


**Uso combinado de disciplinas y herramientas en la cuantificación y optimización de costos, riesgos y desempeño**

John Woodhouse  
TWPL




THE  
WOODHOUSE PARTNERSHIP  
[www.twpl.com](http://www.twpl.com)

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

1

**Agenda**

- 1. Un poco de historia en la toma de decisiones GA**
- 2. Elementos y conceptos claves**
- 3. Casos 'en vivo' y lecciones aprendidas**
- 4. Como establece las buenas practicas**

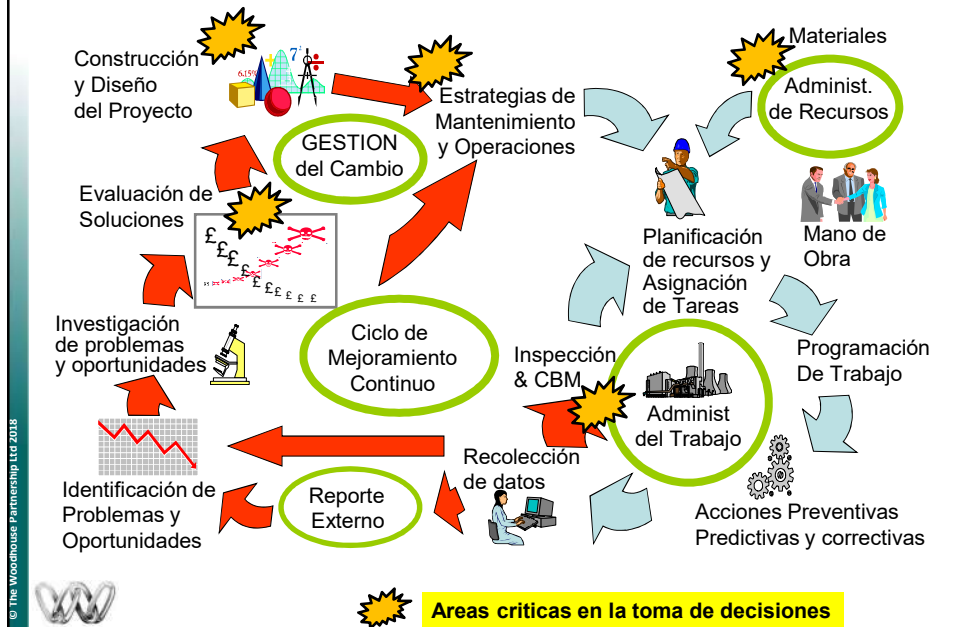


© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

2

2

## Procesos de Gestión del Ciclo de Vida de los Activos



3

## Soluciones y buenas prácticas existentes



4



## El Proyecto MACRO

Proyecto Europeo (EU1488, 1995-2000) de investigación en buenas prácticas

**Alcance:** La toma de decisiones en la gestión de activos

**Colaboradores:**

**The Woodhouse Partnership (Project Managers)**

Asset Performance Tools  
Anglesey Aluminium  
Brown & Root AOC  
National Power plc  
National Grid plc  
Shell Norway  
Websters Mouldings  
y otros.....

UK Government  
Det Norske Veritas  
Institute of Asset Mgmt  
Railtrack plc  
Yorkshire Electricity  
PDVSA Intevep



[www.MACROproject.org](http://www.MACROproject.org)

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

5

## Un concepto 'core'

*Buscamos la optimización  
Costo-Riesgo-Desempeño del Ciclo de Vida total*

# RESOLVING THE CONFLICT



© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

6



7

# THE SALVO PROJECT

## STRATEGIC ASSETS: LIFE-CYCLE VALUE OPTIMISATION

### Resumen del Proyecto

Alcance: ***Determinar y demostrar la manera optima de tomar decisiones en la gestión de activos***

Proyecto de colaboración internacional y multisectorial para producir:

- Definiciones de mejores prácticas
- Guías de procesos y métodos
- Herramientas para soportar decisiones
- Casos estudios y modelos

**2009 - 2013**

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

8

How do you determine and prove which projects, maintenance or asset replacement tasks are really worthwhile, and when?

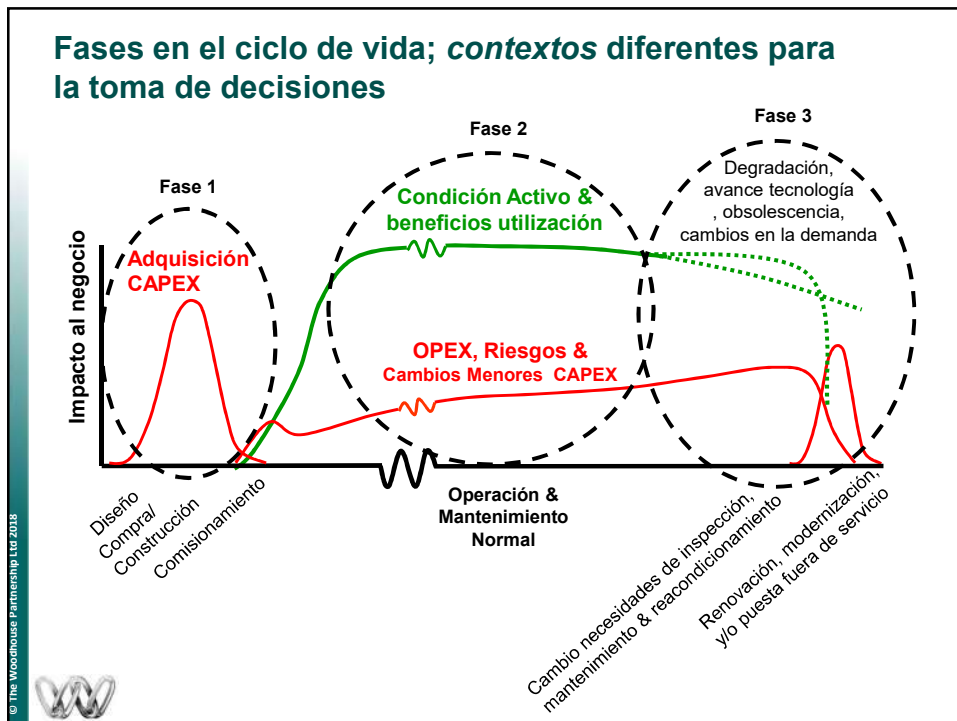
## THE SALVO PROJECT

STRATEGIC ASSETS: LIFE-CYCLE VALUE OPTIMISATION

**Core sponsors:**  
 London Underground  
 SASOL  
 Scottish Water  
 National Grid  
 TWPL

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

9



10

## Fase de Diseño/Proyecto

- Gastos grandes inminentes con gran presión por reducción de costos
- Grandes incertidumbres: demanda futura de los activos, desempeño, riesgo, valores
- Consecuencias de largo plazo: Los proyectos son de corto plazo comparado con la vida de los activos
- 80% del los costos de vida se comprometen en fase de creación y la inversión de capital es típicamente solo el 5 -15 %

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



11

11

## Fase Operativa

- Tensión dinámica entre el uso y mantenimiento de los activos
  - Así, se requiere “optimizar” para hallar la mezcla correcta entre explotación y cuidado de los activos
- Los Costos, Riesgos y desempeños no son estáticos
  - Así, la mezcla optima debe ser revisada y ajustada
- Hay retardos en el tiempo entre el uso o mantenimiento inadecuado y sus efectos futuros en el desempeño, confiabilidad y sustentabilidad
  - Así se requiere optimizar la relación entre actividades de corto plazo y su efecto futuro en la vida y mantenimiento de los activos

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



12

12

## Fase de fin de vida

- Se desea una predicción o anticipación del inicio del deterioro irreversible
- Nuevas inversiones grandes se avizoran
- No solo envejecimiento, también el deterioro en costos, desempeño, confiabilidad, o preocupaciones de integridad
- Cambios externos: cadena de suministros & cambios tecnológicos (obsolescencia), cambios de demanda funcional
- Múltiples opciones a explorar: cambio de uso, mantenimiento, extensión de vida, modificaciones, renovaciones y soluciones fuera de los activos

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



13

13

## Activos envejeciendo: escala del reto

- Infraestructura envejeciendo (UK): £383 billón inversiones para el 2020. *£100 billón del gobierno* - el resto es privado.
- \$1 Trillion en USA.
- Cambios tecnológicos: más automatización, tasa de obsolescencia mayor
- Nuevos desarrollos son mas fáciles de justificar que reemplazar activos existentes
- Poca guía, consistencia o métodos de evaluación para las diferentes opciones

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



14

14

## La aproximación SALVO

### 6 preguntas fundamentales

1. ¿Cuales son los problemas más urgentes para resolver/decidir?
2. ¿Cual es el problema/oportunidad real (no solo el síntoma inmediato o superficial)?
3. ¿Qué alternativas de solución existen – como podemos promover el pensamiento lateral?

