



Barcelona, 25 y 26 de octubre



**XVII Congreso de Calidad en la Automoción**

**De invertir en prevención a no  
gastar en fallos**

**Aplicación de la Ingeniería Robusta  
MÉTODO TAGUCHI®**

**Francisco Herrera Fernández**

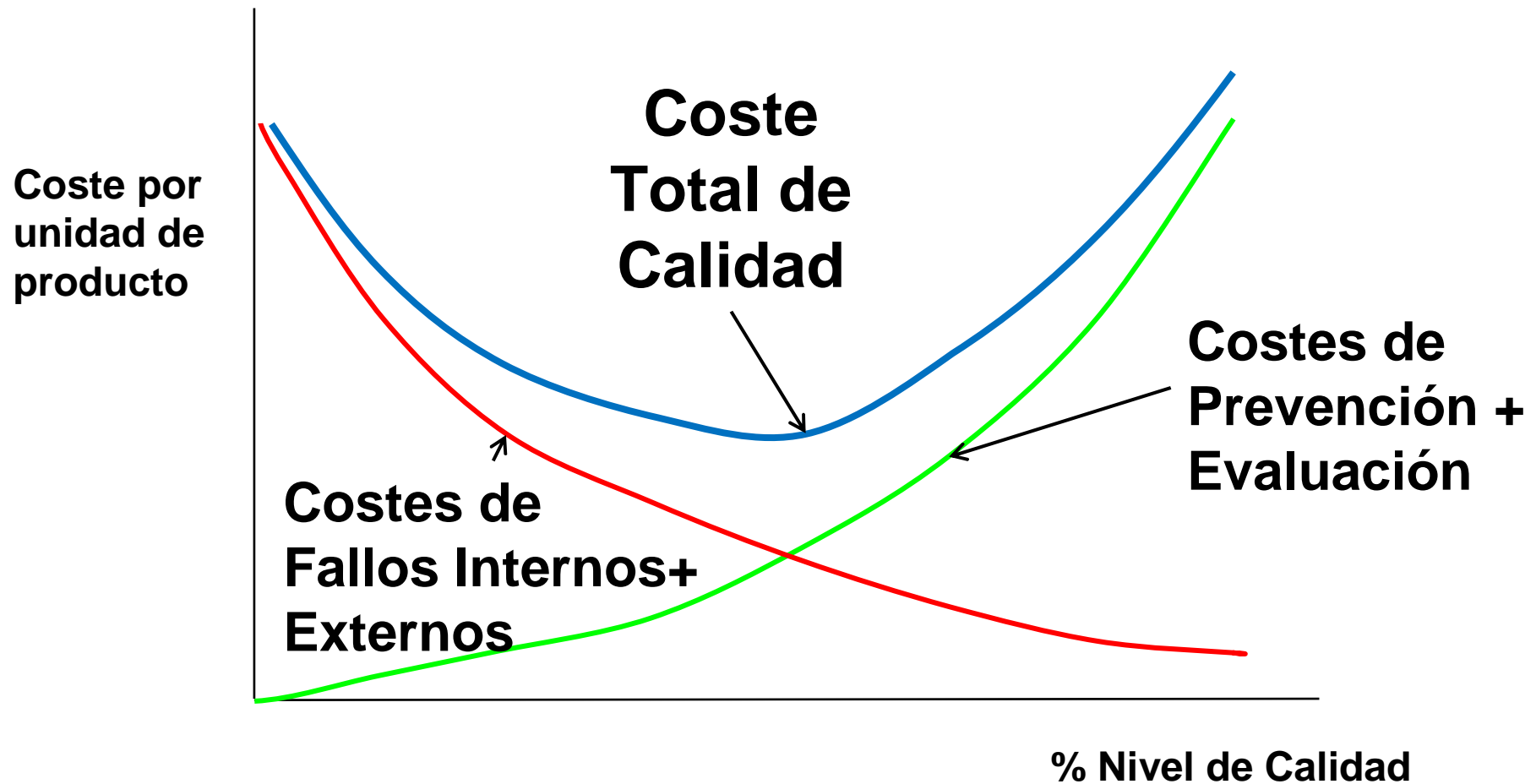
**Tfno.: 610563785**

**[www.ingenieriarobusta.es](http://www.ingenieriarobusta.es)**



# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

## Modelo de Costes de Calidad



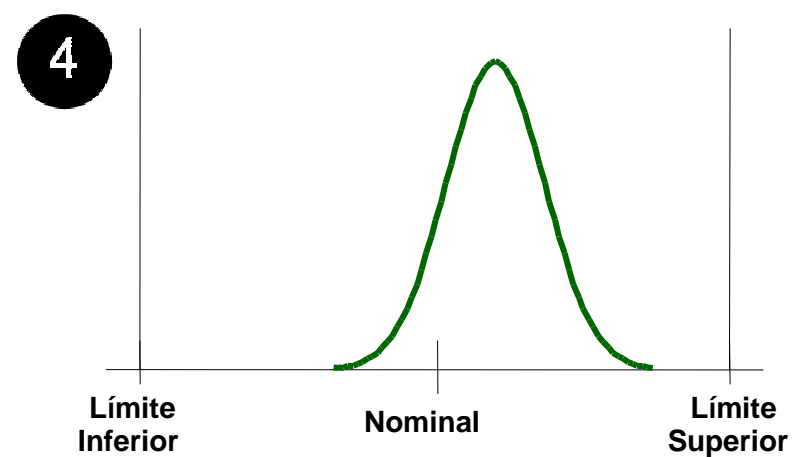
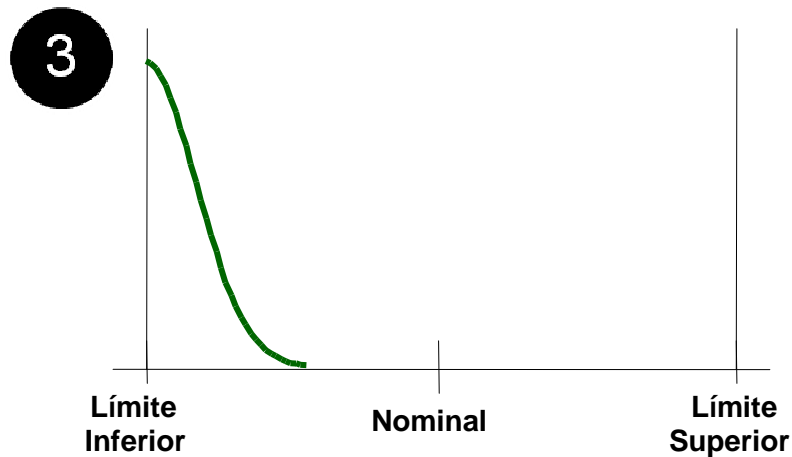
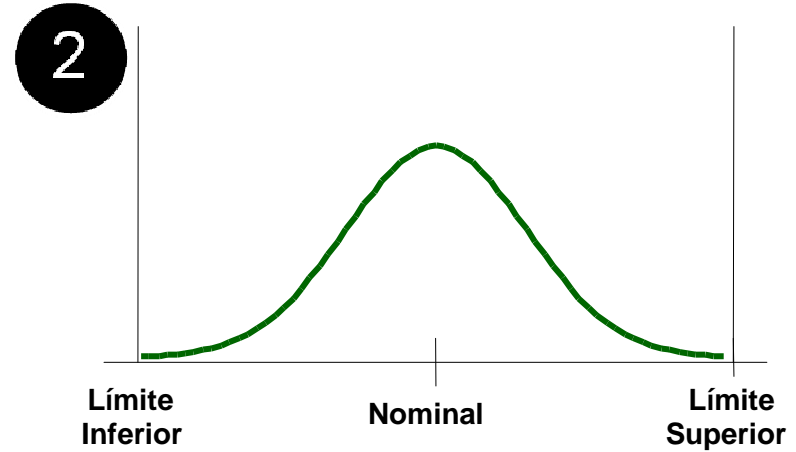
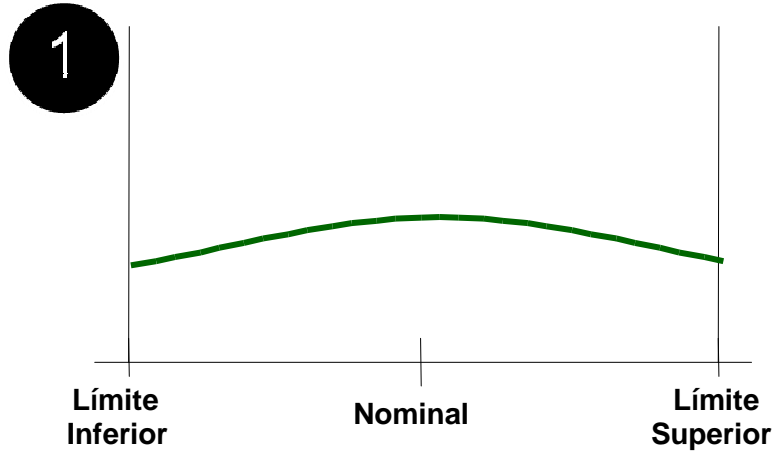
**Calidad es la pérdida que un producto ocasiona a la Sociedad desde que es expedido.**

