

19°  URUMAN

2°  INGURU

# Ingeniería de Confiabilidad

## ¿Qué es y para qué sirve?

Ing. Ind. Santiago Sotuyo Blanco, CMRP, CRL, AMP-S  
Ingeniero Principal de Confiabilidad – Latino América  
ARMS Reliability

# Santiago Sotuyo Blanco

Ingeniero Principal de Confiabilidad – Latino América, ARMS RELIABILITY

- Supervisa el desarrollo de proyectos de ARMS Reliability en Latino América, los cuales se centran en ayudar a sus clientes a ser seguros y exitosos, al hacer realidad la confiabilidad.
- Es líder en Latino América en la difusión de la Gestión de Estrategias de Activos, un proceso habilitado por personas, tecnología y datos para mantener un enfoque basado en la confiabilidad para mejorar el rendimiento de los activos.
- Es Ingeniero Industrial Mecánico (Uruguay)
- Es Profesional Certificado CMRP, CRL y AMP-S.
- Es Instructor Certificado de Apollo Análisis Causa Raíz ®.
- Especializado en Ingeniería de Mantenimiento (Suecia) e Ingeniería de Confiabilidad (Inglaterra).



## Reconcimientos y Premios:

- “**Ingeniero Destacado 2021**”, por la AIU – Asociación de Ingenieros del Uruguay. Diciembre 2021.
- “**WFEO Distinguished Fellow**”, por la WFEO/FMOI – Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería. Marzo 2022.
- “**Contribución al Mundo del Mantenimiento**”, por el COPIMAN, AMGA y CMC-Latam México. Setiembre 2022.
  - Reconocimientos a sus 37+ años de experiencia laboral y 33+ años como profesional de la ingeniería a nivel internacional.



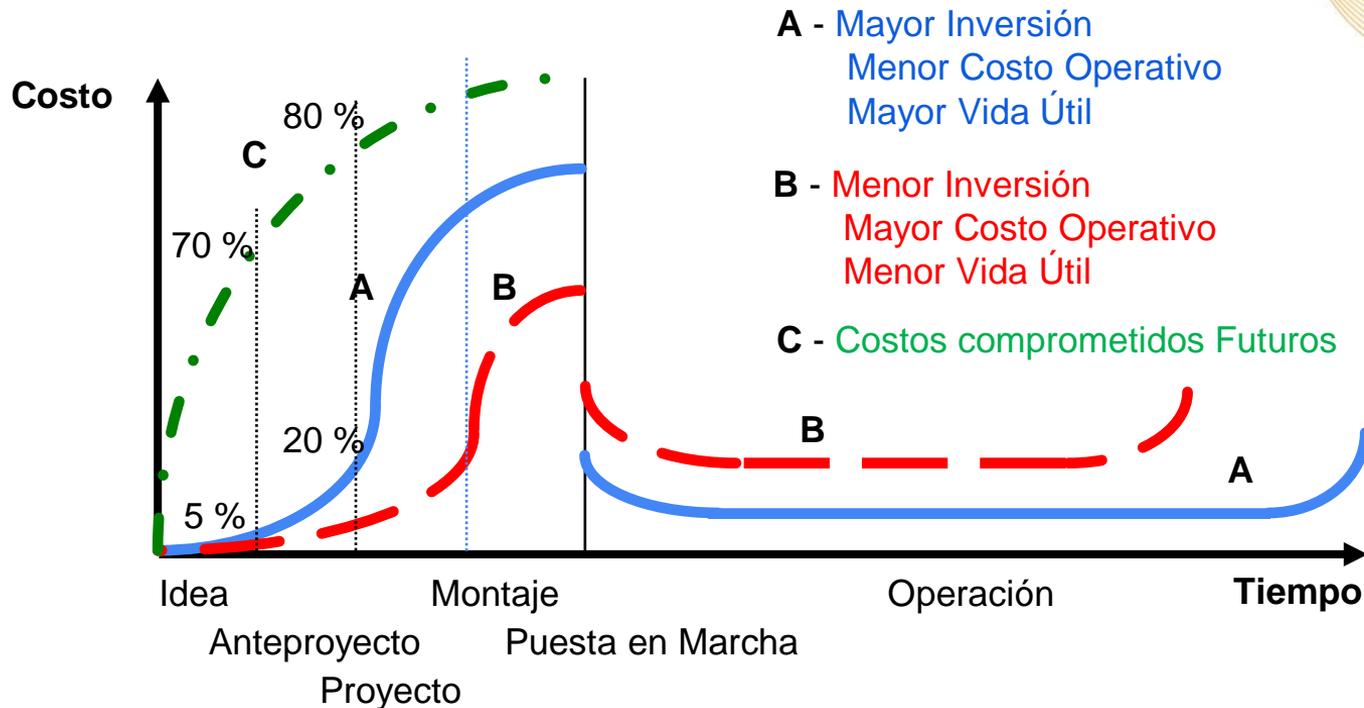
# Ingeniería de Confiabilidad ¿Qué es?