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



15

15

### 6 preguntas fundamentales - cont

4. ¿Como podríamos evaluar cada solución objetivamente por el valor del dinero en el ciclo de vida total, aunque la información/datos sean limitados?
5. ¿Como combinar diferentes soluciones para entregar aun mayor valor global?
6. ¿Como presentar los resultados, explicarlos y mantener transparencia/auditable para las diferentes audiencias para demostrar conformidad?

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



16

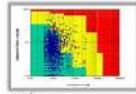
16



# La Sonrisa SALVO

## 1. Identificar y priorizar

- Criticidad de los casos*
- Urgencia para intervención/decisión*



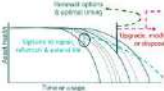
## 2. Definir el problema

*Alcance y caracterización del problema/oportunidad*  
*Identificar causas raíces*



## 3. Identificar soluciones

- **De Activos** (ej. mantenimiento, modificaciones, renovaciones, etc)
- **Otras opciones** (ej procesos, mitigaciones, seguros)



## 4. Evaluar & Optimizar temporizado de opciones discretas

- *Impacto ciclo de vida*
- *Intervalo/tiempo optimo*
- *Prima por cumplimiento*
- *Prima por imagen*
- *Costo de Incertidumbre*



## 6. Ensamblar el programa y portafolio total

*Planes de inversión de Capital, recursos, y riesgos*



## 5. Evaluar & optimizar la combinación de intervenciones

- **Blending** (mezcla optima de las tareas)
- **Bundling** (programa optima en la ejecución)



17

# Diferentes puntos de inicio

**Revisiones Sistemáticas de activos**

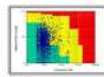
**Problemas específicos de activos**

**Evaluaciones de intervenciones específicas y temporizado optimo**

**Revisiones sistemáticas de actividades**

## 1. Identificar y priorizar

- Criticidad de los casos*
- Urgencia para intervención/decisión*



## 2. Definir el problema

*Alcance y caracterización del problema/oportunidad*  
*Identificar causas raíces*



## 3. Identificar soluciones

- **De Activos** (ej. mantenimiento, modificaciones, renovaciones, etc)
- **Otras opciones** (ej procesos, mitigaciones, seguros)



## 4. Evaluar & Optimizar temporizado de opciones discretas

- *Impacto ciclo de vida*
- *Intervalo/tiempo optimo*
- *Prima por cumplimiento*
- *Prima por imagen*
- *Costo de Incertidumbre*



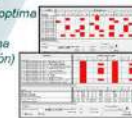
## 6. Ensamblar el programa y portafolio total

*Planes de inversión de Capital, recursos, y riesgos*



## 5. Evaluar & optimizar la combinación de intervenciones

- **Blending** (mezcla optima de las tareas)
- **Bundling** (programa optima en la ejecución)



18

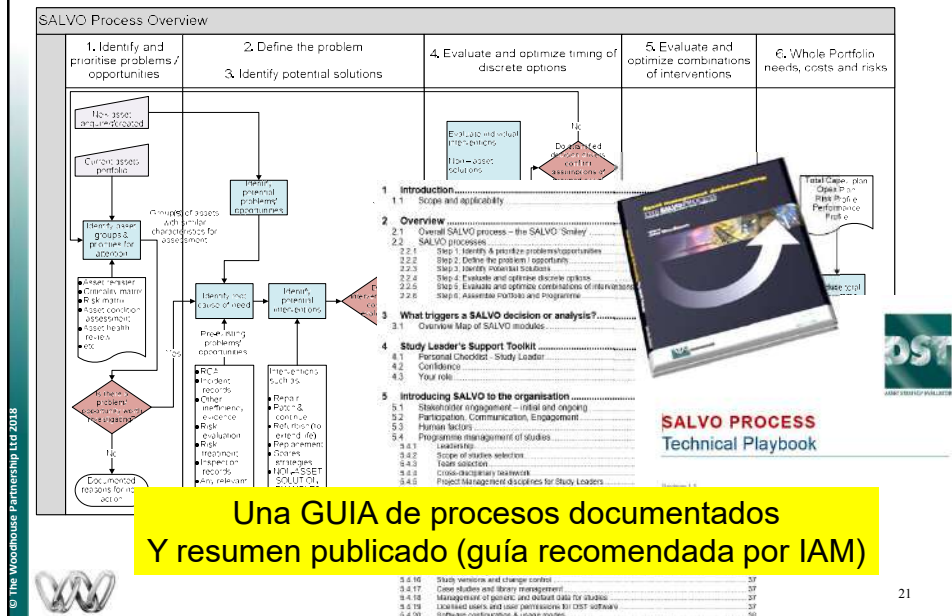


19

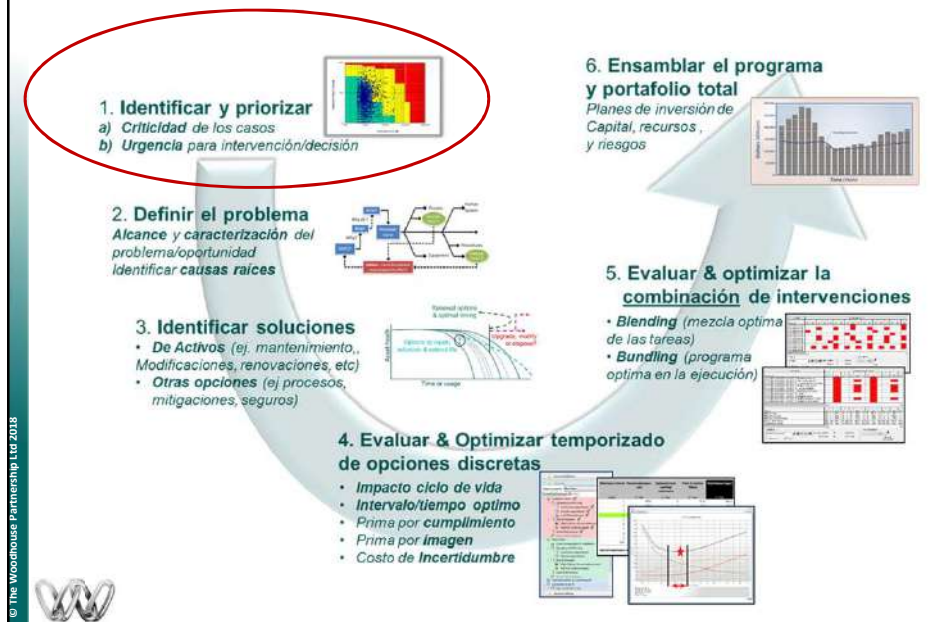


20

# Procesos de negocio



## La Sonrisa SALVO



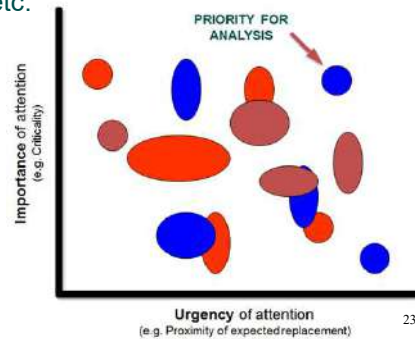
## ¿En que activos enfocarse?