*Genichi Taguchi*



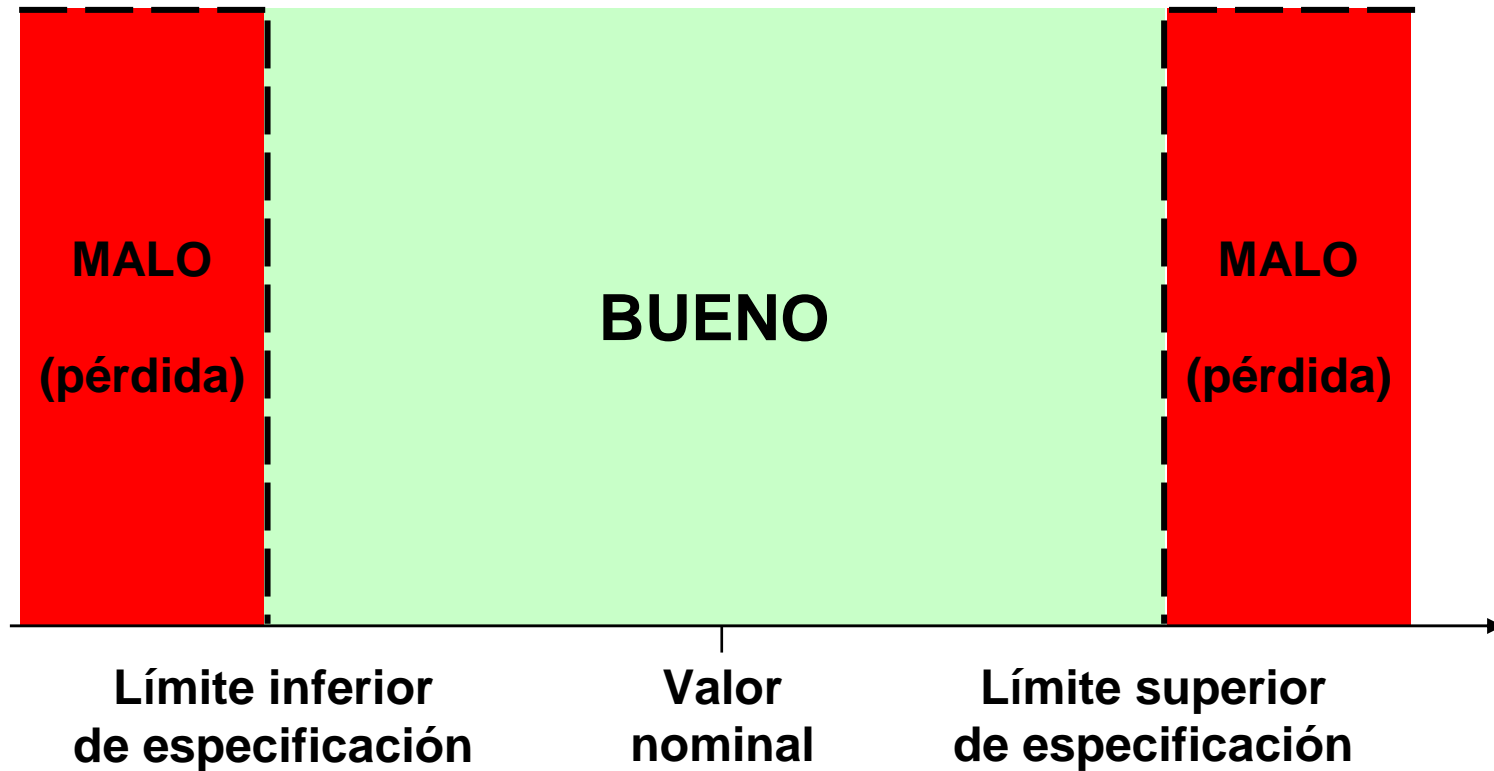
# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

DE ESTOS CUATRO PROVEEDORES, SI VD. FUERA EL CLIENTE ¿CUÁL ELEGIRÍA?