- Es una disciplina de ingeniería para aplicar conocimientos científicos a un componente, producto, planta o proceso para garantizar que realice la función prevista, sin fallas, durante el tiempo requerido en un entorno específico.
- Es una disciplina bien desarrollada estrechamente relacionada con la estadística y la teoría de la probabilidad.
- Hay muchas áreas en la ingeniería de confiabilidad, por ejemplo:
  - Análisis de datos de confiabilidad con los modelos probabilísticos de confiabilidad en el dominio del tiempo, (tasa de fallas y tasa de riesgo mediante el uso del tiempo como variable aleatoria para abordar la probabilidad de falla en función del tiempo de la misión; ej., análisis con la distribución de Weibull);
  - El modelo de interferencia probabilística tensión-resistencia (utilizando parámetros de diseño como variable aleatoria);
  - Redes de confiabilidad de sistemas (serie, paralelo, serie-paralelo y redundante; FMEA y análisis de árbol de fallas; y optimización y diseño basados en la confiabilidad).

# Ingeniería de Confiabilidad ¿Para qué sirve?

- Es una disciplina que se encarga de asegurar que un producto cumpla con las necesidades y expectativas del cliente de manera confiable y rentable, durante todo su ciclo de vida.
- Se enfoca en llevar a cabo un análisis sistemático y cuantitativo de los sistemas, para determinar cómo éstos se comportan en el tiempo y bajo diferentes condiciones de operación, y asegurar así que cumplen con los objetivos de calidad y desempeño requeridos.
- Busca mejorar la capacidad de los productos para cumplir con su función prevista, y para ello utiliza herramientas como el análisis de fallas y modo de efecto de falla (FMEA), el análisis de confiabilidad, la capacidad de diseño, la simulación y el modelado matemático.

# Ingeniería de Confiabilidad y Ciclo de Vida



# Costo del Cambio en el Ciclo de Vida

¿Cuándo comenzar a pensar en la Confiabilidad y el Mantenimiento?

- Idea, Estudio
- Anteproyecto
- Proyecto, Diseño
- Compra, Manufactura
- Instalación
- Operación y Mantenimiento
- Descarte

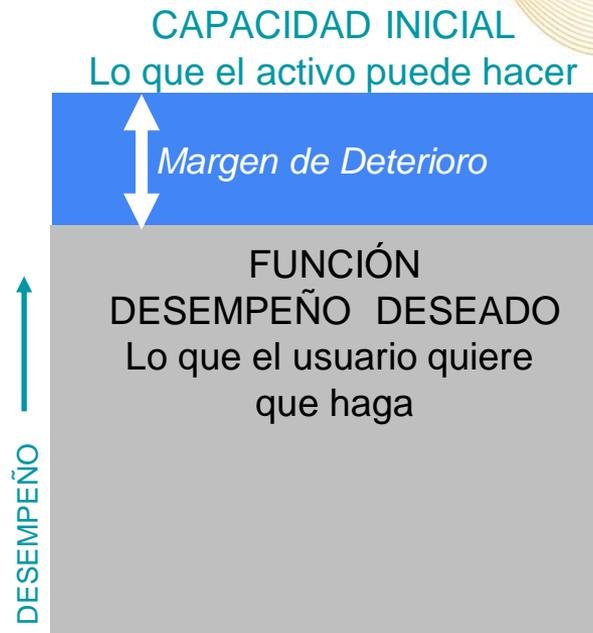
# Costo del Cambio en el Ciclo de Vida

¿Cuál es el costo de un cambio en cada etapa?