### • Importancia de la decisión correcta

- **Criticidad del Activo**; riesgo, consecuencias de falla, impacto del desempeño, costos de perdida de oportunidad.
- **Valor del Activo**
- **Numero de activos involucrados**

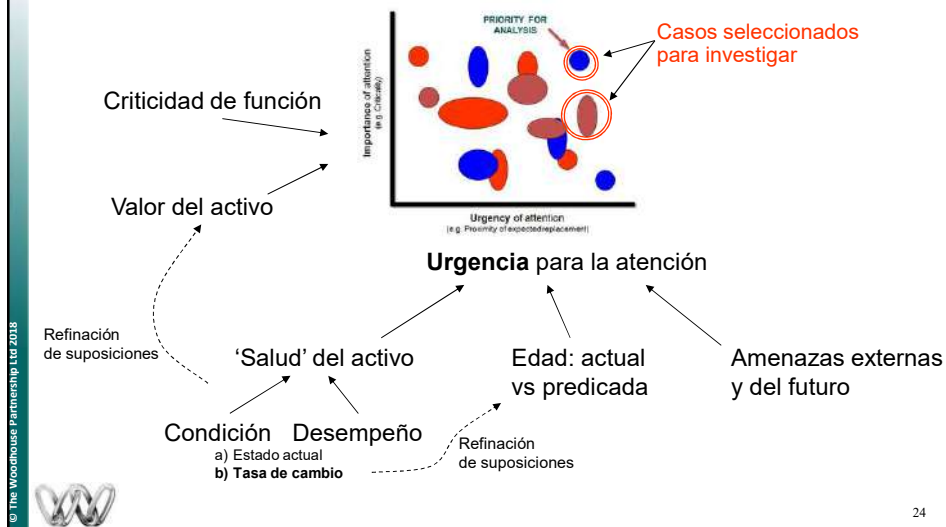
### • Urgencia de toma de decisiones

- **Tasa de cambio**  
desempeño, confiabilidad. etc.
- **Vida remanente**  
Estimados
- **Obsolescencia**  
notificaciones



23

## Entradas comunes a este proceso



24

## Identificar & Priorizar Problemas / Oportunidades

***Cuales activos valen la pena atender, y como agruparlos por necesidades comunes, urgencia ?***

**SALVO identifico 40 posibles criterios de agrupado, incluyendo:**

- Tipo de activos, modularidad, reparabilidad, reemplazabilidad
- Edad de activo, historia de desempeño (tendencias y predicciones)
- Salud (condición actual y desempeño)
- Pronostico de demanda y uso
- Criticidad/valor
- Obsolescencia
- Cambios de leyes y estándares



© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



25

25

## Agrupado por estrategia similar

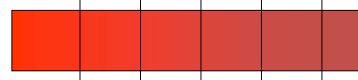
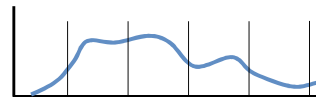
### • Agrupado digital claro

- Tipo, diseño, modelo
- Uso interno o externo
- Con respaldo o sin respaldo



### • Variables continuas requieren segmentado

- Edad (o fecha de instalación))
- Niveles de uso
- Criticidad, desempeño, condición, valor, etc.

