



**SISTEMA AVANZADO PARA LA  
PLANIFICACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO CON UN ENFOQUE  
ESTRATÉGICO E INTEGRADOR DE  
APLICACIÓN A ENTORNOS  
INDUSTRIALES**

**Zaragoza, 23, 24 y 25 de noviembre de 2011**

**A. L. Álamo**  
Dpto. de Matemáticas  
(U. L. P. G. C.)

**B. Galván**  
Inst. Univ. De Sistemas  
Inteligentes (IUSIANI)

**G. Winter**  
Inst. Univ. De Sistemas  
Inteligentes (IUSIANI)

**M. Méndez**  
Dpto. de Informática y  
Sistemas (ULPGC)





# Misión

## Ejes básicos de los modelos

1.- Brinden un enfoque riguroso a nivel de ingeniería y procesos

- *Adecuación a la realidad de la planta/sistema.*
- *Centrado en el usuario final/propietario del problema.*
- *Multidisciplinar y participativo:*
  - *Compromiso + implicación en la implantación de las soluciones adoptadas.*

2.- Que permitan comprender las interacciones entre funciones

- *Proactivo y dinámico.*
- *Conjuge, de forma equilibrada, las dimensiones técnica, económica y financiera.*
- *Soporte a la toma de decisiones con un enfoque orientado hacia la mejora continua.*
- *Que sirva de ayuda a la estructuración de la función mantenimiento.*

3.- Que faciliten la gestión de las tasas de intercambio  
(Trade-off)

- *Enfoque sistémico e integrador:*
  - *Soluciones óptimas globales*
  - *Soluciones dinámicas*

***El dato como activo:*** *Obtención de datos fiables, relevantes y oportunos*



## **Idea base del Plan Director** Empresa: Factor esencial para su Salud financiera

*- Cualquiera que sea el modelo económico en el que se desarrolla una actividad, toda empresa debe orientar su estrategia a aumentar la rentabilidad de los capitales invertidos.*

*Ecuación fundamental de la rentabilidad*

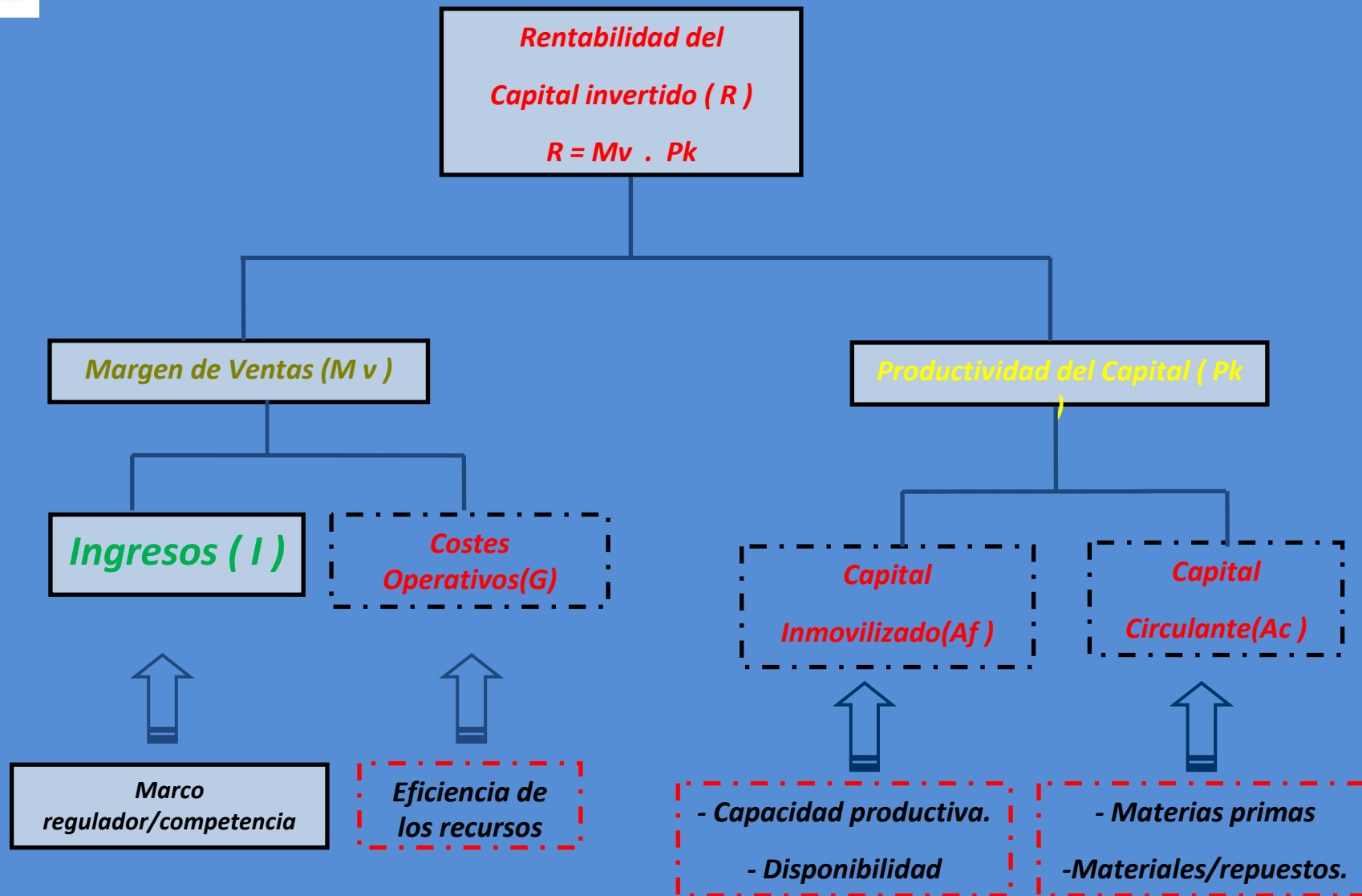
$$\text{Rentabilidad} = \text{Margen de ventas}(Mv) \times \text{Productividad del capital}(Pk)$$

*Árbol conceptual para evaluar el papel del mantenimiento en la rentabilidad.*



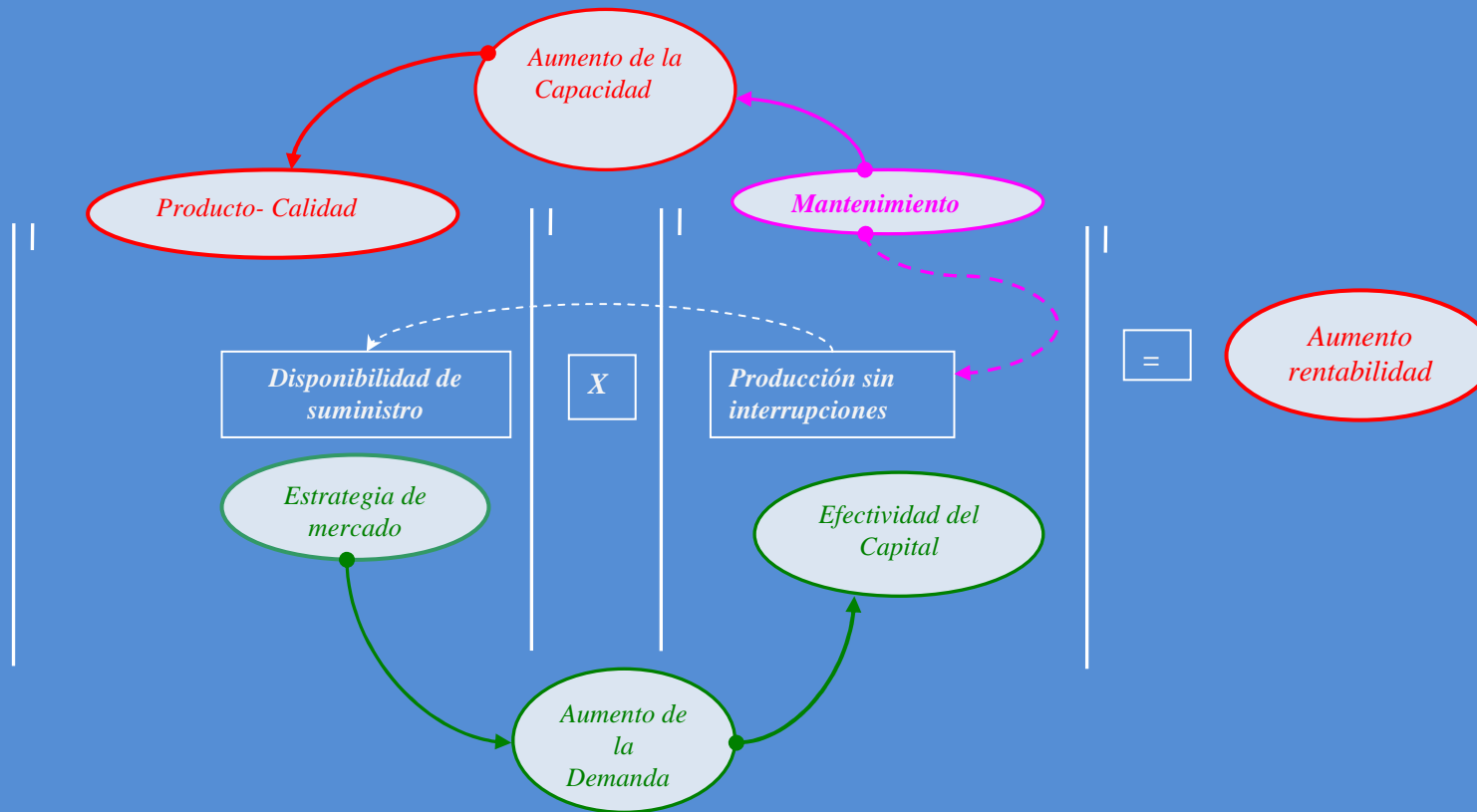
*- La gestión y las acciones de mantenimiento presentan amplias posibilidades reales de contribuir a la rentabilidad del capital invertido mediante la mejora de la disponibilidad y fiabilidad de los activos fijos y el activo circulante.*

