

20°  URUMAN

3°  INGURU

Conferencista:

Enrique Javier González Henríquez

La Confiabilidad Desde el Diseño, como Práctica de Incremento de Valor Integrada a la Gestión de Proyectos de Nuevos Activos

Presentación de conferencista



Enrique J. González Henríquez

- Ingeniero mecánico / especialista en equipos rotativos.
- 38 años en ingeniería, mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos en la industria petrolera y energética.
- Experiencia en diferentes técnicas de confiabilidad (RAM, AC, AMEF, MCC, LCC etc.), con particular énfasis en máquina rotativa (compresores, turbinas, bombas, etc.).
- Autor de varios artículos en el área de confiabilidad, optimización de activos, gestión energética y turbomaquinaria.



2003



2007



2007



2013

20°  URUMAN

3°  INGURU

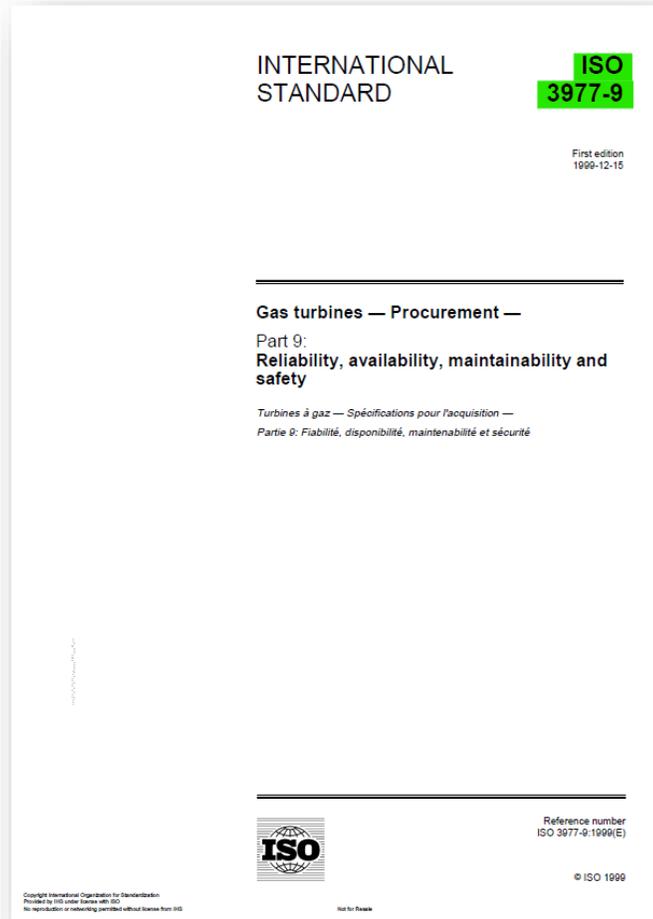
La Confiabilidad Desde el Diseño como Práctica de Incremento de Valor integrada a la
Gestión de Proyectos de nuevos activos

La Confiabilidad

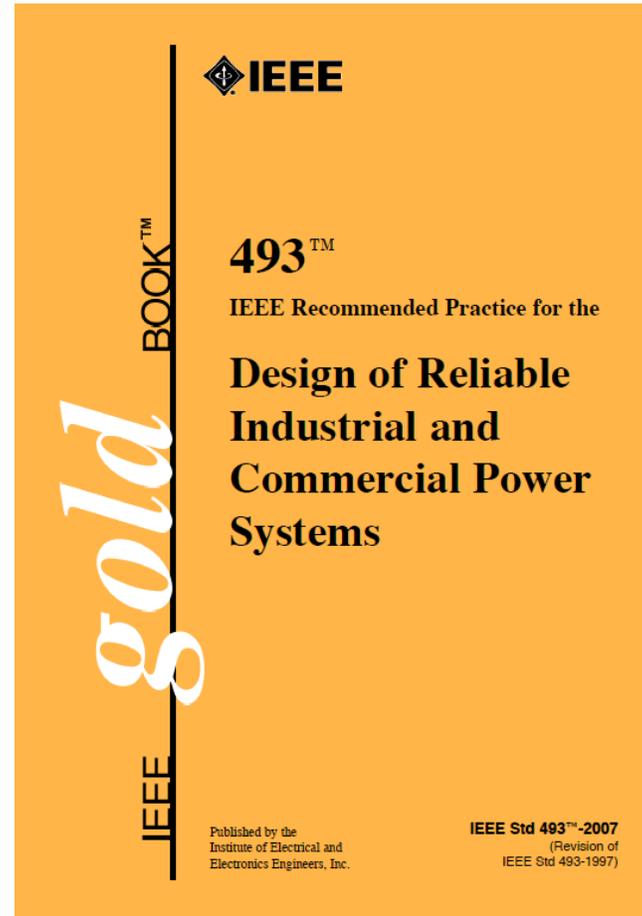
PREDICTIVA 

Conferencista:
Enrique J. González Henríquez

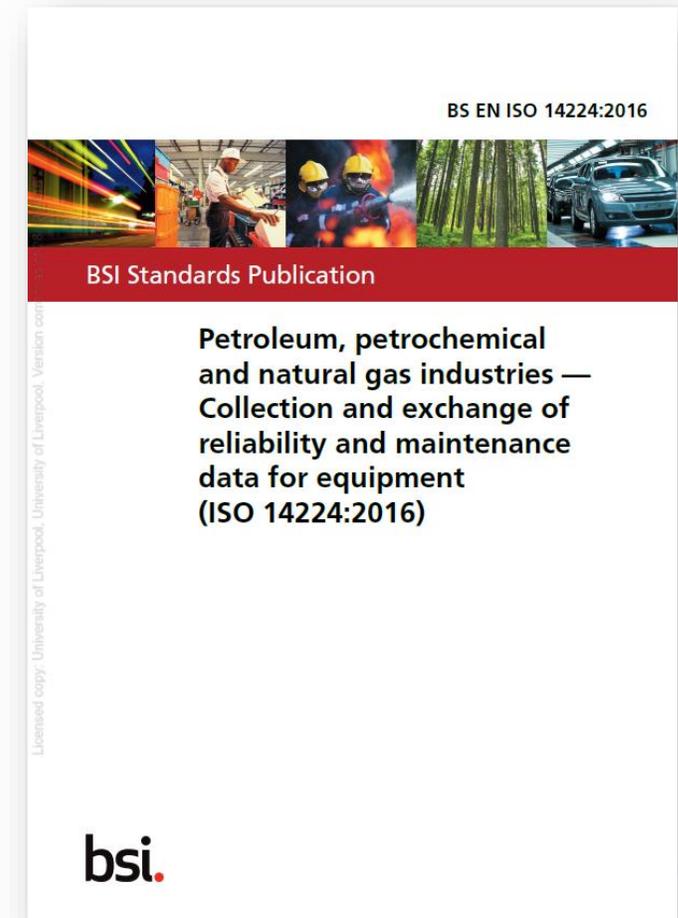
KPIs del RAM – definiciones



ISO 3977-9 Gas turbines – Procurement. Part 9: Reliability, availability, maintainability and safety



IEEE 493:2007 RP for Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Gold Book)



ISO 14224 Collection and exchange of reliability y and maintenance data for equipment

KPIs del RAM – definiciones

Confiabilidad

ISO 14224 **Probabilidad** de que un ítem **realice su función** bajo ciertas condiciones en un **intervalo de tiempo**.
Caracteriza una **función que no puede ser interrumpida en todo el intervalo de tiempo**.

IEEE 493 **Probabilidad** de un ítem de desempeñar su función bajo ciertas condiciones durante un período de tiempo.

$$R(t) = \exp(-\lambda \times t)$$

$$R(t) = \exp(-\lambda \times t)$$

Modelo de “tasa de falla constante”
(distribución PDF exponencial)

Factor de Confiabilidad

ISO 3977-9 **Probabilidad** de que un ítem no esté en una condición de paro forzado en un instante dado de tiempo, es decir, el complemento de la razón entre el **tiempo de paro forzado (FOH)** respecto al **tiempo total (PH)**.

Similar a la “Disponibilidad Intrínseca” de la ISO 14224

$$RF = 1 - \frac{FOH}{PH}$$

KPIs del RAM – definiciones (modelo Weibull - IEEE 493:2007)

2.8.5.1 PDF and CDF

$$f(t, \beta, \eta) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Donde:

- β es el factor de forma
- η es el factor de escala
- $f(t)$ es la función de densidad de probabilidad (PDF)
- $F(t)$ es la función de distribución acumulada (CDF) o de probabilidad de falla
- $R(t)$ es la función de supervivencia o confiabilidad

Probabilidad de falla, $F(t)$

Confiabilidad, $R(t)$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

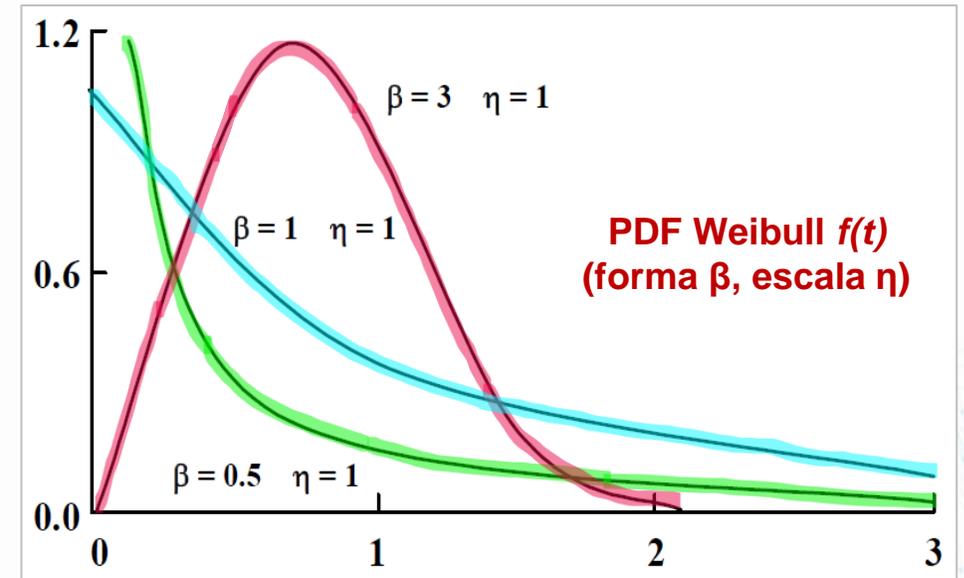
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

$$F(t) + R(t) = 1$$

La distribución Weibull es bastante popular en los análisis de vida de equipos y componentes. Tiene la capacidad de tomar características de otras distribuciones dependiendo del valor de su factor de forma beta (β):

- Si $\beta > 1$, modos de fallas influenciados por desgaste/envejecimiento.
- Si $\beta < 1$, modos de falla influenciados por la mortalidad infantil, y
- Si $\beta = 1$, modos de falla aleatorios. Weibull se convierte en exponencial.

El parámetro eta (η), por su parte, corresponde al factor de "locación". Mientras que β nos indica como el componente va a fallar, η nos indica cuando.



KPIs del RAM – definiciones

Mantenibilidad

ISO 14224 Capacidad de un ítem de **retornar al estado en el cual es capaz de cumplir con su función**, bajo dadas condiciones de uso y mantenimiento (mantenibilidad, ubicación, accesibilidad, procedimientos, recursos, etc.)

$$M(t) = 1 - \exp(-\mu \cdot t)$$

$$MRT = 1 / \mu$$

Disponibilidad

ISO 14224 Capacidad o probabilidad de **permanecer en un estado en el que se cumple con una función requerida**. Item funcionando en un instante dado (sin importar lo que ha ocurrido antes). Caracteriza una función que **puede ser interrumpida sin problema**.

$$A_{T,y} = \frac{8760 - t_C}{8760}$$

Intrínseca o
técnica (anual)

$$A_{o,y} = \frac{8760 - (t_C + t_P)}{8760}$$

Operacional
(anual)

IEEE 493 Capacidad de un ítem de realizar una función requerida en un **instante dado de tiempo**.

$$A_i = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

Intrínseca

$$A_o = MTBM / (MTBM + MDT)$$

Operacional

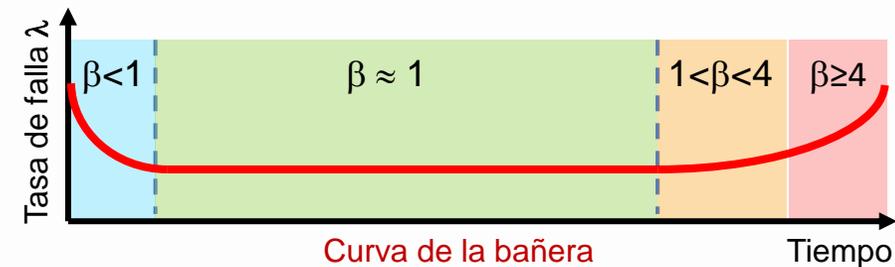
ISO 3977-9 Probabilidad de que un ítem sea **“usable” en un momento dado**, basado en la experiencia previa.

$$AF = 1 - \frac{FOH + POH}{PH} = \frac{AH}{PH}$$

Operacional

(ISO 14224 - Anexo C “Guide to interpretation and calculation of derived reliability and maintenance parameters”)

Función de riesgo $h(t)$ [tasa de fallas $\lambda(t)$]



Clasificación de causas comunes de falla (Par. C.1.11)

Categoría	β (Weibull)	Descripción / Causas	Acción
Mortalidad infantil	< 1	Usualmente inducidas por causas externas: mal diseño, defectos de manufactura, mal ensamblaje, errores de instalación / configuración, procedimiento de arranque incorrecto, etc.	QA/QC en fase de diseño, manufactura, ensamblaje, instalación y arranque
Fallas aleatorias	≈ 1	Usualmente inducidas por errores humanos, interferencia con objetos extraños o externos, cambios aleatorios en las condiciones operacionales (carga, stress, temperatura), etc.	Mantenimiento predictivo (PdM) y monitoreo de condición (CBM)
Fallas por desgaste temprano	$1 < \beta < 4$	Ocurren dentro del período de vida normal, por diseño, del elemento: fatiga de bajo ciclo, fallas en cojinetes y sellos, corrosión y erosión.	Mtto. preventivo (PM) de componentes críticos. Fecha para overhaul depende de β
Fallas por desgaste y envejecimiento	$\beta \geq 4$	Suelen ocurrir más allá del período de vida normal, según diseño. Mientras mayor sea β , menor será la variación de los tiempos para falla (TPF) y mejor la predictibilidad de la falla: corrosión por stress, erosión, degradación de los materiales, etc.	Mtto. preventivo (PM) de componentes afectados. Overhaul dependerá de β

Fuente: International Organization for Standardization ISO (2016).- ISO 14224 “Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment”

KPIs del RAM – definiciones

Disponibilidad

- Probabilidad
- De cumplir con la función **en cualquier momento**
- La función **puede ser interrumpida**

Confiabilidad

- Probabilidad
- De cumplir con la función **en un lapso de tiempo**
- La función **NO puede ser interrumpida**

Vamos de Montevideo a Colonia (2:30 horas de viaje). En el trayecto se pincha una llanta y demora 30 minutos su cambio. En el mes se realizan 100 viajes y ninguno de los viajes restantes presenta inconveniente.

Disponibilidad

1er viaje

= 2.5 hrs / 3.0 hrs viaje total
= 0.833 (83.3%)

1er mes

= 250 hrs / 250.5 hrs viaje total
= 0.998 (99.8%)

Confiabilidad

0

= 99 viajes / 100 viajes
= 0.99 (99 %)

¿Que se busca?



“Up & Down State” (Estados Binarios)

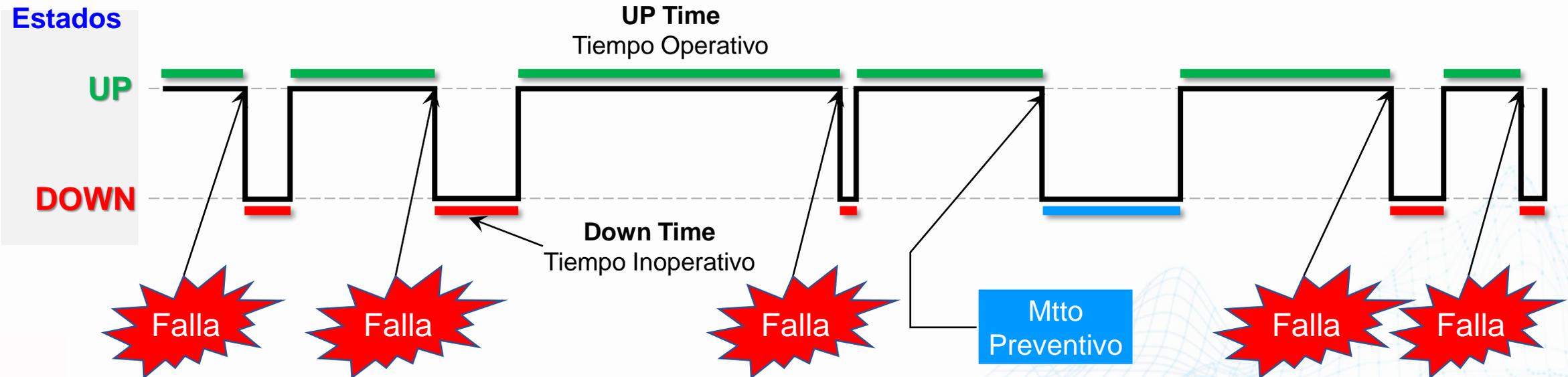
Aun cuando se han identificado y definido varios estados en los cuales se puede encontrar un activo, existen **dos estados** principales o básicos, a los cuales se les denomina “**estados binarios**” (Anexo B “States of an item”, Norma **BS EN 13306:2017**), a saber:

- **[6.4] Estado operativo (up state):** estado de un elemento que es **capaz de realizar una función requerida**, cuando los recursos externos, si son necesarios, están disponibles.
- **[6.6] Estado inoperativo (down state):** estado de un elemento que es **incapaz de realizar una función requerida**, debido a una **falla** o un **mantenimiento preventivo**.