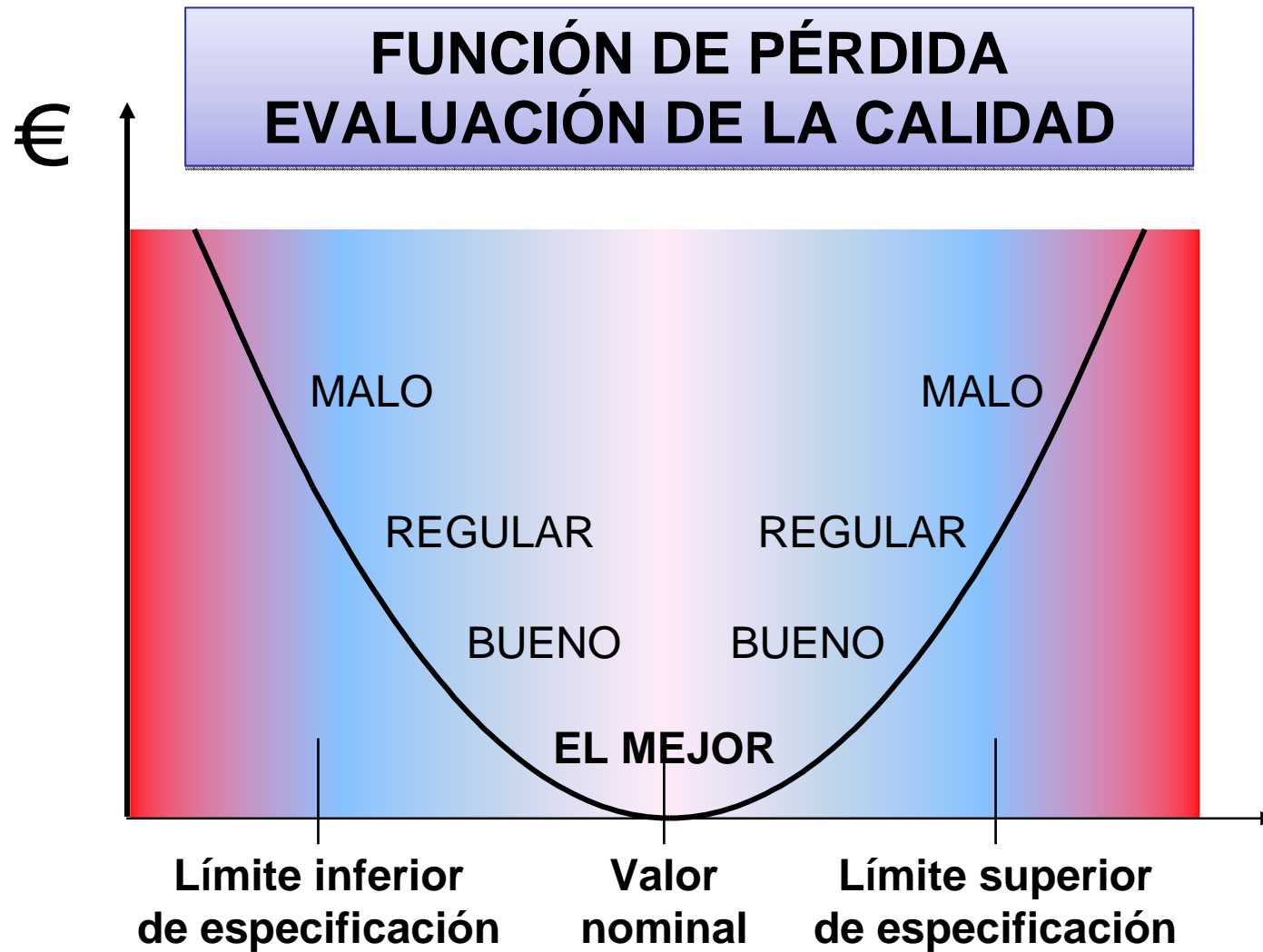


Los cuatro proveedores sin incidentes  
Ingeniería Robusta 5

## EVALUACIÓN TRADICIONAL DE LA CALIDAD

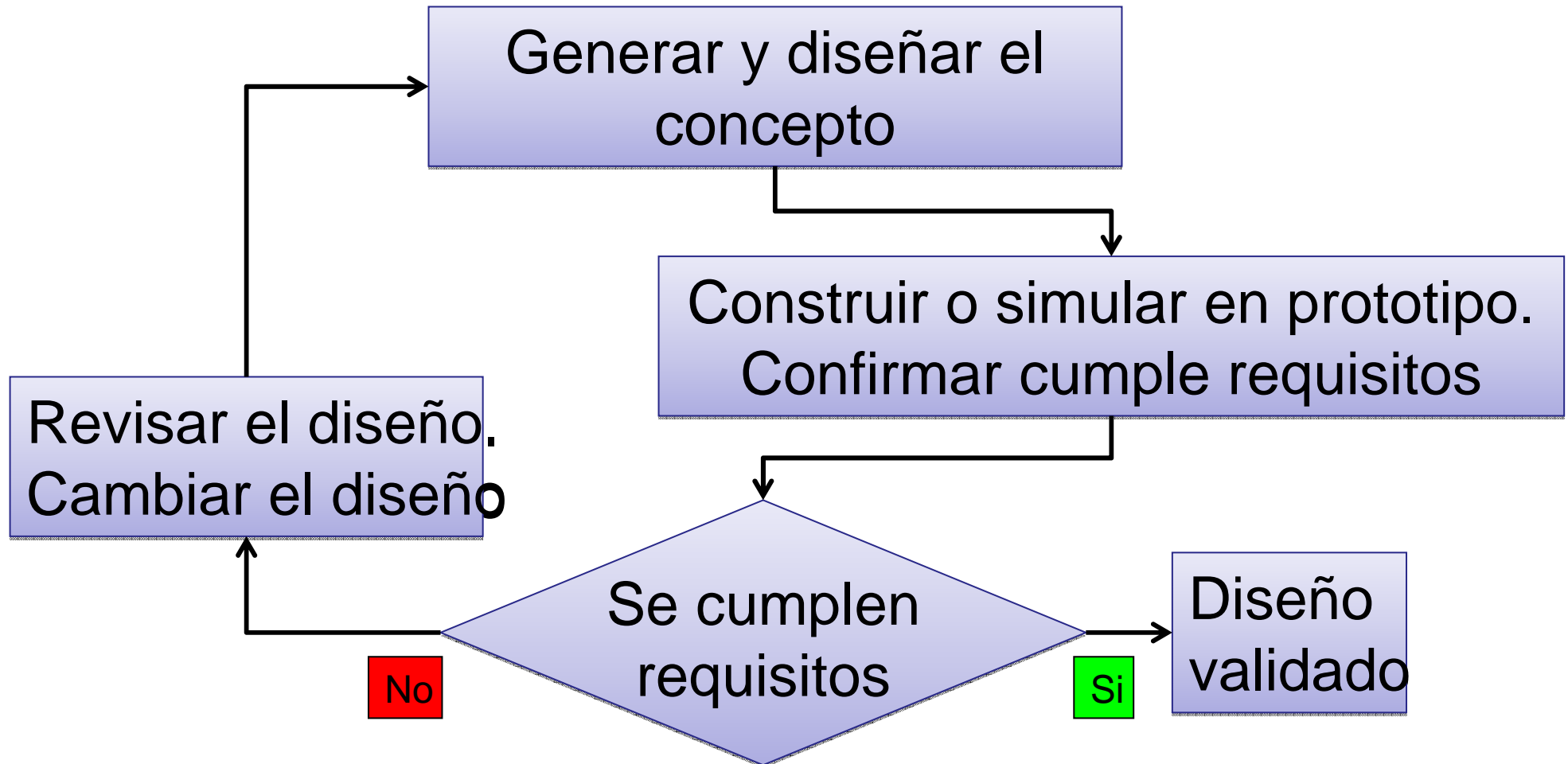


# XVII Congreso de Calidad en la Automoción



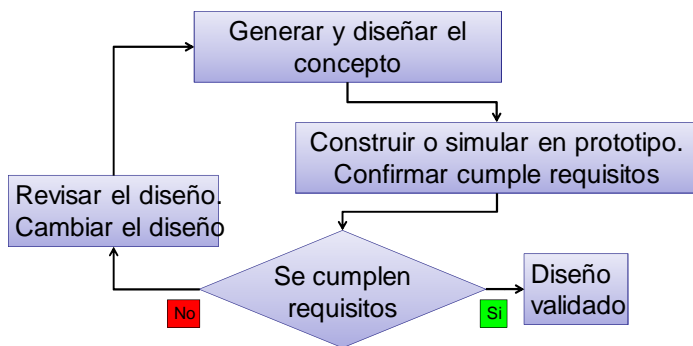