*La posibilidad de futuro de toda empresa que fundamente su negocio sobre la productividad de los activos físicos pasa ineludiblemente por el filtro de la competitividad, y por tanto, del beneficio.*





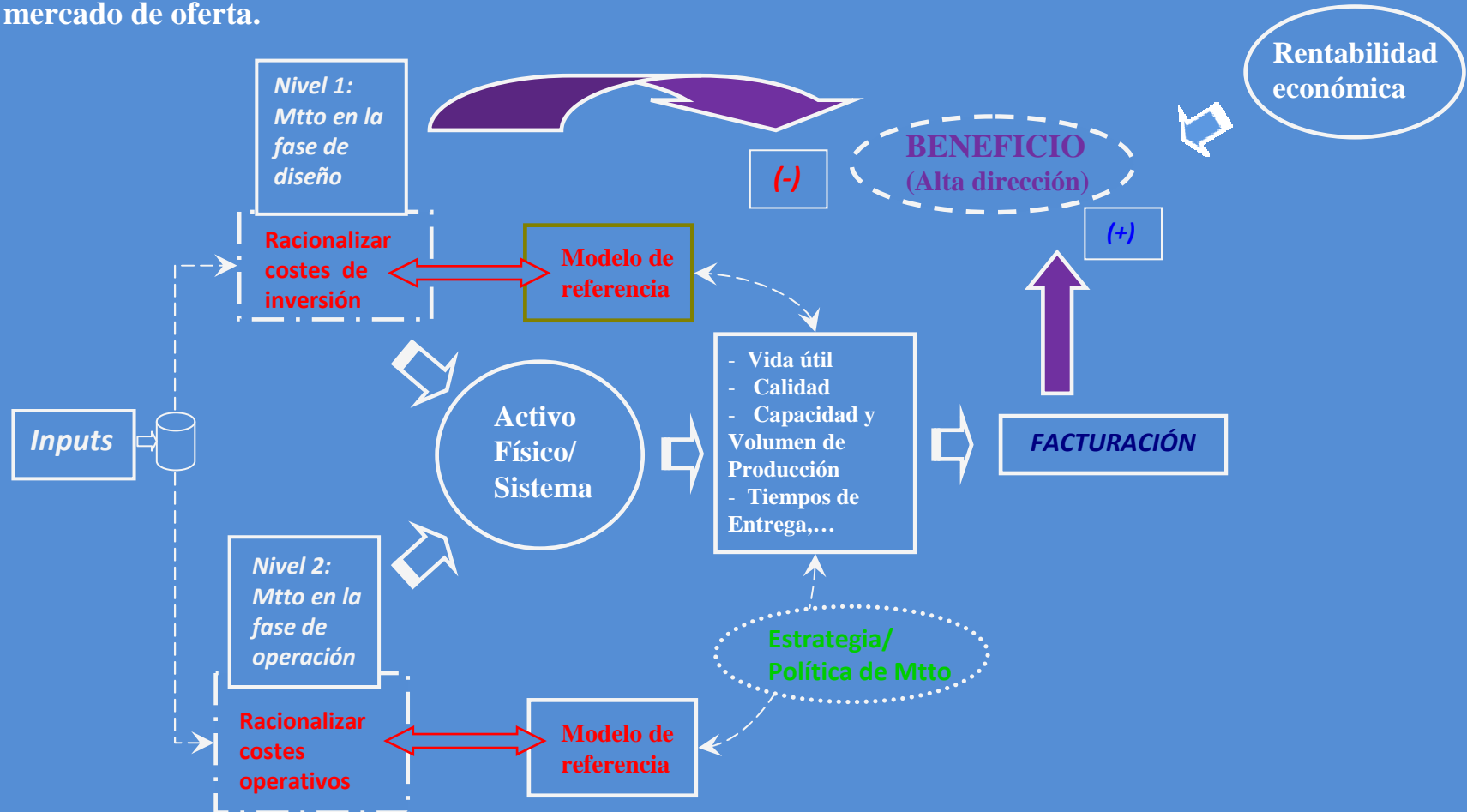
## Mantenimiento y Confiabilidad.



El mantenimiento como palanca de la Efectividad Total.

# ¿Qué mantenimiento debe realizarse?

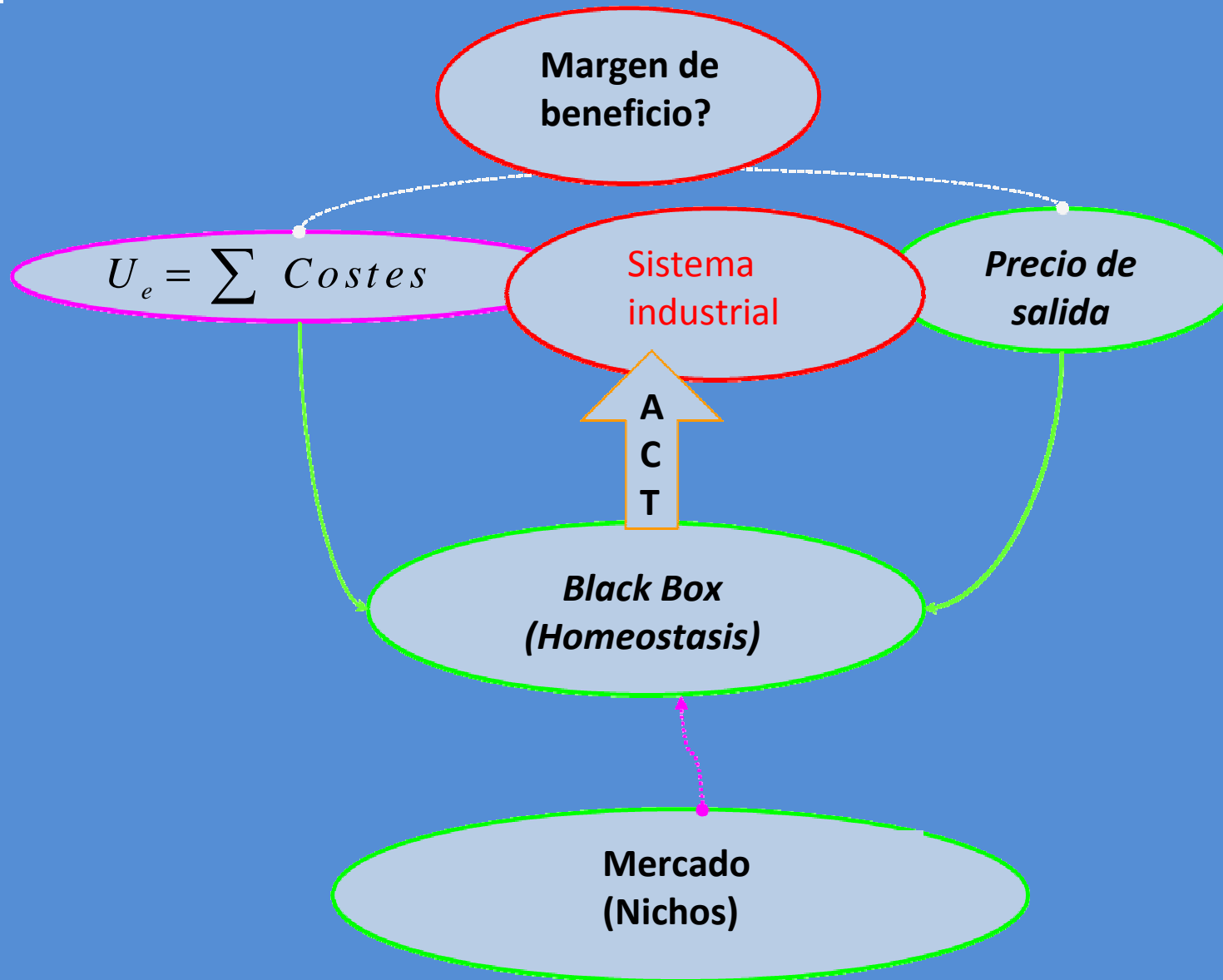
Ejes de actuación de la función mantenimiento para la mejora de la competitividad en un mercado de oferta.