Nota 1: Está relacionado con la indisponibilidad del item.

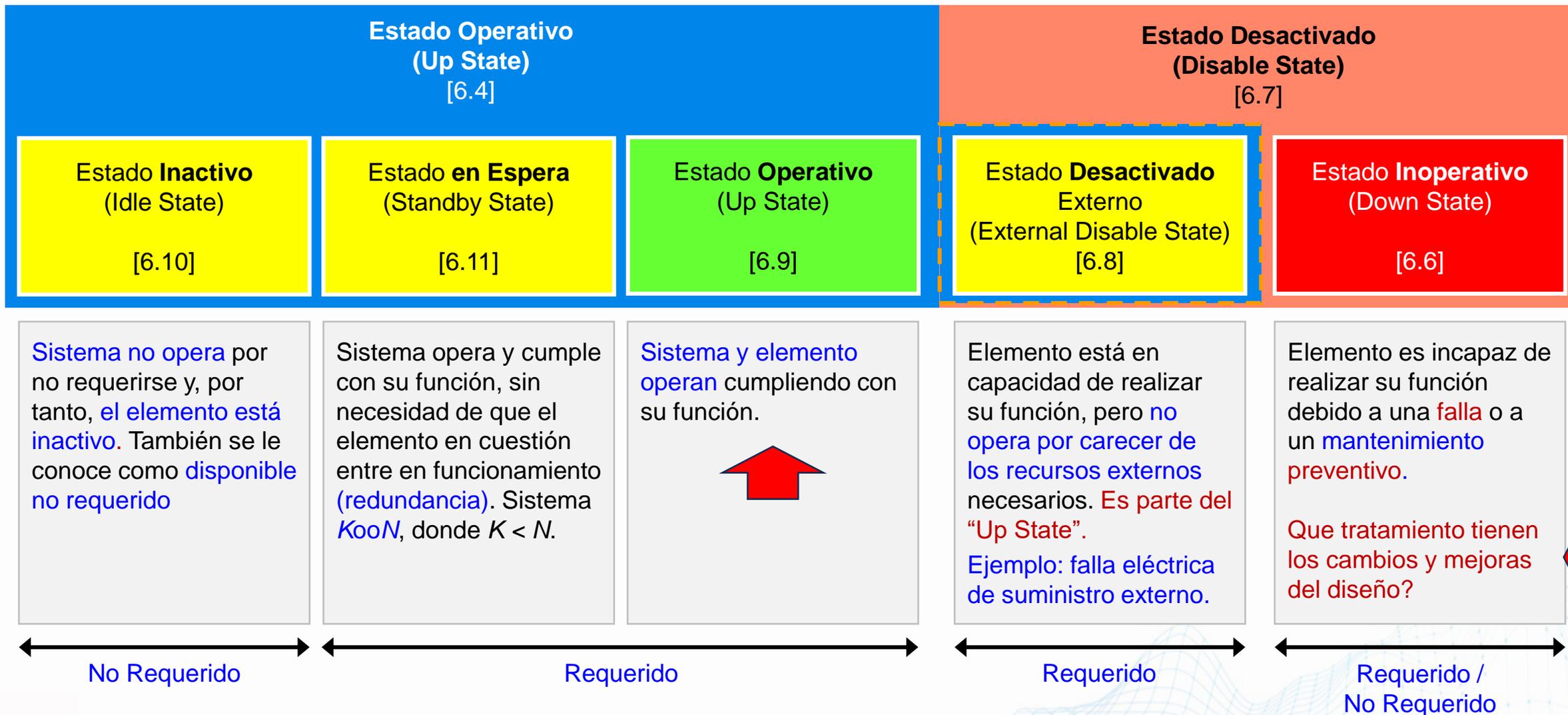
Nota 2: Conocido también como estado inhabilitado interno.

Fuente: BS EN 13306:2017 “Maintenance - Maintenance terminology”



Estados de un elemento

Adaptado de: Figura B.1 del Anexo B "States of an item", Estandar BS EN 13306:2017 "Maintenance - Maintenance terminology"



Tiempo de restitución del servicio vs. tiempo de reparación activo “wrench time”

El “tiempo de restitución” de la función o servicio (MTTR y MTTPM) es el resultante de la suma del “tiempo activo” (“wrench time”) de la reparación o mantenimiento, con los tiempos asociados a los preparativos logísticos y/o retrasos.

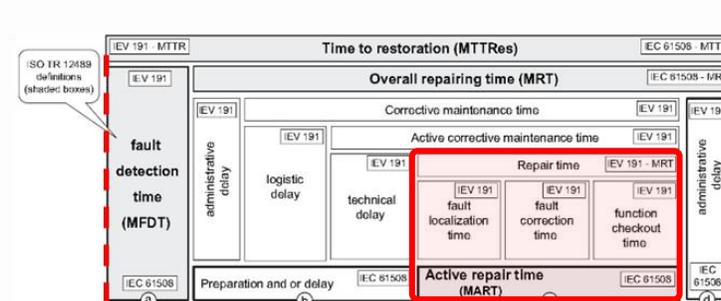
TPR (Tiempo Para Reparar)

TPPM (Tiempo Para Mantenimiento Preventivo)

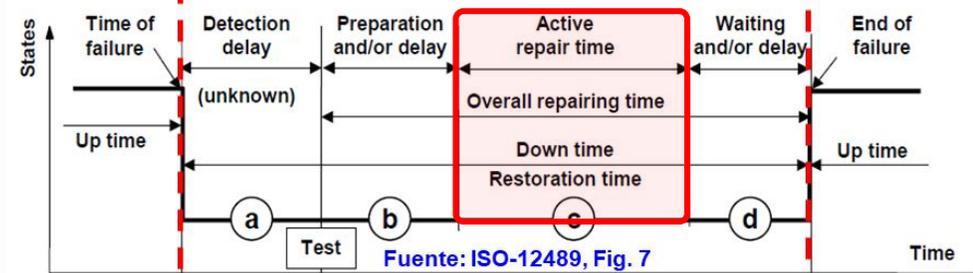
La existencia de estos tiempos, adicionales al “tiempo activo”, es reconocida por diferentes estándares internacionales, tal como se muestra en la Figura, tomados de normas ISO-12489 e ISO-14224.

ISO 12489 (2013) *Reliability modelling and calculation of safety systems.* International Organization for Standardization.

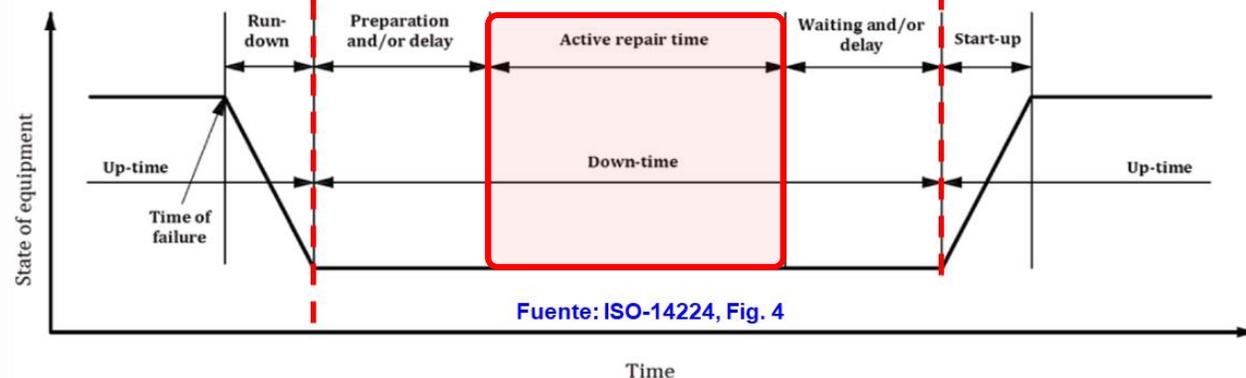
ISO-14224 (2016) *Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.* International Organization for Standardization.



Fuente: ISO-12489, Fig. 5



Fuente: ISO-12489, Fig. 7



Fuente: ISO-14224, Fig. 4

Tiempo activo de reparación “wrench time” – algunas cifras

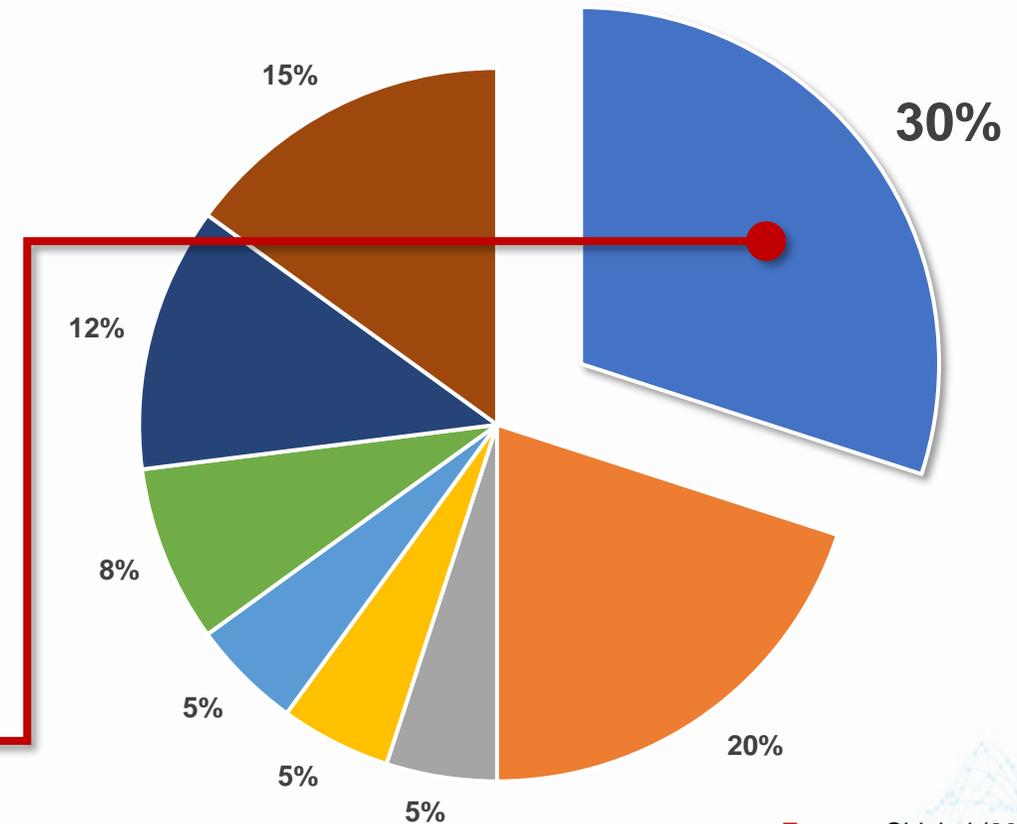
El “**tiempo activo o de llave**”, como usualmente se le conoce en la industria, se ubica en:

- El rango del **25% al 35%** para el **promedio** de las industrias [Shickel (2020), Palmer, R. (2006), Wireman (2015) y Gulati, R. (2013)]
- Valores **bajos extremos del 20%** [Wireman (2015)]
- Valores topes **clase mundial del 60%** [Gulati, R. (2013), Wireman (2015)],
- Palmer asegura que mantenerlo de manera continua en 60% es prácticamente imposible y que la banda del **50% al 55%** es más representativa para las empresas clase mundial.

30%

Tiempo activo de reparación
Tiempo total fuera de servicio

Distribución del tiempo fuera de servicio (%)



Fuente: Shickel (2020)

- Active Repair and Value Added Time
- Excessive Ppersonal Time
- Idle Time at Job Site
- Looking for Parts
- Other
- Late Starts and Early Leaves
- Coordination Delays
- Traveling

20°  URUMAN

3°  INGURU

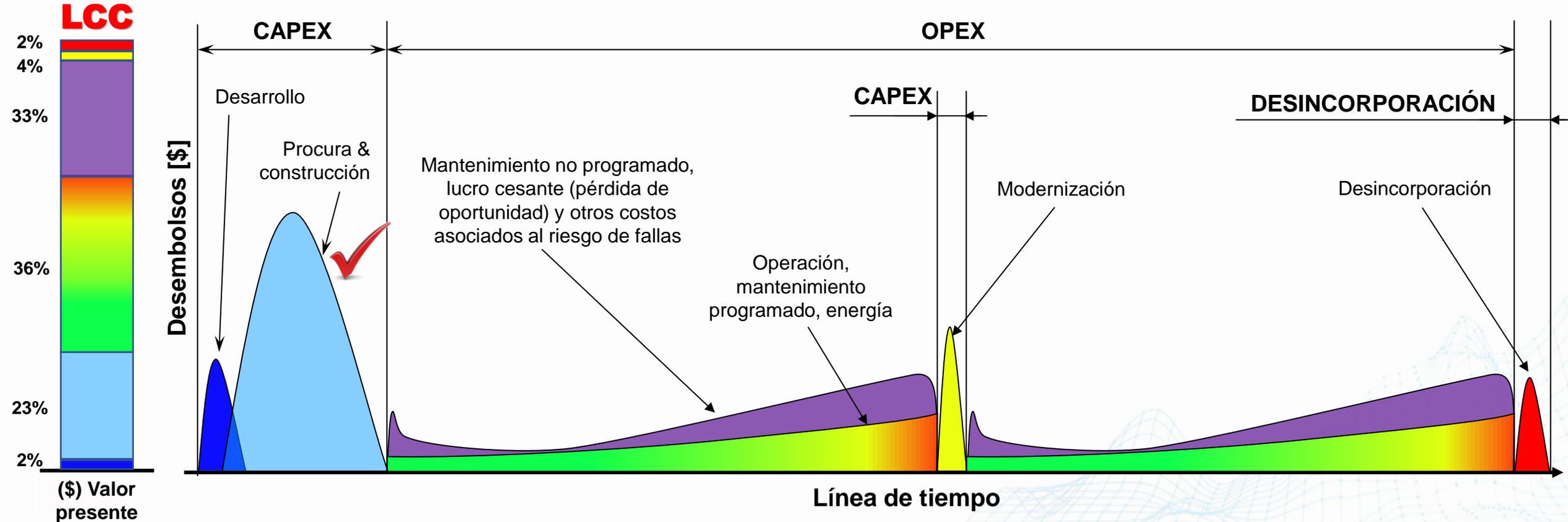
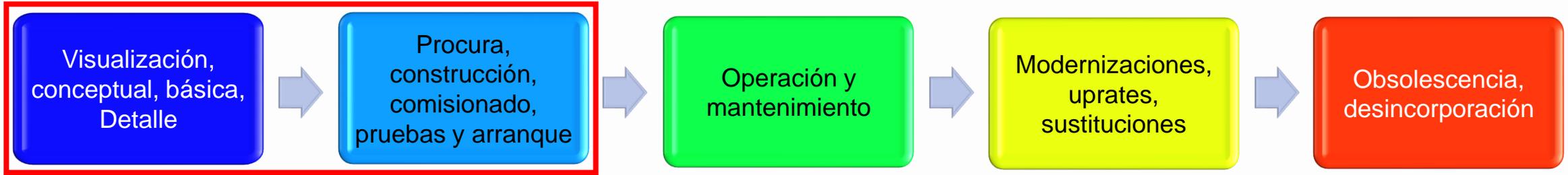
La Confiabilidad Desde el Diseño como Práctica de Incremento de Valor integrada a la
Gestión de Proyectos de nuevos activos