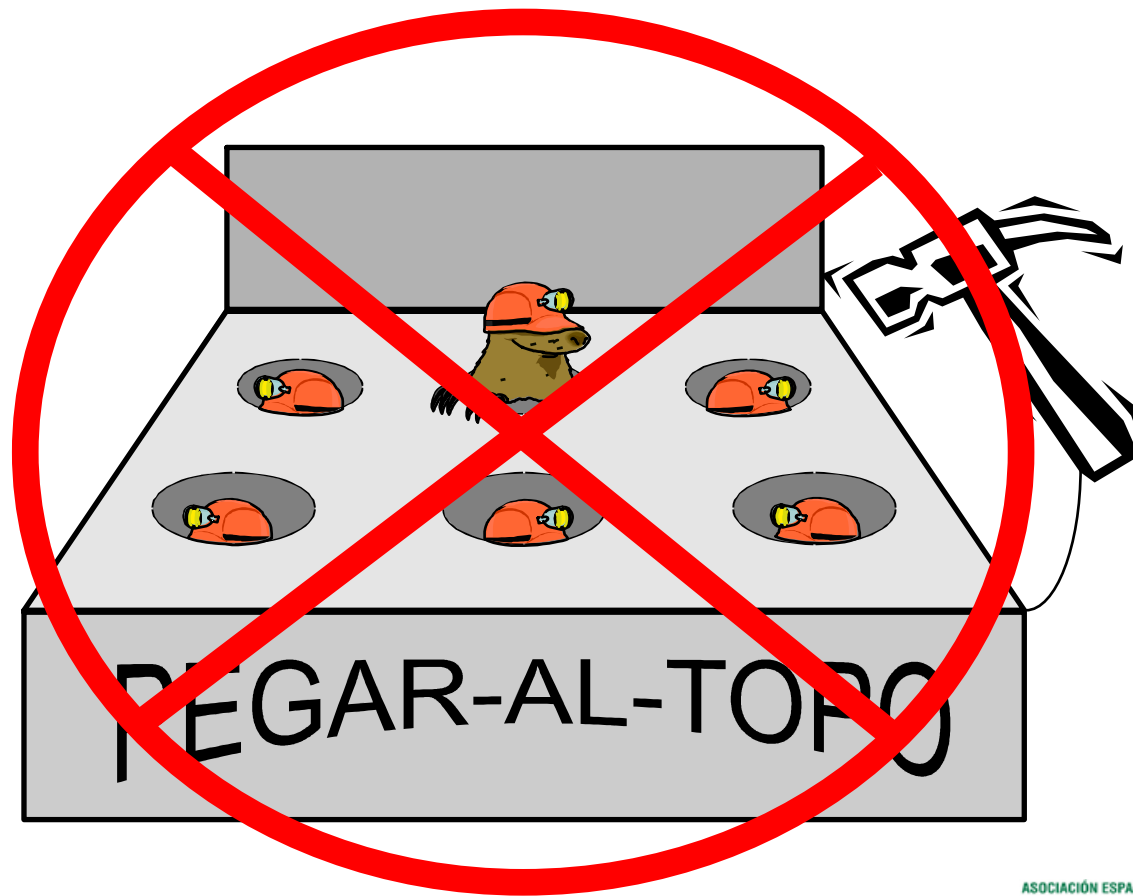
La visión tradicional & función de pérdida  
Ingeniería Robusta 7

## el planteamiento corporativo.





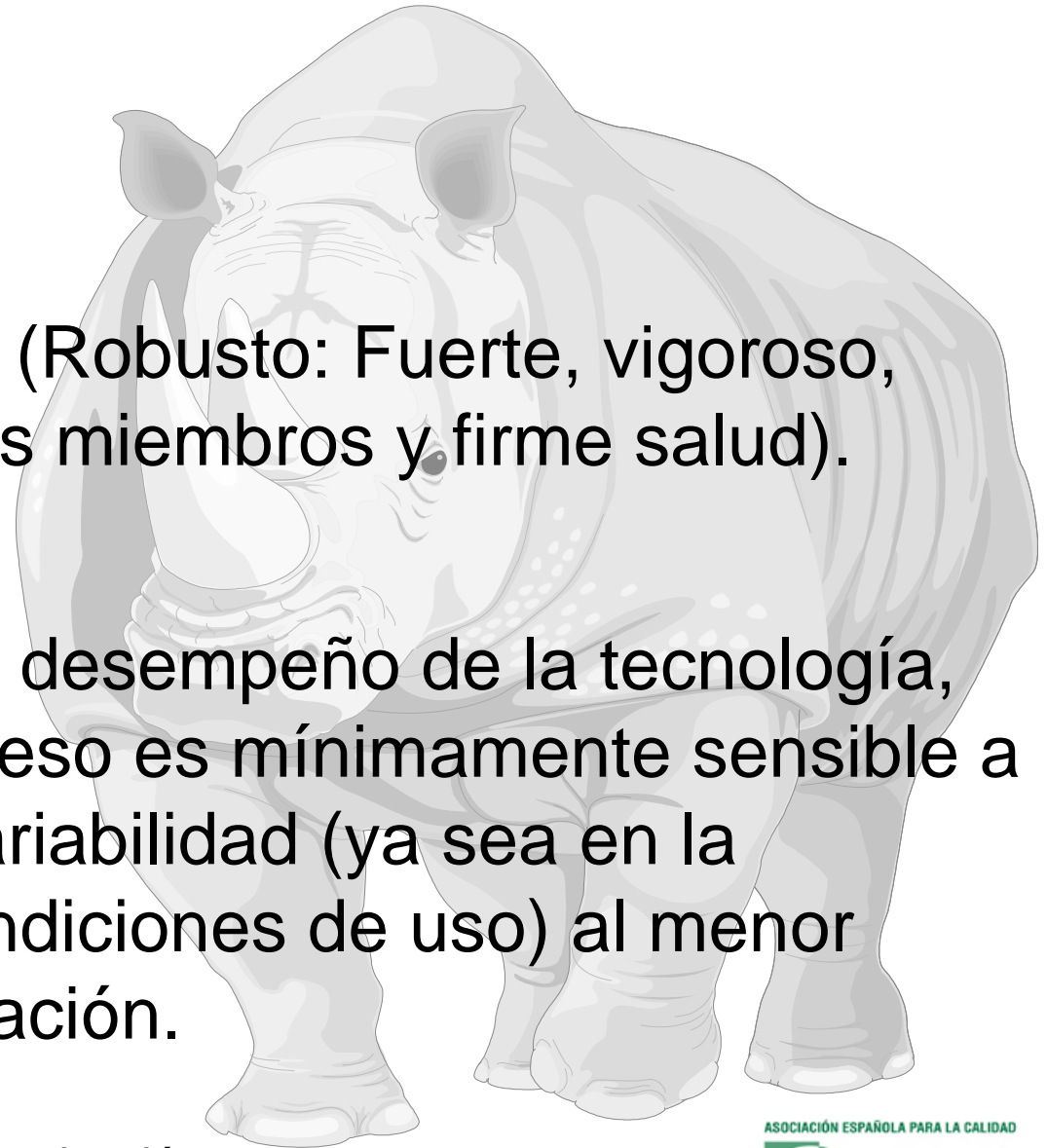
## “Apagafuegos”: típico planteamiento corporativo.



