



1



Metodología para establecer el índice de salud de Equipos

Rafael Soares

Subgerente de Mantenimiento

Emmanuel Faguaga

Superintendente de Ingeniería y Confiabilidad



2

Agenda

1. Contexto de la operación de Arauco
2. ¿Qué es el índice de salud?
3. Marco Teórico
4. ¿Qué problema nos ayuda a resolver?
5. Caso Práctico



3

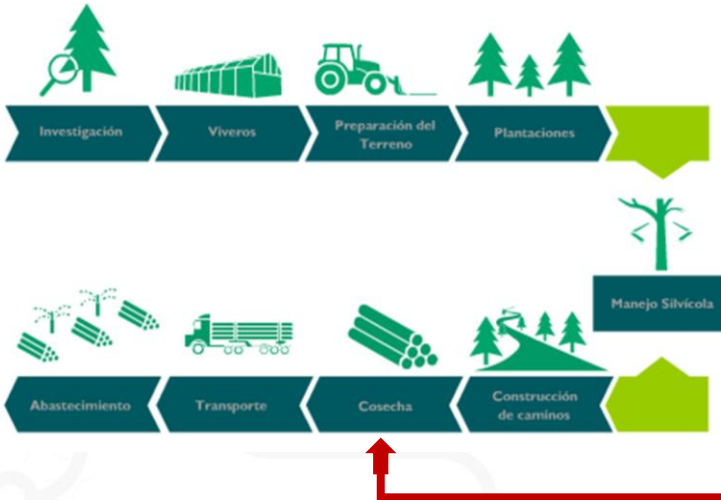
**Antes de empezar les
mostraremos brevemente
nuestra operación**

#CMCChile2025



4

Flujo de producción Forestal Arauco S.A.



#CMCChile2025



Operación Cosecha Forestal Arauco



#CMCChile2025



¿Qué llamamos como índice de Salud?

#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6^a EDICIÓN

7

¿Qué llamamos índice de Salud?

Sesión
TOOLBOX

Concepto: El Índice de Salud es un indicador numérico (ej. 0-100%), **empírico** que resume la condición actual de un equipo basándose en múltiples variables.

Analogía: "Es como un 'chequeo médico' para nuestras máquinas. No solo miramos la fiebre (averías), sino también la presión arterial (consumo), los análisis de sangre (tribología), etc."



Beneficios:

- **Priorización clara:** Permite crear rankings de criticidad.
- **Toma de decisiones basada en datos.**
- **Mantenimiento proactivo:** anticipar las fallas antes de que ocurran.

#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6^a EDICIÓN

8

Teoría de Decisión

Marco Teórico

#CMCChile2025



9



¿Qué nos apoya en la gestión y manejo de las decisiones?

Una buena decisión debe ser una **consecuencia lógica** de lo que **se quiere**, de lo que **se sabe** y de lo que **se puede** hacer.

- a) **Lo que se puede hacer:** es el mapeo de las alternativas disponibles.
- b) **Lo que se sabe:** identificación de las magnitudes involucradas y la relación entre ellas.
- c) **Lo que se quiere:** cada decisión genera una consecuencia, por lo tanto, se refiere a cuáles son las consecuencias que tienen mayor preferencia.

SOUZA, F. M. C. de. *Decisões Racionais em Situações de Incerteza*. Recife: Editora UFPE, 2002

Las decisiones **complejas** casi siempre deben atender a **múltiples objetivos** y, por esta razón, constituyen una de las tareas más difíciles enfrentadas individualmente o por grupos de personas.

Para tomar una decisión se deben tener en cuenta **parámetros**, los cuales pueden ser **cuantitativos** o **cualitativos**. Los parámetros cuantitativos se miden con mayor facilidad que los cualitativos, ya que en estos últimos predominan fuertemente características subjetivas.

GOMES, L. F. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. São Paulo: Atlas, 2002.

#CMCChile2025



10

Los **problemas** pueden ser considerados de tres maneras:

1. **Estructurados:** Rutinarios y repetitivos; Se resuelven con **procesos lógicos y definidos**
2. **Semiestructurados:** Uso de **modelos matemáticos** en partes del problema; Decisión final basada en **criterios subjetivos**
3. **No estructurados:** **No cuantificables**; Resueltos por **intuición y juicio humano**

GOMES, L. F. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. São Paulo: Atlas, 2002.

