación con respecto a los valores de los parámetros, Involucra describir y eliminar las causas.
- Incrementa los costos de producción (se deben minimizar, haciendo experimentos que conduzcan a las tolerancias adecuadas sin afectar la calidad).
- El diseño de tolerancias es la aplicación del diseño de experimentos, para hacer cambios sistemáticos en las tolerancias, con el fin de determinar que factores son los que mas contribuyen a la variación del producto final.

- En lugar de reducir el grado de tolerancias de la variación, el análisis nos dice en que casos debe restringirse y en que casos deben ampliarse, para esto debemos encontrar los parámetros más afectados por los factores de ruido y reducir el grado de tolerancias.
- Durante el diseño de tolerancias, el ingeniero especificará sistemáticamente cuánto tendrán que aumentar los niveles de funcionamientos de ciertos factores para completar los requerimientos para la característica de la calidad. En el diseño de tolerancias, el ingeniero determina el porcentaje que cada uno de los ruidos contribuye para alcanzar el funcionamiento requerido por la característica de calidad. Con él puede decidir cuánto debe reducir los límites de tolerancia de cada factor para alcanzar su objetivo. El limitar las tolerancias de los factores casi siempre tiene que ver con actualizar con partes o componentes de alto costo.

Objetivo.

- Determinar los rangos de variación para los parámetros del producto/proceso una vez que se ha determinado los niveles óptimos.

Estrategias

- Como paso inicial, usar tolerancias amplias, materiales y componentes de bajo costo. Usando el mejor conjunto de condiciones que haya quedado determinado en el experimento del diseño de parámetros, establece la variación global de nuestras características de calidad.
- Si la variación esta dentro de nuestros requerimientos mantener las tolerancias amplias y los materiales y componentes de bajo costo.
- Si la variaron es excesiva, reducirla tomando tolerancias más cerradas y/o mejorando los materiales y componentes.

Técnica utilizada.

Por medio de la ANOVA (análisis de varianza). Se determina la cantidad total de variación debida a cada uno de los factores. A los factores que contribuyen en mayor medida a la variación, se les debe considerar para reducir su grado de tolerancia y aumentar de esta forma la calidad.

TIEMPO EMPLEADO EN DISEÑO POR INGENIEROS

	EUA	JAPON
DISEÑO DEL SISTEMA	70%	40%
DISEÑO DE PARAMETROS	2%	40%
DISEÑO DE TOLERANCIAS	28%	20%
		DR. TAGUCHI

La función de pérdida.

- El control de calidad tiene como objetivo controlar la variación funcional. ¿Cómo podemos medir la calidad?

{ Cumpliendo con los requerimientos del cliente.
Utilizando la filosofía de cero defectos.
Verificando si se cumple con las especificaciones.

- El Dr. Taguchi propone una visión diferente y más amplia de la calidad, la relaciona con los costos y la pérdida monetaria no únicamente del fabricante si no también para el consumidor.

Servicio al cliente

- La alta dirección es la responsable de que la organización entienda las necesidades y expectativas de los clientes, mercados y requisitos regulatorios. Algunos puntos clave que pueden ser útiles para determinar los requisitos de producto /servicio son:
 - La voz del cliente.
 - Planes de negocios.
 - Especificaciones del producto.
 - Ambiente de trabajo o servicio para el producto/servicio.
 - Análisis de riesgos.
 - Estudios de confiabilidad del producto.

Política de calidad

- **La política de calidad debe de relacionar necesidades primarias de la organización y la de sus clientes.**
- **Incluirá un compromiso claro hacia el mejoramiento continuo de la eficacia del SGC y debe estar redactada de forma que se ligen los objetivos de calidad a su logro.**
- **Consideraciones para desarrollar la política de calidad son:**
 - **Plan maestro de negocios (dirigido por la misión).**
 - **Plan de acciones derivado de la revisión de la dirección.**
 - **Resultados de productos/servicios.**
 - **Áreas con problema de calidad.**
 - **Satisfacción o no-satisfacción del cliente.**
 - **Retroalimentación de clientes.**

Qué es pérdida y quien paga por ella.

