

# LEAN EN GENERACIÓN ELÉCTRICA

Adaptación de la metodología LEAN a una central térmica de generación eléctrica

**Ignacio Espinar Marcos**, [iespinar@endesa.es](mailto:iespinar@endesa.es)

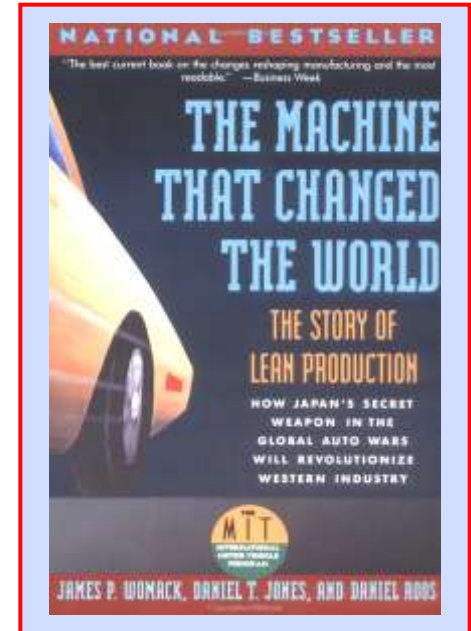
Barcelona, 4 de octubre 2007



- **INTRODUCCIÓN**
- **PARTICULARIDADES DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**
- **RETOS DE ENDESA GENERACIÓN**
- **ENFOQUE DE LA IMPLANTACIÓN LEAN EN UNA CENTRAL ELÉCTRICA**

# Introducción

- Necesidad de adaptación de LEAN al proceso productivo eléctrico
  - LEAN: una metodología desarrollada en el sector de la automoción y ampliamente difundida en cadenas de producción y procesos de fabricación de bienes materiales en general.
  - Existen disponibles muchas referencias bibliográficas sobre la metodología LEAN en procesos industriales, pero pocas sobre su aplicación fuera de procesos de fabricación clásicos.
  - Los conceptos o métodos de trabajo LEAN desarrollados para los procesos de fabricación de bienes materiales no siempre son aplicables, al menos directamente, a otros tipos de actividades.



- **INTRODUCCIÓN**
- **PARTICULARIDADES DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**
- **RETOS DE ENDESA GENERACIÓN**
- **ENFOQUE DE LA IMPLANTACIÓN LEAN EN UNA CENTRAL ELÉCTRICA**

# Particularidades de la actividad de generación eléctrica

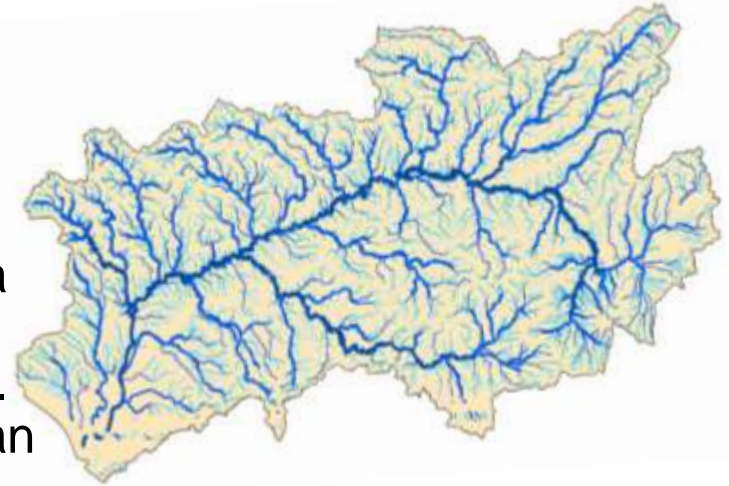
- El producto fabricado: energía eléctrica



- La energía es la capacidad de crear trabajo.
- La energía es una noción abstracta: no tiene volumen, no tiene color, no tiene olor, etc.
- La energía eléctrica es la energía asociada a un movimiento de electrones a través de un conductor caracterizado por:
  - » Su intensidad (A)
  - » Su tensión (V)
  - » Su frecuencia (Hz)

# Particularidades de la actividad de generación eléctrica

- Entrega de la energía eléctrica a los clientes
  - Las centrales vierten la energía generada a la red eléctrica que se comporta como un río que recibe agua de distintos afluentes.
  - No se requiere logística de transporte (camiones), sino infraestructura de transporte (tendido eléctrico).
  - El cliente no recibe la energía eléctrica generada por una central eléctrica concreta ni por un proveedor concreto. Todas las compañías eléctricas fabrican exactamente el mismo producto.
  - La entrega del producto al cliente es siempre Just in Time – no existe posibilidad de almacenamiento:
    - » Lo que se consume se tiene que generar simultáneamente
    - » Lo que se genera tiene que ser consumido simultáneamente





# Particularidades de la actividad de generación eléctrica

- Proceso de generación eléctrica en una central térmica (2/2)



- Gran diversidad de tecnologías, máquinas y procesos:
  - » Máquinas rotativas
  - » Fluidos a altas presiones y altas temperaturas
  - » Procesos de combustión
  - » Alta tensión
  - » Sistemas de Control Distribuidos
- Los principales recursos de una central se dedican a las actividades de Mantenimiento y Operación