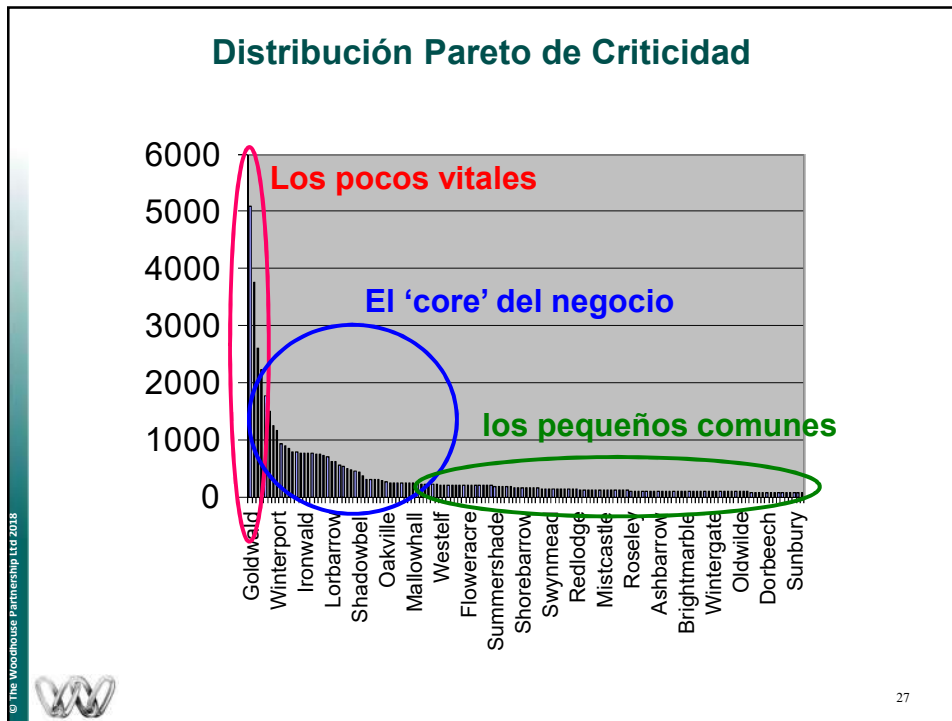


© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

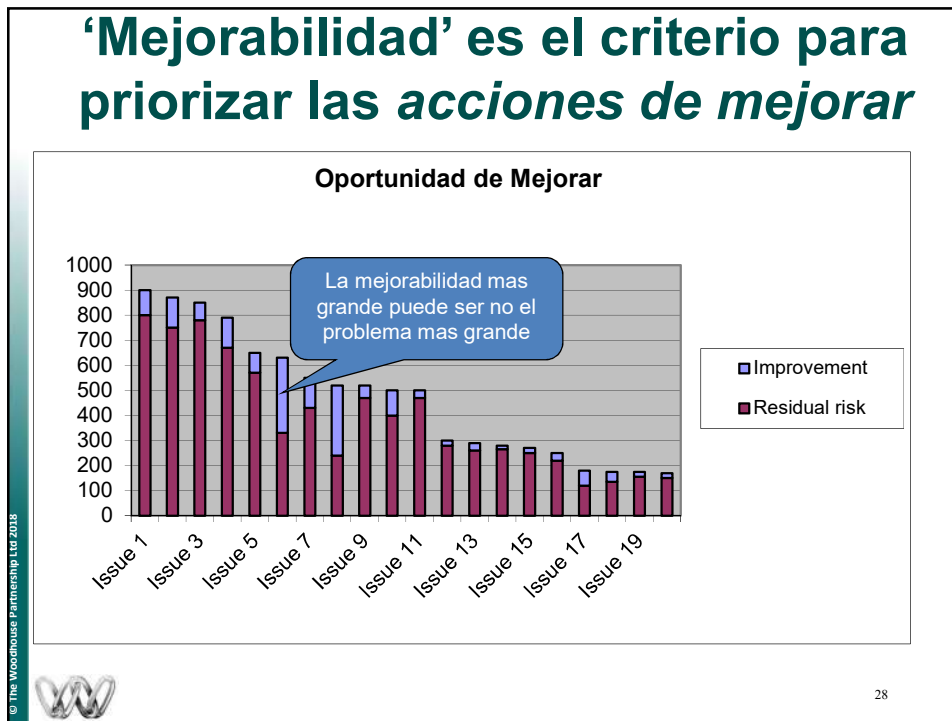


26

26

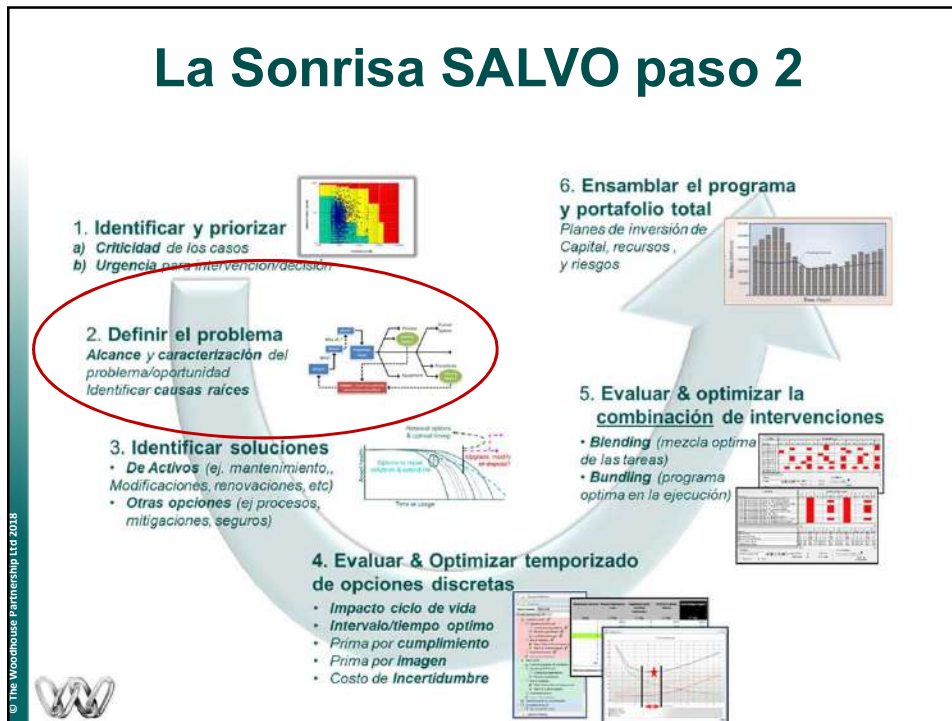


27



28





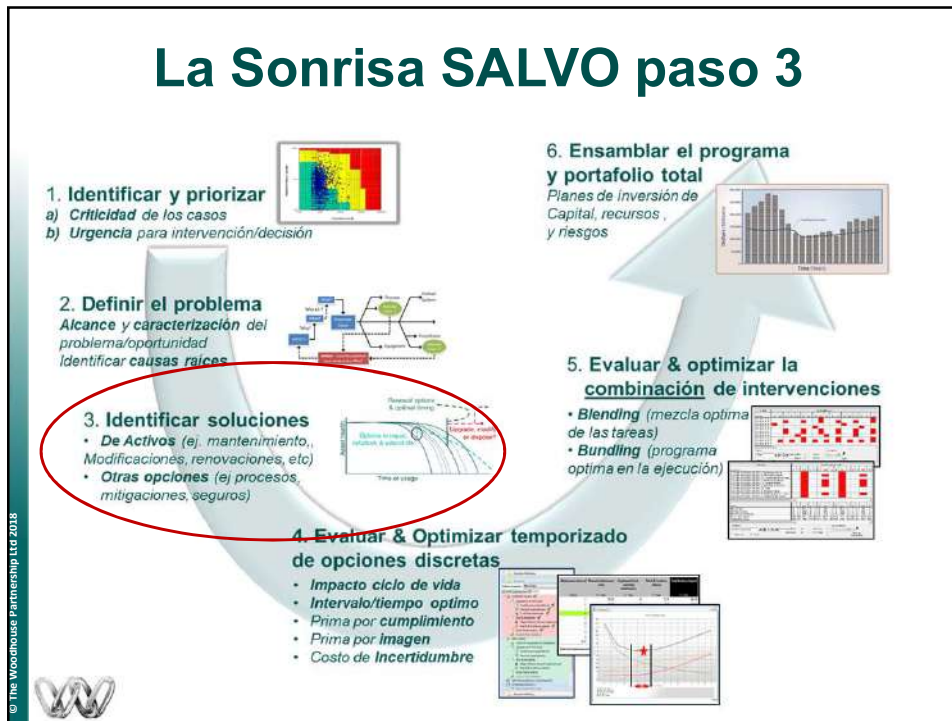
29

## Paso 2: Defina el problema

- **Declaración del problema: contexto, hechos y preguntas a responder**
- **Análisis (para la *eliminación*) de Causa de Riesgo (ACR/ECR)**
- **¿Otros activos con los mismos problemas (revisar agrupado)?**

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

30



31

## Paso 3: identificar posibles soluciones

- Pueden venir de metodos deductivos o inductivos como el ECR o MCC
- Se requiere creatividad y pensar fuera de la caja
- No siempre la mejor solución es técnica (ej. opciones de mitigación, seguros, personal +)

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

32



## Menu de tipo de intervenciones

**SALVO identifico 54 posibilidades!**

Intervention Type		
Alternative Finance/Service Provision	Alternative Finance/Service Provision	Insure
Competency Management	Alternative Finance/Service Provision	Purchase asset function instead
Decommission	Alternative Finance/Service Provision	Re value (change priority)
Invest in Contingency	Competency Management	Gap Analysis
Manage Stakeholder Expectations	Competency Management	Retirement and succession planning
Modify	Competency Management	Training
Modify Asset/System Configuration	Decommission	Dispose
Modify Asset/System Operation	Decommission	Mothball
Monitoring/Inspection	Decommission	Scrap for spares
Planned Maintenance	Invest in Contingency	Buy a spare
Quality Control System	Invest in Contingency	Competency
Re engineer	Invest in Contingency	Contingency planning
Replace	Invest in Contingency	Increase buffer stock/capacity
Sampling (1 off information capture)	Invest in Contingency	Supply chain deal

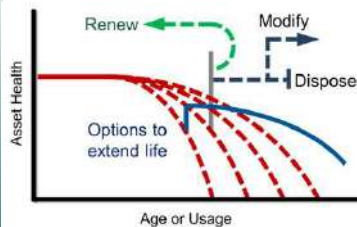
© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



33

33

## EL MENU estructurado



- **Activos** (ej mantener, modificar, modification, renovat) y
- **Fuera de activos** (ej. procesos mitigación, seguros)