Nuestras realidades  
Ingeniería Robusta 9

## ¿Qué es “robusto”?

- Diccionario RAE:
  - "Condición de robusto" (Robusto: Fuerte, vigoroso, firme / Que tiene fuertes miembros y firme salud).
- Dr. Taguchi:
  - Condición por la que el desempeño de la tecnología, del producto o del proceso es mínimamente sensible a factores que causan variabilidad (ya sea en la fabricación o en las condiciones de uso) al menor coste unitario de fabricación.



## ¿Por qué de la Ingeniería Robusta?

### ISO/TS 16949:2008

#### 5.1.1.- Eficiencia del proceso

La alta dirección debe revisar los procesos de realización del producto y los procesos de apoyo para asegurarse de su eficacia y su eficiencia

**- Eficacia      - Eficiencia**



“Un cambio de paradigma”

# ROMPER CON LA FORMA DE VER LAS CARACTERÍSTICAS



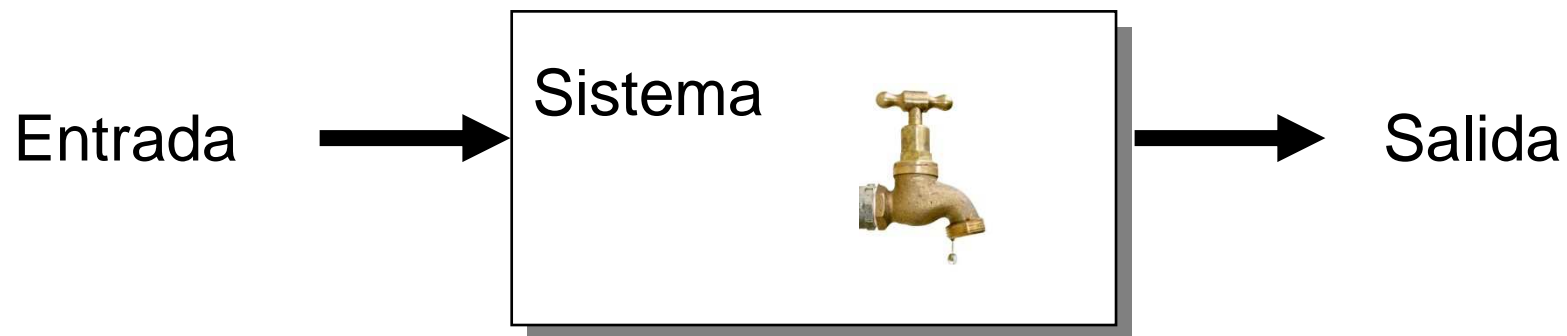
## Los Niveles en las Características de Calidad

- Calidad aguas abajo
- Calidad aguas en medio
- Calidad aguas arriba
- Calidad en el origen

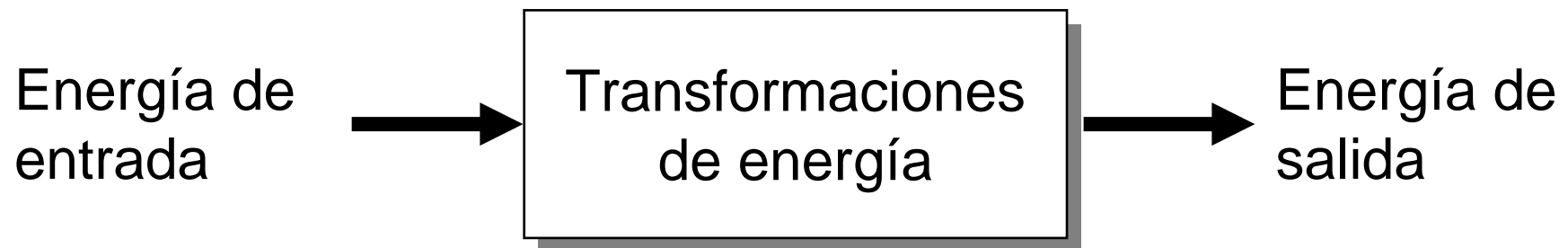


¿Qué ocurre en un Sistema?

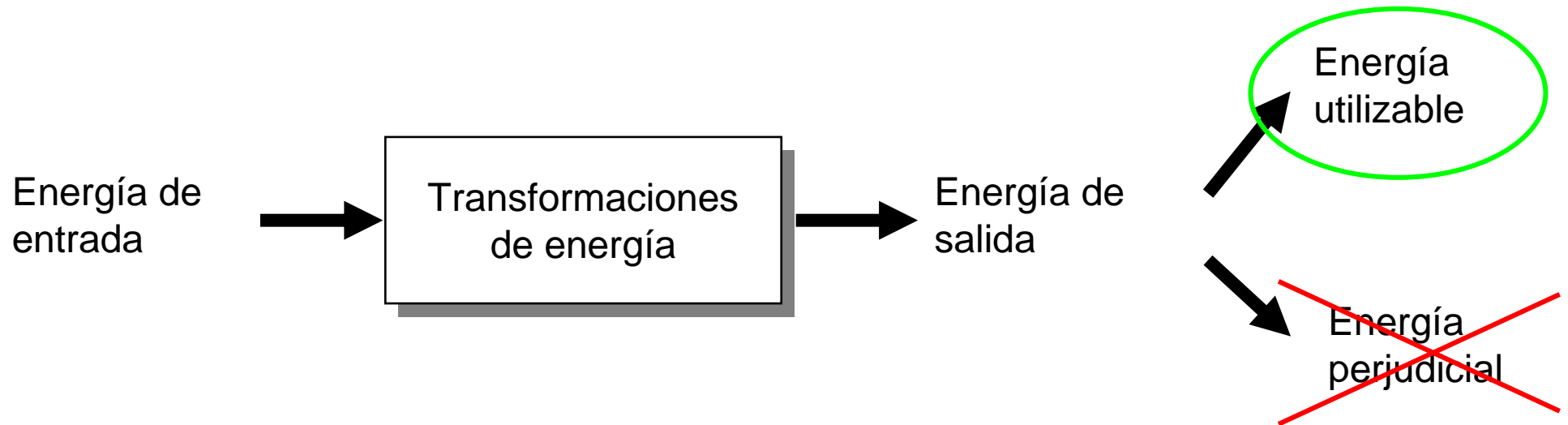
Un sistema sencillo



Concepto de transformación de energía



# Transformación Real de la Energía



Función ideal:

## Perfecta relación entrada-salida



La función ideal es la relación ideal entre la señal de entrada y la respuesta de salida en la *transformación de energía* del sistema.