Idea, Estudio	1
Anteproyecto	10
Proyecto, Diseño	100
Compra, Manufactura	1000
Instalación	10000
Operación y Mantenimiento	100000
Descarte	

# Capacidad vs Función y Desempeño

Debe haber un adecuado  
Margen de Deterioro entre  
Capacidad Inicial y la Función  
o el Desempeño Deseado...



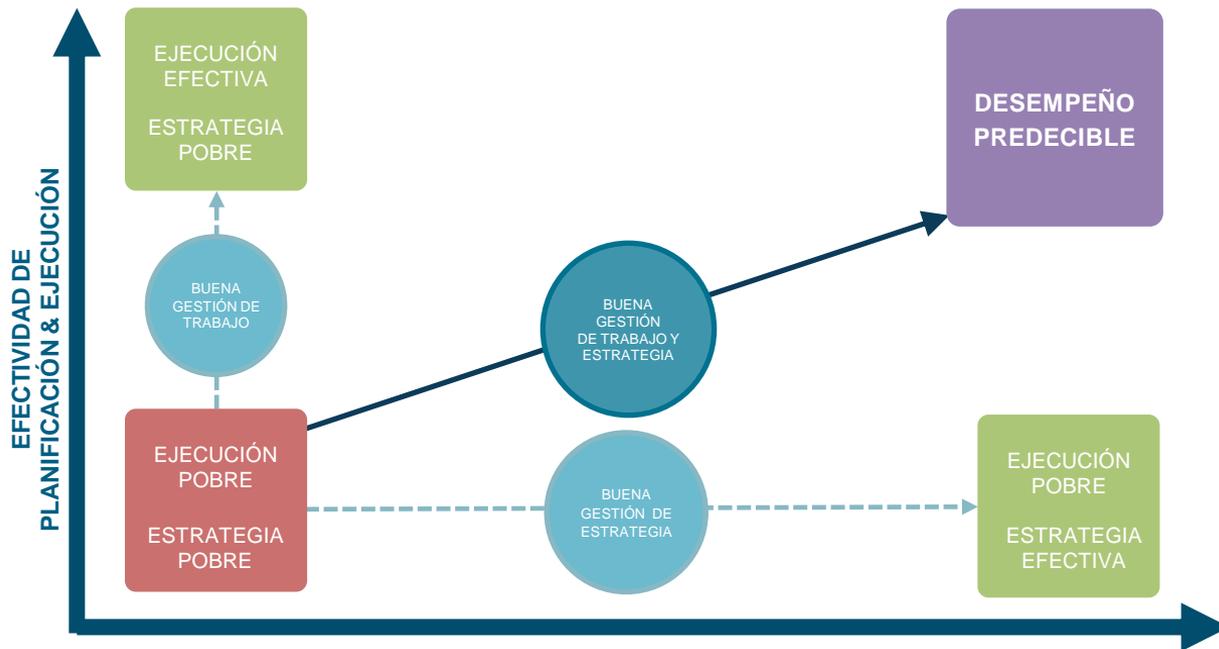
# Ingeniería de Confiabilidad - Herramientas

## Ingeniería Inicial

Concepto	Pre-Factibilidad	Factibilidad	Diseño Final	Construcción	Puesta en Marcha
----------	------------------	--------------	--------------	--------------	------------------