# Particularidades de la actividad de generación eléctrica

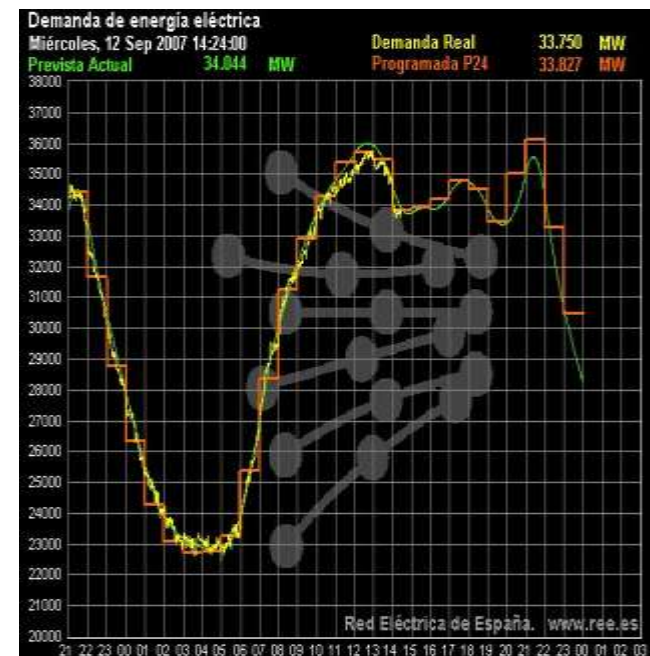
- Sector de actividad

- El sector eléctrico es un sector estratégico, privatizado pero fuertemente regulado

- Si bien, el producto generado en una instalación eléctrica es uno solo (energía eléctrica), los ingresos de las centrales provienen de:

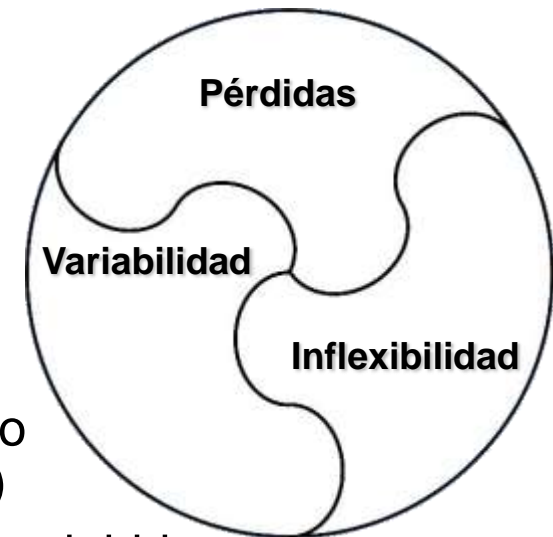
- » Energía generada
    - » Capacidad de regulación (adaptación en tiempo real a la demanda)
    - » Disponibilidad y capacidad de generación

- Los suministros y almacenamientos de combustibles están regulados de manera a garantizar la continuidad del suministro eléctrico (Stocks mínimos, etc.)



# Particularidades de la actividad de generación eléctrica

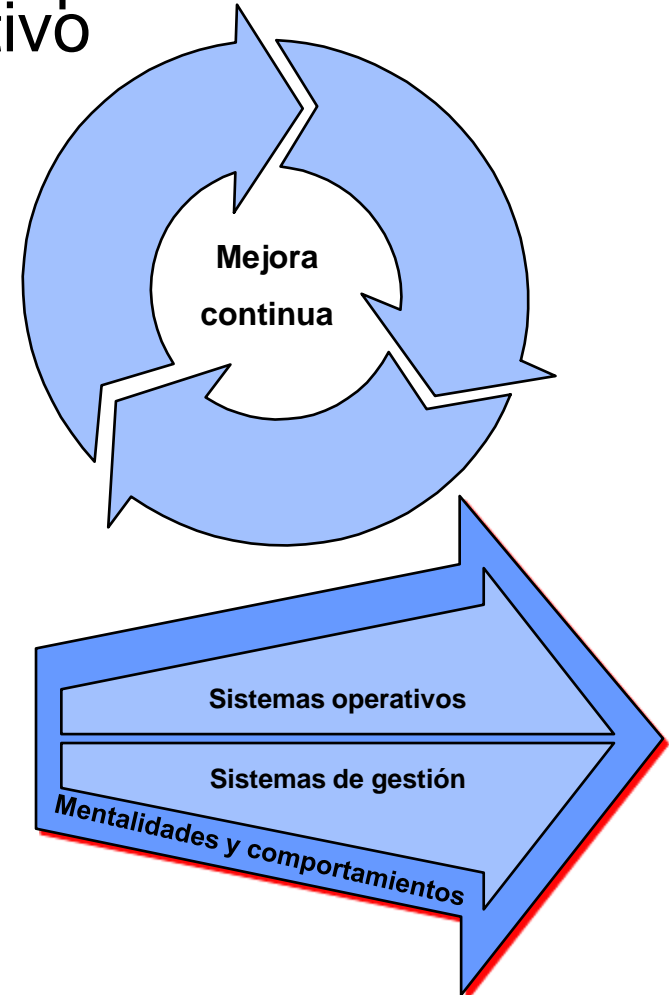
- Inhibidores del sistema: aplicabilidad
  - El producto fabricado es siempre un movimiento de electrones a 50 Hz y sin posibilidad de almacenamiento
  - Las pérdidas resultan en general difíciles de apreciar a través del producto generado
    - » Pérdidas (Inventario, No Calidad, Sobreprocesamiento, etc.): se buscan en las actividades humanas, particularmente en la gestión y ejecución del mantenimiento
    - » Variabilidad: se busca en el modo de obtención de la energía eléctrica (consumo específico, capacidad de generación, etc.)
    - » Inflexibilidad: principalmente de “volumen” y debida a restricciones técnicas o tecnológicas de funcionamiento (mínimo técnico, grandes variaciones de carga, regimenes de regulación, etc.)