$$\text{BENEFICIO} = \text{FACTURACIÓN} - (\text{COSTES DE OPERACIÓN} + \text{AMORTIZACIONES} + \text{COSTES DE PROPIEDAD})$$

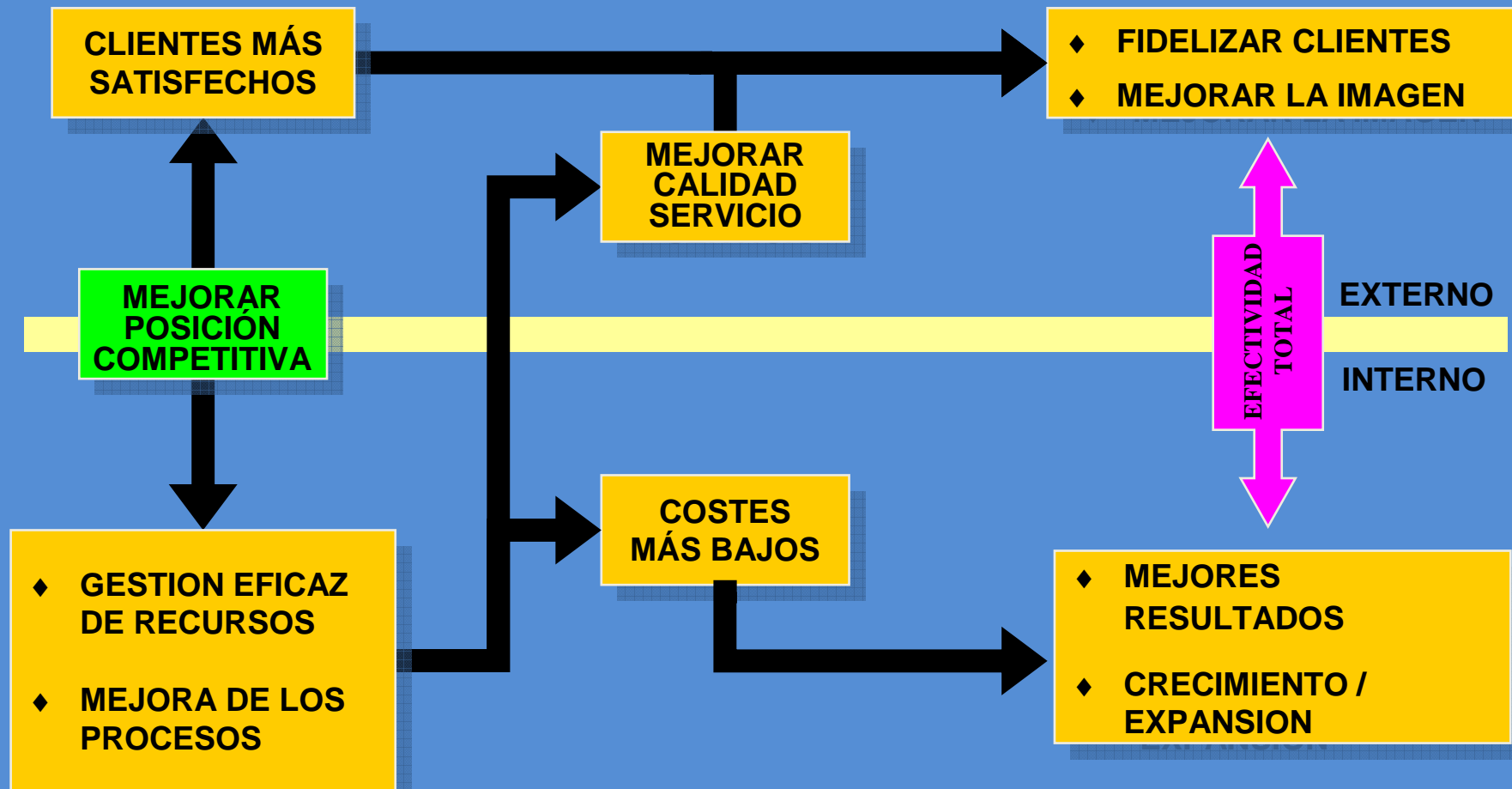


# Algebra del precio





# ¿Para qué ? Beneficios esperados



# *Modelos de referencia*

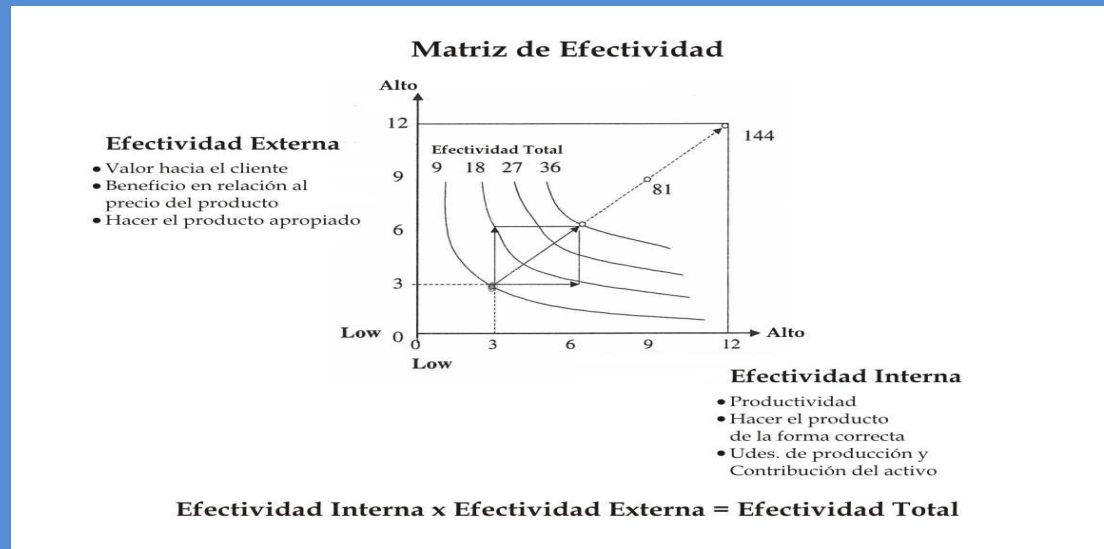
- 1.- Diseño/ definición de un sistema industrial
- 2.- Planificación y control dinámico del sistema