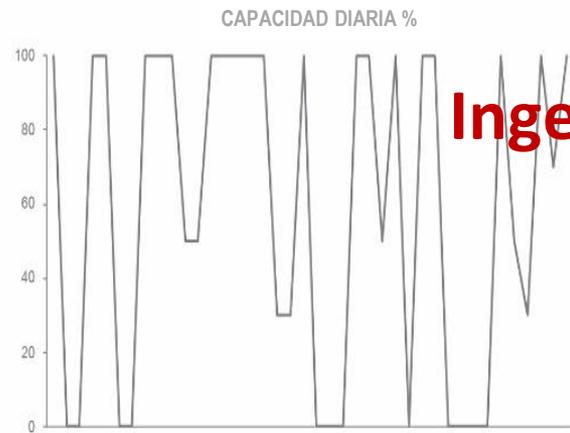
RBD de Falla Total	RBD de Unidad	RBD de Tipos de Eq	RBD de Equipo		
	FMECA de Predicción	RCM de Modo Dom	RCM de Detalle	Plan de Mantenim.	
		HAZOP Prelim	HAZOP al P&ID		
			LCC		
			FTA		

# Gestión del Trabajo vs Gestión de Estrategias



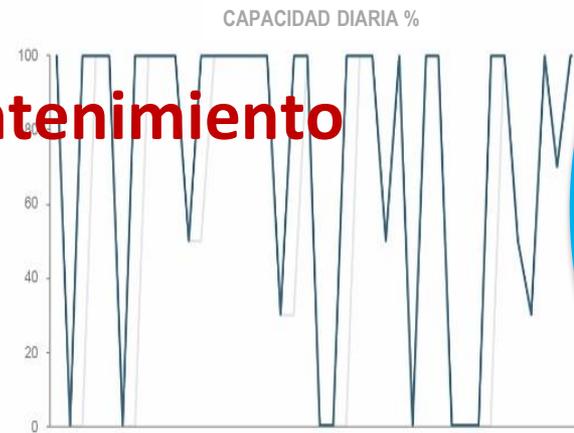
- ▶ Bibliotecas de Mantenimiento
- ▶ Adopción de Planes OEM
- ▶ Sin Procesos de Mejora
- ▶ Sin Compromiso con Contenido del PM
- ▶ Decisiones de Inversión Pobres

- ▶ Capex & Opex Optimizado
- ▶ Mejora Continua
- ▶ Decisiones Basadas en Datos
- ▶ Despliegue Efectivo de Decisiones



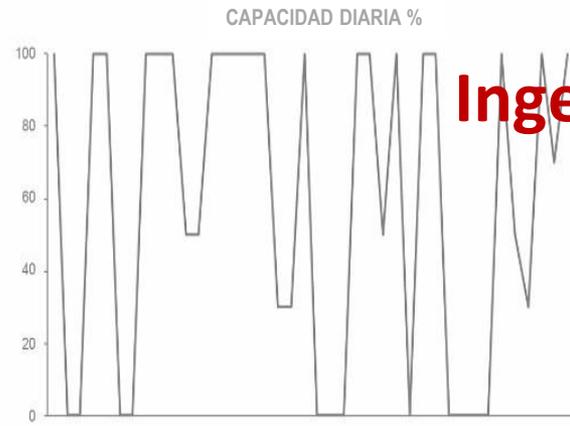
# Ingeniería de Mantenimiento

MEJORANDO GESTIÓN DE TRABAJO



**PARADAS MAS CORTAS**

- ➔ MTBF
- ⬇ MTRR
- ⬆ DISP
- ⬆ Capacidad Producción Planta



# Ingeniería de Confiabilidad

MEJORANDO GESTIÓN DE ESTRATEGIAS



**MENOS PARADAS**

- ⬆ MTBF
- ⬆ DISP
- ⬆ Capacidad Producción Planta

# Estableciendo Estrategias Efectivas

- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)
- Revisión de Tareas de Mantenimiento (MTA)
- Optimización del Mantenimiento (PMO)
- Desarrollo del Plan de Mantenimiento (PM)
- **Modos de Falla, enfoque basado en Criticidad (FMECA)**