- **INTRODUCCIÓN**
- **PARTICULARIDADES DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**
- **RETOS DE ENDESA GENERACIÓN**
- **ENFOQUE DE LA IMPLANTACIÓN LEAN EN UNA CENTRAL ELÉCTRICA**

# Retos de Endesa Generación

- implantar una dinámica de mejora para consolidar la posición en un sector competitivo
  - Sistemas Operativos:
    - » mejorar la eficiencia del proceso productivo (máquinas y métodos)
  - Sistemas de Gestión:
    - » consolidar los cambios organizativos que permitieron importantes reducciones de costes
    - » adaptar la sistemática de gestión al nuevo sistema operativo
  - Mentalidades y Comportamientos:
    - » consolidar el cambio cultural de empresa pública a privada
    - » alinear culturas de antiguas filiales

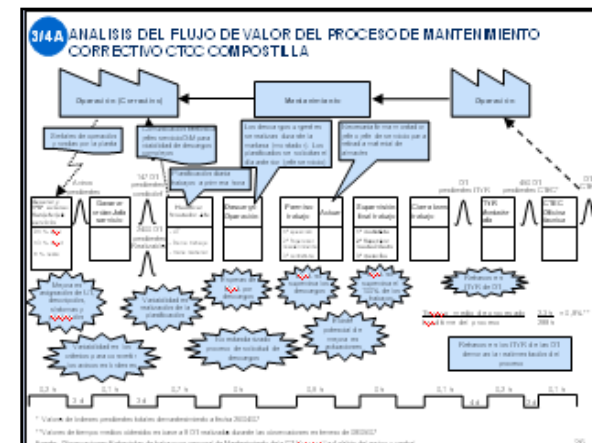
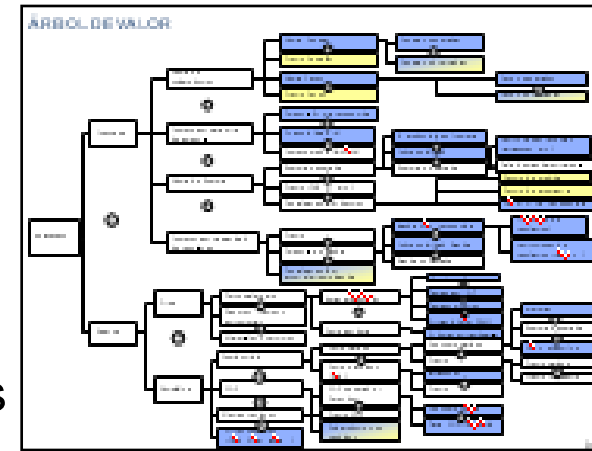


- **INTRODUCCIÓN**
- **PARTICULARIDADES DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**
- **RETOS DE ENDESA GENERACIÓN**
- **ENFOQUE DE LA IMPLANTACIÓN LEAN EN UNA CENTRAL ELÉCTRICA**

# Enfoque de la implantación en una central

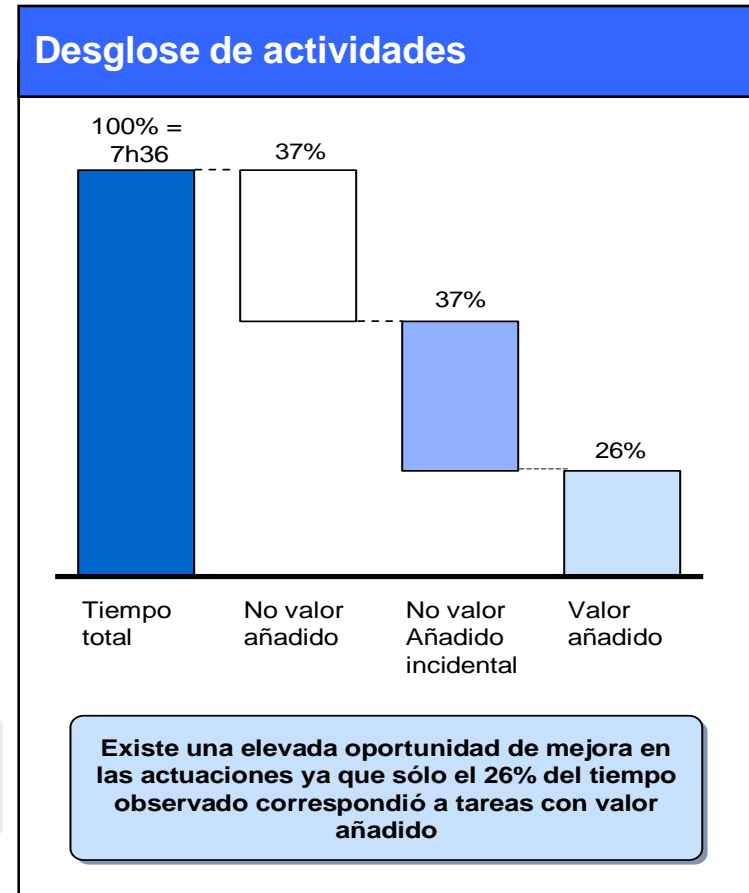
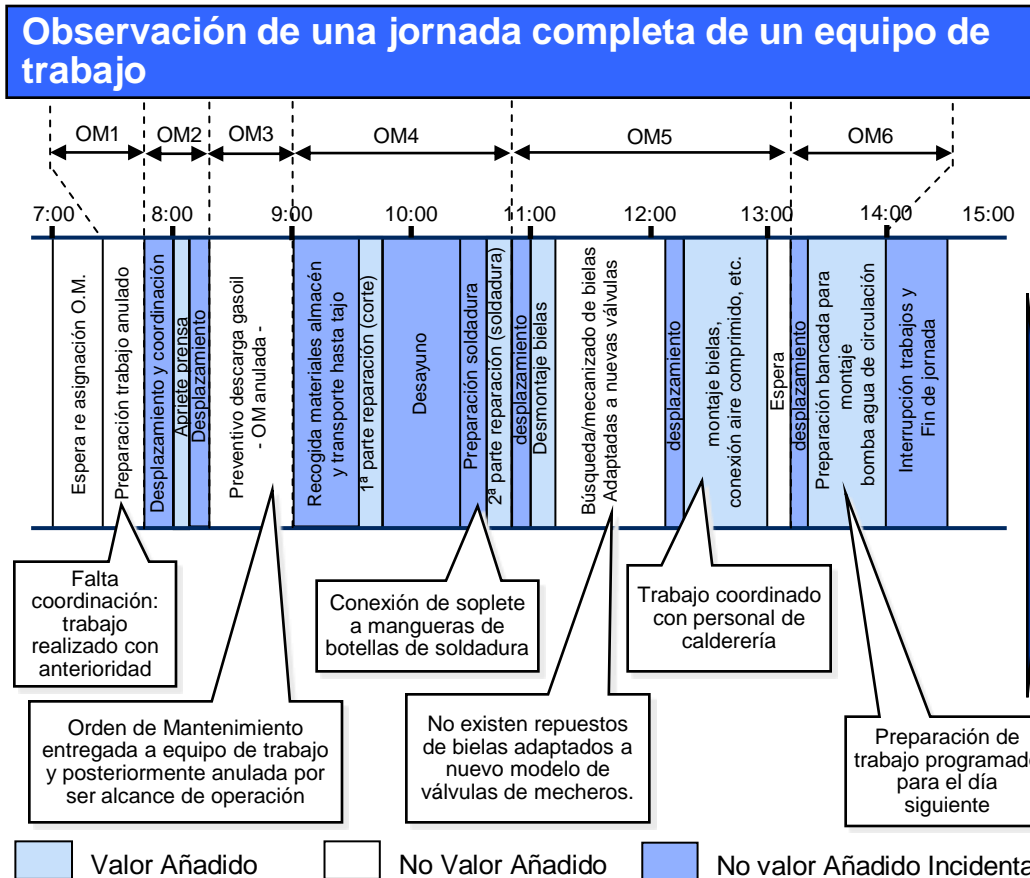
- Aprender a ver el potencial: el diagnóstico