# Claves para la definición de los modelos:

## Efectividad total

*Efecto multiplicador del aumento simultáneo de la eficiencia interna y externa (Hans Laman, 2002).*



*Ejes de actuación para mejorar la Efectividad Total*





**&M**

**Entorno/Competitividad ( Económico-Social-Político-legal)**

**Efectividad externa:**

- Valor del cliente (calidad, tiempos de entrega, mejora del ciclo de vida...)
- Beneficio en relación al precio producto
- Fabricar el producto apropiado

**Financiero**

**Operaciones**

- Pronosticar/Presupuestar
- Diseño de procesos
- Planificación agregada
- Planificación capacidad
- Control de inventarios
- Programación
- MANTENIMIENTO
- Control de calidad
- Medida del trabajo

**Marketing**

**Eficiencia interna:**

- Productividad(reducción tiempo de ciclo, reducción paradas,...)
- Udes producidas/Activo
- Fabricar el producto en la forma correcta

**Gestión de Operaciones ( Nivel interno)**

**O & M**

**Sistema físico (Nivel operativo)**

**Entrada/s**

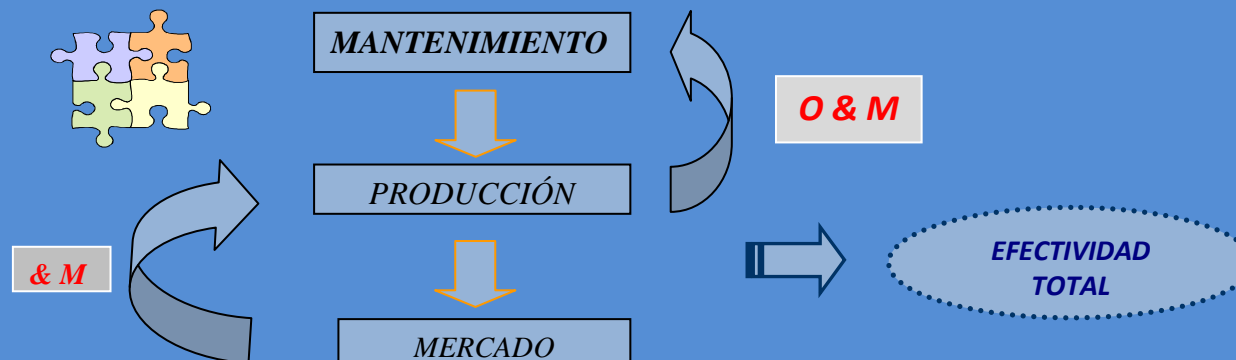
**Proceso/s**

**Salida/s**

## **Interacción Mantenimiento – Producción ( O&M) - Mercado(&M).**

*Es importante examinar las diferentes situaciones de fabricación (producto vs procesos) y las impuestas por el mercado (ciclos, competencia, ...) desde el punto de vista de la gestión del mantenimiento con objeto de poder diseñar un sistema robusto y confiable que de respuesta efectiva y eficiente a la estrategia de gestión de operaciones.*

### **El puzle de la competitividad**





# ***SOLUCIÓN PROPUESTA***

***SOLUCIÓN PROPUESTA***

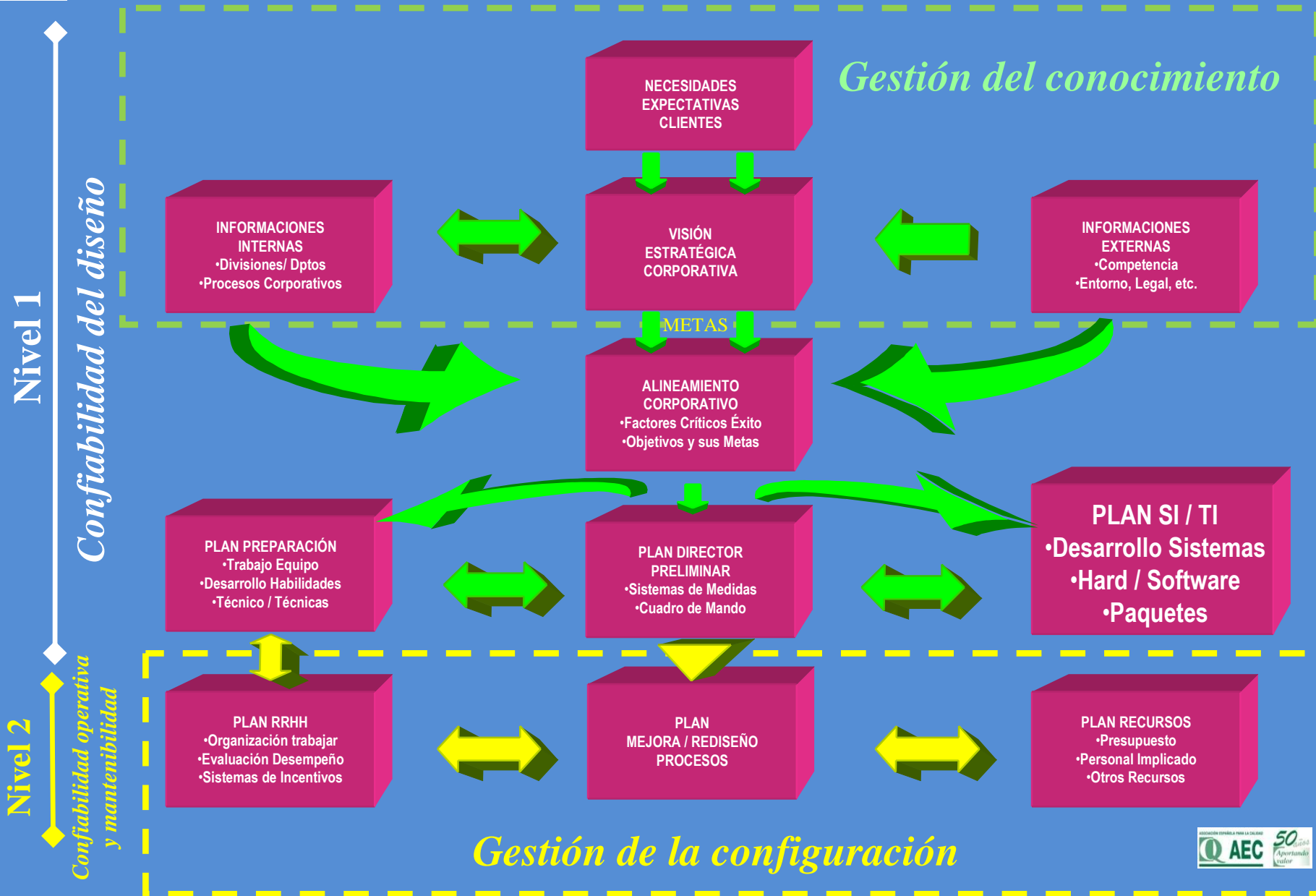


***MÉTODO FARO***

**Método de referencia para la Homeostasis Artificial del Sistema**



# CLAVES → COMPONENTES DEL PLAN DIRECTOR INTEGRAL







# Nivel 1: Diseño (a priori) o Definición (a posteriori) del “Genotipo del sistema”. Determinación del modelo técnico & económico del sistema. Metodología LCC-adaptada

Nivel 1. Fase de diseño  
Definición/diseño del modelo  
**Genotipo del sistema**