- Generalmente pensamos que es un costo de manufactura inherente al producto.
- Fabricante - consumidor.

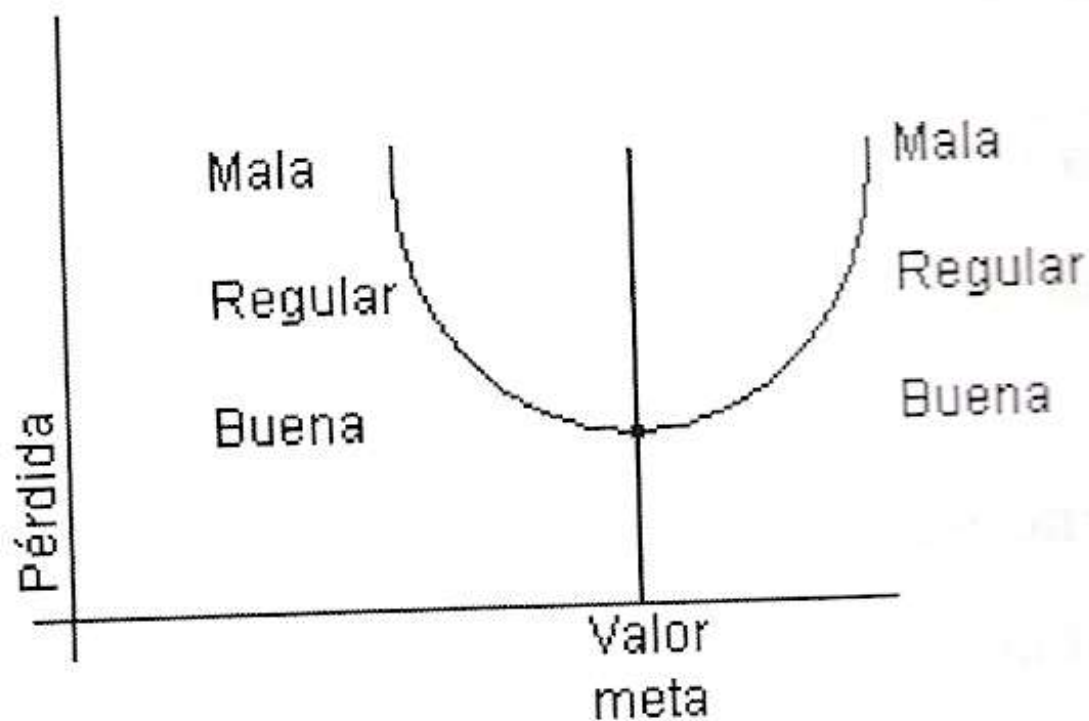
Costos en que incurre el fabricante por una reacción negativa del consumidor. .

- Devoluciones.
- Costos de garantía.
- Consumidor insatisfecho.
- Tiempo y dinero gastado por los consumidores.
- Perdida eventual de participación en el mercado.

El objetivo de la función de pérdida del Dr. Taguchi es evaluar cuantitativamente la pérdida de calidad debido a variaciones funcionales.

- Para cada característica de calidad existe una función que define la relación entre la pérdida económica y la desviación de la característica de calidad de su valor meta.

Parabola para representar la función de pérdida



Es importante recordar.

- Conformarse con los límites de la especificación es un indicador inadecuado de calidad o de pérdida debido a la mala calidad.
- La pérdida de calidad resulta en la inspección del consumidor.
- La pérdida de calidad se relaciona con las características del producto.
- La pérdida de calidad es una pérdida financiera.
- La función de pérdida es una herramienta excelente para evaluar la pérdida en la etapa inicial del desarrollo de productos y procesos.