**ESTRATEGIA  
EFECTIVA**

# Como se Deterioran las Estrategias - #1



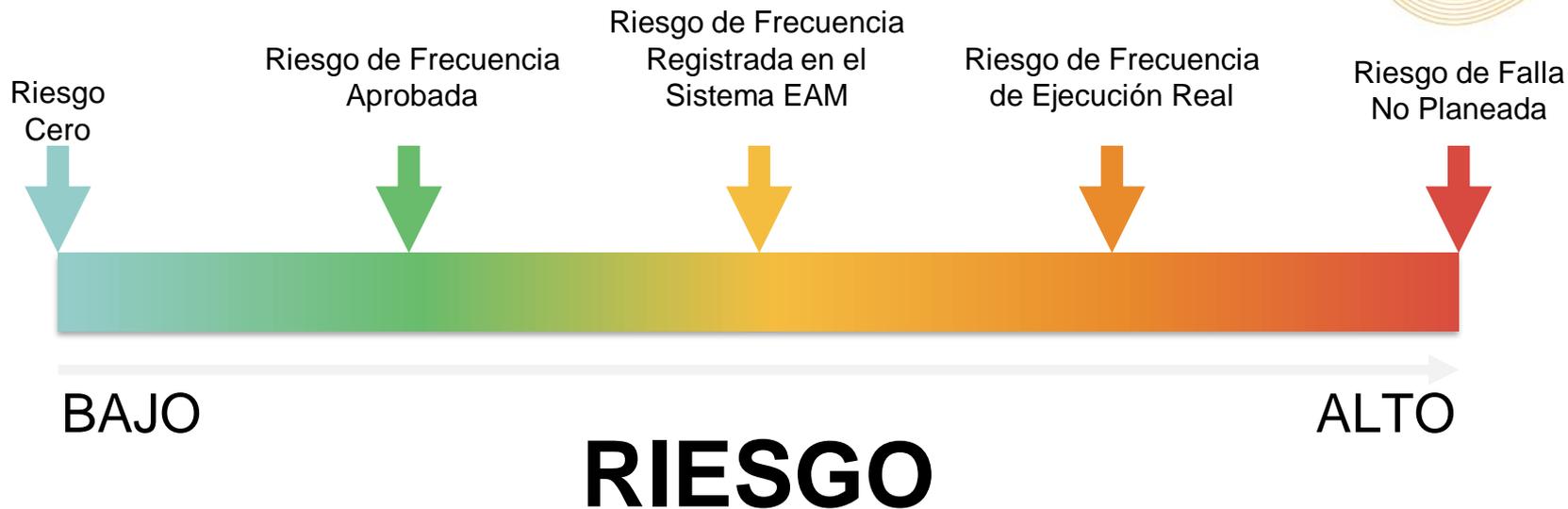
Sin Gestión de Estrategias de Activos, las estrategias cambian con el tiempo, lo que lleva a un nivel de riesgo desconocido, un rendimiento deficiente y costos altos