Decisiones Complejas – Características

1. Existen **múltiples criterios** para resolver un problema, y muchos de ellos pueden ser **conflictivos entre sí**.
2. Las **alternativas de solución y los criterios** no siempre están claras , y las **consecuencias** pueden ser inciertas.
3. La solución depende de un **grupo de personas**, cada una con su **propio punto de vista**.
4. Las **restricciones del problema** no siempre están bien delimitadas (**¿qué es criterio y qué es restricción?**).
5. Algunos criterios son **cuantificables**, mientras que otros solo pueden evaluarse mediante **escalas subjetivas**.

GOMES, L. F. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. São Paulo: Atlas, 2002.

#CMCChile2025



11

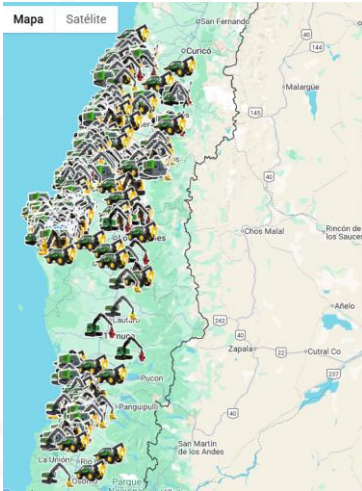
¿Qué problema nos ayuda a resolver?

#CMCChile2025

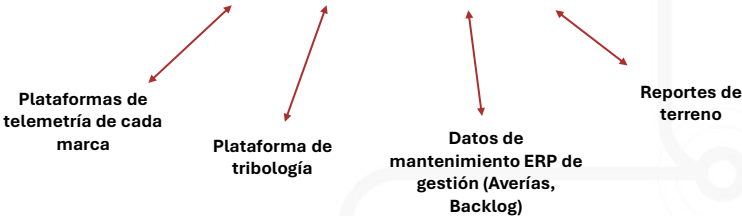


12

¿Cómo sabemos realmente cuál de nuestros equipos necesita atención prioritaria?



- La gestión de flotas grandes es compleja.
- Dispersión geográfica y multimarca.
- Múltiples plataformas con datos.



Necesitamos un método **objetivo** y **cuantificable** para priorizar recursos (mano de obra, repuestos, talleres, etc.).

#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª
EDICIÓN

13

Construcción de estado o salud de los equipos

Con base en la **ponderación**, se obtiene una tasa que permite determinar la prioridad de la máquina dentro de la condición de la flota.

Fórmula central:

Salud=(P1·V1)+(P2·V2)+...+(Pn·Vn)

Donde P es la Ponderación (la importancia estratégica de cada variable) y V es el Valor normalizado del indicador.

WAS-102: 83% HOROMETRO: 6540 FASA-CIMA-ARAU-COS-TER-0046		
10% ←	Consumo: 20/25 L/Hrs	100%
30% ←	Severo: 0	
30% ←	TRIB: 4	80%
	Anormal: 2	
	Precaución: 0	
30% ←	TEL: 5	100%
	Medio: 2	
10% ←	Averías: 9/2	0%
20% ←	Backlog: MEAB: 10	90%
	LIB: 0	100%

En nuestro caso esta es la ponderación elegida:



#CMCChile2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE 6ª
EDICIÓN

14



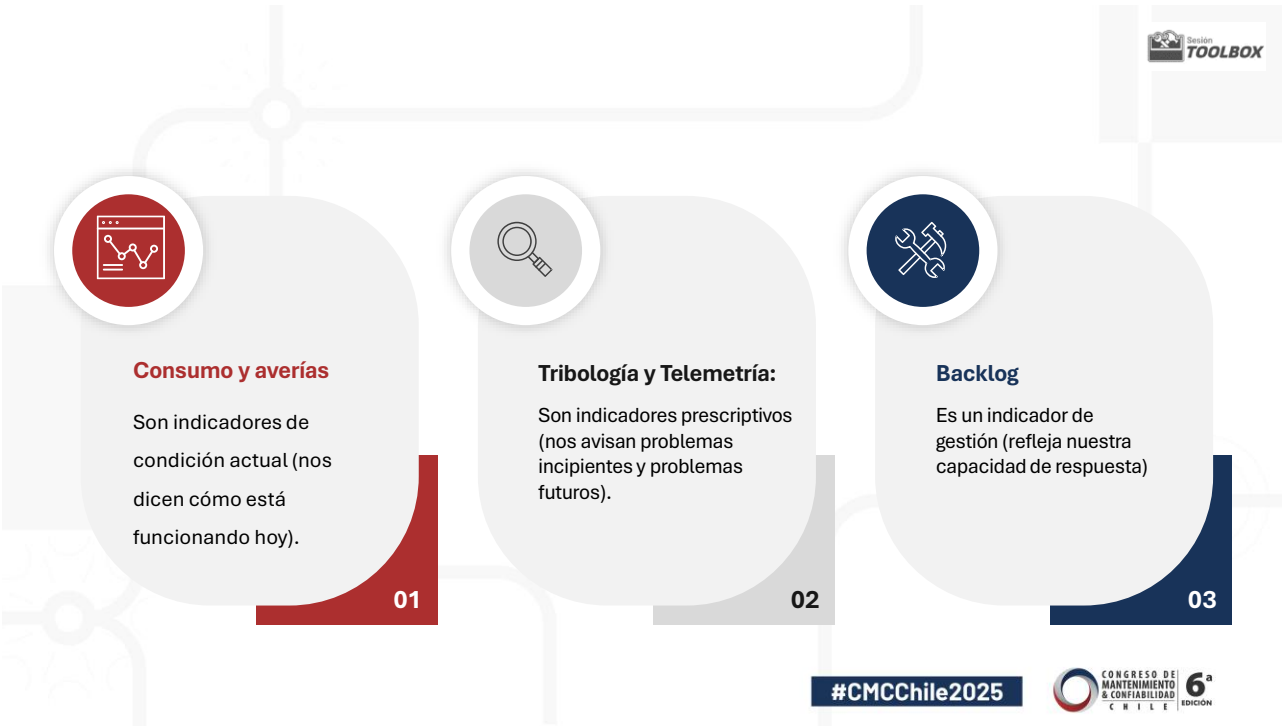
15

¿Por qué elegimos estas variables?

#CMCChile2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 6^a EDICIÓN

16



17

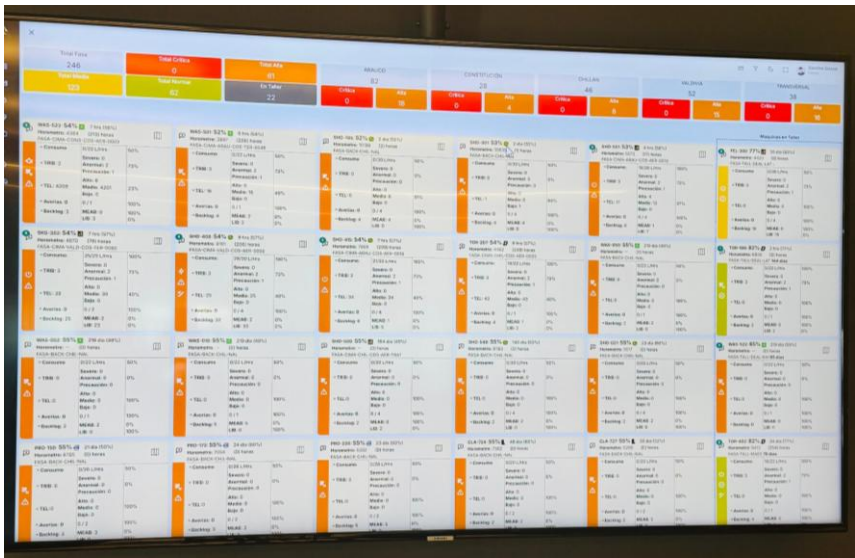
¿Cómo visualizamos nuestro Índice de Salud?