- Potencial económico:
  - » el Árbol de Valor de la central permite entender visualmente como los distintos factores de la actividad de una central repercuten en el margen
  - » Estimación de impactos económicos asociados a diferentes tipos de iniciativas
- Potencial de mejora de la eficiencia de mantenimiento:
  - » Análisis de la gestión del mantenimiento mediante el método MIFA (Material and Information Flow Análisis) aplicado a Órdenes de Trabajo
  - » Análisis de actuaciones de equipos de mantenimiento: identificación de Valor Añadido/No Valor Añadido



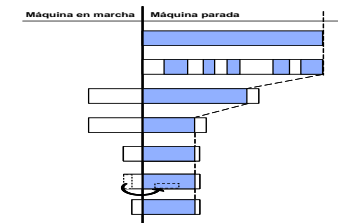
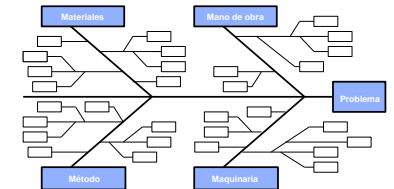
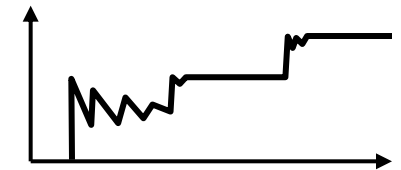
# Enfoque de la implantación en una central

- Aprender a ver el potencial: ejemplo de análisis de actuación



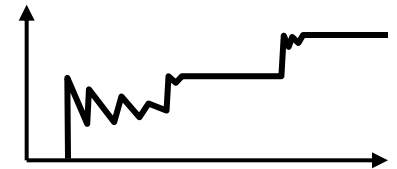
# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo
  - Estandarización de métodos de trabajo
  - Análisis de Causa Raíz
  - SMED
  - 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo



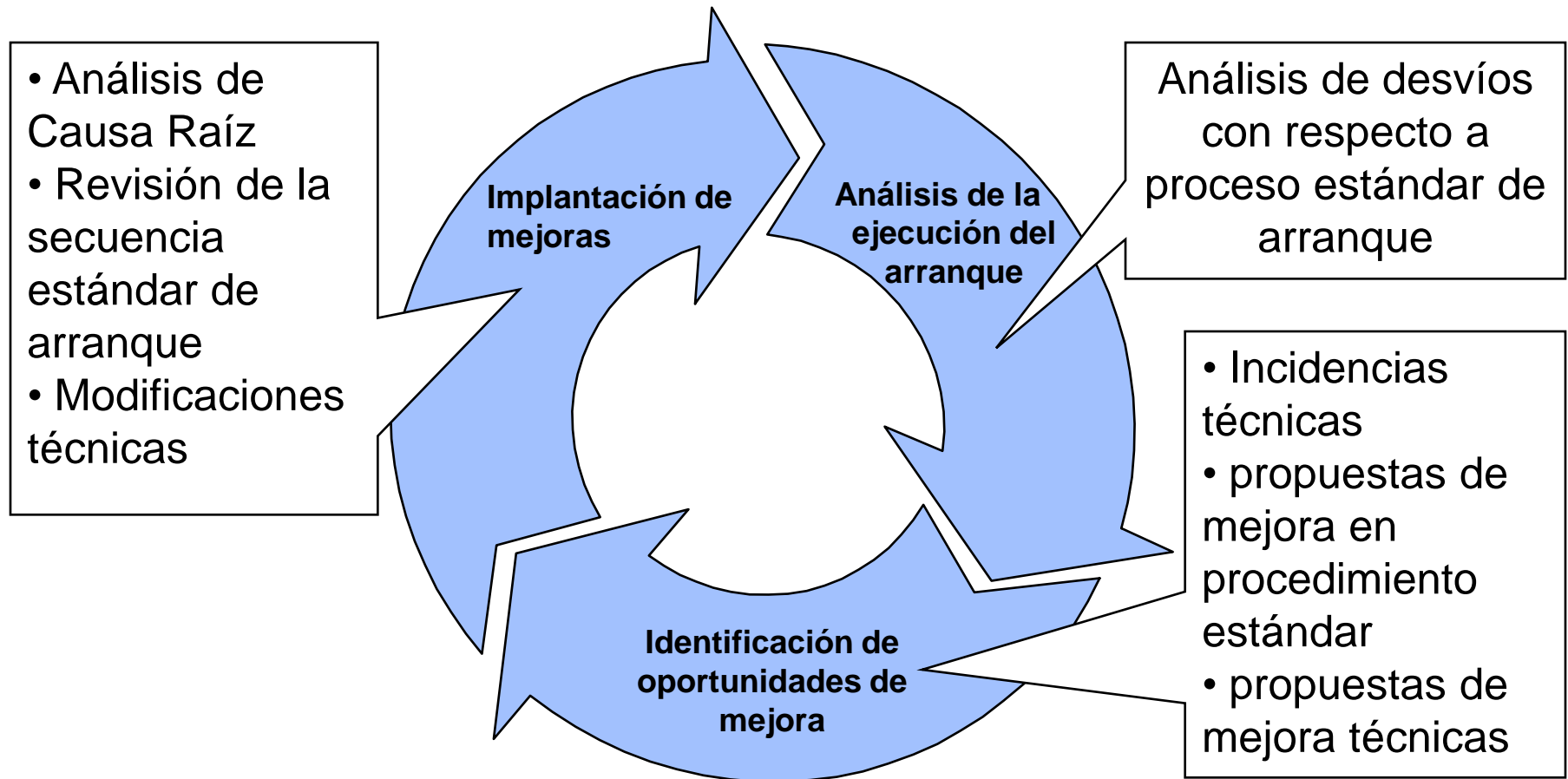
# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo
  - Estandarización de métodos de trabajo
    - » estandarización de procesos operativos tales como los arranques de la instalación



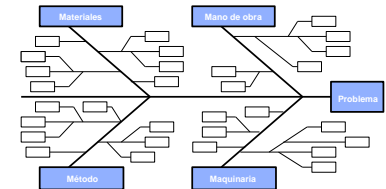
# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
 ejemplo de estandarización de arranques de planta



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo
  - Análisis de Causa Raíz
    - » La gran cantidad y diversidad de máquinas, además de los aspectos culturales, supuso un obstáculo para la identificación de averías que pudiesen ser objeto de análisis de causa raíz
    - » implantación: primero demostración por parte de equipo LEAN, posteriormente talleres de trabajo multidisciplinares



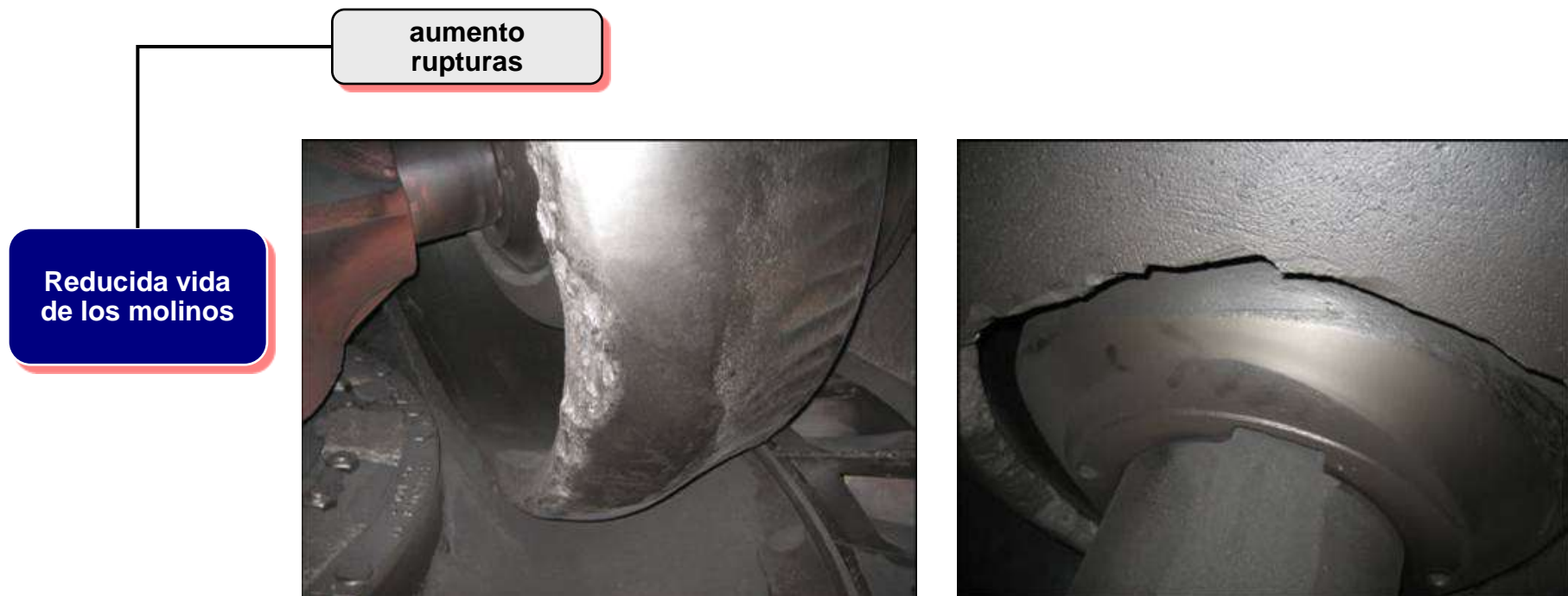
# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón



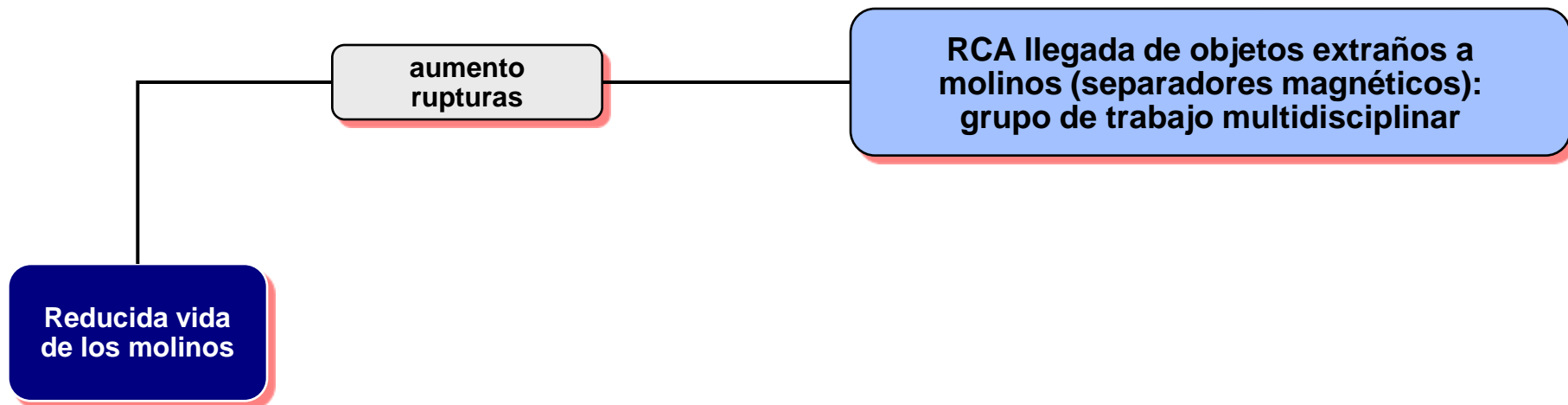
# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
 ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón

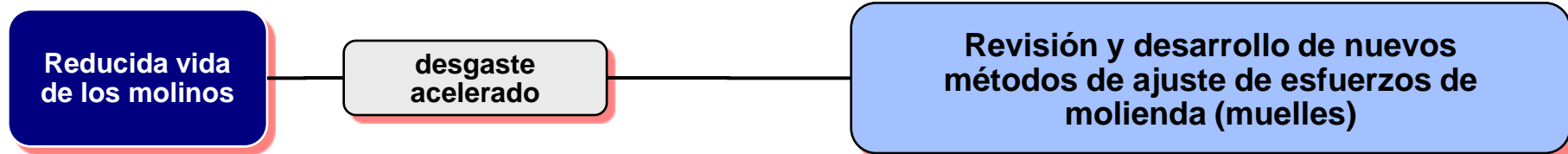


Reducida vida  
de los molinos

desgaste  
acelerado

# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón

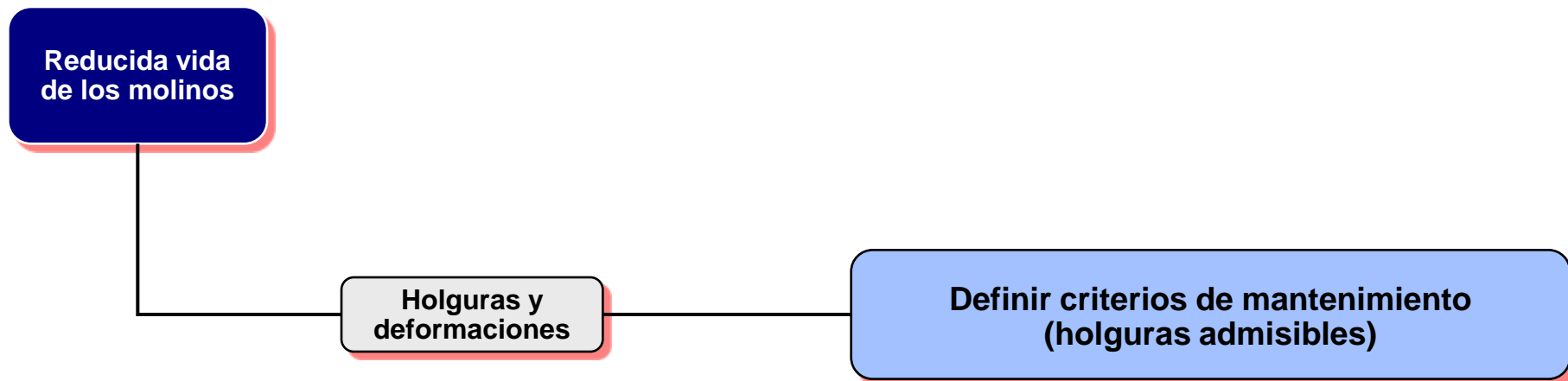
Reducida vida de los molinos

Holguras y deformaciones



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de Análisis de Causa Raíz
  - Reducción de vida media de molinos de carbón

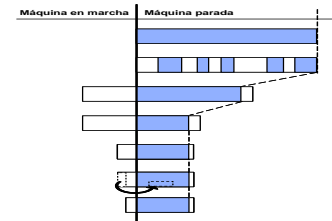


# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo

- SMED

- » Tareas de mantenimiento repetitivas: generalmente actividades preventivas
- » Técnica aplicada tanto a trabajos de larga duración (días) como de baja duración (pocas horas)