El ciclo de vida y las fases de los proyectos

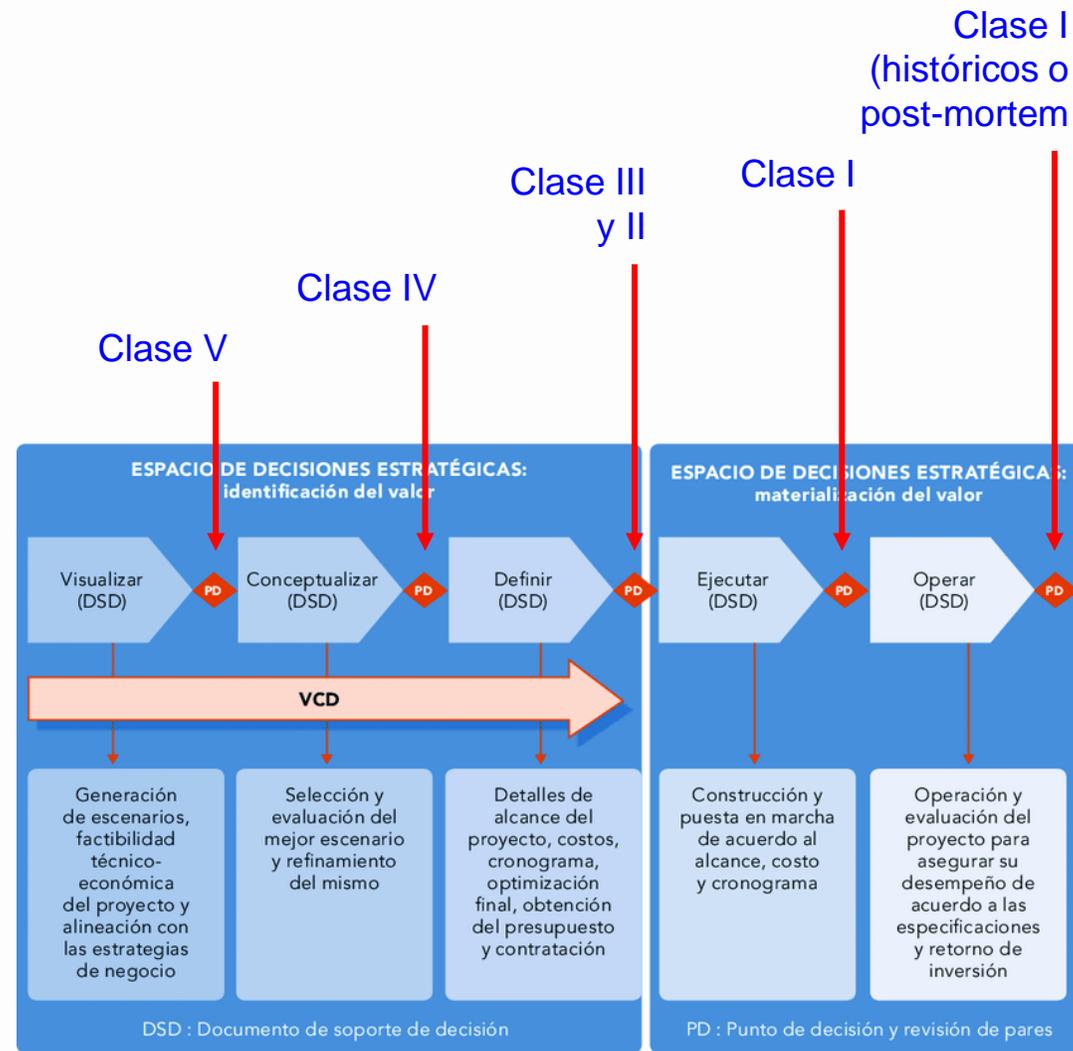
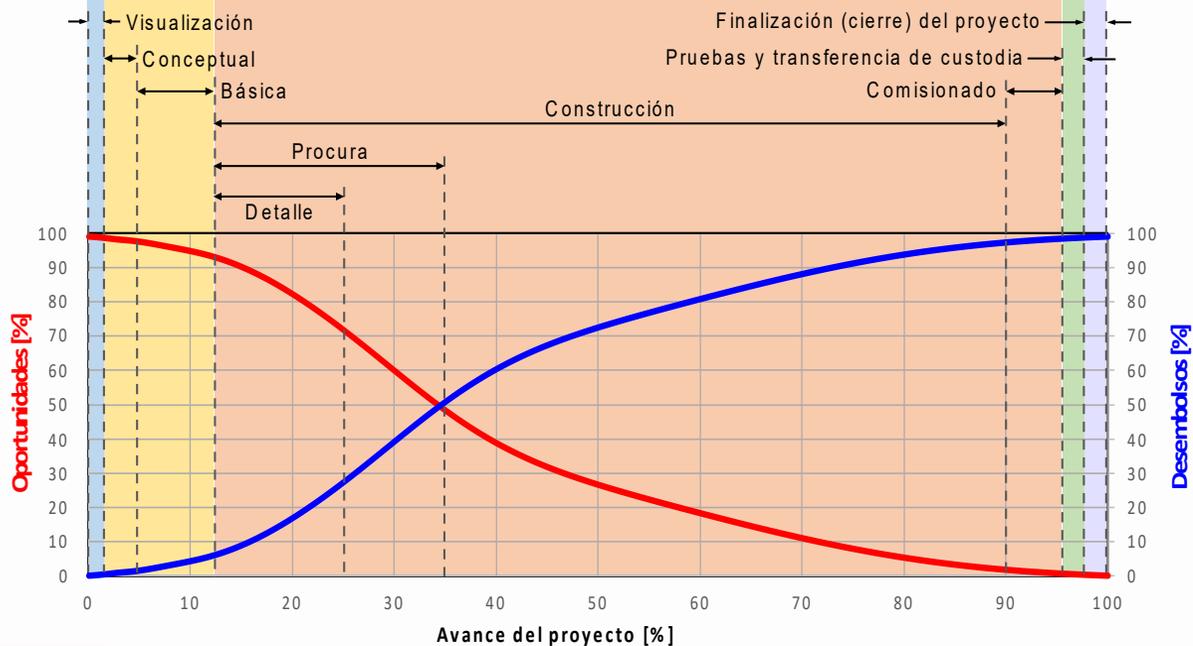
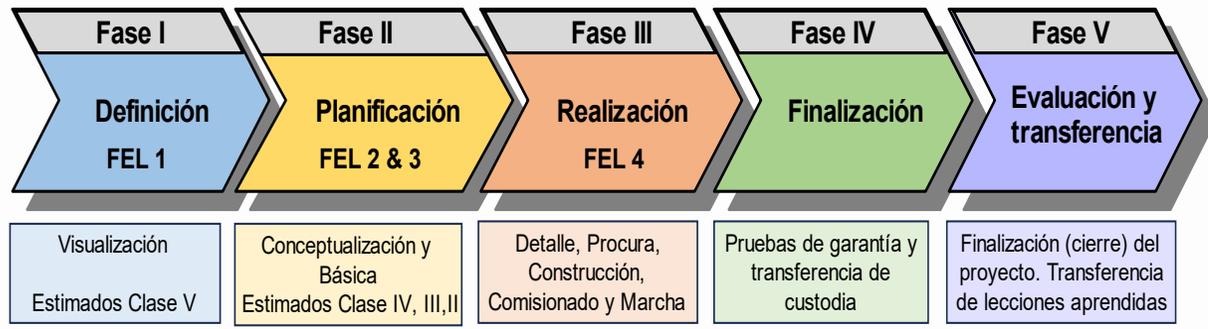
PREDICTIVA 

Conferencista:
Enrique J. González Henríquez

Ciclo de vida y las fases de un proyecto

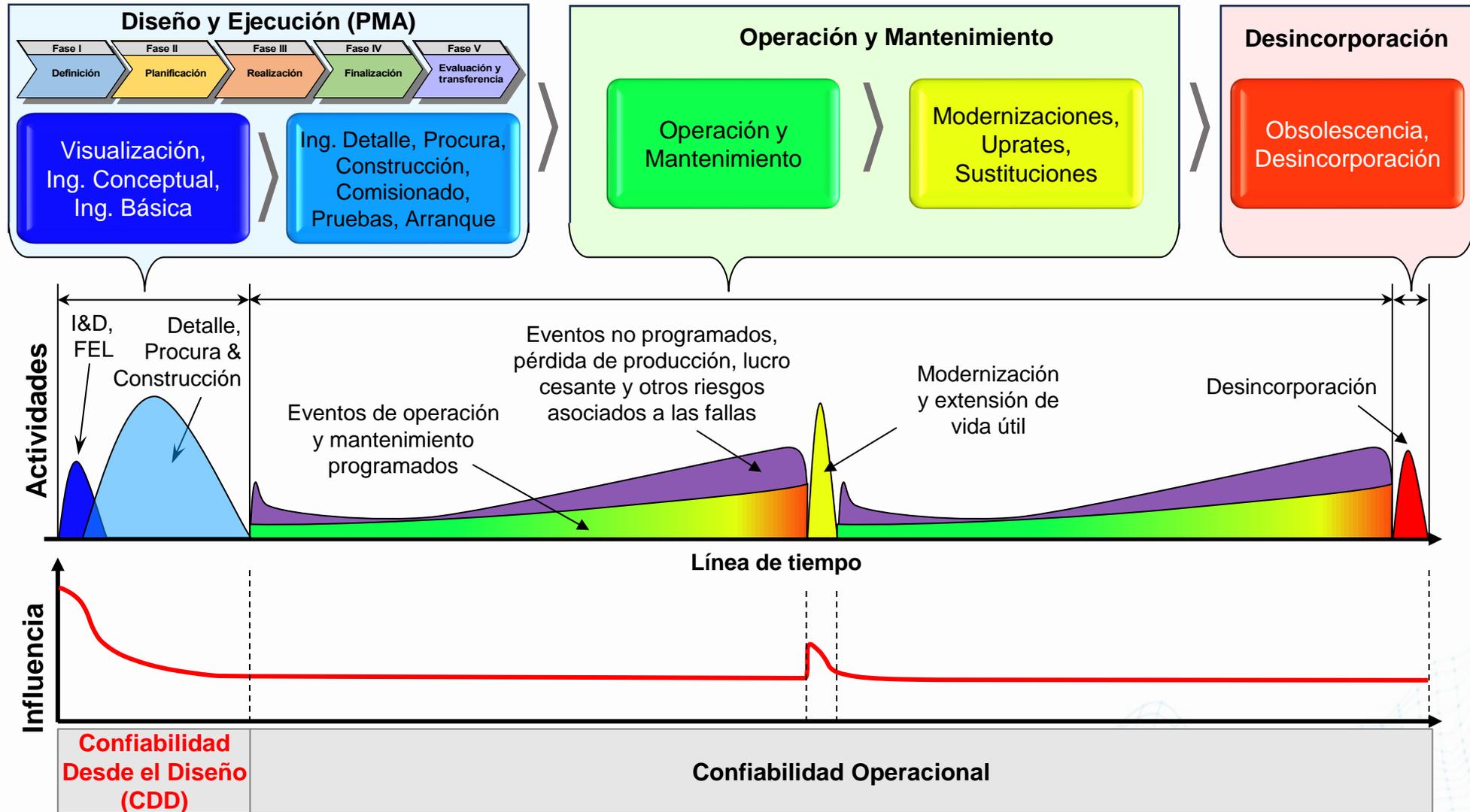


Ciclo de vida y las fases de un proyecto



Metodología del PMI. Fuente: PMBOK 5.ª edición, 2012, metodología de portones

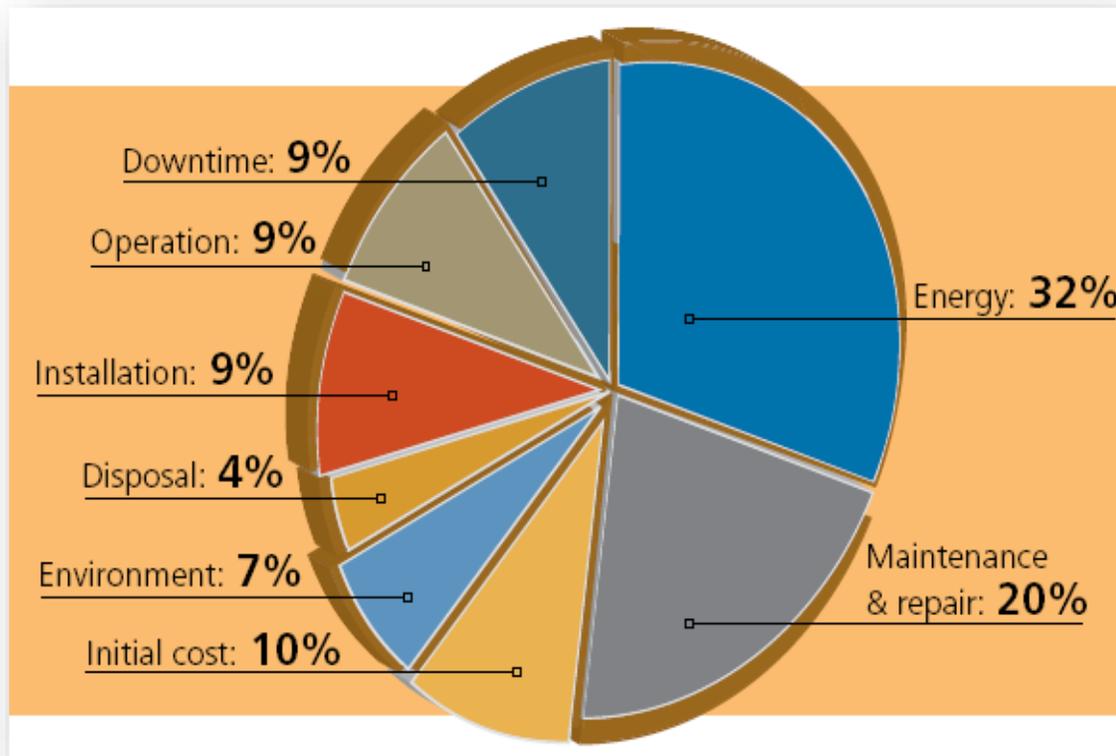
Ciclo de vida y las fases de un proyecto



Ciclo de vida y las fases de un proyecto

Costos en el Ciclo de Vida

Marcadores (benchmark) típicos de costos en bombas centrífugas (“Top 10 Global Chemical Manufacturer”, FY 2006)



Fuente Dabbs, Tom.- “Optimizing Total Cost of Ownership (TCO)”, ITT - Plant Performance Services Group. Fecha de consulta: 10/04/2022. Website:

https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/White%20Papers/Optimizing_Total_Cost_of_Ownership_final.pdf?ext=.pdf

- **Energía:** electricidad, combustibles, vapor, etc. **32 %**
- **Mantenimiento:** (repuestos, materiales, consumibles, equipos, talleres internos y externos, herramientas, personal, overhead, etc.). **20 %**
- **Inicial:** Procura de equipos principales (pueden ser desde **Ex-work** hasta **DDP (Incoterms)**). **10 %**
- **Instalación:** ingeniería, materiales, equipos menores y auxiliares (BOP), construcción, comisionado y pruebas. **9 %**
- **Operación:** personal, materiales, consumibles, equipos y administrativos operacionales (overhead). **9 %**
- **Indisponibilidad:** impacto en producción o ventas por paros programados y no programados. Conocido como lucro cesante o pérdidas de oportunidad. **9 %**
- **Ambiente:** adecuaciones, servicios o penalizaciones destinadas al cumplimiento de regulaciones ambientales (emisiones, ruidos, etc.) **7 %**
- **Desincorporación:** costos de desinstalación, menos valor de salvamento (de existir). Incluye, en algunos casos, los pasivos ambientales. **4 %**

20°  URUMAN

3°  INGURU

La Confiabilidad Desde el Diseño como Práctica de Incremento de Valor integrada a la
Gestión de Proyectos de nuevos activos

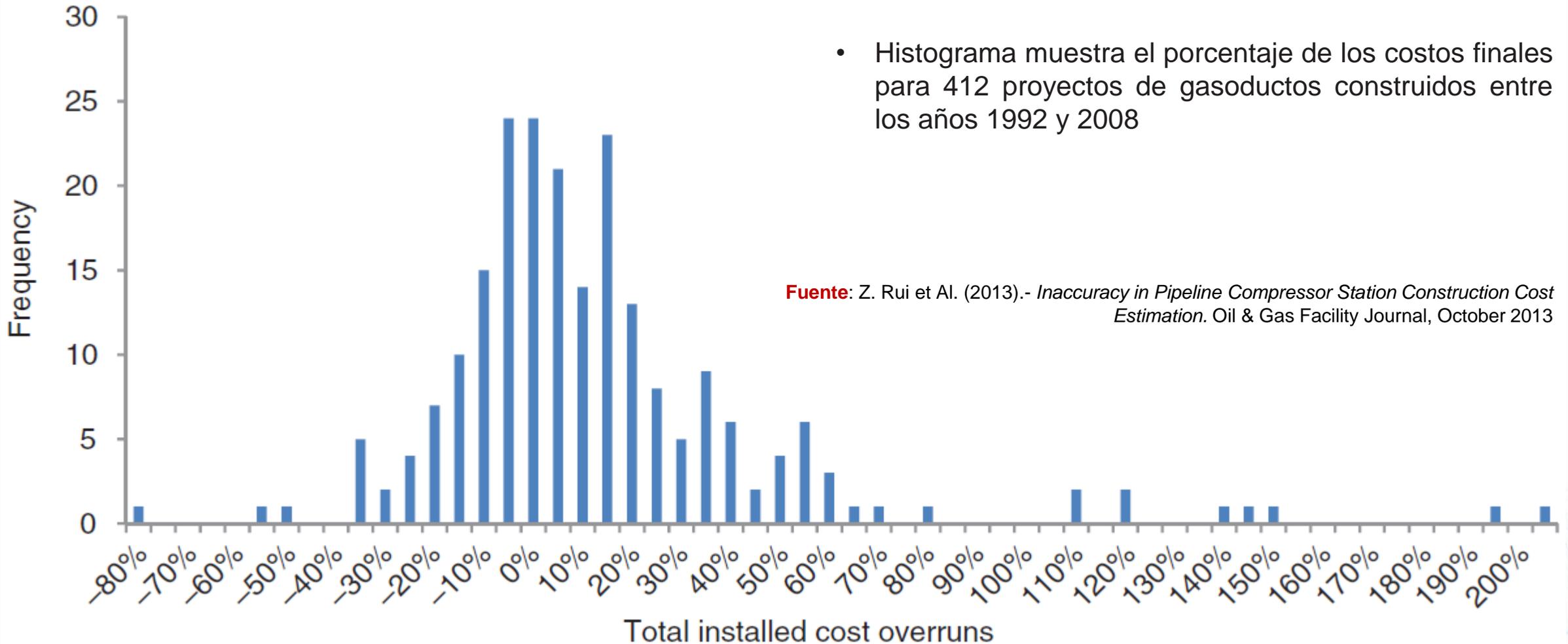
Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