Robustez = Alta calidad

- Todas las actividades de ingeniería de calidad tienen como objetivo fundamental fabricar un producto robusto frente a todos los factores de ruido.
- Lo robusto de un producto implica que su característica funcional no se vea afectada por los factores de ruido.
- Buena calidad significa tener una variación funcional máxima, esto es un producto que funcione de acuerdo con lo planeado, en las más diversas condiciones y durante el tiempo de vida para el que fue diseñado.

Factores de ruido.

- Causan que una característica funcional se desvíe de su valor objetivo.
- Los factores de ruido causan variación y pérdida de calidad....
- Taguchi ha observado que esta pérdida de calidad constituye una pérdida de tiempo y dinero tanto a los consumidores como a los fabricantes y en ultimo termino a la sociedad.

Tipos de ruido

- Ruido externo: Este ruido se da durante el uso del producto y puede ser producido por cambios de temperatura, humedad y polvo.
- Ruido interno: (Deterioro) Este es un gasto de los componentes del producto.
- Ruido entre productos: Variación entre productos que son manufacturados bajo especificaciones similares.

Relación señal- ruido

- Los factores que causan que una característica funcional, como por ejemplo, la eficiencia del combustible, los cambios de presión, la maniobrabilidad, etc., se desvíe de su valor objetivo, se llaman factores de ruido.
- Los factores de ruido causan variación y pérdida de calidad. El Dr. Taguchi ha observado que ésta pérdida de calidad, afecta en términos de tiempo y dinero, tanto a los consumidores como a los fabricantes, y en último término a la sociedad.

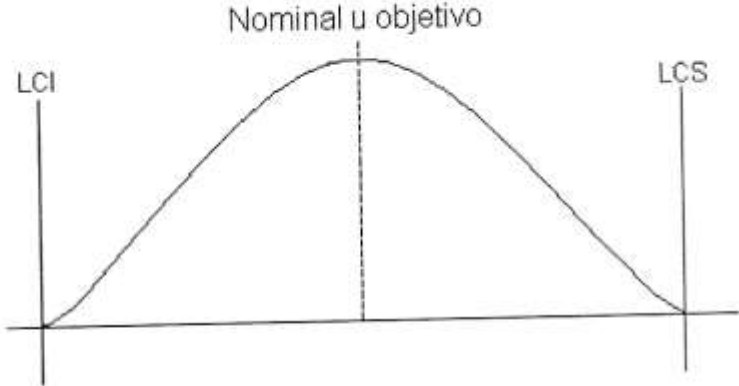
Taguchi llama a los factores incontrolables factores de ruido.

Ruido es cualquier cosa que causa a una característica de la calidad desviarse de su objetivo, el cual subsecuentemente causa una pérdida de calidad. La temperatura, altura, y nivel de combustible, son considerados factores externos de ruido porque ocurren fuera del producto.

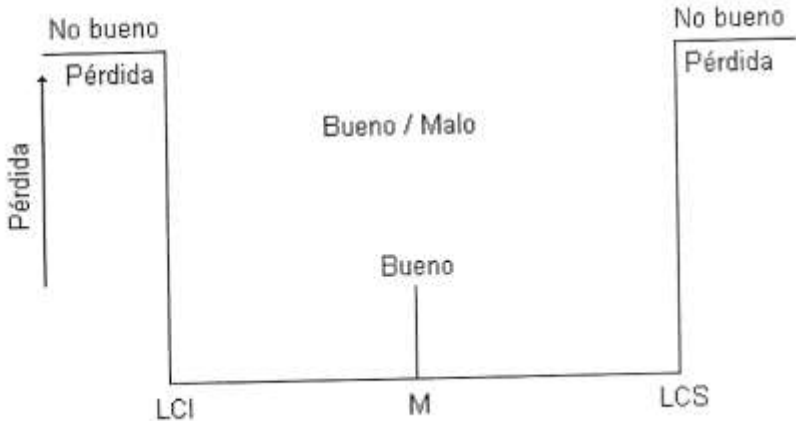
- **La proporción señal - ruido es un índice de robusticidad de calidad, y muestra la magnitud de la interacción entre factores de control y factores de ruido.**