- Línea base del sistema/alternativas
- Optimización

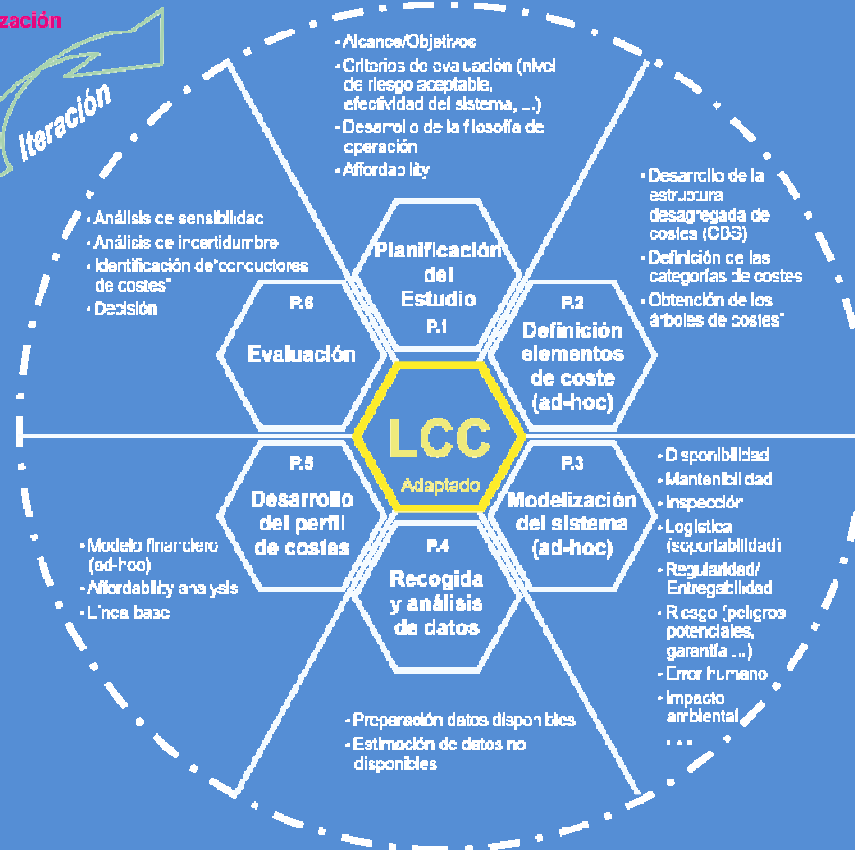
**Alternativa más deseable**

-Informe

- Genotipo técnico – económico del sistema (A priori)
- Consejos genéticos (A posteriori)
- Línea base
- Affordability analysis

**(Salida - nivel 1)**

*Iteración*



Nota:  
 : Un proceso del análisis

Selección Conjunto métodos y técnicas para los i-procesos en función naturaleza sistema





## Observaciones:

- *No existen soluciones generales sino referencias generales.*

*Dependiendo del tipo de industria /sistema es necesario realizar un análisis exhaustivo para conocer los "Principios de Funcionamiento Propios (genotipo)" que permita identificar las categorías y estructuras de costes significativos para que este nivel cumpla con la misión asignada.*

- *Los costes relevantes suelen ser costes ocultos.*

*Disciplina de Monitorización y uso de técnicas de análisis para identificar diferencias y propiedades emergentes fuentes de ventajas competitivas.*

- *Las decisiones adoptadas en este nivel tienen un peso importante en la confiabilidad y competitividad.*

*Un buen diseño mejora la confiabilidad del sistema, la confiabilidad del proceso y la competitividad.*

- *El conocimiento de la estructura y composición de los costes del ciclo de vida de un activo es esencial para una acertada y rentable gestión del mismo en la fase de operación/ explotación.*

- *Para reducir los niveles de incertidumbre y "ruido" del output de este nivel es necesario integrar:*

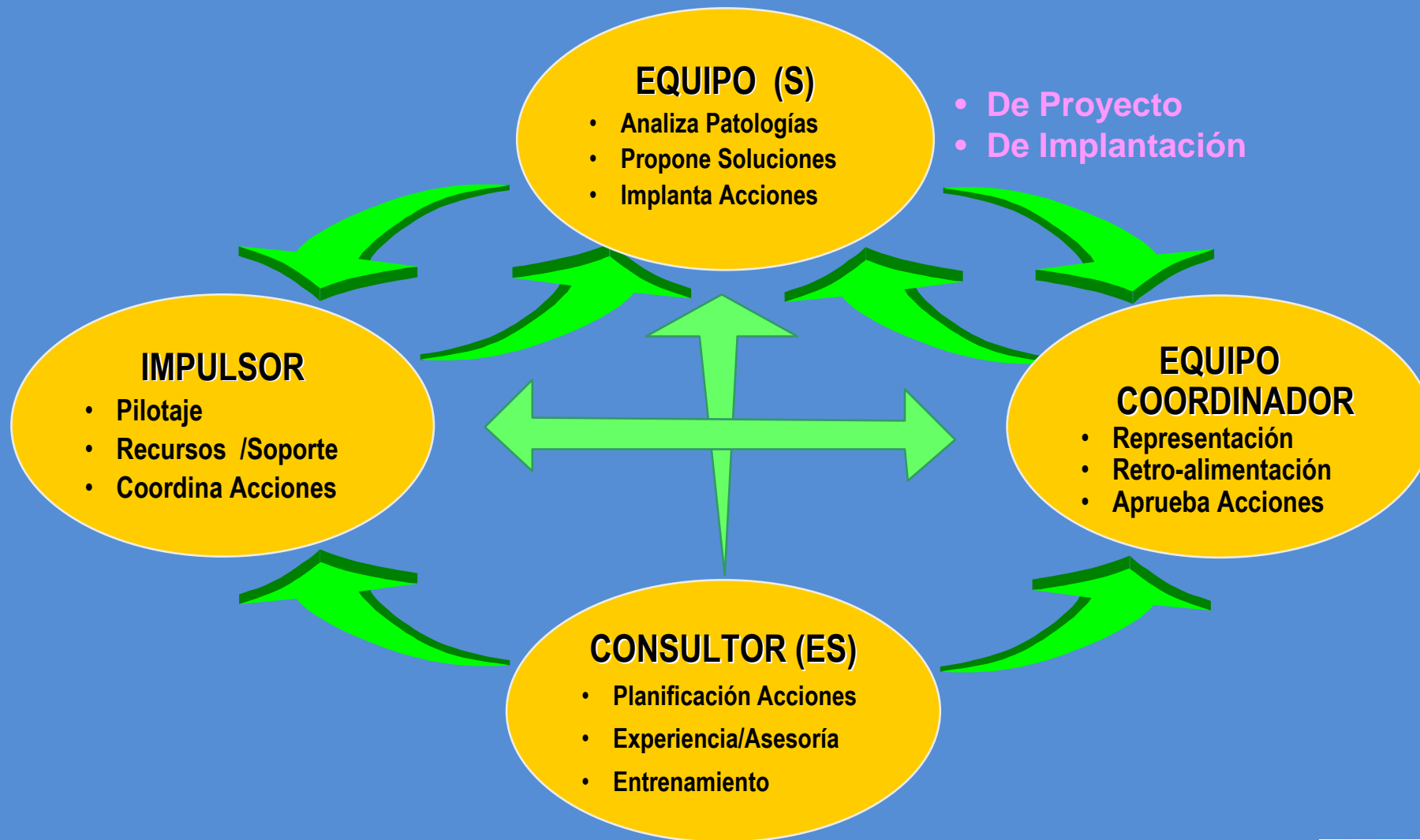
*Equipo multidisciplinar (agentes responsables + expertos + analistas) + Técnicas/metodologías cualitativas y cuantitativas.*



- *El desequilibrio existente entre los costes de adquisición y propiedad refuerza la conveniencia de comprometer al personal que gestiona la fase de operación (Mtto. , operación, almacenes, compras,...) en las etapas de diseño.*

- *La construcción de la Gráfica del Perfil de Costes para el ciclo de vida total del sistema representa uno de los procesos esenciales.*