# Como se Deterioran las Estrategias - #2

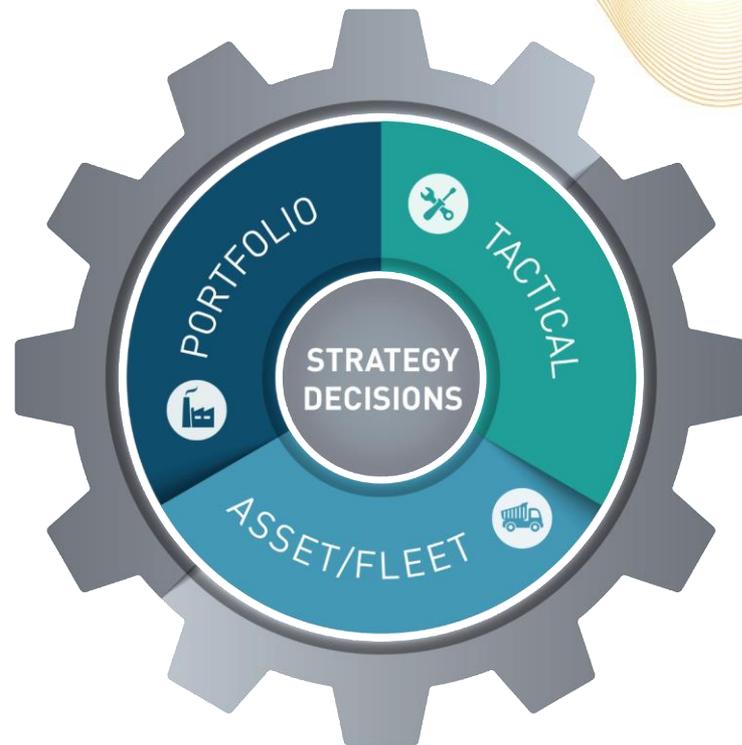


Sin Gestión de Estrategias de Activos, las estrategias cambian con el tiempo, lo que lleva a un nivel de riesgo desconocido, un rendimiento deficiente y costos altos

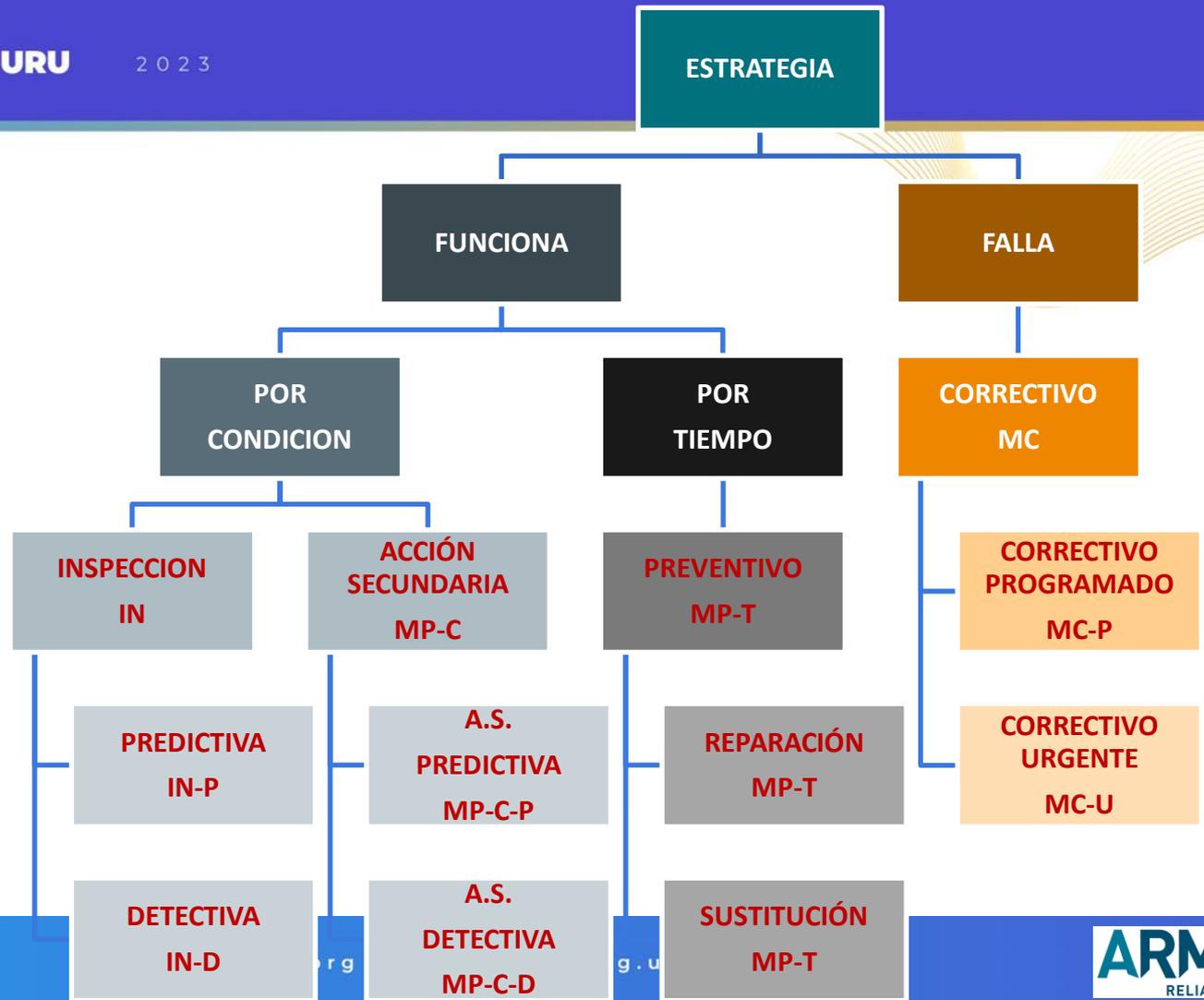
# Gatillos del Proceso de Gestión de Estrategias de Activos