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de SMED
  - Optimización de la secuencia de cambio  
de fungibles de molinos de carbón

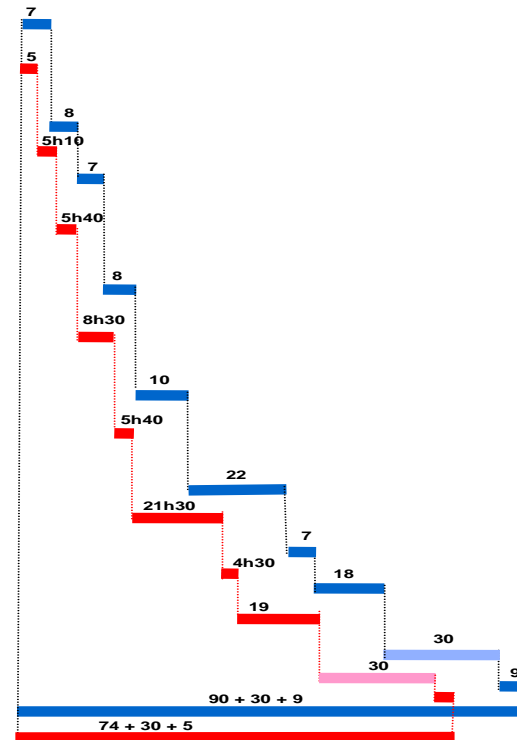


# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo: ejemplo de SMED

- Optimización de la secuencia de cambio de fungibles de molinos de carbón

- Parada de molino y trabajos de preparación
- Desmontaje del **portón** y subida maniobra
- Extracción de **elem. principales** de molienda
- Desmontaje de la **mesa**
- Desmontaje **elementos internos auxiliares**
- Montaje **elementos internos auxiliares**
- Introducción de **elem. principales** de molienda
- Bajada de maniobras, ajuste tensores y montaje del **portón**
- **Rodaje**
- parada para **inspec. y ajuste final**



## Medidas organizativas:

- **Sincronización** partes involucradas (operación, mantenimiento, contratas)
- Organización del trabajo en función del **camino crítico**

## Medidas técnicas:

- **Modificación diseño** de bloques esféricos, topes y paletas de clasificadores

## Detección mejoras P.R.L.

# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo

- 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo
  - » 1º talleres de mantenimiento
  - » 2º salas de control y laboratorio
  - » 3º resto de planta

SEIRI  
(Eliminar)

SEITON  
(Ordenar)

SEISO  
(Limpiar)

SEIKETSU  
(Estandarizar)

SHITSUKE  
(Respetar)

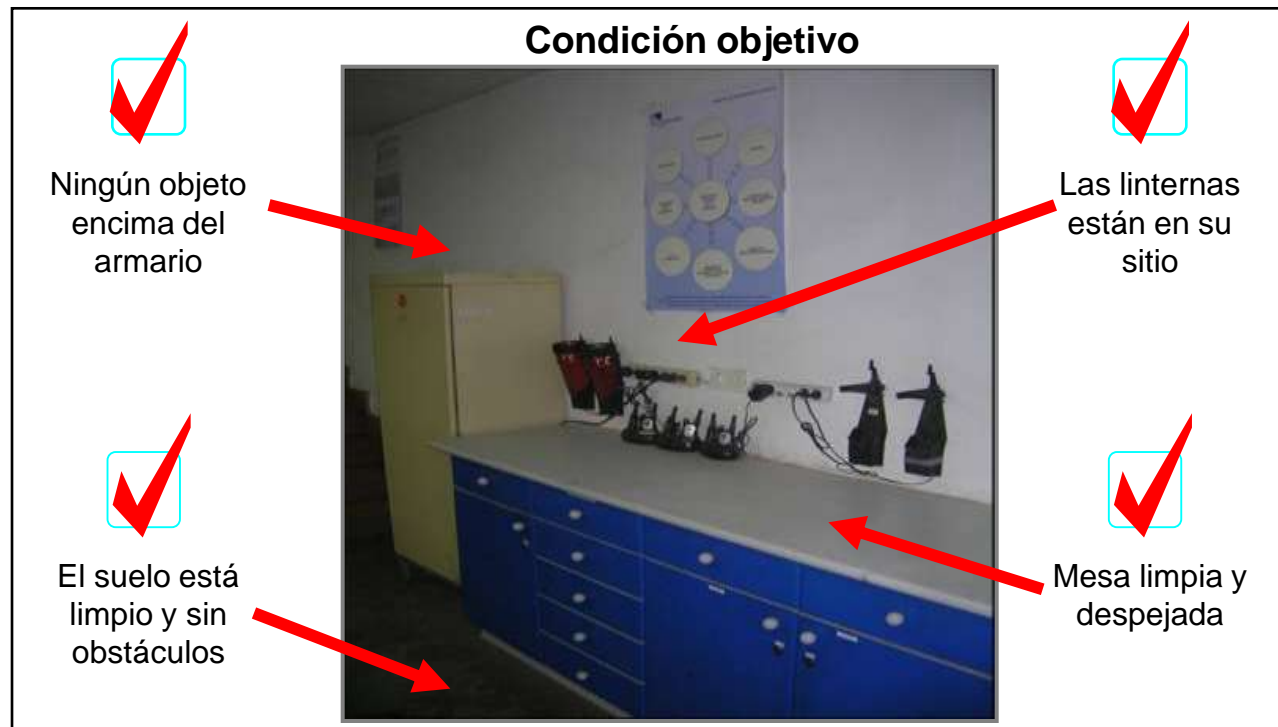
# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de 5S
  - Implantación en taller de mantenimiento eléctrico
    - » Fase Eliminación – Antes y Después