PREDICTIVA 

Conferencista:
Enrique J. González Henríquez

Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

Sobrecosto en la ejecución de proyectos - **gasoductos**



Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

Sobrecosto en la ejecución de proyectos – **generación eléctrica**

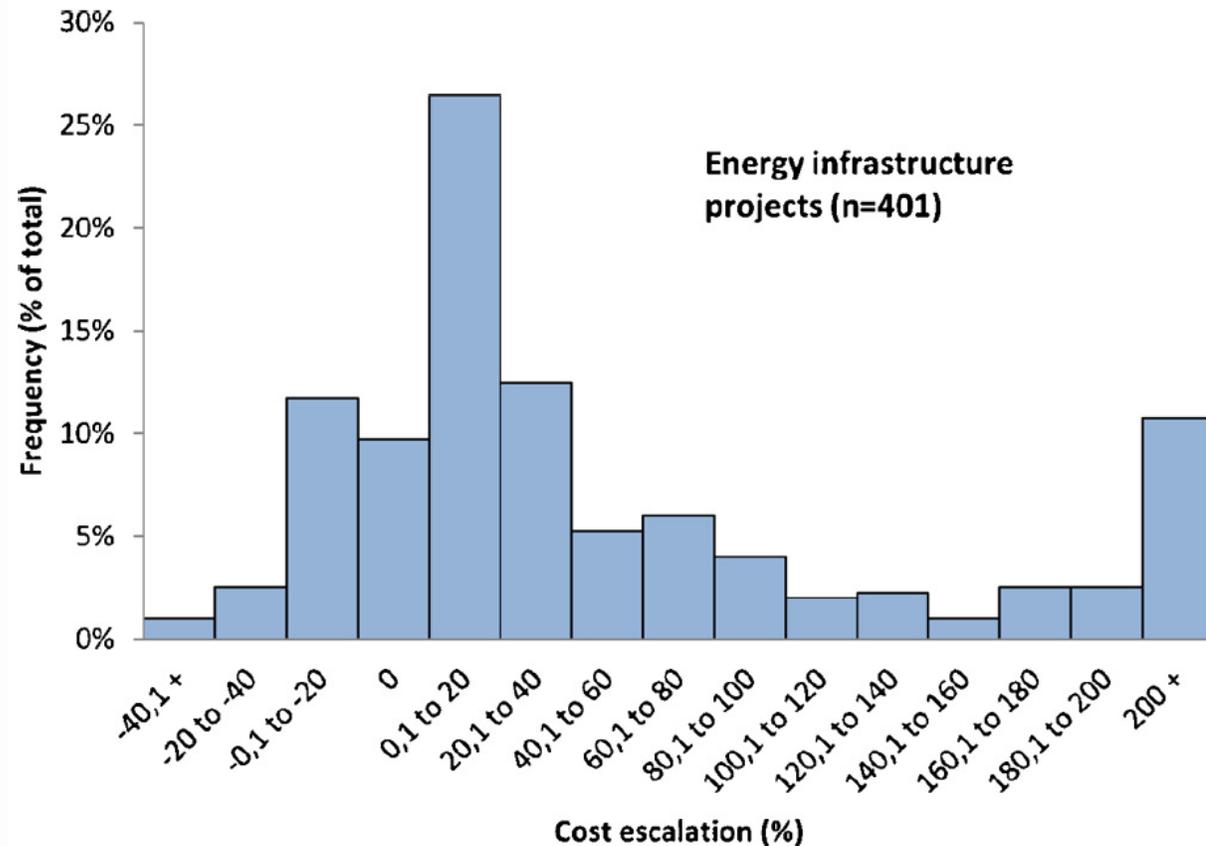


Fig. 1. Frequency and cost escalation of electricity infrastructure projects.

- 401 proyectos de electricidad construidos entre los años 1936 y 2014 en 57 países al rededor del mundo por un monto total de 820 mil millones de USD, para generar 325,000 MW con 8,500 km de líneas de transmisión.
- Estos proyectos acumularon un sobrecosto de \$388 mil millones.

Fuente: Sovacool, Benjamin et Al. (2014).- *An international comparative assessment of construction cost overruns for electricity infrastructure*. Energy Research & Social Science 3 (2014) 152–160

Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

Sobrecosto y extensión de tiempo en la ejecución de proyectos – India

Table 2: Summary Statistics: Delays and Cost Overruns in Infrastructure Projects (April 1992-March 2009)

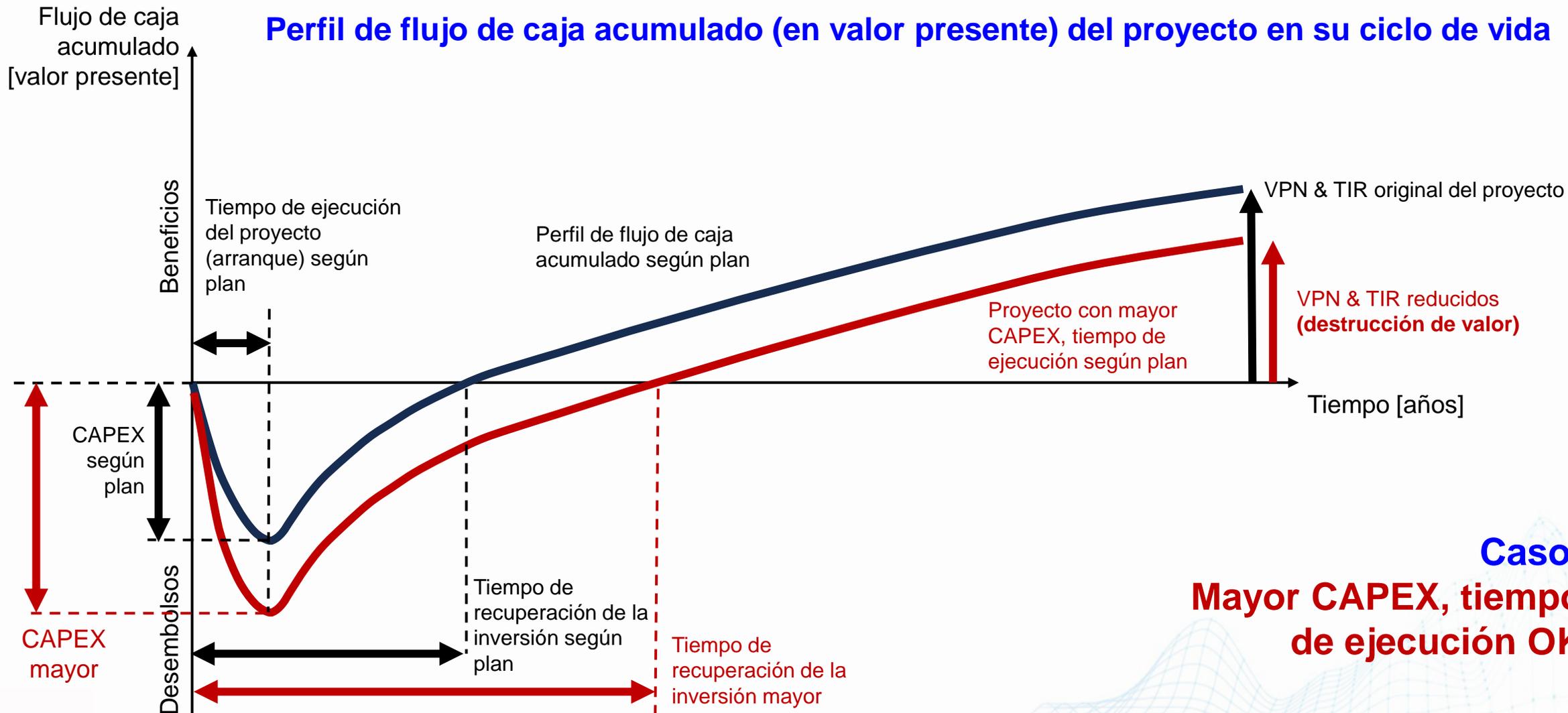
Sector	Number of Projects	% Cost Overrun			% Time Overrun			Projects with Cost but Not Time Overrun
		Mean	Std Dev	% of Projects with Positive Cost Overrun	Mean	Std Dev	% of Projects with Positive Time Overrun	
Atomic energy	12	15.05	113.12	25.00	301.02	570.48	91.67	8.33
Civil aviation	47	-2.27	40.52	42.55	68.52	58.15	91.49	0.00
Coal	95	-19.90	73.85	22.11	31.05	69.28	61.05	3.16
Fertilisers	16	-12.57	28.92	25.00	26.53	41.80	62.50	12.50
Finance	1	132.91	0	100.00	302.78	0	100.00	0.00
Health and family welfare	2	302.30	92.96	100.00	268.04	208.63	100.00	0.00
I & B	7	14.00	62.97	42.86	206.98	140.57	100.00	0.00
Mines	5	-33.16	20.65	0.00	42.44	36.23	80.00	0.00
Petrochemicals	3	-12.22	25.92	33.33	74.43	3.05	100.00	0.00
Petroleum	123	-16.10	28.96	20.33	37.57	49.60	79.67	2.44
Power	107	51.94	272.50	46.73	33.57	55.15	60.75	5.61
Railways	122	94.84	178.86	82.79	118.08	141.71	98.36	0.00
Road transport and highways	157	15.84	62.46	54.14	50.21	56.86	85.35	6.37
Shipping and ports	61	-1.35	84.35	31.15	118.64	276.79	95.08	1.64
Steel	43	-15.88	47.78	18.60	49.91	60.67	81.40	4.65
Telecommunication	69	-32.09	57.59	15.94	238.24	259.34	91.30	0.00
Urban development	24	12.31	50.27	41.67	66.44	44.58	100.00	0.00
Total	894	15.17	132.27	40.72	79.25	153.51	82.33	3.13

I&B stands for Information and Broadcasting.

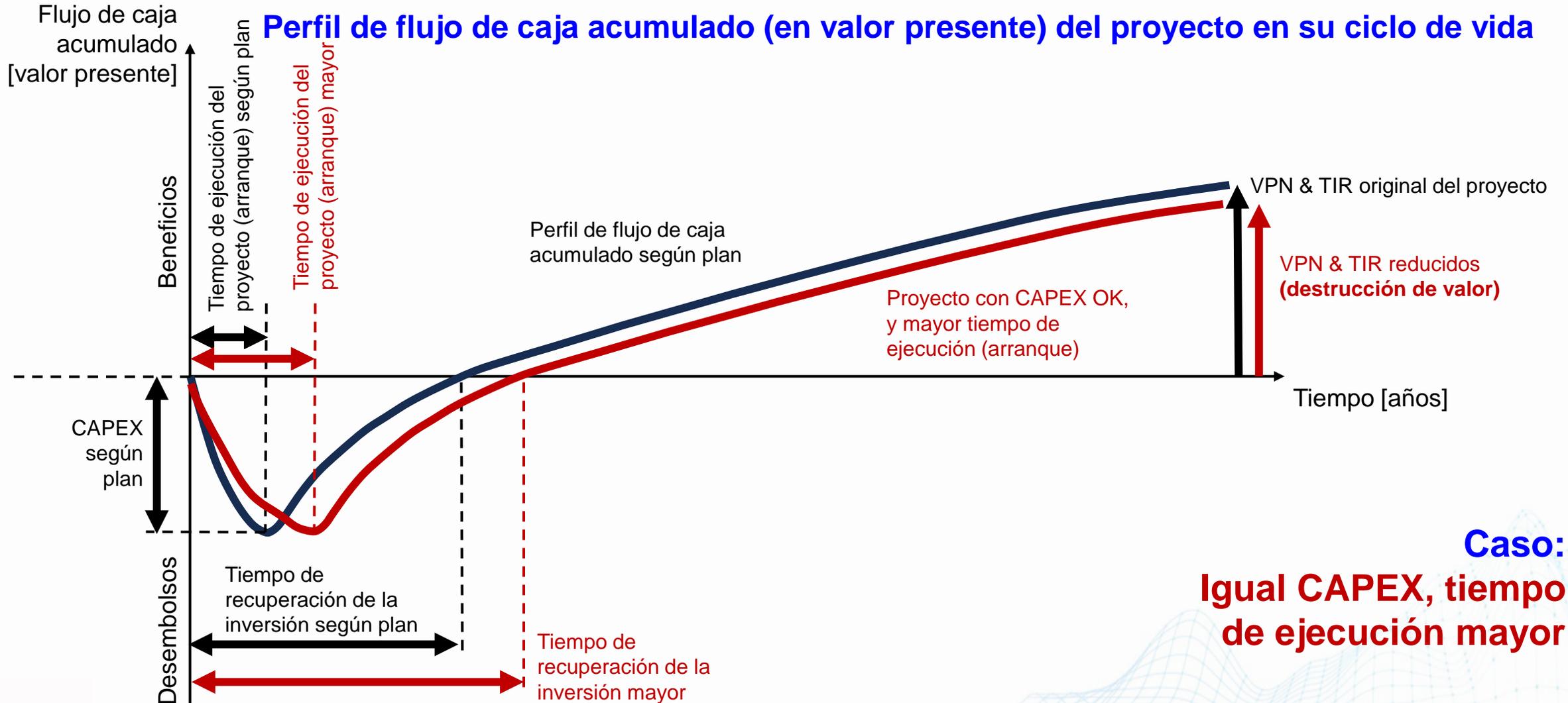
Source: Calculations based on MOSPI data.

Fuente: Ram Singh (2009).- *Delays and Cost Overruns in Infrastructure Projects - An Enquiry into Extents, Causes and Remedies*. Economic and Political Weekly · January 2009

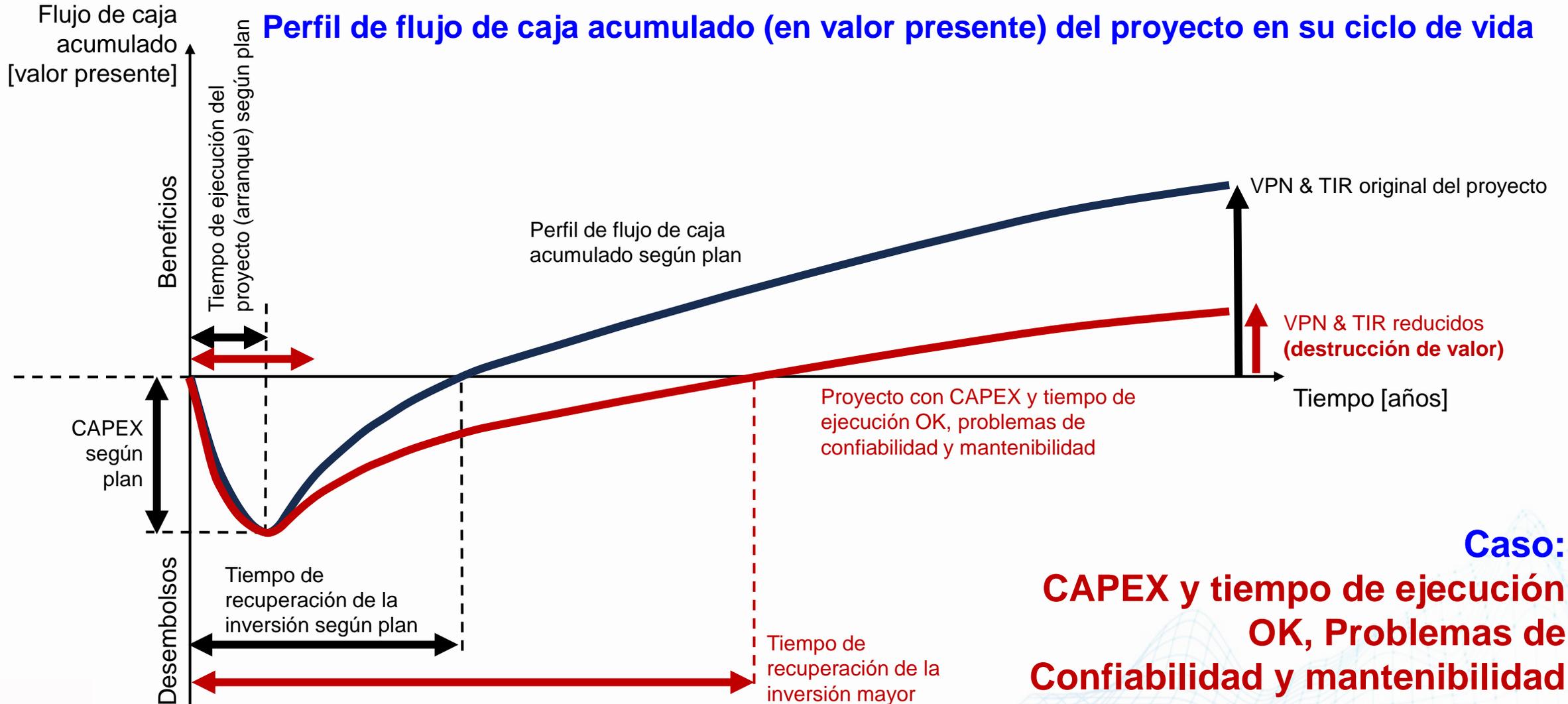
Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos



Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

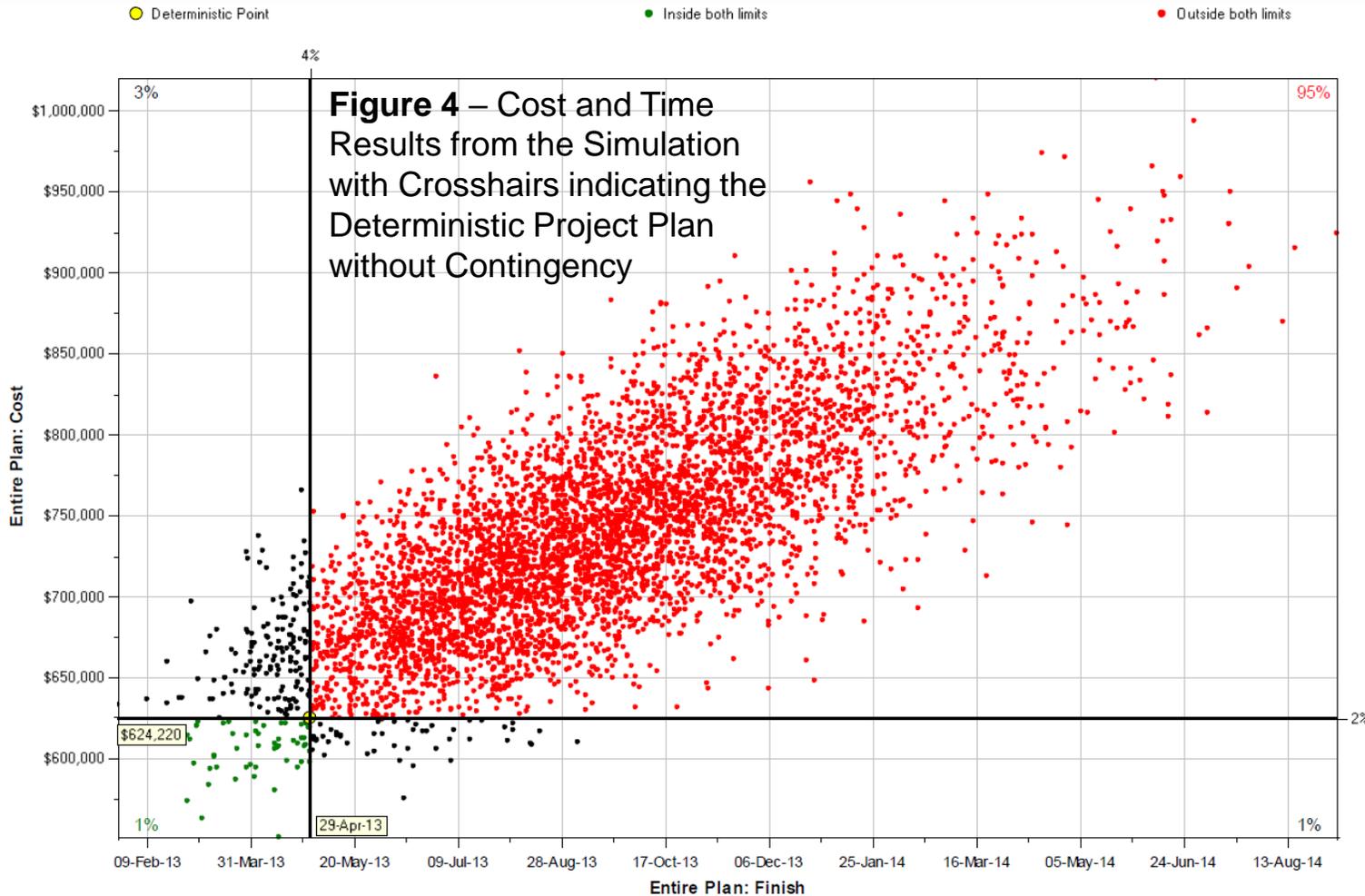


Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos



Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

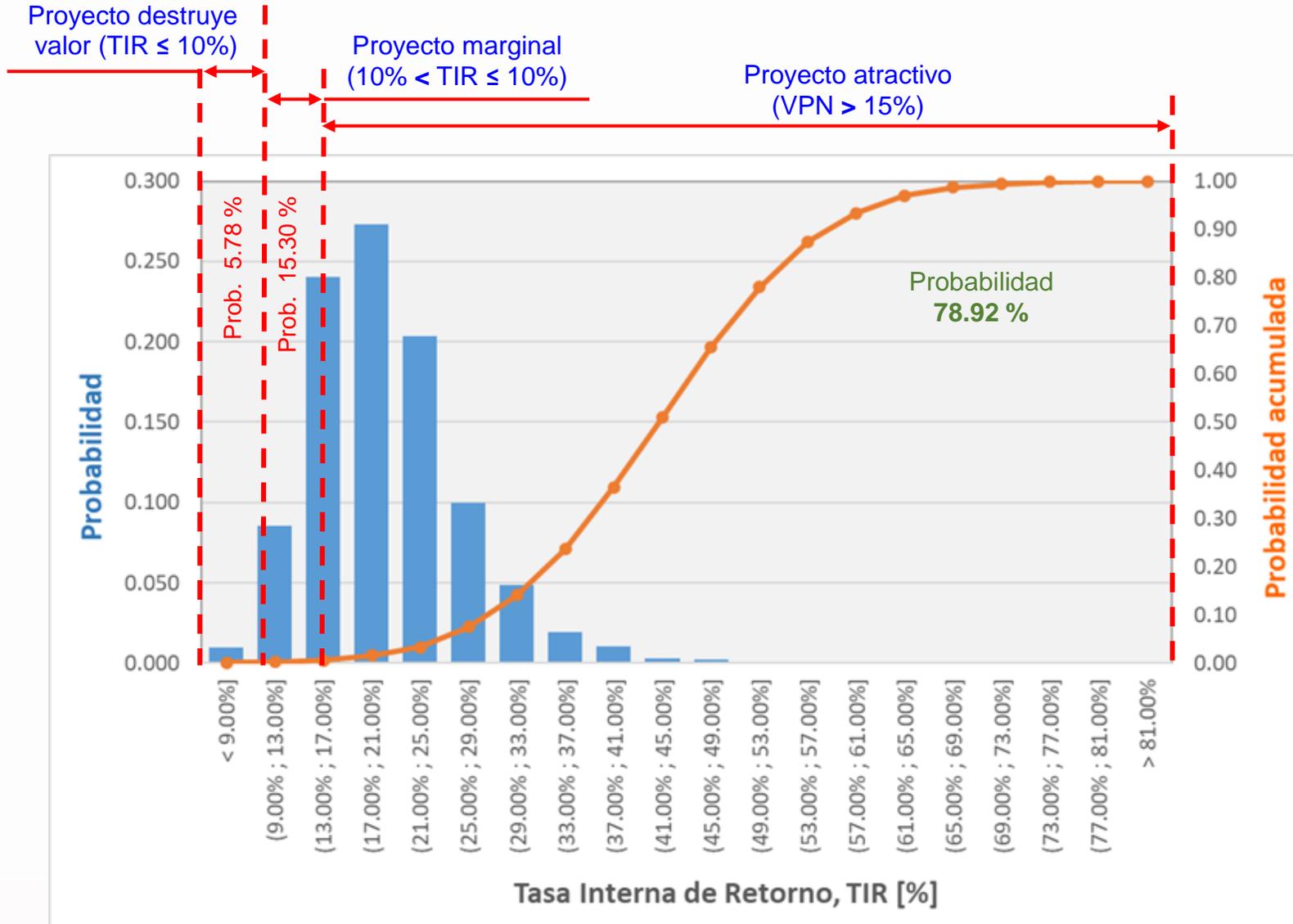
Sobrecosto y extensión de tiempo en la ejecución de proyectos – análisis de riesgo probabilístico



- La **intercepción** muestra el punto (determinístico) del tiempo (“29 April 2013”) y costo (“\$624.2 millones”) estimado del proyecto.
- El **cuadrante inferior izquierdo** indica que solo hay una **probabilidad del 1%** de que el proyecto se haga a un costo y tiempo menor o igual al estimado.
- El **cuadrante superior derecho**, por su parte, indica que hay un **95% de probabilidad** de que el proyecto termine en costo y tiempo por encima de lo originalmente estimado, si no se hace un control estricto del Proyecto.
- La **NASA requiere un nivel de confianza combinado del 70%**, es decir, el punto en el cual hay 70% de probabilidad de que se cumpla el proyecto en tiempo y costo.

Fuente: Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE) *RP 57R-09 Integrated cost and schedule risk analysis using monte carlo simulation of a CPM model* (2011)

Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos



TIR

Probabilidad de TIR menor a la tasa descuento (10%)

$$= \text{DISTR.NORM.N}(0.10, \text{Media}, \text{Desv Est}, 1)$$

$$= 0.0578$$

Probabilidad de TIR mayor a la tasa descuento (10%), pero menor a 15%

$$= \text{DISTR.NORM.N}(0.15, \text{Media}, \text{Desv Est}, 1)$$

$$- \text{DISTR.NORM.N}(0.10, \text{Media}, \text{Desv Est}, 1)$$

$$= 0.1530$$

Probabilidad de TIR mayor a 15%

$$= 1 - \text{DISTR.NORM.N}(0.15, \text{Media}, \text{Desv Est}, 1)$$

$$= 0.7892$$

Sobrecosto y extensión de tiempo en la ejecución de proyectos – causas relevantes

Table 2. Top 10 ranked causes of **time overrun** in UAE.

Rank	Causes	Score
Rank 1	Design variation from client and consultant	4.66
Rank 2	Unrealistic schedules and completion dates projected by clients	4.57
Rank 3	Delay in obtaining government permits and approvals	4.55
Rank 4	Inaccurate time estimation by the consultants Change orders from clients	4.51
Rank 5	Poor selection of contractors and suppliers by the client/poor procurement strategy	4.49
Rank 6	Delay in getting approval from consultant for variations Incomplete drawings and details provided by consultant	4.47
Rank 7	Poor planning and scheduling by consultants	4.34
Rank 8	Delay in client decision making process	4.32
Rank 9	Delayed payment to contractors	4.30
Rank 10	Prolonged procedures of inspections by consultants	4.23

Table 4. Top 10 ranked causes of **cost overrun** in the UAE.

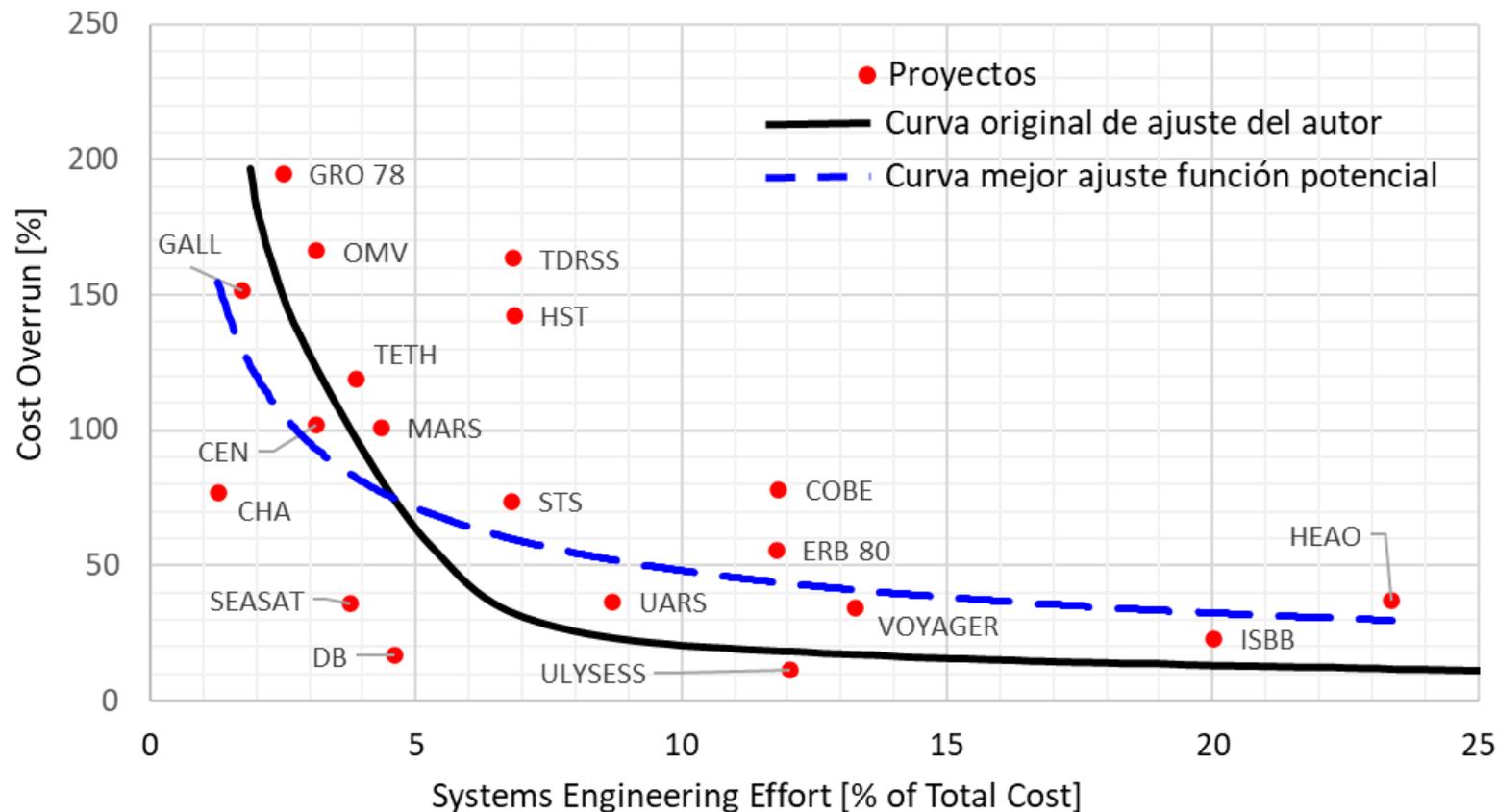
Rank	Causes	Score
Rank 1	Design variation from client and consultant	4.72
Rank 2	Poor cost estimation of the project	4.58
Rank 3	Delay in client's decision-making process	4.43
Rank 4	Financial constraints of client	4.42
Rank 5	Inappropriate procurement method	4.28
Rank 6	Lack of risk management during the execution phase of the project	4.23
Rank 7	Poor initial planning	4.11
Rank 8	Lack of client's experience	4.08
Rank 9	Lack of flexibility in design	3.94
Rank 10	Inefficient contractor performance Lack of understanding the contract conditions by the project participants.	3.91

Fuente: Reshma Mary Johnson & Robin Itty Ipe Babu (2018).- *Time and cost overruns in the UAE construction industry: a critical analysis*. International Journal of Construction Management, DOI: 10.1080/15623599.2018.1484864

Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos

Relación con la definición y esfuerzo del proyecto en su fase de ingeniería

De aquí nacen las “Prácticas de Incremento de Valor”

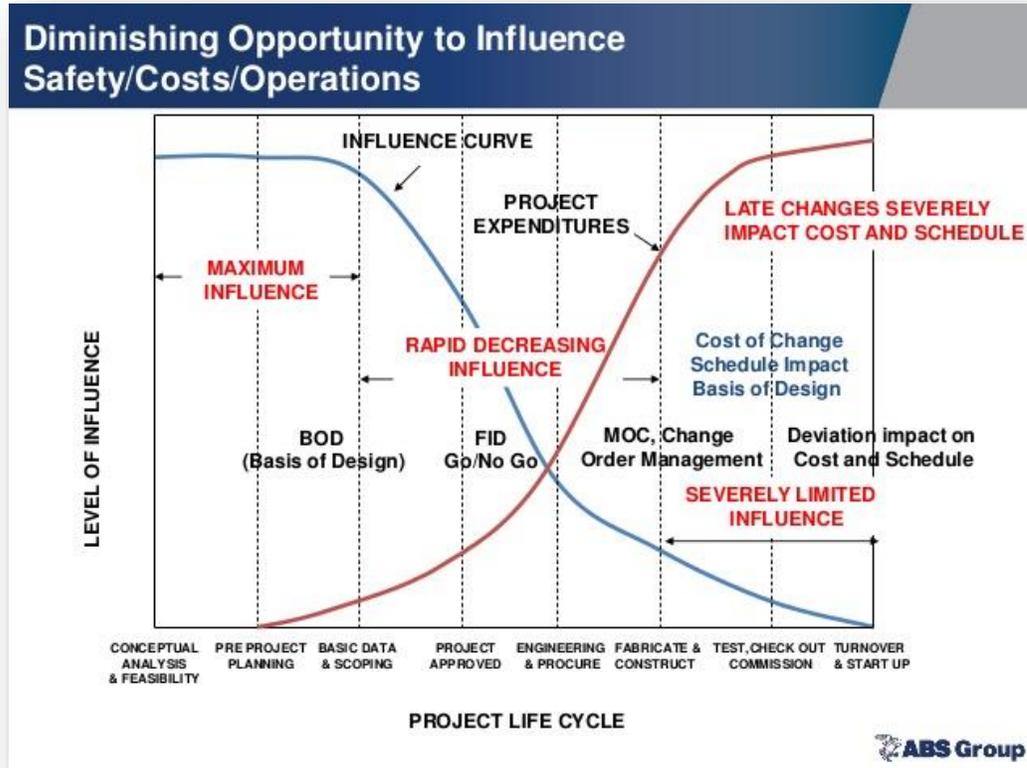


Proyecto	Effort [%]	Cost Overrun
GRO 78	2.5	194.7
OMV	3.1	166.1
GALL	1.7	151.6
TDRSS	6.8	163.4
HST	6.9	142.4
TETH	3.9	118.8
MARS	4.3	101.2
CEN	3.1	102.0
CHA	1.3	76.8
STS	6.8	73.6
COBE	11.8	78.0
ERB 80	11.8	55.7
UARS	8.7	36.8
VOYAGER	13.3	34.7
SEASAT	3.8	36.2
DB	4.6	16.8
ULYSESS	12.1	11.8
ISBB	20.0	23.1
HEAO	23.4	37.2

Fuente: Moody, J.A., Chapman, W.L., Van Voorhees, F.D., and Bahill, A. T. (1997). *Metrics and Case Studies for Evaluating Engineering Designs*. New York, Prentice Hall, 259 pp. ISBN: 0137398719 / 9780137398713.