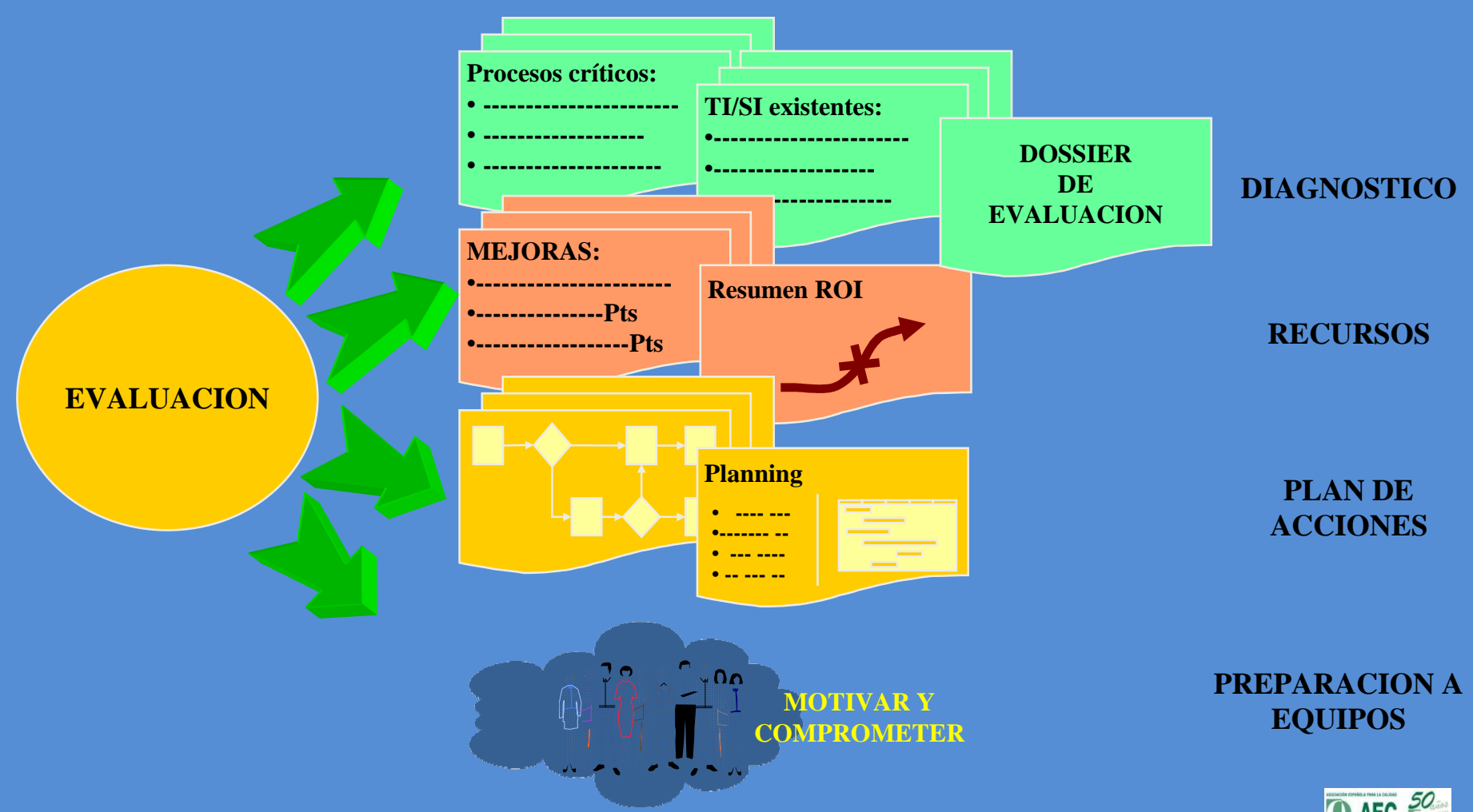
# INFRAESTRUCTURA DE APOYO





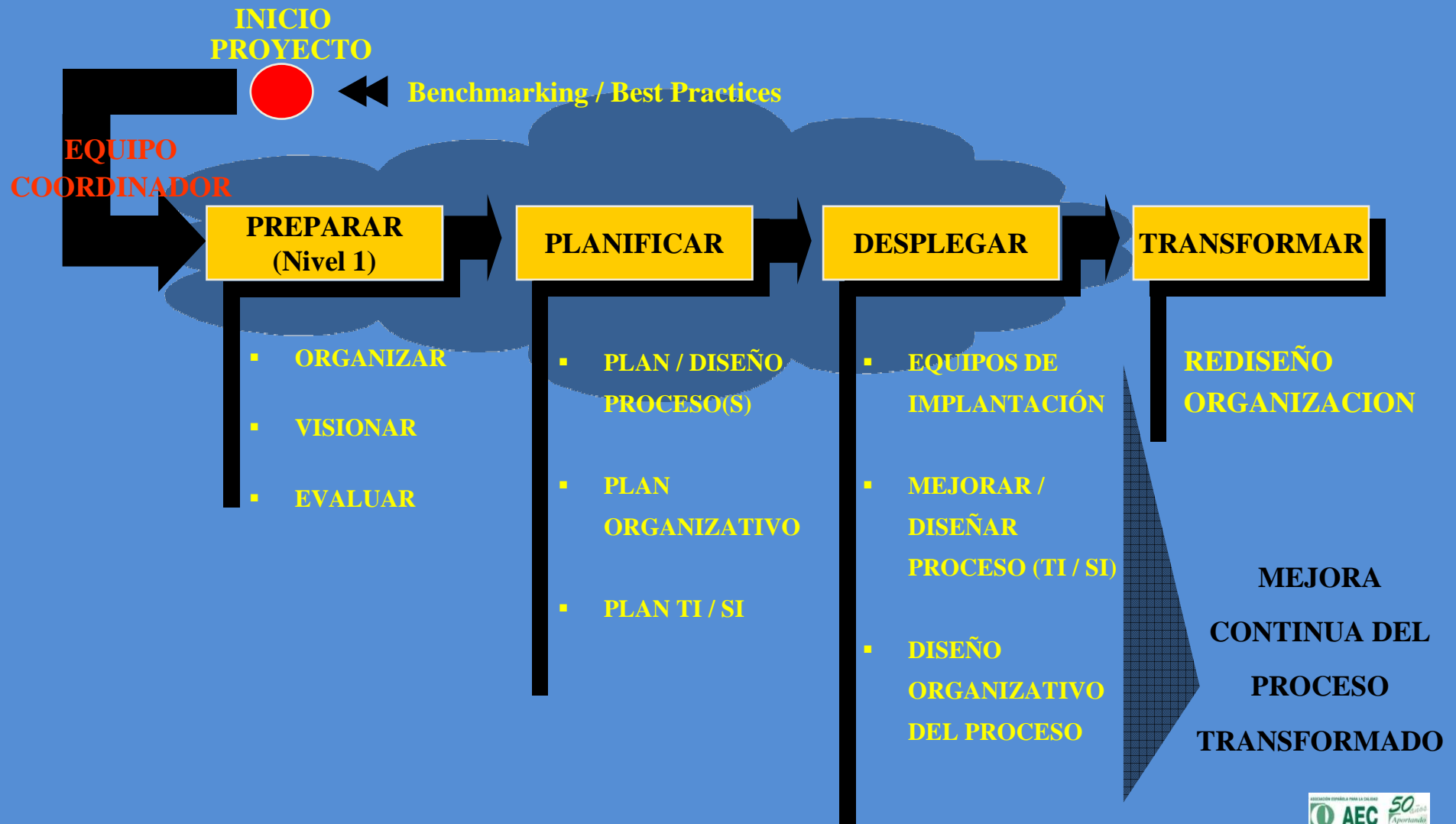


# PREPARAR LAS BASES DEL DESPLIEGUE





# OPERATIVA DE IMPLANTACIÓN





## *Nivel 2: “Método Faro”*

- Definición y desarrollo de la plataforma científico-técnica del Sistema Global.*
- Uno de los objetivos básicos de este nivel : Comparar los efectos de diferentes curso de acciones y evaluar su efectividad.*
- La respuesta/salida (fenotipo optimizado) tiene como misión la “efectividad total”.*