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

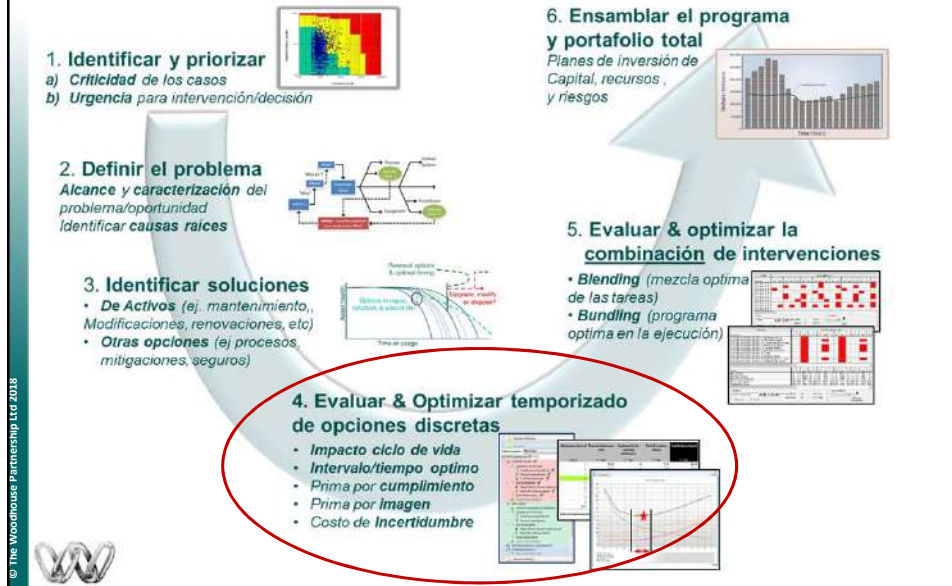


- 1 Acquire/ Create
  - 1.1 Acquire/create new asset (replace existing)
  - 1.2 Acquire/create new asset (in addition to existing)
  - 1.3 Change technical specification for acquiring/creating
  - 1.4 Change supplier/constructor
- 2 Utilize
  - 2.1 Change operational parameters
  - 2.2 Change operation (duty, loading)
  - 2.3 Change operational procedures
  - 2.4 Improve operator competence
  - 2.5 Improve operator motivation/recognition
  - 2.6 Increase buffer stock/capacity
  - 2.7 Change outsourcing/insourcing of asset operation
  - 2.8 Outsource asset function
- 3 Maintain
  - 3.1 1-off asset health assessment
  - 3.2 Periodic non-intrusive inspections
  - 3.3 Periodic intrusive inspections
  - 3.4 Continuous condition/performance monitoring
  - 3.5 Periodic functional testing
  - 3.6 1-off maintenance/refurbishment
  - 3.7 Periodic preventive maintenance
  - 3.8 Planned corrective maintenance
  - 3.9 Run To Failure corrective maintenance
  - 3.10 Change spares holding
  - 3.11 Improve maintainer competence
  - 3.12 Improve maintainer motivation/recognition
  - 3.13 Change maintenance procedures
  - 3.14 Change outsource/insource of maintenance
- 4 Change/ improve
  - 4.1 Modify asset (change level of cost/risk/perf)
  - 4.2 Refurbish asset (change degradation rate & extend life)
  - 4.3 Change asset configuration
  - 4.4 Change asset functional location/usage
  - 4.5 Change outsourcing/insource of changes/improvements
- 5 Renew/ dispose
  - 5.1 Replace existing asset (like-for-like)
  - 5.2 Replace existing asset (incl upgrade/downgrade)
  - 5.3 Change outsourcing/insourcing of asset renewals
  - 5.4 Decommission and mothball
  - 5.5 Decommission and salvage spares
  - 5.6 Decommission and dispose
- 6 Contingency planning
  - 6.1 Manage stakeholder expectations (e.g. risk appetite)
  - 6.2 Acquire asset technical data
  - 6.3 Create Emergency/Business Continuity plans
  - 6.4 Take out insurance
  - 6.5 Adjust asset valuation/criticality
  - 6.6 Diversify supply chain

34

34

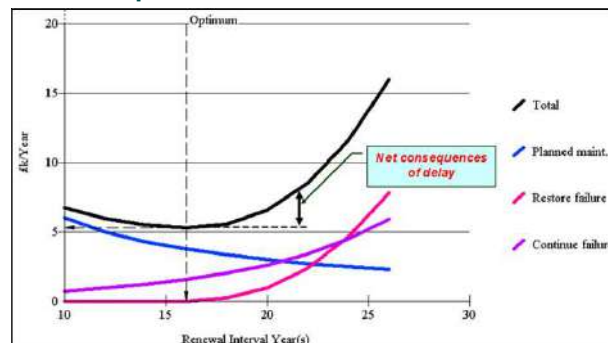
## La Sonrisa SALVO Paso 4



35

## Paso 4: Evaluar una posible solución

- LCC & trade-off **calculations** to evaluate cost/benefit & optimal timings
- Must cope with **uncertainty** in assumptions
- Must handle **risk** (incl. *deterioration* & risks that *affect each other*)
- Must handle **intangibles** such as reputation, ambience, morale etc.
- **Value-for-money** is the criterion (not “gold plated” or “cheapest/quickest”)
- Results must be **explainable** to financial & non-technical staff



36

36

## “Optimización”

- **Termino sobre usado y mal usado!**
- **Requerimiento formal en PAS 55 & representado (sin uso) en los ‘criterios en la toma de decisiones’ de ISO 55001**
- **Brecha grande en la educación & competencias típicas en empresas técnicas: que significa ‘optimo’ y como podemos identificar y demostrarlo?**

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

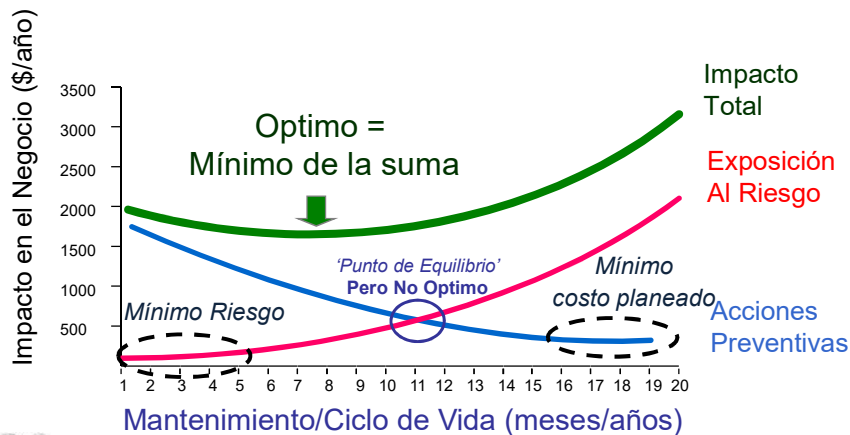


37

37

## EL significado real de OPTIMO

¿Cual es el Objetivo Correcto?

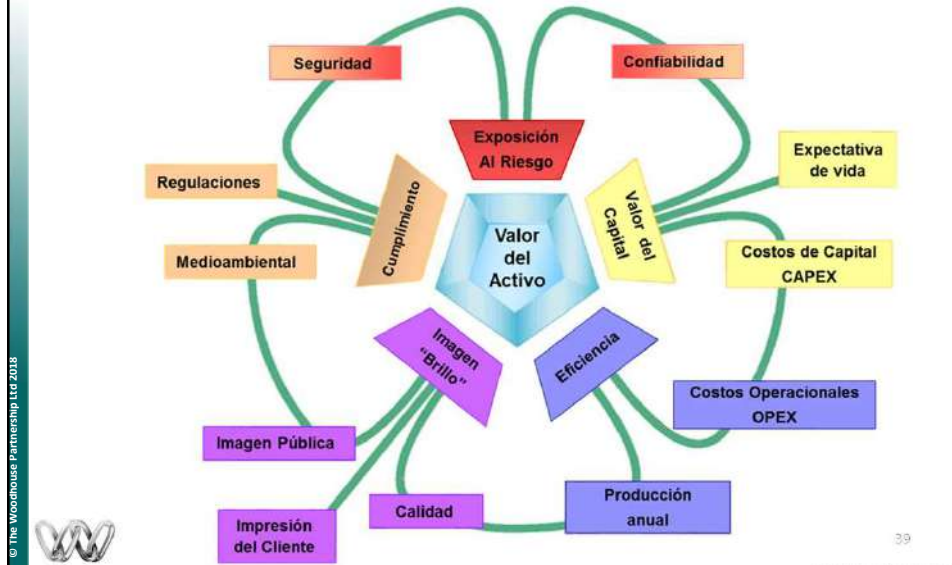


© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



38

## Considerando todos los objetivos en conflicto



39

## Ejercicio: caso más simple posible

¿Cual es la frecuencia optima de una tarea de limpieza?