Función Ideal:

$$y = \beta M$$

*y = respuesta de salida*

*M = señal de entrada*

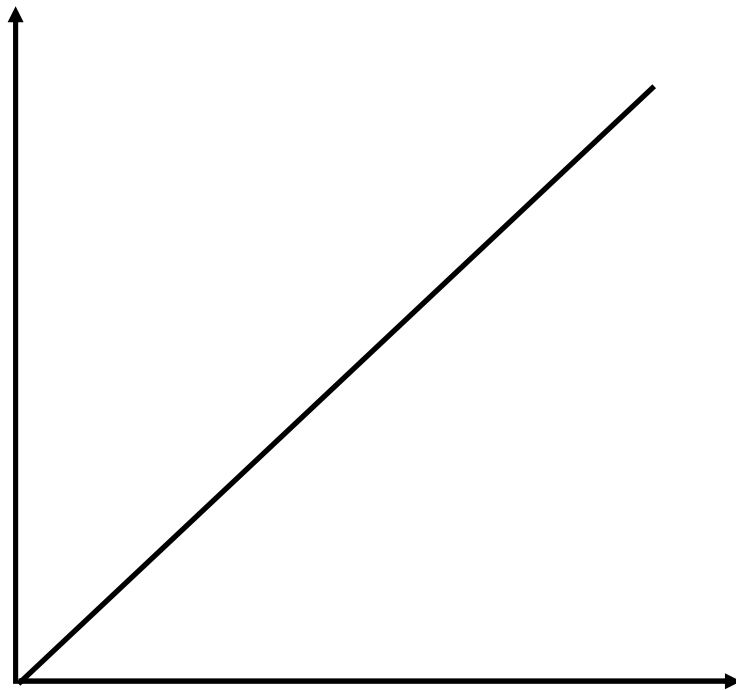




# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

## Función Ideal

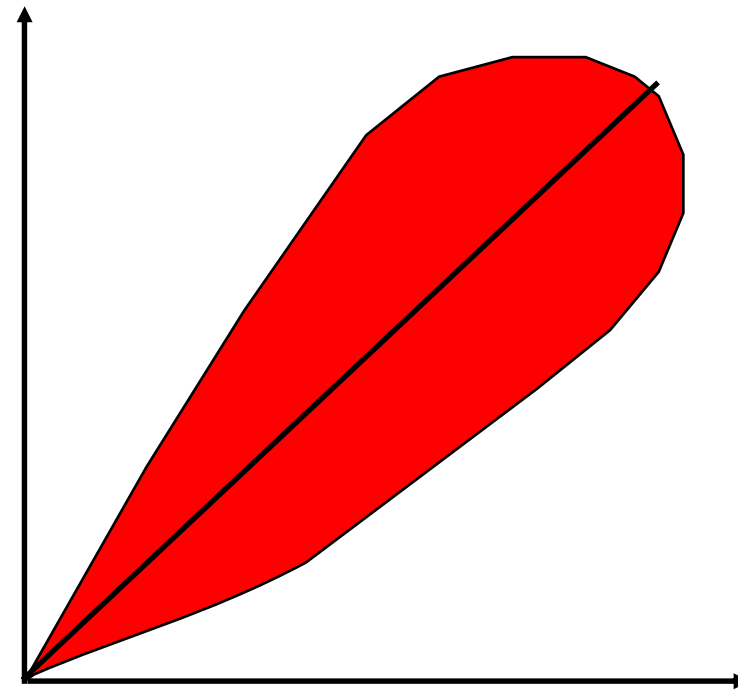
y = respuesta de salida



M = señal de entrada

## Realidad

y = respuesta de salida



M = señal de entrada



Los factores de ruido son variables que afectan a la función del sistema y son incontrolables o demasiado caros de controlar o cambiar.



## Clasificación

- **Ruido externo:** Condiciones del entorno, condiciones de funcionamiento y manejo, almacenaje, fabricación, etc.
- **Ruido interno:** Envejecimiento, desgaste, deterioro, etc.
- **Ruido entre productos:** Variabilidad dentro de las tolerancias de fabricación.



- **Factores de control:** Parámetros del producto o proceso que influyen en la transformación de energía, de forma aditiva o sustractiva.
- Los niveles o rango de ajuste de los factores de control se encontrarán dentro del dominio real de la aplicación técnica.



¿Cómo se mide  
la Robustez?

S/N Ratio



La relación Señal / Ruido (S/N) (S/R)  
Ingeniería Robusta 21



## XVII Congreso de Calidad en la Automoción

La relación Señal/Ruido es un índice de la robustez del sistema y mide la calidad de la transformación de energía. La Relación S/R se expresa:

$$S/R = \frac{\text{Energía (o potencia) que se transforma en la salida deseada}}{\text{Energía (o potencia) que se transforma en salida no deseada}}$$

$$S/R = \frac{\text{Energía de salida utilizable}}{\text{Energía de salida perjudicial}}$$



## Diseño Robusto

Un diseño robusto es un diseño de un producto o un proceso que realiza consistentemente la función para él proyectada, bajo un amplio rango de condiciones de uso durante toda su vida útil.



# el Diseño Robusto con el Diseño de Parámetros

- Definir el alcance del proyecto de forma que ni esté sobredimensionado, ni sea demasiado pequeño.
- Definir la Función Ideal pensando en términos de energía.
- Aplicar una apropiada estrategia respecto al ruido (ya sean sus efectos conocidos o desconocidos).
- Seleccionar la matriz ortogonal apropiada basándonos en los factores de control y los niveles del experimento.
- Experimentar, calcular S/R, pendiente  $\beta$ , analizar y confirmar