Tal como se menciona en: Devon, Richard & Jablow, Kathryn. (2015). Teaching Front End Engineering Design (FEED). Fall 2010 Mid-Atlantic ASEE Conference, October 15-16, 2020, Villanova University.

Impacto de la desviación de costos y tiempos en la rentabilidad de proyectos



Fuente: S. Arendt.- Project success assurance for major CAPEX, best practices and lessons learned. ABS Group.

Fuente: Managin the development of building projects for better results. Project Management Wisdom (MAX's) (<http://www.maxwideman.com/papers/managing/stages.htm>)

20°  URUMAN

3°  INGURU

La Confiabilidad Desde el Diseño como Práctica de Incremento de Valor integrada a la
Gestión de Proyectos de nuevos activos

Prácticas de Incremento de Valor en Proyectos

PREDICTIVA 

Conferencista:
Enrique J. González Henríquez

Las doce (12) mejores prácticas de incremento de valor en proyectos

Las Prácticas de Incremento de Valor (VIPs) son un conjunto de **mejores prácticas** que fueron introducidas a principios de la **década de 1990** por **Independent Project Analysis (IPA)**, como resultado de su extensa investigación relacionada con la mejora del rendimiento de proyectos de capital.

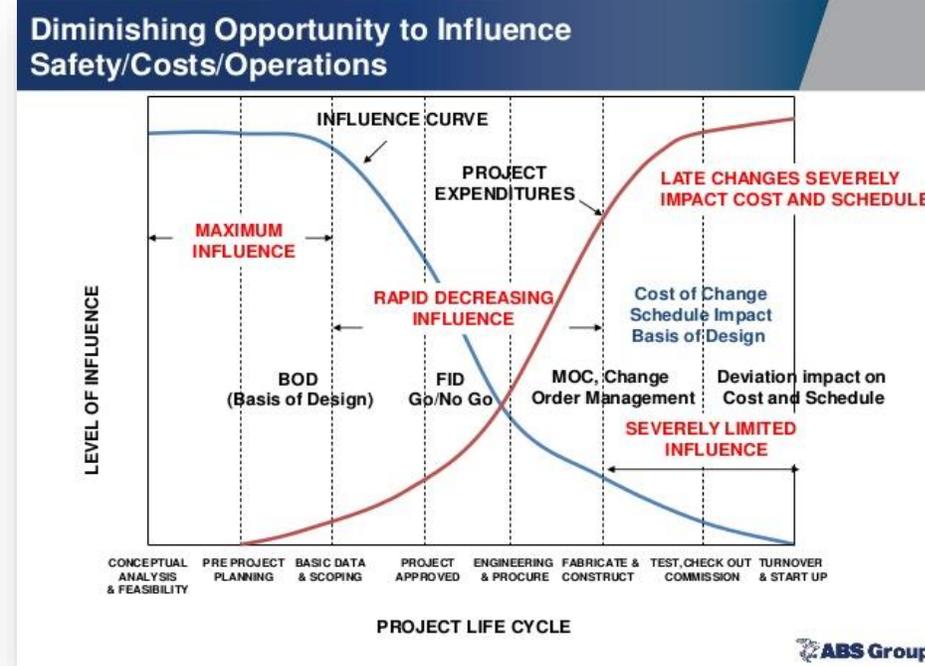
Las mismas han sido **ampliamente adoptadas**, particularmente en **proyectos de capital a gran escala** en las industrias del petróleo y gas, productos químicos y desarrollo de infraestructura.

Han sido diseñadas para **optimizar los resultados de los proyectos, enfocándose en mejorar costos, cronogramas** y otros indicadores de rendimiento.

El momento óptimo para implementar estas prácticas es **durante la fase de Front-End Loading (FEL)** del desarrollo del proyecto, antes de la financiación completa.

Su aplicación temprana ha demostrado su alta influencia en la optimización del proyecto, minimizando los costos (de ejecución y en el ciclo de vida) riesgos y maximizando los retornos.

Mientras más temprano, más valor agregado!



Las doce (12) mejores prácticas de incremento de valor en proyectos

Aunque la lista específica ha evolucionado, las siguientes son las VIPs comúnmente reconocidas:

- ✓ 1. **Selección de tecnología:** asegurar que se elija la mejor tecnología para las necesidades del proyecto, sobre todo cuando hay varias tecnologías disponibles, nuevas tecnologías, o tecnologías con riesgo asociado. [RAM+LCC]
2. **Minimización de residuos:** reducir el desperdicio y los elementos innecesarios del proyecto con impacto ambiental, o con relación “desecho/producto” alta.
- ✓ 3. **Ingeniería de valor:** revisar y optimizar el diseño, proceso, construcción y costos, sobre todo en proyectos de muy alta inversión o con rentabilidad “al margen”. [RAM+LCC]
- ✓ 4. **Diseño para capacidad:** asegurar que el diseño de la planta coincida con las necesidades operacionales proyectadas. Toma relevancia cuando el costo de equipos es predominante y la capacidad adicional (expansión) es crítica o compromete la rentabilidad del proyecto. [RAM+LCC]
- ✓ 5. **Modelamiento de confiabilidad:** mejorar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) de los sistemas. Toma más relevancia cuando el impacto por la indisponibilidad programada y no programada de los activos (lucro cesante) es comparable o mayor a la inversión, cuando la rentabilidad del proyecto es “al margen” o cuando las restricciones de seguridad y ambientales no permiten el desecho de materia prima. Un caso típico es la restricción de quema de gas en sistemas de gasoductos con estaciones de compresión. [RAM]

Las doce (12) mejores prácticas de incremento de valor en proyectos

- ✓ 6. **Mantenimiento centrado en riesgo y confiabilidad:** definir de manera oportuna las prácticas, actividades, el plan y los recursos (personal, equipos, repuestos, herramientas, consumibles, etc.) que están destinados a eliminar, prevenir, controlar o predecir los modos, mecanismos y causa de falla críticos, antes de que la custodia del activo sea transferida de la gerencia de proyectos a la de producción/operaciones. Incluye la carga de datos al sistema CMMS corporativo (SAP, por ejemplo). [AC + MCC + IBR + BOMs/NOR + OCR + IOW + Manuales, cursos, CMMS]
7. **Optimización de energía (eficiencia energética):** maximizar la eficiencia energética en el diseño del proyecto cuando el proceso productivo es un consumidor significativo de energía. Considera diseños, tecnologías o energías alternas que pueden reducir el consumo y las emisiones. En proyectos de activos intensivos en consumo energético (maquinaria rotativa, por ejemplo), el consumo energético típico es el componente predominante y suele estar entre 2 o 3 veces el costo de la inversión o el de O&M, descontado a valor presente, con casos extremos de hasta 4 o incluso 5 veces.
8. **Revisión del proceso de construcción (análisis de constructibilidad):** garantizar que los diseños sean factibles y modulares para la construcción, sobre todo cuando los “layouts” sean complejos o congestionados. Requiere arreglos especiales para el ingreso y extracción de equipos y personal, poniendo especial atención en la seguridad durante la construcción. El uso de **Maquetas 3D** es de gran ayuda.
9. **Simplificación de proceso:** reducir la complejidad en el diseño y la operación, cuando son procesos complejos o cuando los costos de los equipos son significativos comparados con los costos de instalación.

Las doce (12) mejores prácticas de incremento de valor en proyectos

10. **Clase de calidad del proyecto:** cuando la capacidad de la planta, la calidad del producto y la calidad de la materia prima es flexible, su adaptabilidad, tiempo de vida y su futura expansión, son criterios determinantes.
11. **Optimización de estándares y especificaciones:** los códigos y estándares del propietario (usuario final) no son obligatorios y hay posibilidad de seleccionar códigos, normas o estándares nacionales o internacionales.
12. **Planificación para la puesta en marcha:** asegurar que la transición hacia el estado operativo se realice de manera eficiente y sin retrasos, a fin de que la inversión comience a generar los ingresos en la fecha y con la rentabilidad previstas.

Por su naturaleza, varios de estas prácticas pueden ejecutarse de manera combinada.

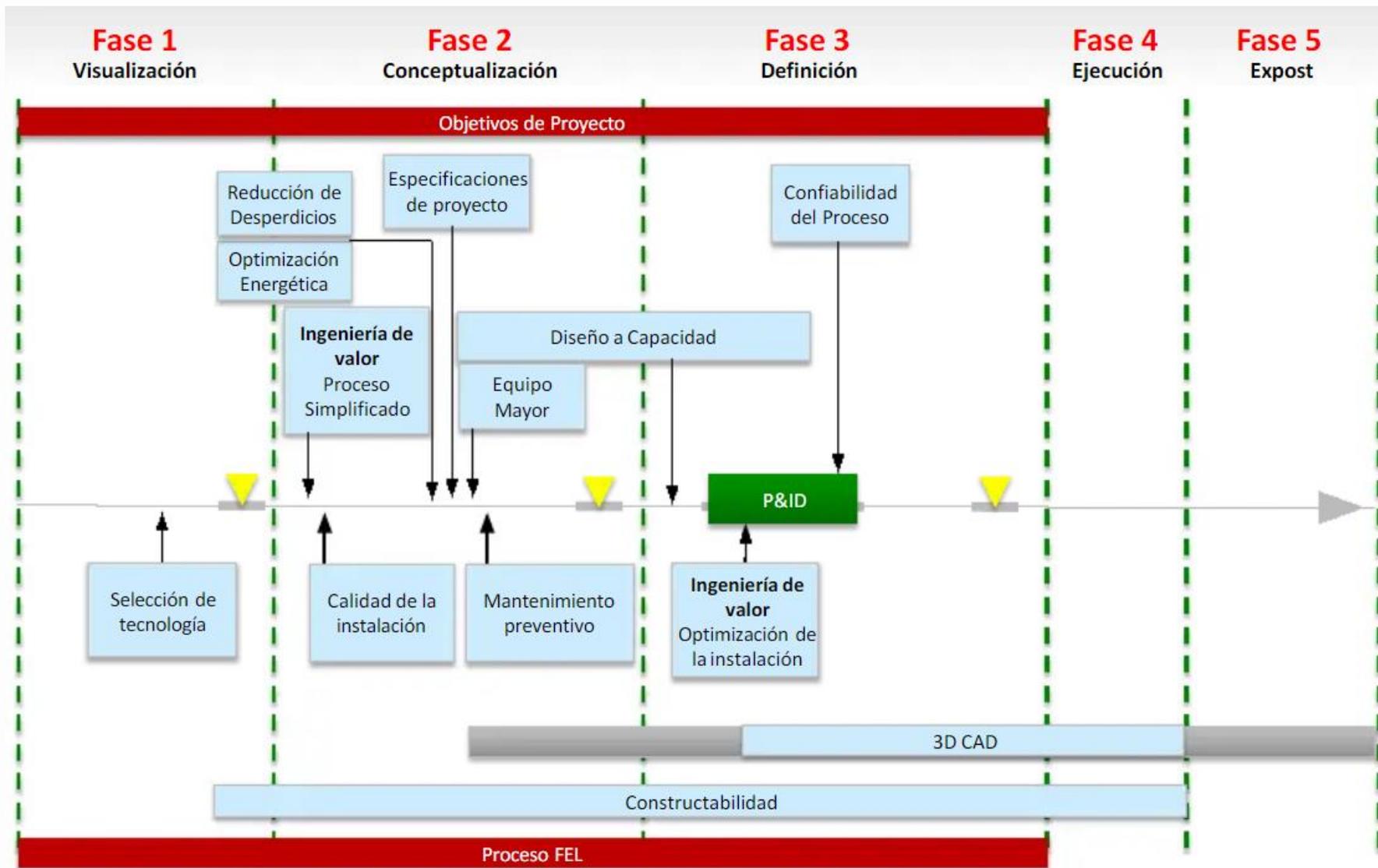
La selección de las PIVs aplicables y el cronograma o planificación para su ejecución se establecen durante la fase del FEL 2, y actualizan en el FEL 3.

Adicional ...



13. **Análisis de mantenibilidad con maqueta 3D:** asegurar que el tiempo total de parada para intervenir un activo, así como su accesibilidad (inspecciones y pruebas en funcionamiento) son las óptimas por diseño. Se ejecuta con el 30% de avance de la ingeniería de detalle (FEL 3), y se repite nuevamente con 60-70% de avance.

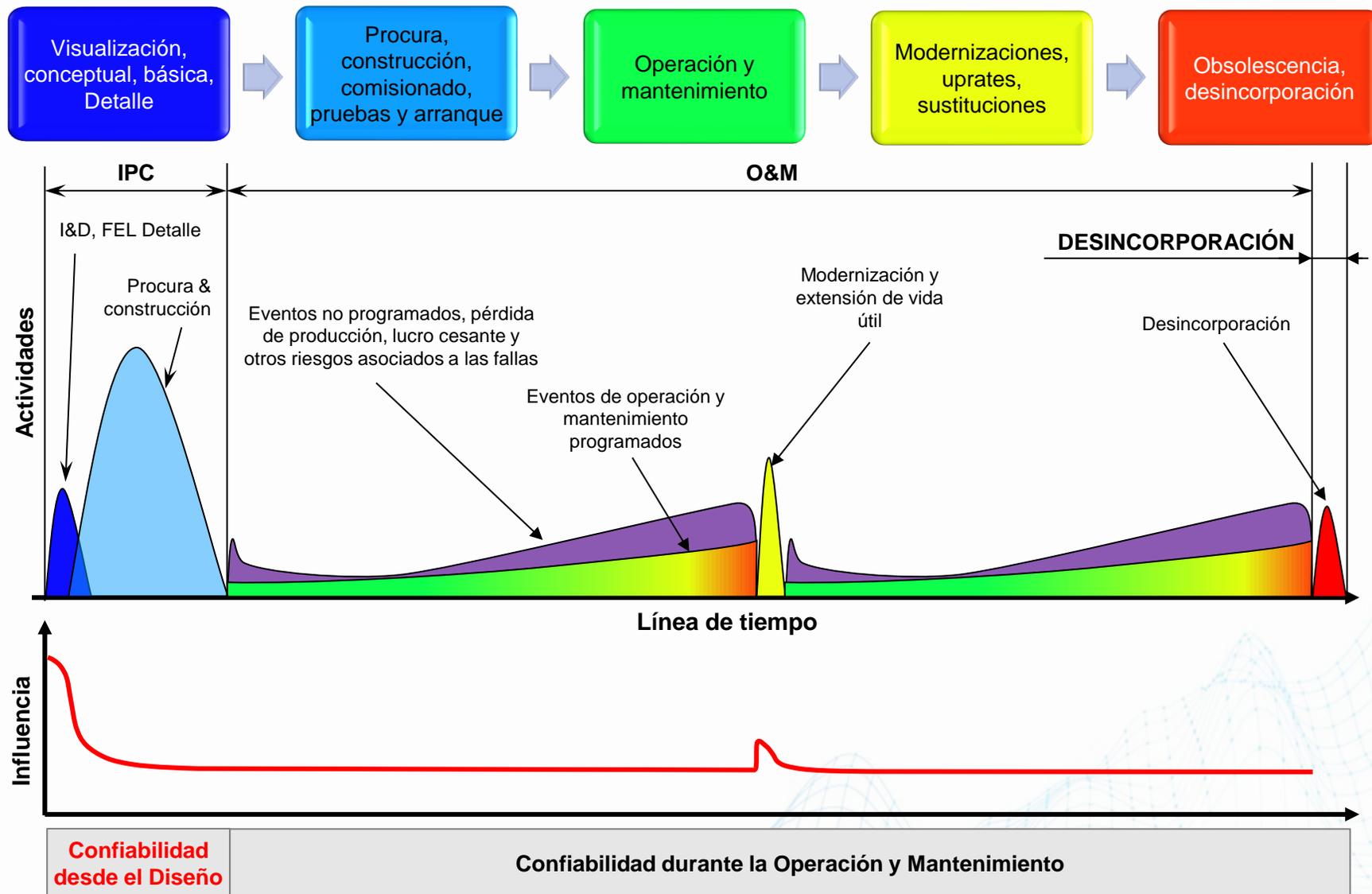
Las doce (12) mejores prácticas de incremento de valor en proyectos – cuando?