40

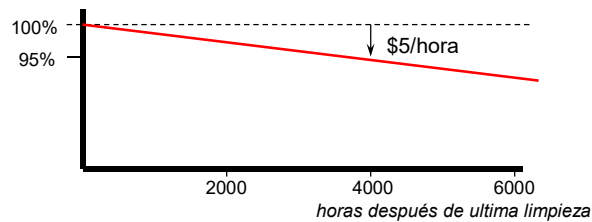
## El caso: El activo está deteriorandose

5% pérdida de desempeño después de 6 meses (4000 horas)

El deterioro sigue una patrón lineal

5% pérdida = \$5/hora costo adicional de energía

Costo total de la tarea de limpieza = \$1500 (se 'reinicia el reloj')

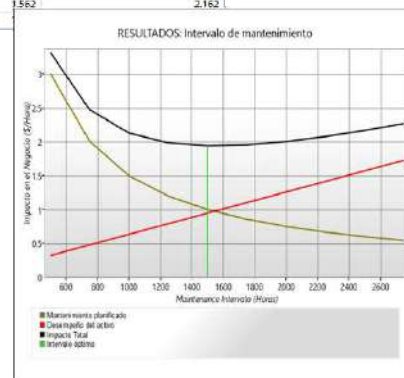


**Cual es la frecuencia optima de una tarea de limpieza?**

41

## Cálculo del impacto de intervalos diferentes

Intervalo de mantenimiento	Costos de mantenimiento planificado	Pérdidas de desempeño del activo	Impacto total al negocio
Horas	\$/hora	\$/hora	\$/hora
500	3	0.312	3.312
750	2	0.469	2.469
1000	1.5	0.625	2.125
1250	1.2	0.781	1.981
1500	1	0.938	1.938
1750	0.857	1.094	1.951
2000	0.75	1.25	2
2250	0.667	1.406	2.073
2500	0.6	1.562	2.162
2750	0.545		



42

## Lecciones del caso

- **Menos del 5% de personas eligen el intervalo optimo**
- **Y eso es un caso....**
  - muy simple
  - con datos precisos!
- **Los casos más realísticos son**
  - Más *complejos* (más factores involucrados)
  - Más *inciertos* (por ej. elementos probabilísticos)

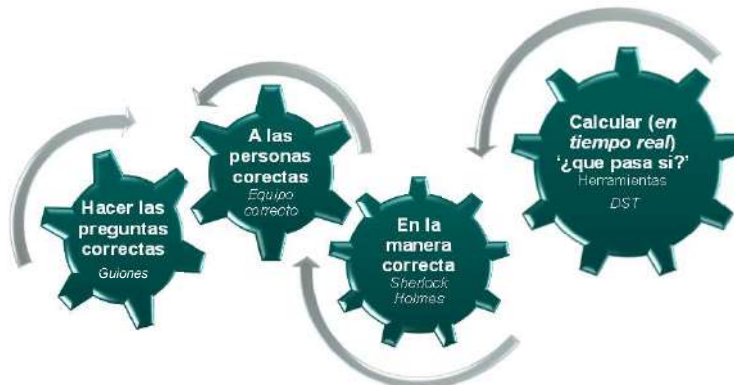
Entonces: *¿como podemos apoyar la gente tomar las decisiones reales en una manera mas segura?*

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



43

## 4 reglas de SALVO para manejar los casos complejos con datos inciertos



© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



44

44

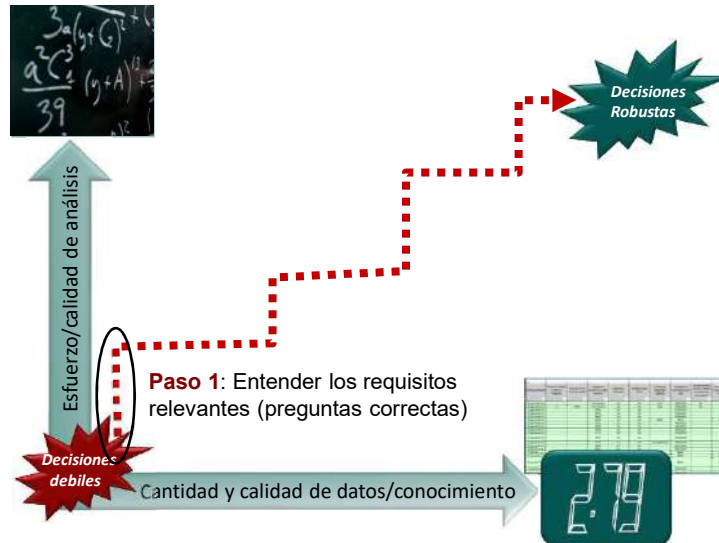
## La dimensión personal



- *Nadie conoce todos los factores*
- Las decisiones en gestión de activos son siempre *multifuncional*
- El *consenso* (con la aceptación de partes interesadas) es parte del objetivo, no solamente la solución correcta
- Las personas son *subjetivas*: entonces los aspectos *psicológicos, políticos, de confianza, la comunicación y el comportamiento* son muy importantes para manejar.

45

## Mejorando las decisiones, paso a paso



46

## Ejercicio...

- Cuales (y cuantos) elementos de información debemos solicitar para tomar la decisión:

*“¿Se justificar comprar un (o más) repuesto(s)?”*

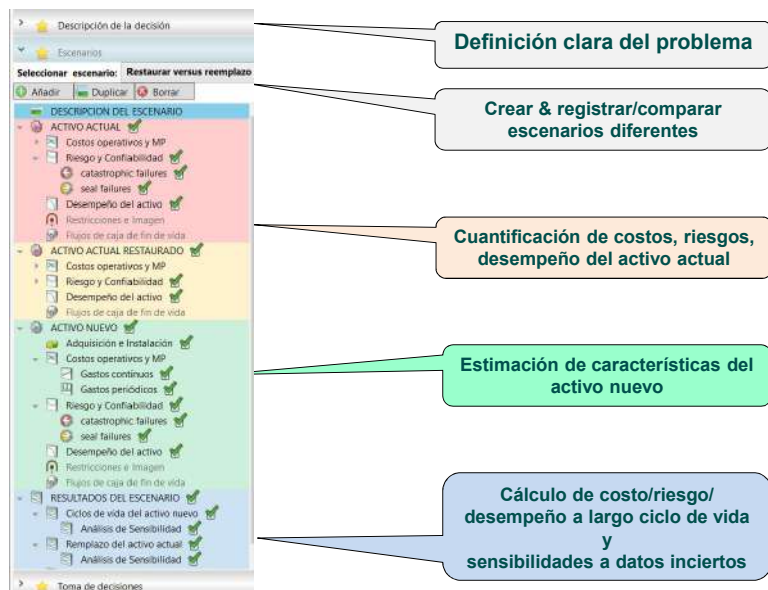
*Hay **13** factores para considerar!*

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



47

## Un guion: reforzamiento como una estructura de pensar



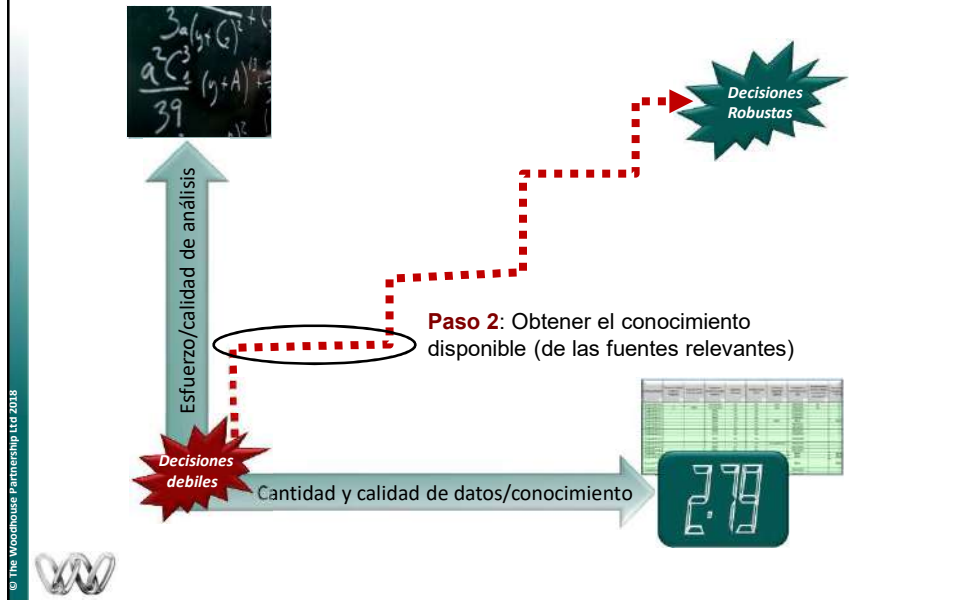
© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