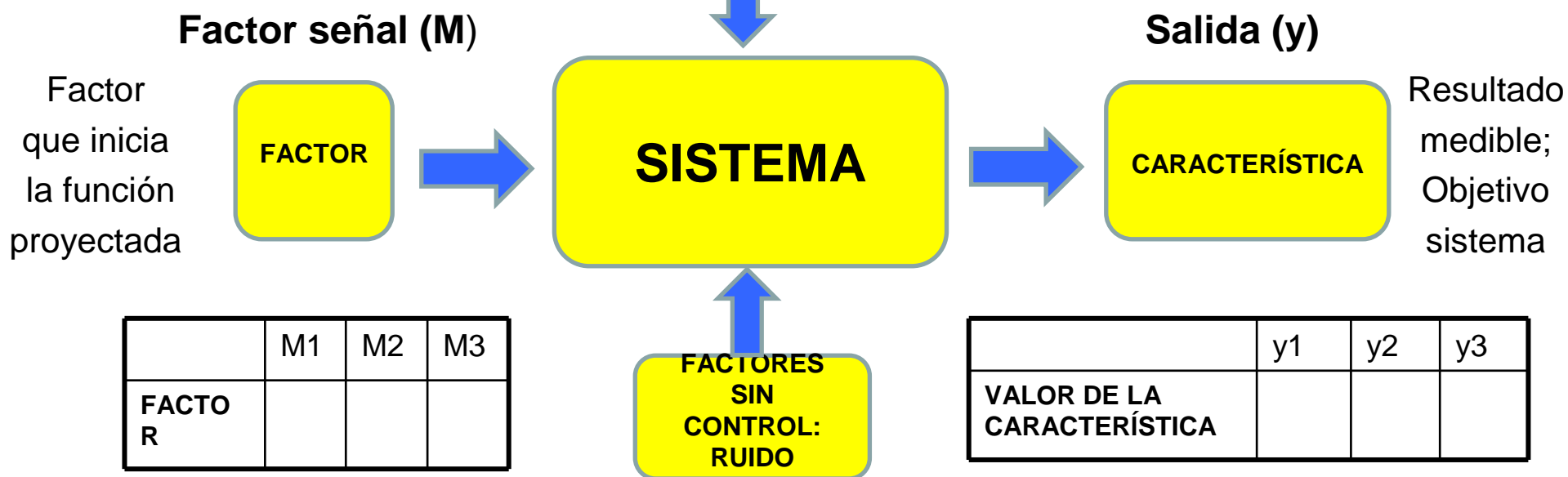
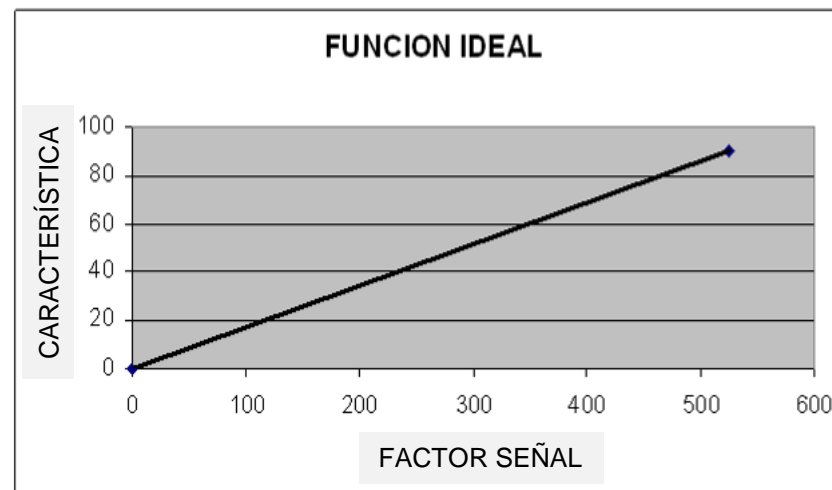




# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

## Diagrama P

$$y = \beta M$$



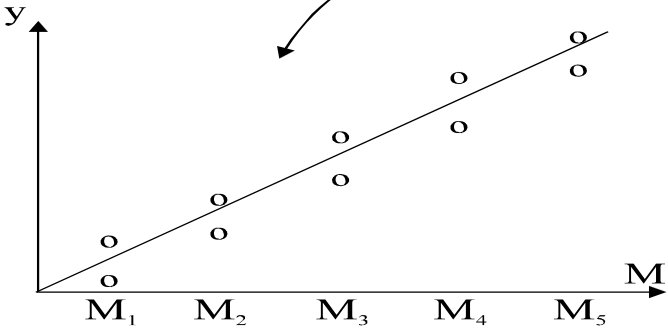
La preparación del D. de Parámetros  
Ingeniería Robusta 25

# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

Matriz Interior

nº	Factores de control								Matrices										$\eta$	$\beta$			
	A	B	C	D	E	F	G	H	$M_1$		$M_2$		$M_3$		$M_4$		$M_5$						
	1	2	3	4	5	6	7	8	$N_1$	$N_2$	$N_1$	$N_2$	$N_1$	$N_2$	$N_1$	$N_2$	$N_1$	$N_2$					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\eta_1$	$\beta_1$
2	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	1	1	3	3	3	3	3	3															
4	1	2	1	1	2	2	3	3															
5	1	2	2	2	3	3	1	1															
6	1	2	3	2	1	1	2	2															
7	1	3	1	3	1	3	2	3															
8	1	3	2	1	2	1	3	1															
9	1	3	3	1	3	2	1	2															
10	2	1	1	3	3	2	2	1															
11	2	1	2	1	1	3	3	2															
12	2	1	3	2	2	1	1	3															
13	2	2	1	2	3	1	3	2															
14	2	2	2	3	1	2	1	3															
15	2	2	3	1	2	3	2	1															
16	2	3	1	3	2	3	1	2															
17	2	3	2	1	3	1	2	3															
18	2	3	3	2	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