# Decisiones de Estrategias



# Taxonomía de Estrategias de Mantenimiento





# Confiabilidad, Mantenibilidad y Soportabilidad

- **Confiabilidad** es la capacidad/probabilidad de un activo físico de desempeñar las funciones deseadas/requeridas (operar sin fallas), en condiciones operacionales establecidas, durante un período de tiempo determinado.
- **Mantenibilidad** es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo prefijado y bajo las condiciones planeadas.
- **Soportabilidad** es la probabilidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones planeadas.

# Disponibilidad

Disponibilidad =  $\frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad} + \text{Soportabilidad}}$ .

$$D = \frac{C}{C + M + S} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT}$$

# ¿Zanahorias, Huevos o Café?



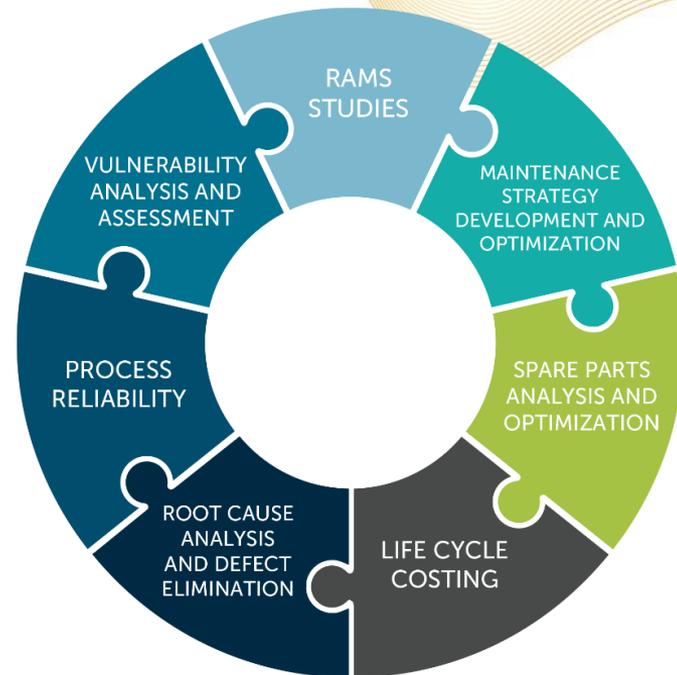
## INFORMACIÓN DE CONTACTO



**Santiago Sotuyo, CMRP, CRL, AMP-S**  
ARMS Reliability

[santiago.sotuyo@bakerhughes.com](mailto:santiago.sotuyo@bakerhughes.com)  
[www.armsreliability.com](http://www.armsreliability.com)

Cel Uy +598 (98) 212102  
Cel Cl + 56 (9) 39129137



19°  URUMAN

2°  INGURU

# ¡Muchas gracias!

Ing. Ind. Santiago Sotuyo Blanco, CMRP, CRL, AMP-S  
Ingeniero Principal de Confiabilidad - Latino América  
ARMS Reliability  
[santiago.sotuyo@bakerhughes.com](mailto:santiago.sotuyo@bakerhughes.com)