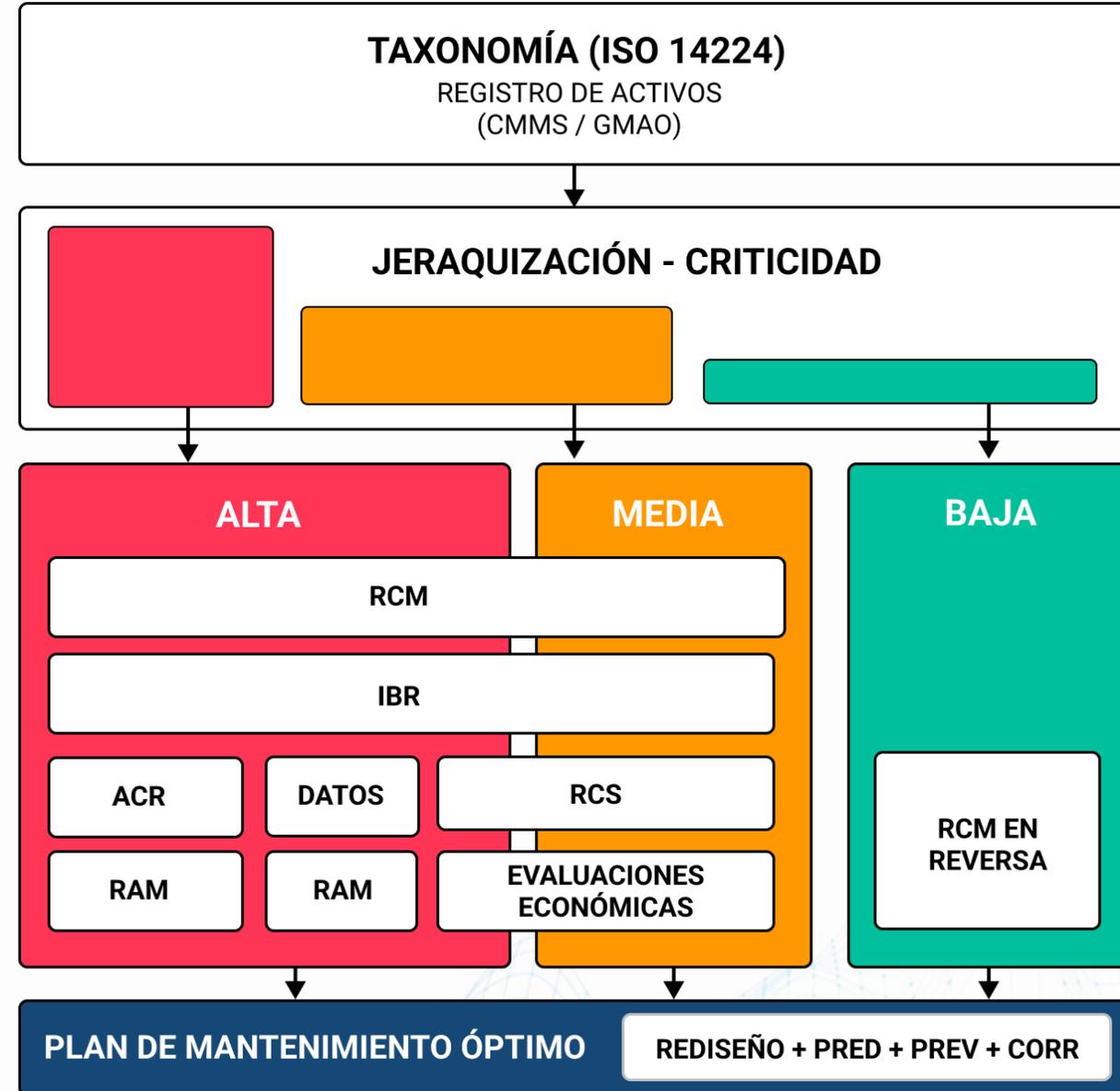
Estudios y técnicas pertinentes

Estudio	Etapa del ciclo de vida						
	IPC				O&M		
	VC	BA	DE	PC	VU	EX	OB
Categorización del Riesgo Técnico (TRC)	●						
Nivel de Preparación Técnica (TRL)	●						
CA (Criticality Analysis) con POF, COF & PRN	●	●	●				
RAM (Reliability, Availability & Maintainability analysis)	●	●	●		●	●	●
DM (Design Maintainability) w/ 3D model			●				
OM (Operational Maintainability)					●	●	
RBI (Risk Based Inspection)			●		●	●	
DFMEA (Design Failure Mode and Effects Analysis)		●	●				
PFMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis)			●		●	●	
FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)			●	●	●	●	
FMECA (Failure Mode and Effect Criticality Analysis)			●	●	●	●	
RCM (Reliability Centered Maintenance)			●	●	●	●	
RCA (Root Cause Analysis)				●	●	●	
QA/QC during manufacturing & construction				●			
PSSR (Pre Startup Safety Reviews (PSSRs))				●			
Garantee and Acceptance Tests				●			
IOW (Integrity Operating Windows)			●	●	●	●	
Benchmarking / KPIs				●	●	●	
What if		●			●	●	
PHA (Process Hazard Analysis)		●			●	●	
HAZOP (Hazard and Operability Analysis)		●			●	●	
LOPA (Layer of Protection Analysis)		●	●				
IOW (Integrity Operating Window)							
SIL/SIS (Safety Integrity Level)	●	●			●	●	
FTA (Fault Tree Analysis)		●			●	●	
SPO (Spare Part Optimization Analysis)				●	●	●	
RUL (Remaining Useful Life)					●	●	●
Obsolescencia					●	●	●
LCC (Life Cycle Cost analysis)	●	●	●	●	●	●	●

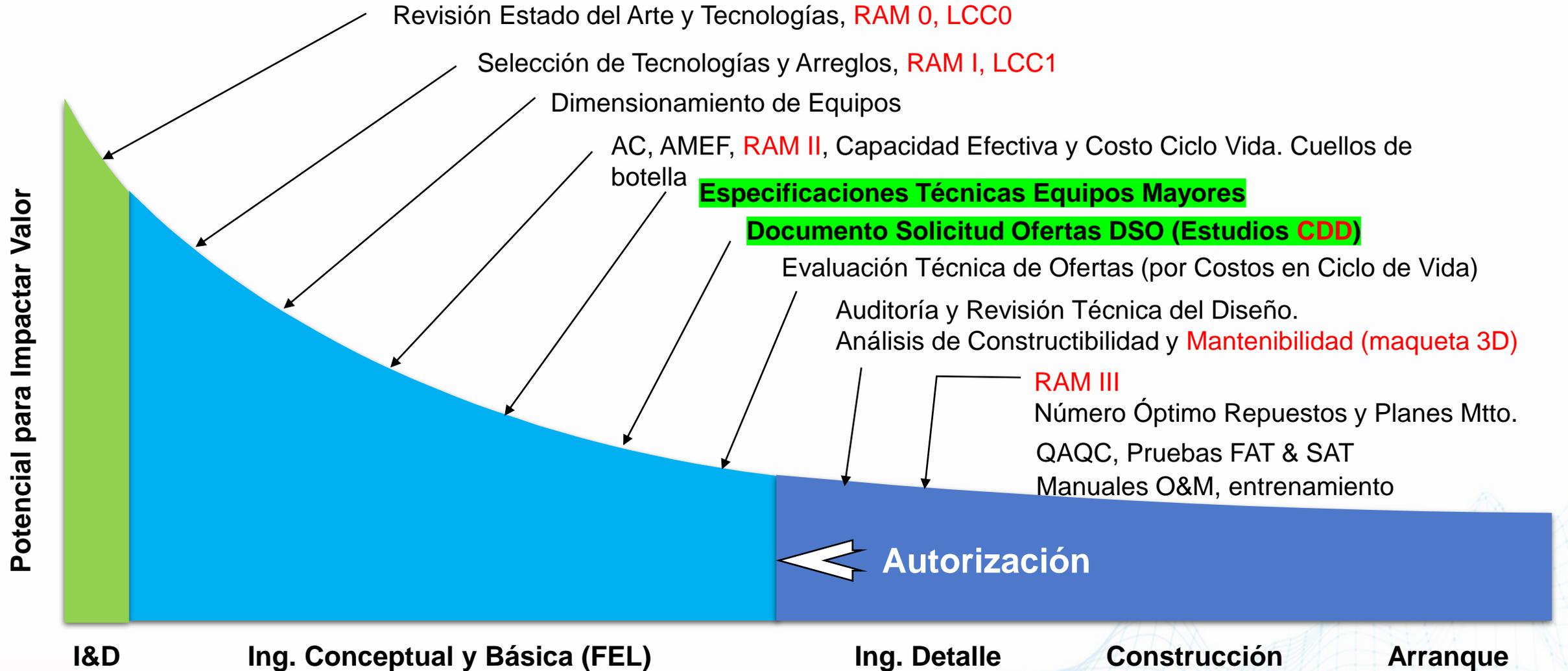
- Notas:**
- V&C Visualización y conceptualización
 - BA Ingeniería básica (FEED)
 - DE Ingeniería de detalle
 - PC Procura, construcción y comissioning
 - VU Vida útil (parte del O&M)
 - EX Extensión de vida útil (uprates, redesignos, etc.)
 - OB Obsolescencia



(HERRAMIENTAS)
METODOLOGÍAS DE CONFIABILIDAD



Confiabilidad desde el diseño - etapas de un proyecto

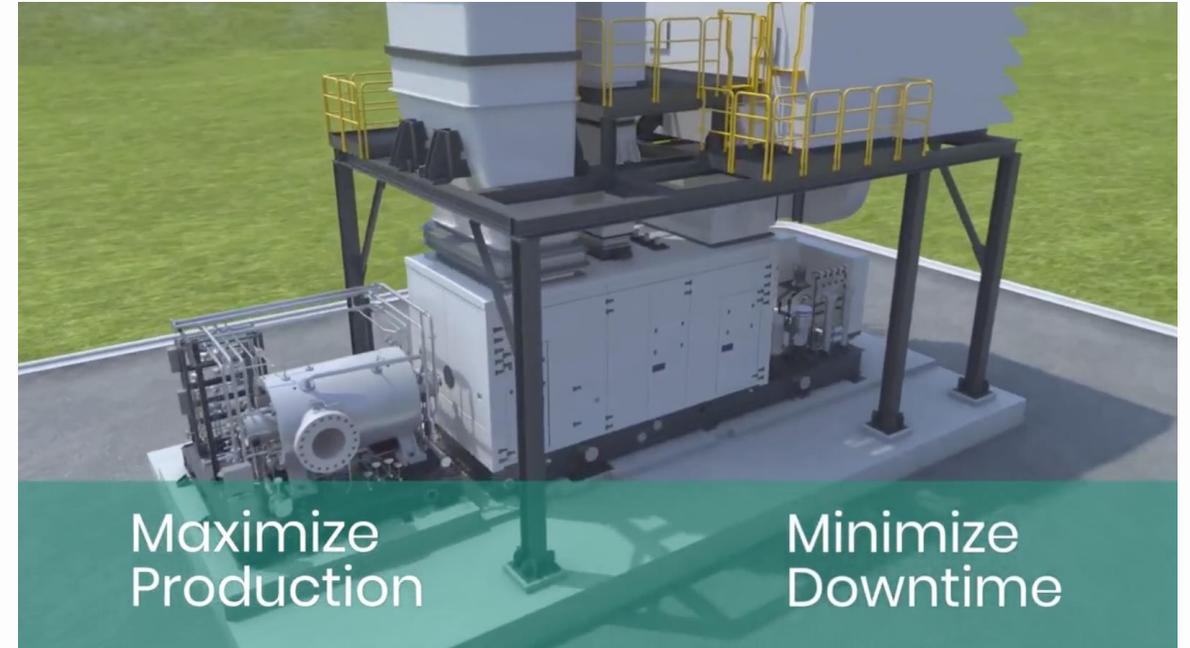


Caso de éxito

- **Mejora disruptiva de la mantenibilidad y la disponibilidad desde el diseño**
- **Mantenibilidad con maqueta 3D**

Mantenibilidad con maqueta 3D - caso de éxito

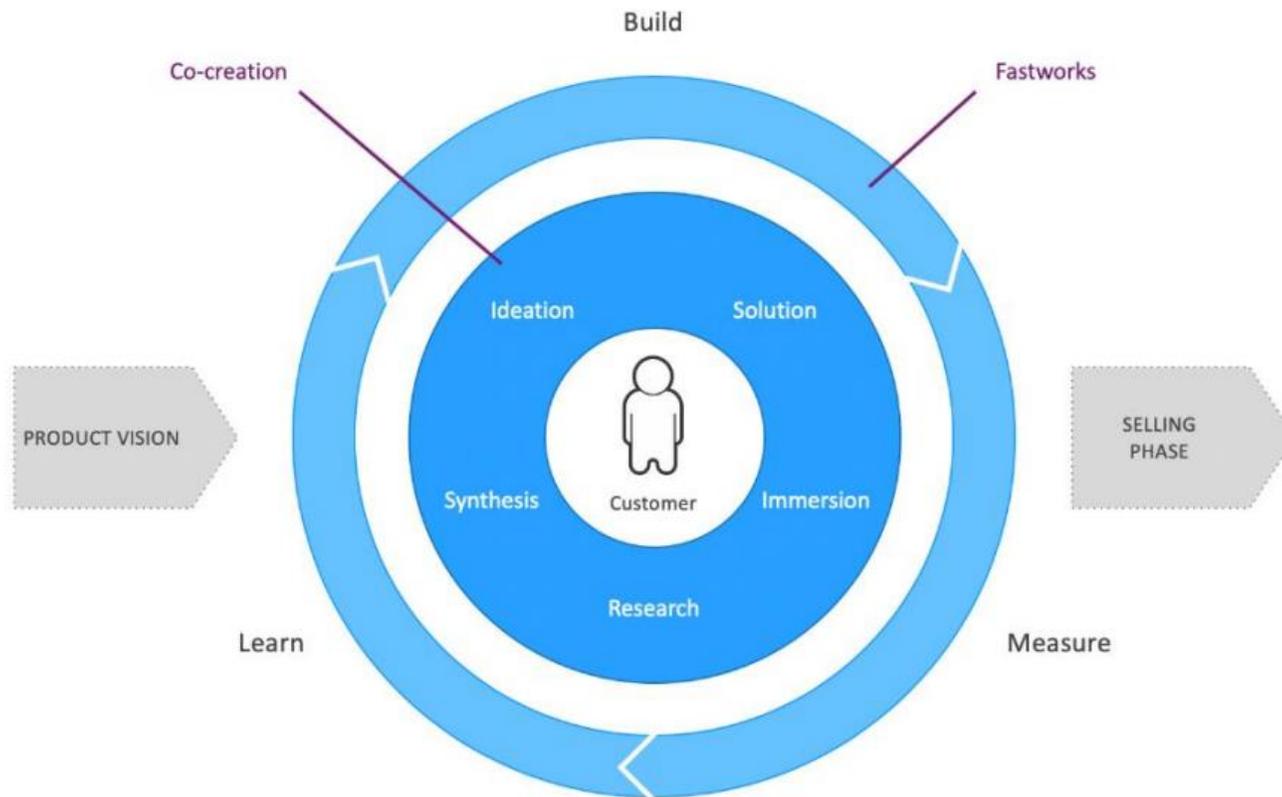
- En el año 2014 **BHGE** (fabricante de turbinas a gas) y **TC ENERGY** (usuario de una flota importante de turbocompresores de gas) participaron en un proyecto de “**co-creación**” relacionado con la mantenibilidad de una nueva turbina (NovaLT™16), con el fin de **asegurar un tiempo mínimo de paro (programado y no programado)**, maximizando la disponibilidad y la producción.
- Los **tiempos típicos de mantenimiento con diseños tradicionales**, en el caso de una intervención mayor, **pueden estar entre 7 y 21 días**, dependiendo del nivel de intervención.
- **Treinta (30) meses después** de culminada la ingeniería conceptual, **se construyó la primera turbina NovaLT™16**.



Fuente: Asti, Antonio et Al (2019).- *Co-creation between pipeline operator and machinery OEM in the development of a modern gas turbine*. Gas Turbine for Energy Network Symposium, Banff, Canada

Mantenibilidad con maqueta 3D - caso de éxito

- “Co-creación” es un programa de colaboración para la innovación en las etapas tempranas del diseño (visualización y conceptualización).



Programa “Co-creación” & “Fastworks”

Fuente: Asti, Antonio et Al (2019).- *Co-creation between pipeline operator and machinery OEM in the development of a modern gas turbine.* Gas Turbine for Energy Network Symposium, Banff, Canada



Workshop de “co-creación” (Jun 2014)



Simulación de la mantenibilidad con Legos

Mantenibilidad con maqueta 3D - caso de éxito

- **Diseño disruptivo** logró **reducir los tiempos** de reparación o mantenimientos mayores, incluyendo el remplazo de la turbina completa, a sólo **1 o 2 días**.
- Uso de **rieles móviles** especialmente diseñados para meter y sacar la turbina en su cabina (enclosure), **sin necesidad de desmantelar la estructura** de los ductos de succión de aire y descarga de gases calientes, ni los periféricos de la cabina (ventiladores, sistema de detección de gas y fuego, sistema contra incendio y otros).
- Sistemas auxiliares y equipos de balance de planta diseñados para permitir el **libre paso** de la turbina desde su cabina hasta el vehículo de transporte a los talleres.

Fuente: Asti, Antonio et Al (2019).- *Co-creation between pipeline operator and machinery OEM in the development of a modern gas turbine*. Gas Turbine for Energy Network Symposium, Banff, Canada



1-2 días Vs **7-21 días**

Estudios de mantenibilidad con maqueta 3D

The image displays multiple overlapping screenshots of the SiM software interface, illustrating the 3D modeling and data analysis components of maintainability studies. The screenshots show various data sheets, tables, and charts related to equipment assessment.