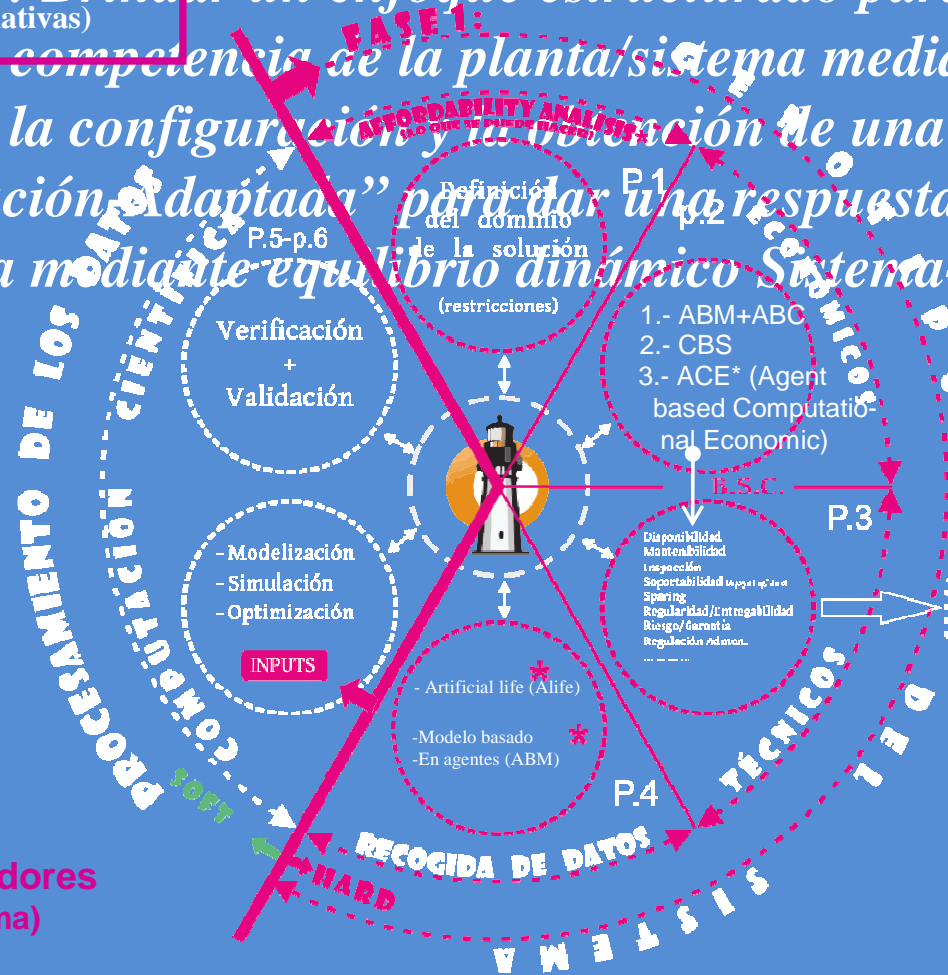


## Nivel 2: "Método Faro": Modelo de referencia para la Homeostasis Artificial del Sistema. Definición del fenotipo.

**Salida Nivel 1**  
(Alternativa Seleccionada  
Gama de alternativas)

Nivel 2: Fase de operación  
Fenotipo optimizado del sistema

*Objetivo: Brindar un enfoque estructurado para mejorar el nivel de competencia de la planta/sistema mediante la gestión de la configuración y la selección de una "Nueva Configuración Adaptada" para dar una respuesta altamente optimizada mediante equilibrio dinámico Sistema-Entorno.*



\* Elementos dinamizadores  
(Ventanas del sistema)





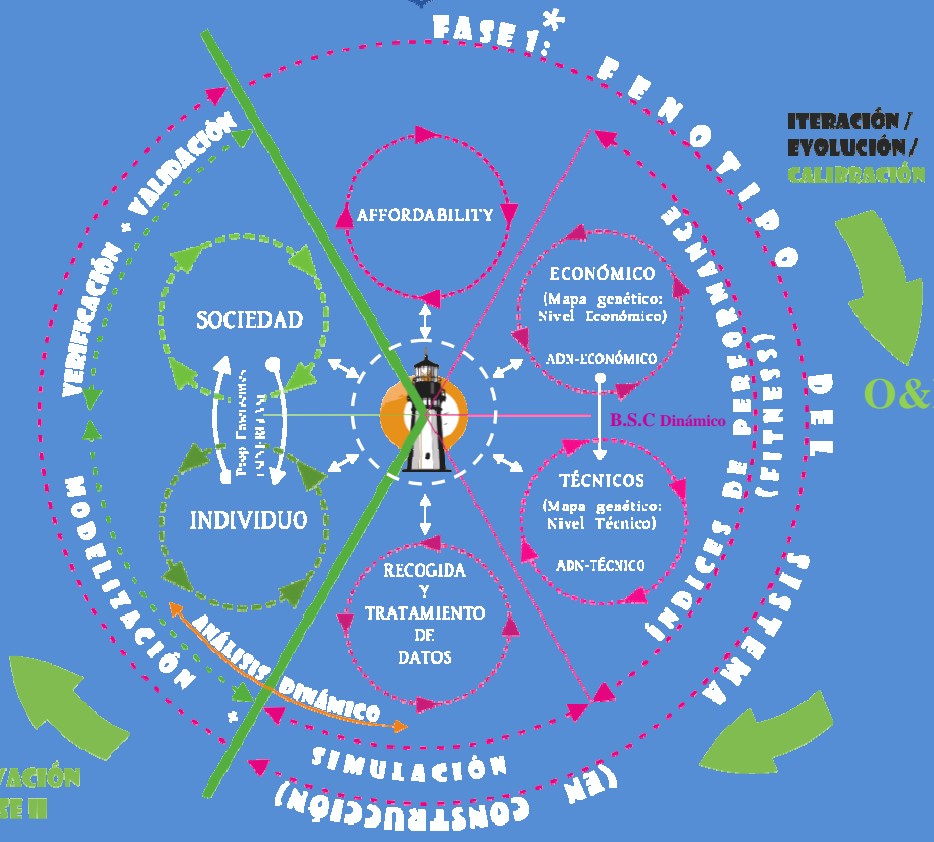
**Etapa 2**  
**(Régimen transitorio)** *Gestión de configuración integrada con el flujo de trabajo:*  
 Nivel 2: Homeostasis Artificial Del Sistema. Coevolución. *Mejora de las competencias del sistema*

EFFECTIVIDAD

&M (Mercado)



- Fase I\* y Activación Fase II: Construcción del fenotipo optimizado (Efectividad total)
- Búsqueda Sinergias y diferencias competitivas



ITERACIÓN / EVOLUCIÓN / CALIBRACIÓN

O&M

ACTIVACIÓN FASE III





# Etapa 3 (Régimen permanente) : Determinación de la “Nueva Configuración-Adaptada” para dar una respuesta altamente optimizada al estímulo-i

Nivel 2\*\* : POM y AMD  
(Computación científica)

**Fase III:**

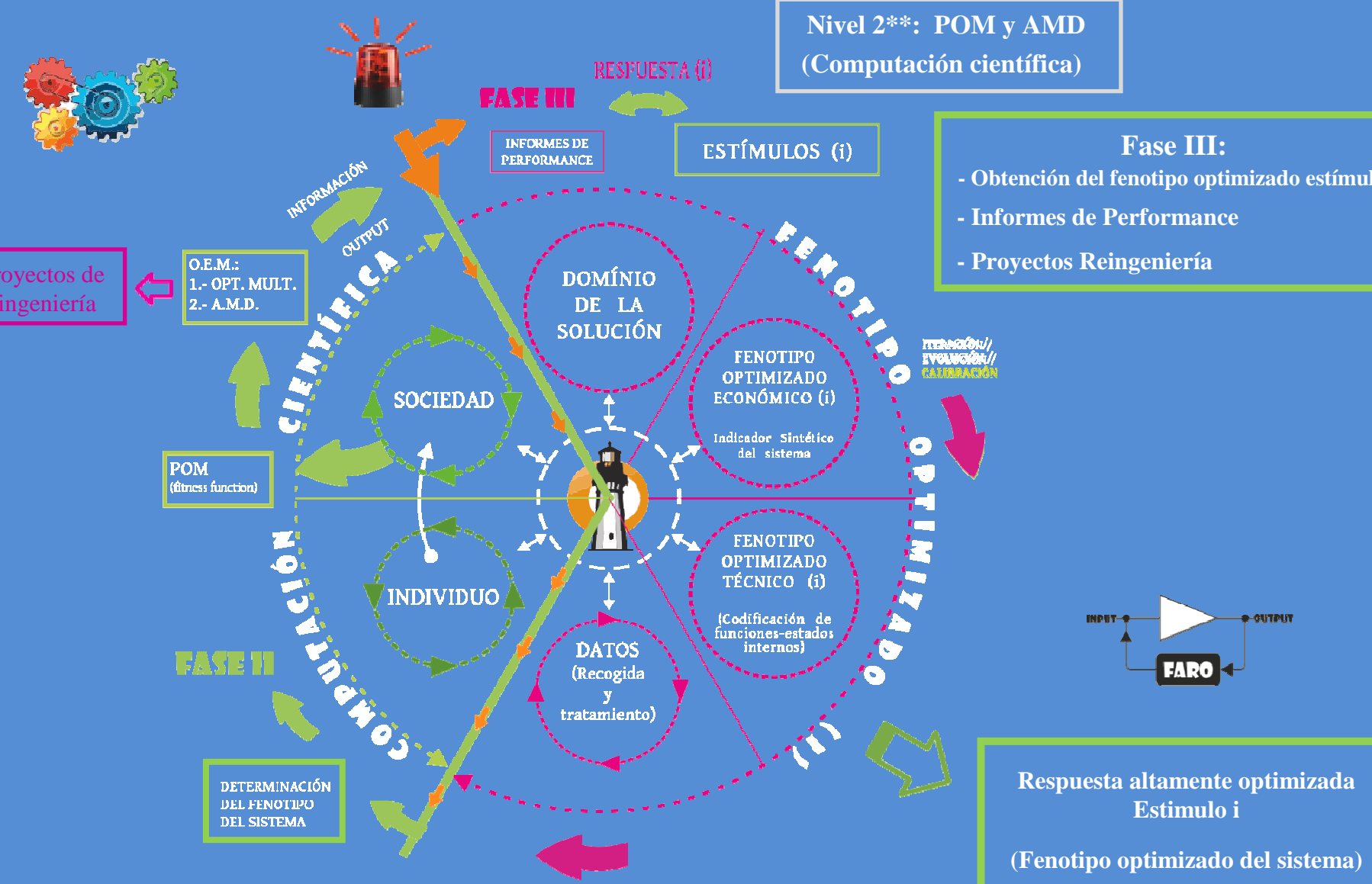
- Obtención del fenotipo optimizado estímulo i
- Informes de Performance
- Proyectos Reingeniería