- **Los factores de control y ruido deben ser asignados en diferentes grupos para el estudio de la robusticidad, el cual es significativamente diferente del enfoque tradicional, donde no hay distinciones entre los factores de ruido y control.**
- **En lugar de medir síntomas causados por la variabilidad de la función, como la tasa de defectos o fallas, medimos una respuesta relacionada con la energía.**
- **Cualquier sistema usa energía de transformación para cumplir una función deseada. Reducir la variabilidad de las transformaciones de energía minimizará o eliminará los síntomas.**
- **Cuando consideramos el ruido, esto nos lleva a crear un producto o proceso robusto que es aquel que es menos sensible al ruido.**

Pérdida ocasionada a la sociedad.



Especificaciones funcionales pasa / no pasa.



Función de pérdida para una característica del tipo:

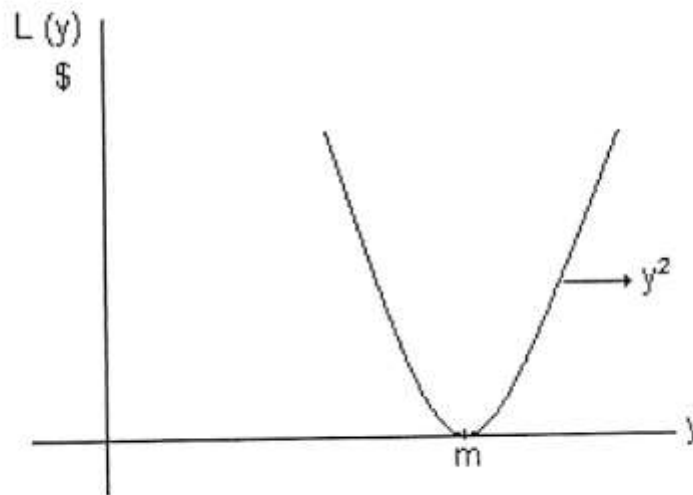
Nominal es mejor.

Se expresa con la siguiente ecuación:

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

- $L(y)$ = Pérdida en dinero por unidad de producto cuando las características de calidad son iguales a y .
- y = Valor de la característica (longitud, anchura, etc.)
- m = Valor nominal de y .
- K = Constante de proporcionalidad.
- $L(y)$ = Es mínima cuando $y=m$
- $L(y)$ = Aumenta en la medida en que y se desvía de m .
- $L(y)$ = Se expresa en unidades monetarias

Función de pérdida estándar.



Nominal es mejor

Ejemplo:

Fuente de poder de un televisor.

- La característica de cualquier producto tiene como límite el 50% a partir del cual los consumidores consideran que el producto no funciona. Este límite representa el punto de vista del consumidor estándar y se le llama tolerancia del consumidor o LD-50.
- Con información acerca de las tolerancias del consumidor, el Dr. Taguchi usa la función continua de pérdida para determinar las tolerancias finales de la producción.

Niveles de calidad.

La calidad debe estar relacionada con las necesidades y expectativas del cliente. Sin embargo, para que la investigación y desarrollo sean efectivos, la calidad debe ser expresada en términos compatibles con los objetivos de ingeniería y desarrollo.

Los niveles de calidad que debemos ejemplificar:

a) Calidad del costo: (calidad del cliente)

- Calidad expresada por el cliente con su propio lenguaje.
- Para satisfacer las necesidades del cliente, los ingenieros intentan convertir la voz del cliente en características específicas de calidad.

b) Calidad especificada.

- Especificación de los diseños de ingeniería. Son características de calidad que se constituyen en objetivos para los ingenieros.
- Son las características a partir de las cuales se desarrollan los productos.

c) Calidad robusta.

- Calidad protegida contra los factores de ruido.

d) Calidad funcional.

- Confiabilidad de un producto, para conseguir la función de calidad pretendida.