Equipment Data Tables:

Item #	Description	Nominal capacity	Min. Car's weight	Length	Width	Height	Cantilever	Model
01		2.7	2.4	2.5	1.0	1.8		PC6AS5EX
10								KS 888 E5 HDw
20								KS 311 6-6 HDw
30								KS 322 6-6 HDw
40								KS 477 6-6 HDw
50								K4HYPRO 548 E-G
60								K4HYPRO 658 E-G
70								K4HYPRO 1058 E-G

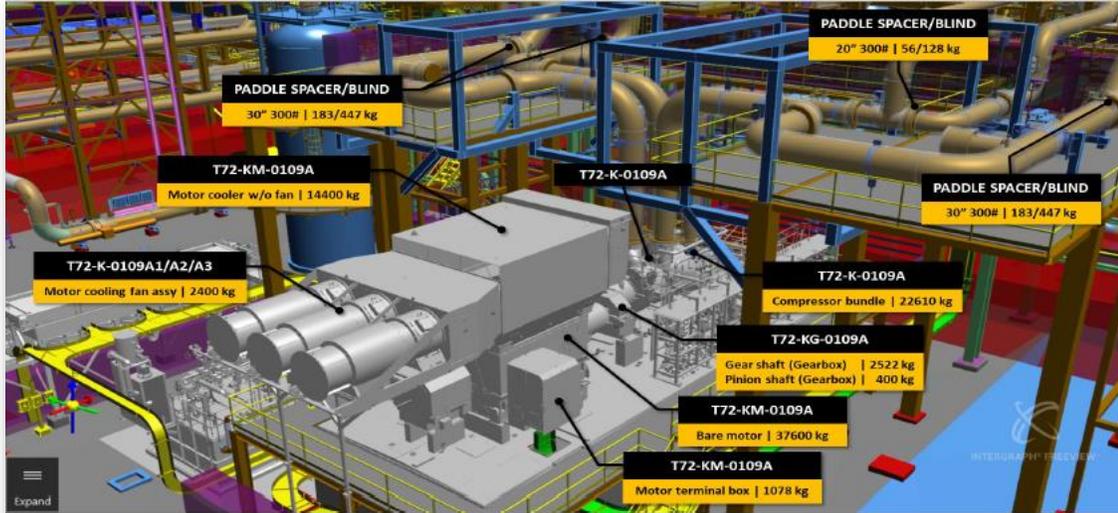
Item #	Description	Nominal capacity	Min. Car's weight	Length	Width	Height	Cantilever	Model
80		35	24	23.5	3.5	3.5		LTW 1300-2.1
90		40	24	23.5	3.5	3.5		LTW 1300-2.1
100		50	35	23.4	3.7	3.8		LTW 1300-3.1
110		55	35	13.9	3.7	3.8		LTW 1305-2.2
120		60	35	13.9	3.7	3.8		LTW 1300-3.1
130		70	48	13.3	3.7	4.0		LTW 1305-4.2
140		80	48	13.3	3.7	4.0		LTW 1300-4.1
150		90	60	14.4	3.9	4.0		LTW 1305-5.1
160		100	60	13.8	3.9	4.0		LTW 1300-5.2
170		130	60	15.7	3.9	4.0		LTW 1330-5.1
180		180	60	15.9	3.9	4.0		LTW 1300-5.2
190		200	60	15.8	3.1	4.0		LTW 1200-5.1
200		230	60	15.3	3.1	4.0		LTW 1230-5.2
210		250	60	15.7	3.1	4.0		LTW 1230-5.1
220		300	70	17.5	3.1	4.0		LTW 1300-6.3
230		320	70	18.8	3.1	4.0		LTW 1330-6.1
240		400	84	18.4	3.1	4.0		LTW 1400-7.1
250		500	96	22.4	3.2	4.0		LTW 1500-6.1
260		750	138	22.8	3.1	4.0		LTW 1750-6.1

Failure Modes Summary:

Maintainability Item	Description	Category	Frequency	Impact
Permanent, fixed, mechanical	Overhead curves beams with manual push trolley	Critical	High	High
Mobile lifting/handling equipment and temporary maintenance access aids	Overhead curves beams with manual push trolley	Deposited	Medium	Medium
Mobile cranes	Overhead curves beams with manual push trolley	Insipient	Low	Low

Estudios de mantenibilidad con maqueta 3D

Compresor

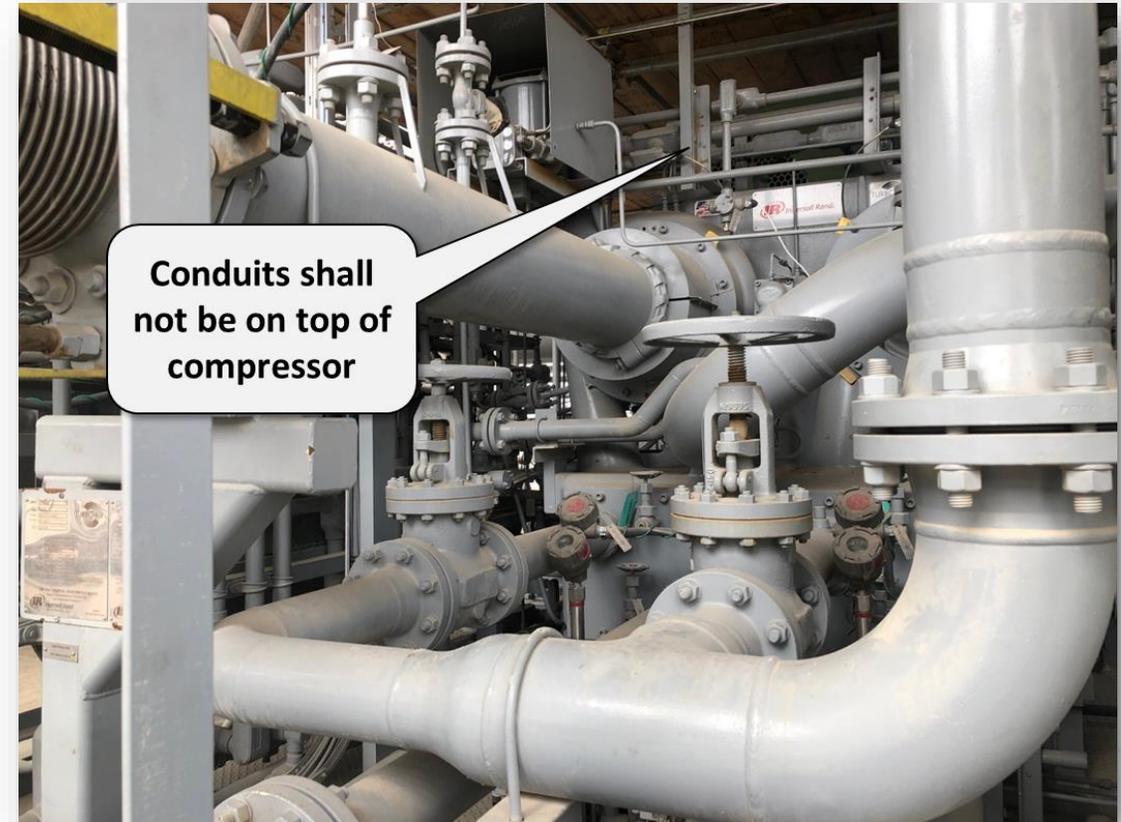


Izamiento

Reference Item Identification		Criticality (ACA)		Arrangement	Spring Stored	Other	3D Model Source
Reference Item tag #	Reference Item description	Class	Criticality				% Date
T72-K-0109	REFRIGERANT COMPRESSORS	A	Critical	2x50%	-		60 27-May-2021



Estudios de mantenibilidad con maqueta 3D



20°  URUMAN

3°  INGURU

La Confiabilidad Desde el Diseño como Práctica de Incremento de Valor integrada a la
Gestión de Proyectos de nuevos activos

Conclusiones

PREDICTIVA 

Conferencista:
Enrique J. González Henríquez

Conclusión

- Confiabilidad Desde el Diseño (CDD) es más que la simple aplicación de técnicas y metodologías de confiabilidad y mantenibilidad aisladas, durante las diferentes fases de ejecución de un proyecto. Es un **conjunto de actividades** que están **inmersas en la planificación del proyecto**, desde su fase más temprana (visualización/conceptualización), hasta su puesta en marcha para la transferencia de custodia.
- Para asegurar la Confiabilidad Desde el Diseño, es imperativa la **participación activa de la gerencia del mantenimiento** en las diferentes fases del proyecto. La gerencia de mantenimiento **debe tomar la iniciativa** y **asignar personal de experiencia** (a tiempo total o parcial, propio o contratado) a la estructura del proyecto.
- Las **Prácticas de Incremento de Valor (VIPs)** constituyen el marco perfecto para insertar las diferentes metodologías de **confiabilidad**. Podrían, incluso, proponerse la 13ª VPI denominada “Confiabilidad Desde el Diseño”. CDD debe ser vista, en su conjunto, como **una de las mejoras prácticas de incremento de valor (VPI) de proyectos**.
- El desarrollo de las **especificaciones técnicas de procura** (fase de la ingeniería básica) es, en la opinión del autor, el producto más crítico y **punto de “no retorno”** para los futuros estudios de la Confiabilidad Desde el Diseño. Personal de mantenimiento está en la **obligación de intervenir activamente en la elaboración de este producto**.
- El personal asignado debe tener **responsabilidades claras** de su participación: productos para ser **desarrollados bajo su cargo**, productos desarrollados por un tercero **para revisión y QC**, productos que deben ser **distribuidos a otros profesionales** de la gerencia de mantenimiento y productos que deben ser **colectados para la “memoria tecnológica”** de la gerencia de mantenimiento.

20°  URUMAN

3°  INGURU

Gracias
por su
atención

Conferencista:

Enrique J.
González Henríquez

La Confiabilidad Desde el Diseño, como
Práctica de Incremento de Valor Integrada a
la Gestión de Proyectos de Nuevos Activos

20°  URUMAN

3°  INGURU

La Confiabilidad Desde el Diseño como Práctica de Incremento de Valor integrada a la
Gestión de Proyectos de nuevos activos

Normativa referencial

PREDICTIVA 

Conferencista:
Enrique J. González Henríquez

Normas / Estándares

Análisis Criticidad

- MIL-STD-882D: Criticality Analysis
- NORSOK Z-CR-008: Criticality Classification Method

Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad

- DoD - Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability.
- DoD-3235.1-H: Test & Evaluation of System Reliability, Availability and Maintainability.
- IEC-1078: Reliability Block Diagrams
- IEC-61078: Analysis techniques for dependability, Reliability block diagram method.
- IEC-61025: Fault tree analysis.
- IEC-61165: Application on Markov techniques.
- ISO-12489: Petroleum, petrochemical, and natural gas industries – Reliability modelling & calculation of safety systems.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

- BS-5760-5: Guide to failure modes, effects & criticality analysis (FMEA & FMECA).
- IEC-50(191): Procedure for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
- IEC-60300-3-11: Reliability centered management.
- IEC-60812: Analysis techniques system reliability-Procedure FMEA.
- MIL-STD-1629: Procedures for Performing a Failure Mode, Effects & Criticality Analysis.

Normas / Estándares

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

- SAE-ARP 5580: “Recommended FMEA practices for non-automobile applications”.
- SAE-JA 1011 Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Process.
- SAE-JA 1012: A guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) Standard.
- SAE-J1739: Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA) and Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA) and Effects Analysis for Machinery (Machinery FMEA)”.
- NASA: Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities & Collateral Equipment.

Inspección Basada en Riesgo

- API-510: Pressure Vessel Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair & Alteration.
- API-570: Piping Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair&Alteration of Piping Systems.
- API-RP-571: Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in Refining Industry.
- API-RP-574: Inspection Practices for Piping System Components
- API-579 Fitness for Service.
- API-RP-580: Risk Based Inspection.
- API-RP-581: Risk-Based Inspection Technology.
- API-653: Tank Inspection, Repairs, Alteration and Reconstruction.
- API-RP 691: Risk-based Machinery Management.
- API-1160: Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines.

Normas / Estándares

Inspección Basada en Riesgo

- ASME-B31.3: Process Piping.
- ASME-B31.8: Gas Transmission & Distribution Piping System.
- ASME-B31.8S: Supplement to B31.8 on Managing System Integrity of Gas Pipelines..
- ASME-B31.G: Manual of Determinations the Remaining Strength of Corroded Pipelines.
- DNV-RP-G101: Risk Based Inspection of Offshore Topsides Static Mechanical Equipment.

Inspección Basada en Riesgo

- DOE-NE-STD-1004-92: Root Cause Analysis Guidance Document, USA

Análisis Costo Ciclo de Vida

- DNV, GEI, BSSC, VTL Subsea JIP 440-2620-0: Probabilistic Procedure for Assessing the Lifetime Risk & Reliability.
- IEC-60300-3-3: Life Cycle Costing.
- ISO-15663: Petroleum and Natural Gas Industries - Life Cycle Costing.
- Norsok O-CR-001: Life Cycle Cost for Systems and Equipment.
- Norsok O-CR-002: Life Cycle Cost for Production Facility.
- SAE-ARP-4293: Life Cycle Costing. Techniques and Applications

Ingeniería de Confiabilidad y Recolección de Datos

- BS-5760 Part 2: Guide to the Assessment of Reliability.
- IEC-60300-3-1: Analysis Techniques for Dependability, Guide on Methodology.

Normas / Estándares

Ingeniería de Confiabilidad y Recolección de Datos

- IEC-60300-3-2: Collection of Dependability data from the field.
- ISO-14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries, Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.
- ISO-20815: Petroleum, petrochemical, and natural gas industries - Production assurance and reliability management.
- Norsok Z-016: Regulatory Management & Reliability Technology.

Análisis de Riesgos

- NASA: Probabilistic Risk Assessment for Managers and Practitioners.
- EPA-630/R-95/002B: Proposed Guidelines for Ecological Risk Assessment.
- IEC-60300-3-9: Risk Analysis of Technological System.
- IEC-62198: Project Risk Management.
- ISO-31000: Principios y directrices para la Gestión de Riesgos.
- ISO/IEC-1010: Gestión de riesgos. Técnicas de evaluación de riesgos.
- Norsok Z-013: Risk and Emergency Preparedness Analysis.

Análisis Sistemas Instrumentados de Seguridad

- ANSI/ISA-S84: Functional Safety: Application of Safety Instrumented Systems for Process Industries.
- IEC-1025: Fault Tree Analysis (FTA)
- IEC-61508-1: Requisitos generales

Normas / Estándares

Análisis Sistemas Instrumentados de Seguridad

- IEC-61508-2: Requisitos para sistemas de seguridad eléctricos / electrónicos / electrónico programables (E/E/PES)
- IEC-61508-3: Requisitos para el software
- IEC-61508-4: Definiciones y abreviaturas
- IEC-61508-5: Ejemplos de métodos para la determinación de los SIL (Safety Integrity Level)
- IEC-61508-6: Guía para la aplicación de IEC 61508
- IEC-61508-7: Sumario de técnicas y medidas
- IEC-61511-1: Marco, definiciones, requisitos del sistema, hardware y software
- IEC-61511-2: Guía para la aplicación de IEC61511-1
- IEC-61511-3: Guía para la determinación de los niveles SIL requeridos
- IEC-62061: Seguridad de la maquinaria: seguridad funcional de los sistemas de control eléctricos, electrónicos y electrónicos programables.

Indicadores Claves de Desempeño

- ANSI/API-RP-754: Process Safety Indicators for Refining & Petrochemical Industries.
- BS-EN 15341: Maintenance Key Performance Indicator.
- HSG-254: Step-By-Step Guide to Developing Process Safety Performance Indicators, UK Health and Safety Executive (HSE).
- SMRP: Best Practices. Society for Maintenance & Reliability Professionals.

Normas / Estándares

Otras

- ISO-55010: Gestión de activos – Orientación sobre la alimentación de las funciones financieras y no financieras en la gestión de activos.
- UNE-EN- 16646: Mantenimiento en la gestión de los activos físicos.
- IEC-300: Dependability Management
- IEC-605: Equipment Reliability Testing
- IEC-706: Guide to the Maintainability of Equipment's
- IEC-1014: Programmers for Reliability Growth
- IEC-1070: Compliance Test Procedure for Steady state Availability
- IEC-1146: Reliability Growth Models and Estimation Methods
- IEC-1165: Application of Markov Methods

Normas / Estándares

EN 16646: 16646	Mantenimiento. Mantenimiento en la gestión de los activos físicos.
EN 60300-1: 2015	Gestión de la confiabilidad. Parte 1: Directrices para su gestión y aplicación.
EN 60300-3-3: 2017	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Guía de aplicación. Cálculo del coste del ciclo de vida.
EN 60300-3-10: 2007	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-10: Guía de aplicación. Mantenibilidad.
EN 60300-3-11: 2013	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-11: Guía de aplicación. Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad.
EN 60300-3-12: 2014	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-12: Guía de aplicación. Soporte logístico integrado.
EN 60300-3-14: 2007	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento.
EN 60300-3-16: 2012	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-16: Guía de aplicación. Directrices para la especificación de los servicios de logística de mantenimiento.
EN 60706-2: 2009	Mantenibilidad de equipos. Parte 2: Requisitos y estudios de mantenibilidad durante la fase de diseño y desarrollo.
EN 60706-3: 2009	Mantenibilidad de equipos. Parte 3: Verificación y recogida, análisis y presentación de datos.
EN 60706-5: 2011	Mantenibilidad de equipos. Parte 5: Facilidad de ensayo y ensayos de diagnóstico.
EN 15341: 2020	Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.
EN 13306: 2018	Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.
EN 62402: 2011	Gestión de la obsolescencia. Guía de aplicación.
EN 62740:2015	Análisis de Causa Raíz (RCA)

Normas / Estándares

ISO: 14224:2016	Industrias del petróleo, petroquímicas y del gas natural. Recogida e intercambio de datos de mantenimiento y confiabilidad de los equipos
ISO/TR 12489:2016	Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural — Modelado de confiabilidad y cálculo de sistemas de seguridad
ISO 15663:2021	Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural — Costo del ciclo de vida
ISO 55000:2014	Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología
ISO 55000:2014	Gestión de activos — Gestión sistemas — Requisitos
ISO 55000:2014	Gestión de activos — Sistemas de gestión — Directrices para la aplicación de la norma ISO 55001
ISO 14830-1:2019	Monitoreo de condición y diagnóstico de sistemas de máquinas — Monitoreo y diagnóstico basados en tribología — Parte 1: Requisitos y directrices generales
ISO 17359:2018	Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas - Guía General
ISO 13381-1:2015	Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas — Pronósticos. Parte 1: Directrices Generales
SAE JA1011:1999	Criterios de evaluación para procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
SAE JA1012:2002	Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)
API 580:2016	Inspección Basada en Riesgo
API 581:2020	Metodología de Inspección Basada en Riesgos