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de nuevos métodos de trabajo:  
ejemplo de 5S
  - Implantación en taller de mantenimiento eléctrico
    - » Colocación de estándares



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de mejoras en la gestión
  - Mejorar la gestión de la actividad a través de indicadores
    - » Implantación en talleres de mantenimiento y salas de control



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de mejoras en la gestión

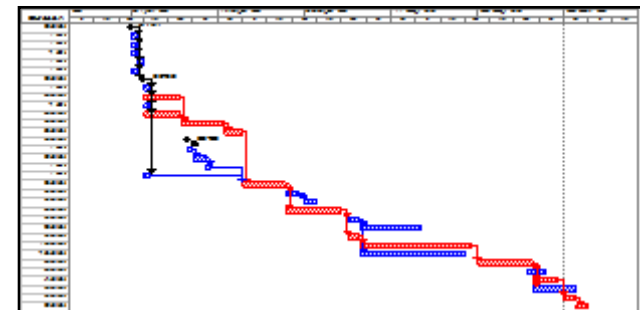
- Mejorar la gestión de la actividad a través de indicadores
  - » Implantación en talleres de mantenimiento y salas de control
  
- Mejorar la dinámicas de reuniones y su estructuración a lo largo de la organización de la central



# Enfoque de la implantación en una central

- Implantación de mejoras en la gestión

- Mejorar la gestión de la actividad a través de indicadores
  - » Implantación en talleres de mantenimiento y salas de control
  
- Mejorar la dinámicas de reuniones y su estructuración a lo largo de la organización de la central
  
- Gestión de grandes revisiones – planificación. Romper la cultura de “el planning está hecho para que no se cumpla”



# Enfoque de la implantación en una central

- Provocar el cambio cultural
  - 10 comportamientos KAIZEN:
    - » referencia de cambio cultural para la mejora continua



# Enfoque de la implantación en una central

- Provocar el cambio cultural

- 10 comportamientos KAIZEN:

- » referencia de cambio cultural para la mejora continua

- Fomentar la participación de los trabajadores en la mejora continua:



- » mecanismos de resolución de problemas
    - » evitar que todos los problemas tengan que ser resueltos por los mandos

De mentalidades tradicionales	... a mentalidades lean	Los 10 comportamientos Kaizen
• "Yo estoy bien mal comparado con los otros"	• No somos perfectos, por lo cual tenemos que mejorar	1. Chequear de las ideas presentadas
• No admitir que existen problemas, para "quedar bien en la foto"	• Escuchar los mejores identificados a partir de los problemas	2. Pensar en cómo conseguir las cosas en vez de explicar porque no se pueden hacer
• Buscar mejoras significa que no se confían en que se hacen las cosas bien	• Mejorar es una posibilidad evidente y también una obligación	3. Pasar mucha rápidamente las ideas de mejora
• "No vale la pena"	• Todas las oportunidades se valoran ("más vale pensar 100 segundos que esperar un año")	4. Implementar 80% ahora, no esperar a la perfección
• Los objetivos son fijos, para asegurar que se alcanzan	• Los objetivos son ambiciosos para fomentar la exploración de soluciones originales (pero vale mejorar incluso al intentar que alcancen un objetivo poco ambicioso)	5. Compartir errores inmediatamente
• Los errores son señales de incompetencia	• Los errores (fallas) no son repetitivos, suelen ocurrir durante procesos de aprendizaje y son oportunidades de mejora	6. Transformar dificultades en oportunidades
		7. Decidir la causa real, aplicar los "5 porqués" y solo después buscar una solución
		8. Tener en cuenta las ideas de 10 personas en vez de esperar a una idea genial de solo una
		9. Experimentar para validar las ideas
		10. No poner límites a la mejora

# Enfoque de la implantación en una central

- Provocar el cambio cultural

- 10 comportamientos KAIZEN:
  - » referencia de cambio cultural para la mejora continua
- Fomentar la participación de los trabajadores en la mejora continua:
  - » mecanismos de resolución de problemas
  - » evitar que todos los problemas tengan que ser resueltos por los mandos
- Mejorar la comunicación entre áreas :
  - » coordinación operación y mantenimiento
  - » talleres multidisciplinares RCA
  - » iniciativas transversales Endesa



De mentalidades tradicionales ...	... a mentalidades lean:	Los 10 comportamientos Kaizen*
• "Yo estoy bien así, comparado con los otros"	• No somos perfectos, por lo cual tenemos que mejorar	1. Chequear de las ideas presentadas
• No admitir que existen problemas, para "quedar bien en la foto"	• Escuchar las mejoras identificadas a partir de los problemas	2. Pensar en cómo conseguir las cosas en vez de explicar porque no se pueden hacer
• Escuchar mejoras significa que no se confían en que se hacen las cosas bien	• Mejorar es una posibilidad evidente y también una obligación	3. Pasar mucha rápidamente las ideas de mejora
• "No vale la pena"	• Todas las oportunidades se valoran ("más vale pensar 100 segundos que esperar un año")	4. Implementar 80% ahora, no esperar a la perfección
• Los objetivos son fijos, para asegurar que se alcanzan	• Los objetivos son ambiciosos para fomentar la exploración de soluciones originales (pero vale mejorar lo que ya tenemos que alcanzar en objetivos más ambiciosos)	5. Compartir ideas inmediatamente
• Los errores son señales de incompetencia	• Los errores (fallas) no son repetitivos, suelen ocurrir durante procesos de aprendizaje y son oportunidades de mejora	6. Transformar dificultades en oportunidades
		7. Decidir la causa real, aplicar los "5 porqués" y solo después buscar una solución
		8. Tener en cuenta las ideas de 10 personas en vez de esperar a una idea genial de solo una
		9. Experimentar para validar las ideas
		10. No poner límites a la mejora



**¡GRACIAS!**