Proyectos de reingeniería

O.E.M.:  
1.- OPT. MULT.  
2.- A.M.D.

POM  
(fítness function)

DETERMINACIÓN DEL FENOTIPO DEL SISTEMA



Respuesta altamente optimizada Estímulo i  
(Fenotipo optimizado del sistema)





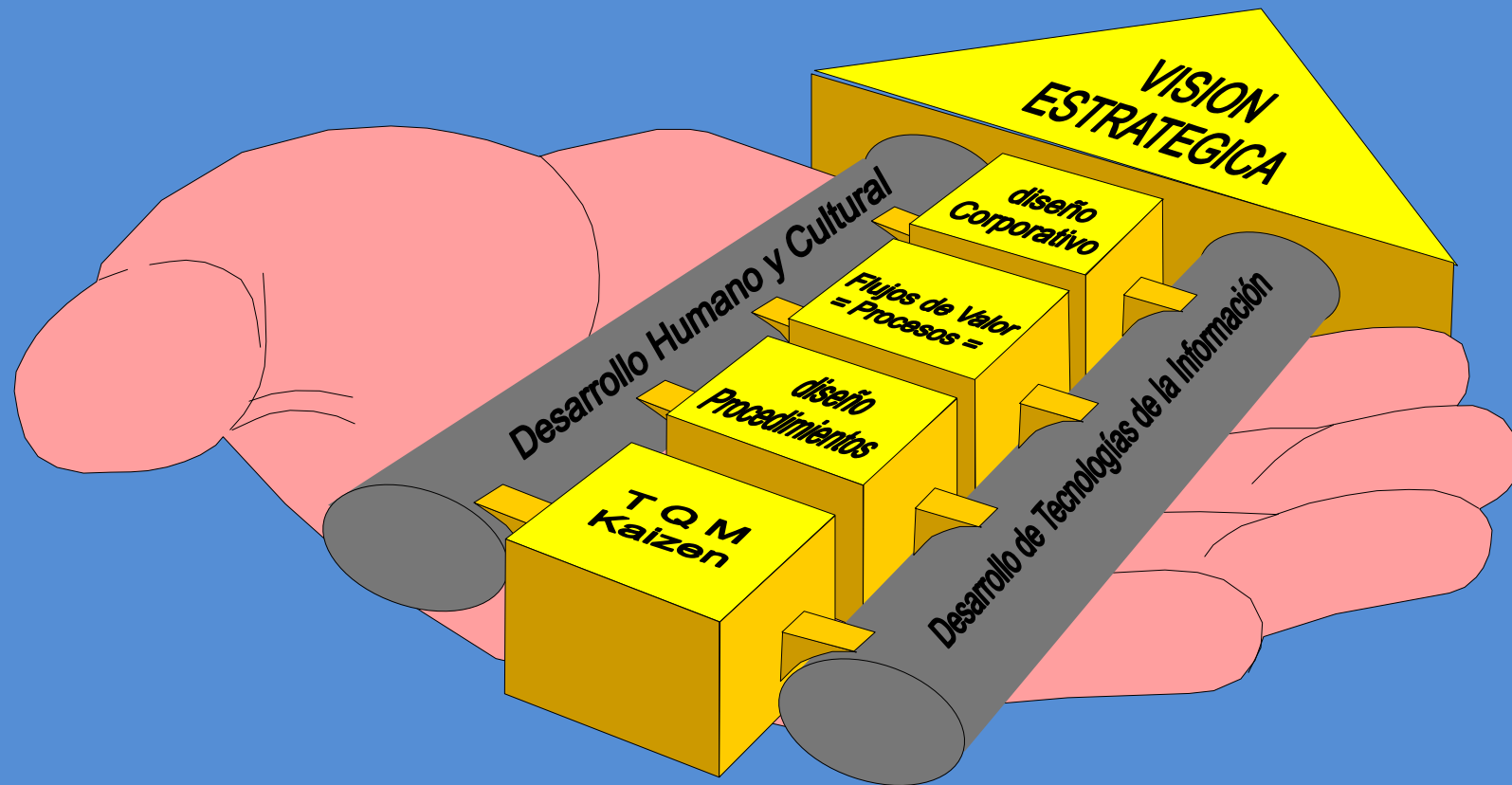
## Comentarios finales:

- Los **Óptimos Globales** No son Estáticos. La evolución de las condiciones exige que el espacio solución se tenga que renovar en sintonía, lo que exige un **Proceso Dinámico de Búsqueda de Óptimos**.
- Los “Activadores de Evolución” obliga a una **Calibración Dinámica del Sistema** para dar una respuesta eficaz y eficiente( competitiva) en cada momento.
- El “Régimen Permanente” se construye sobre la base de **Equilibrios Dinámicos” (equilibrios inestables) Sistema-Entorno**.
- Los márgenes de tolerancia asociados a las condiciones de restricción( Affordability analysis) vendrán definidos por los coeficientes de elasticidad y los grados de libertad definidos en el Nivel 1 ( nivel de diseño) a la hora de seleccionar las Gamas de Alternativas.
- Por tanto, los **Proyectos de Reingeniería** serán importantes para la mejora de los resultados.
- Los objetivos se alcanzarán mediante el desarrollo de una plataforma abierta y flexible en conjunción con una apropiada definición de la estructura organizativa y funcional.

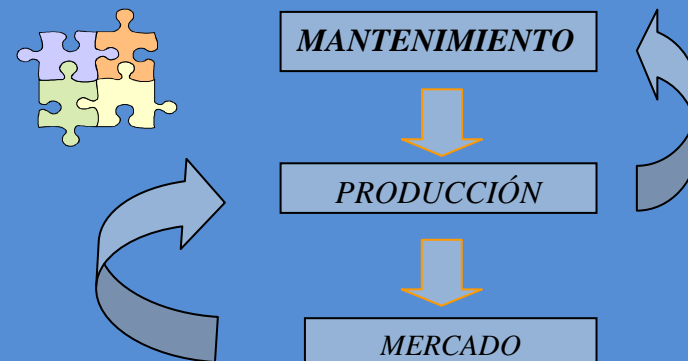
**Plataforma abierta y flexible + Estructura Organizativa y Funcional**



## Comentarios finales:



*- El Flujo de Información debe estar Correctamente Coordinado para que pueda ser utilizado de forma efectiva en la gestión ( Toma de decisiones).*



**Puzle de la administración y gestión de la información.  
La variable tiempo.**