#CMCChile2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 6ª EDICIÓN

18

Gestionamos la salud de nuestra flota en Arauco, con un Tablero de Salud Integral



#CMCChile2025



Veamos un caso donde calculamos la salud de un equipo

#CMCChile2025



Ejemplo:

Salud: $0.144+0.213+0.1+0.15+0.2=0.782 \sim 78,2\%$ Tribología: 3 alertas -> 48% $(0.48 \times 0.30)=0.144$

- Hidráulico 100%: Severo 0%
- Motor 100%: Severo 0%
- Mando final derecho 100%: Anormal 40%
- Mando final izquierdo 100%: Normal 100%
- Reductor de giro 100%: Normal 100%

$$S = \frac{0+0+0,4+1+1}{5 \times 1} = 0,48$$

Telemetría: Últimos 7 días -> 2 días con alerta 71% $(0.71 \times 0.30)=0.213$

- Alerta 1: Alta 0%
- Alerta 2: Alta 0%

Consumo: últimos 30,5 días -> 50% $(0.50 \times 0.20)=0.1$

(0%-10% equivale al 100%) (11%-20% equivale al 50%) (>20% equivale al 0%)

- 19% sobre el promedio

Avería: Últimos 30,5 días $(0.75 \times 0.20)=0.15$

(Datos: f= 1, H= 258, MTBF= 60, F=4)

$$F: \frac{258 \left(\frac{Hrs}{Mes} \right)}{60 (Hrs)} = 4 \frac{Fallas}{Mes}$$

$$S = 100 - \frac{100}{4} \times 1 = 75\%$$

F: Falla por tipo de equipo
f: Fallas del equipo (FEL-400)
MTBF: Tiempo entre fallas
S: Salud

Backlog: En este ejercicio, el equipo no cuenta con Backlog

MEAB:

$$100\% * u - \left(\frac{\text{Total M1 en MEAB (últimos 30,5 días)}}{\text{Total M1 (últimos 30,5 días)}} \right);$$

u: 1, si MEAB < 30,5 días;
0, EOC

LIB:

$$100\% * f$$

f: 1, si PM01 < 30,5 días;
0, EOC

#CMCChile2025



21

Ejemplo:

Salud: $0.144+0.213+0.1+0.15+0.2=0.782 \sim 78,2\%$ Tribología: 3 alertas -> 48% $(0.48 \times 0.30)=0.144$

- Hidráulico 100%: Severo 0%
- Motor 100%: Severo 0%
- Mando final derecho 100%: Anormal 40%
- Mando final izquierdo 100%: Normal 100%
- Reductor de giro 100%: Normal 100%

$$S = \frac{0+0+0,4+1+1}{5 \times 1} = 0,48$$

Telemetría: Últimos 7 días -> 2 días con alerta 71%

 $(0.71 \times 0.30)=0.213$

- Alerta 1: Alta 0%
- Alerta 2: Alta 0%

Consumo: últimos 30,5 días -> 50% $(0.50 \times 0.20)=0.1$

(0%-10% equivale al 100%) (11%-20% equivale al 50%) (>20% equivale al 0%)

- 19% sobre el promedio

Avería: Últimos 30,5 días $(0.75 \times 0.20)=0.15$

(Datos: f= 1, H= 258, MTBF= 60, F=4)

$$F: \frac{258 \left(\frac{Hrs}{Mes} \right)}{60 (Hrs)} = 4 \frac{Fallas}{Mes}$$

$$S = 100 - \frac{100}{4} \times 1 = 75\%$$

F: Falla por tipo de equipo
f: Fallas del equipo (FEL-400)
MTBF: Tiempo entre fallas
S: Salud

Backlog: En este ejercicio, el equipo no cuenta con Backlog

MEAB:

$$100\% * u - \left(\frac{\text{Total M1 en MEAB (últimos 30,5 días)}}{\text{Total M1 (últimos 30,5 días)}} \right);$$

u: 1, si MEAB < 30,5 días;
0, EOC

LIB:

$$100\% * f$$

f: 1, si PM01 < 30,5 días;
0, EOC

#CMCChile2025



22

Caso práctico

Tenemos dos ejemplos para trabajar. En este caso utilizaremos una BBDD de Excel

Caso A: Flota de equipos móviles forestales

Caso B: Equipos estacionarios de planta

1. Selección de parámetros
2. Ponderación de parámetros
3. Fórmula de cálculo
4. Aplicación práctica



23



iGracias!

Emmanuel Faguaga / Rafael Soares

Emmanuel.Faguaga@arauco.com /
Rafael.soares@arauco.com

SESIÓN
23

**ESCANEA EL
CÓDIGO QR**



**RESPONDE UNA
BREVE ENCUESTA**

25