48



## Mejorando las decisiones, paso a paso



49

## Las fuentes de datos

### • Evidencia digital

- La historia
- Mediciones en tiempo real
- Datos de terceros

### **Pero...**

- 'Big Data' = Big Confusión
- ¿Extrapolaciones para el futuro?
- **Paradigma Resnikoff**

### • Conocimiento ('tácito') de la gente

- Mecanismo para asegurar la participación de los interesados
- Crea información incierta y parcial
- Sujeto a varios tipos de distorsión (confirmación, anclaje ++)

50

## Método de Sherlock Holmes



*“Elimíne lo imposible y  
lo que le queda debe  
contener la verdad!”*



Frase original: “When you have eliminated the impossible then, what you are left with, no matter how seemingly improbable, must include the truth.”

51

51

## El cálculo en tiempo real ¿Qué pasa Si?

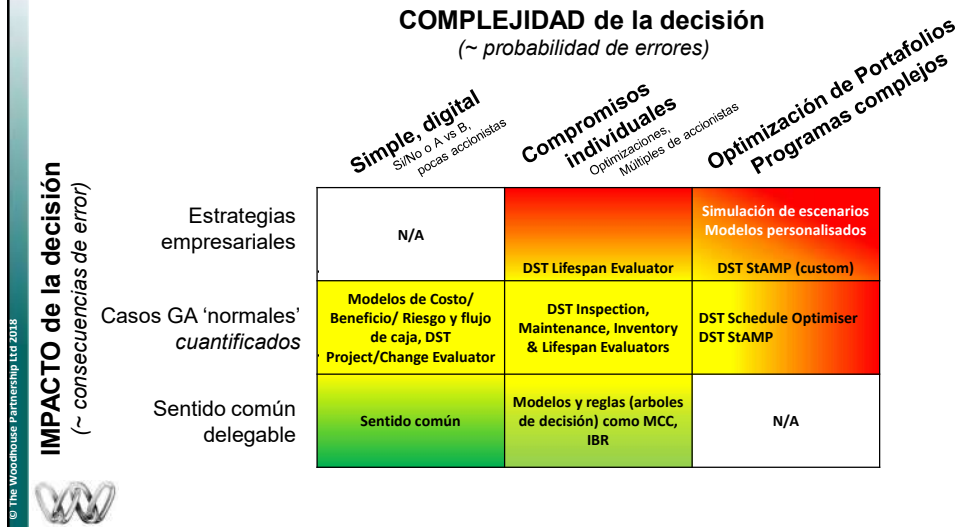
- a) Nos permiten saber el rango absoluto de nuestra decisión, sabiendo si la “bola esta dentro del campo” (cuando no hay datos precisos).
- b) Muestran sobre cual dato hay más sensibilidad y se debe mejorar, así sabemos *que información* requerimos, con cuanto *valor* y con *que precisión* (se puede calcular el ‘costo de incertidumbre’).
- c) Podemos también refrescar la información cuando mas este disponible y ver en que forma el plan decisión puede alterarse (escenarios)



52

# La caja de herramientas apropiadas

*No hay una herramienta que pueda soportar todas las decisiones diferentes*



53



## Herramientas producidas por la colaboración SALVO



DST  
INVENTORY  
OPTIMIZER



Repuestos, inventario optimo,  
estrategias de compra, almacenes



DST  
PROJECT/CHANGE  
EVALUATOR



Proyectos y cambios menores,  
con Si/No o 'A versus B' etc.



DST  
INSPECTION  
EVALUATOR



Inspección, pruebas de función,  
monitoreo de condición, mmtto predictivo



DST  
MAINTENANCE  
EVALUATOR



Mantenimiento planeado, preventivo,  
correctivo, intervalos óptimos



DST  
LIFESPAN  
EVALUATOR



Inversiones largo ciclo de vida, tiempo  
optimo de reemplazo, extensión de vida.



DST  
SCHEDULE  
OPTIMIZER



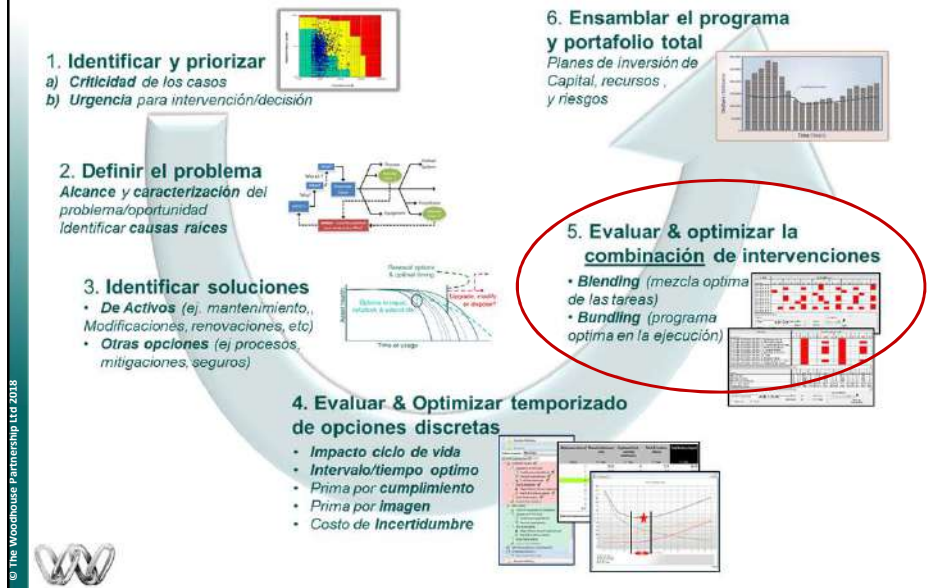
Programas y agrupaciones de tareas  
para compartir paradas, sobrecostos etc

[www.decisionsupporttools.com](http://www.decisionsupporttools.com)