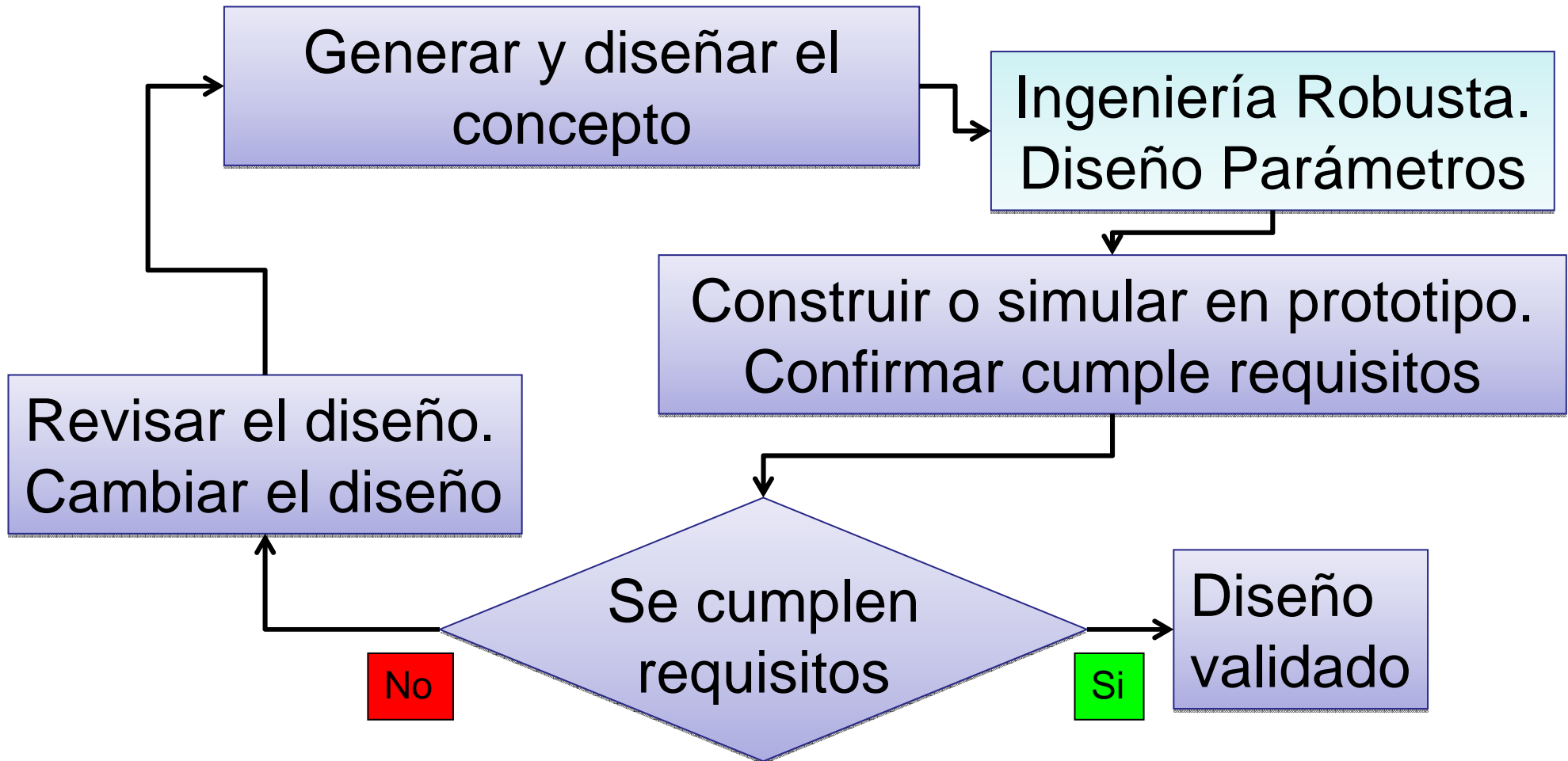
Matriz Exterior



El Esquema del Diseño de Parámetros  
Ingeniería Robusta 26

# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

## el nuevo planteamiento corporativo



# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

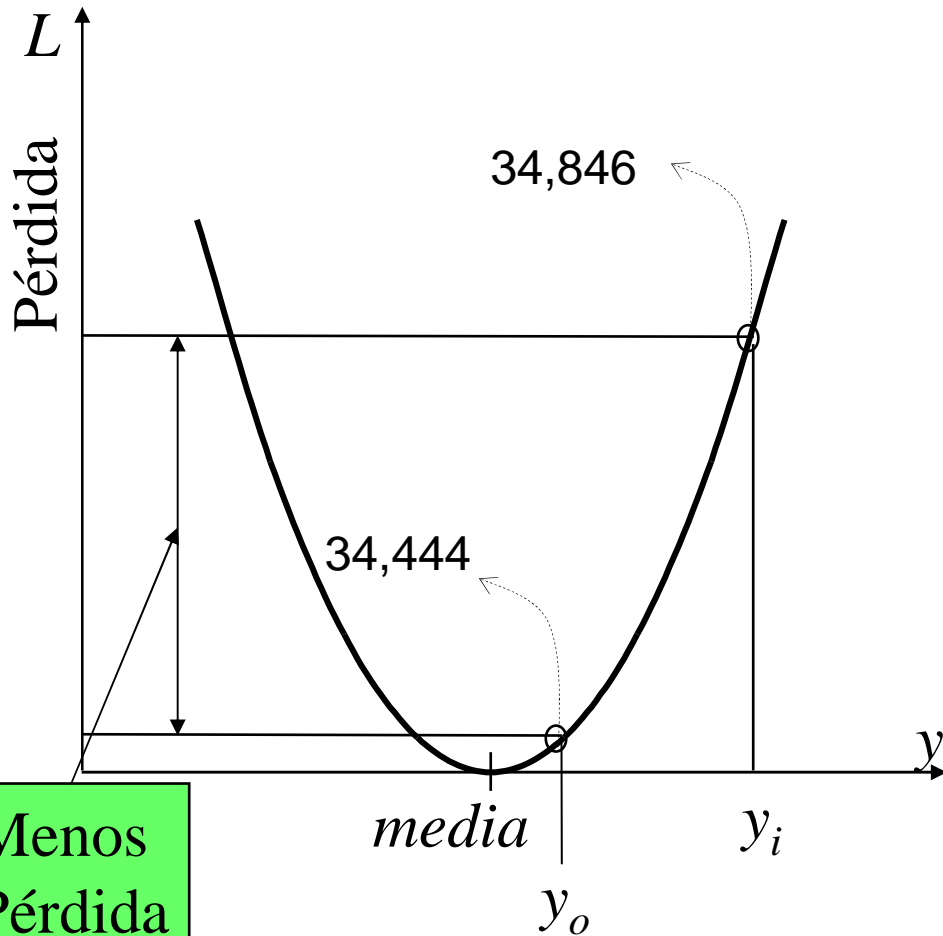
## Mejoras con la Ingeniería Robusta. Ejemplos

Caso	Efecto	Impacto en el C. no C.
Inyección de un porta escobilla, termoplástico + fibra de vidrio	Faltas de llenado Deformaciones Anulación de función	Reducción chatarra interna Reducción ppm internos Cero incidentes y ppm en cliente
Soldaduras de terminales con aportación de metal	Fallos soldadura en control interno Incidentes en cliente Anulación de función	Reducción a cero paradas de línea Ampliación frecuencia control resistencia rotura en Gráficos XR Eliminación incidentes en Garantías
Inyección de una caperuza de plástico	Deformaciones Defectos superficiales	Eliminación inspecciones al 100% Eliminación chatarra Eliminación incidentes en clientes
Soldadura eléctrica de tuercas a chapa de acero	Fallos de soldadura Anulación de función	Eliminación inspecciones al 100% Eliminación chatarra Eliminación incidentes en clientes



# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

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



## Ejemplo del Caso: Inyección de una caperuza de plástico

S i

$$\sigma^2_{inicial} = 0,0374$$

$$\sigma_{inicial} = 0,193 \quad 3\sigma_i = 0,579$$

$$y_i = media + 3\sigma_i = 34,846$$

S d o ó

$$\sigma^2_{\acute{o}ptimo} = 0,0035 \quad p n$$

$$\sigma_{\acute{o}ptimo} = 0,059 \quad t 3\sigma_o = 0,177$$

$$y_o = media + 3\sigma_o = 34,444$$

C é

Coste de Fallo y Función de Pérdida  
Ingeniería Robusta 29

S

ó

## XVII Congreso de Calidad en la Automoción

Aumento de los Costes de Prevención en las etapas iniciales del proyecto.

Reducción de los Costes de Evaluación. La inspección se podrá simplificar .

Reducción de los Costes de Fallos Internos y Externos. El producto resultante de un diseño de producto y proceso robusto tendrá una reducción de su tasa de fallos.

Deja de ser necesario tener que aumentar en Costes de Prevención y Evaluación para tener menores Coste de Fallos Internos y Externos.



# XVII Congreso de Calidad en la Automoción

**Fin de la  
presentación**

**GRACIAS**