54

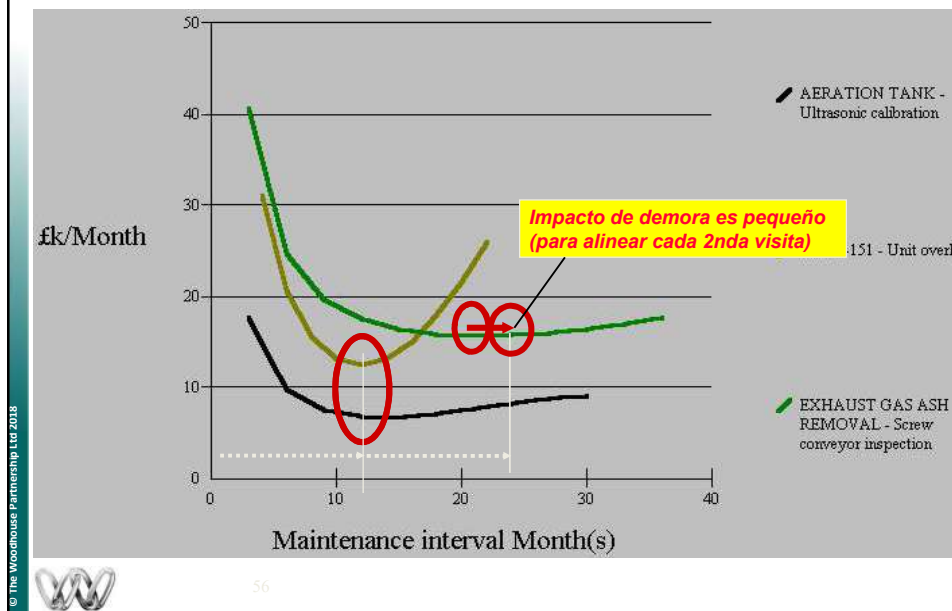
54

## La Sonrisa SALVO



55

## Optimización de un programa multi-tarea



56

## ¡Pero esta es la pesadilla del planificador!

Un programa de solo 10 tareas en un rango de 5-15 meses

=

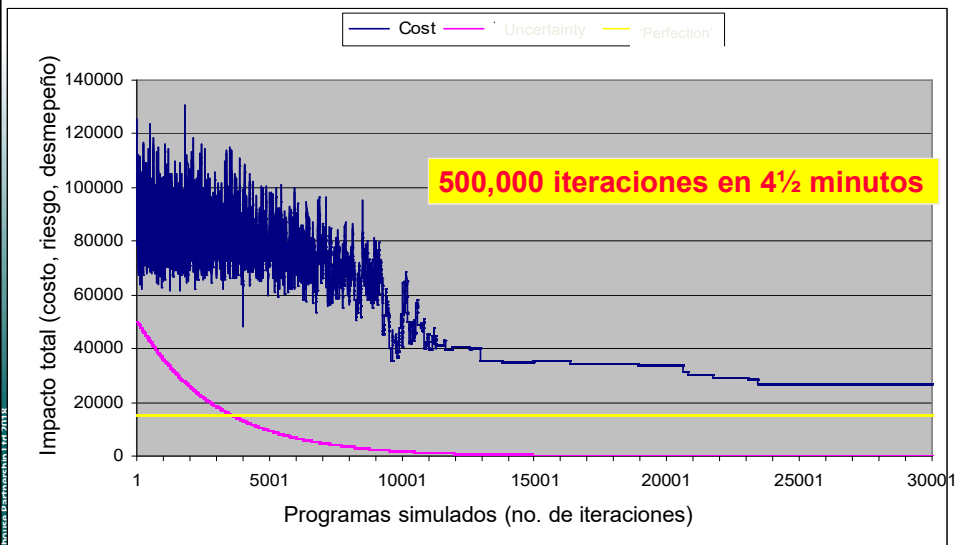
**$6.7 \times 10^{29}$**  posibles agrupaciones, alineaciones o múltiples ('cada segunda/tercer visita' etc.)

© The Woodhouse Partnership Ltd 2018



57

## Auto búsqueda inteligente: algoritmos genéticos



© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

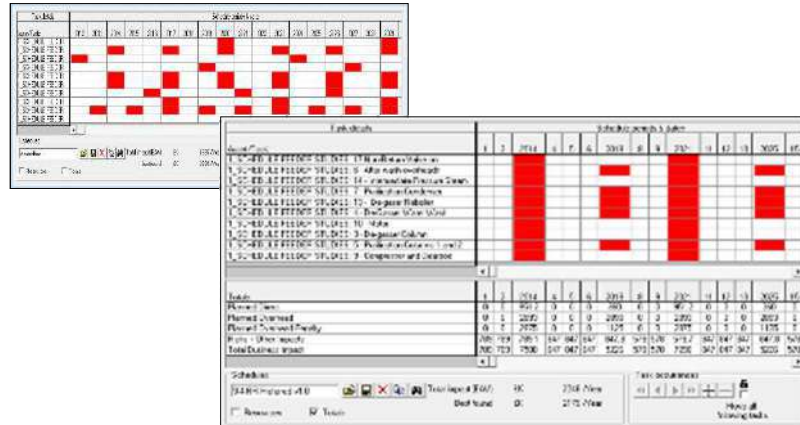


58

58

## DST Schedule Optimizer

Busca la **programación óptima** (compartiendo recursos, paradas, sobrecostos, logísticos, restricciones etc.)



**Típicamente paradas planificadas reducidos por 25-50% !!**

59

## Case Study Library

- Matriz de sectores industriales, tipo de activos y ejemplos de decisión
- Modelos útiles y estímulo para ideas de mejora
- Ya existe un muy amplio rango de ejemplos....

Sector	Asset	Decision
Process/Petrochem	Oxygen analyser	Filter changes
	DCS control system	Replace and upgrade
	Ethylene pipes	Replace and upgrade
	Steel pipes	Corrosion monitoring
	Vent pipe	Cleaning interval
	Catalyst	Replacement cycle
Electrical networks	Furnace	Internal inspection frequency
	Pressure vessel	Internal inspection frequency
	11KV Circuit Breakers	Trip testing
	110Kv Cables	Sheath testing
Power Generation	HV Circuit Breakers	Major overhauls
	66-11Kv Transformers	Oil sampling
	Condenser tubes	Replacement strategy
Water & Wastewater	Generator gearbox	Upgrade cooling system
	Wastewater filter screens	Cleaning interval
	Ceramic water filters	Replacement
Mining	Screw pumps	Maintenance/Replacements
	Sewage pumps	Maintenance/Replacements
	Milling machine	Lining materials selection
	Copper mill	Re-lining timing
Oil&Gas	Coal mine shuttles	Upgrade car capacity
	Heat Exchangers	Install backup capacity
	Heat Exchangers	Cleaning interval
	Gas Turbine compressors	Replacement timing
Rail	Gas pipeline	Replacement timing
	Flexible riser pipeline	Replace and upgrade
	Gas pipeline	Pigging inspection interval
	Oil pumps	Vibration monitoring interval
	Well water injection	Cleaning interval
	Recip compressor	Overhaul interval
	Steel bridges	Painting strategy
	Trains	Carriage door inspections
Vehicles	Stations CCTV system	Replace and upgrade
	Track points	Inspection interval
	Track	Rail grinding strategy
	Lorry fleet	Oil change interval



60

**THE SALVO PROJECT**  
STRATEGIC ASSETS: LIFE-CYCLE VALUE OPTIMISATION

1. Identify & prioritise  
Licensed technical **'playbook'**,  
Esquema de **competencias** de 3  
niveles, cursos de **entrenamiento**  
modulares, **herramientas** de toma de  
decisiones y red de **facilitadores**.

5. Assemble total portfolio  
& programme  
Capital investment  
resources  
cost

5. Evaluate & optimize  
combinations of interventions

4. Evaluate & optimize  
timing of discrete options  
cycle cost/condition/risk  
of intervals/timing  
prior compliance  
prior Shine  
uncertainty

Libro guía de alto nivel  
**Asset management decision-making:  
the SALVO Process**

[www.SALVOProject.org](http://www.SALVOProject.org)



61

 THE WOODHOUSE PARTNERSHIP  
ASSET MANAGEMENT ACADEMY

**DIPLOMADO INTERNACIONAL EN  
GESTIÓN DE ACTIVOS**

Incluye: Examen de Certificación en Gestión de Activos IAM Certificate

**Bogotá, Colombia**  
**17 de junio al 16 de agosto, 2019**

**Etapas**

1. Capacitación Virtual en la Plataforma TWPL (4 semanas)
2. Curso Presencial Intensivo con José Duran (1 semana)
3. Acompañamiento Online con José Duran (2 semanas)
4. Examen de Certificación IAM Certificate

**VISÍTENOS EN EL STAND 9**



© The Woodhouse Partnership Ltd 2018

62

62