

Coordinación Académica del Posgrado  
Dirección de Desarrollo de Talento

## **EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO**

### Trabajo de Investigación de Doctorado

Desarrollo de una metodología para la detección de daño en plataformas marinas fijas por medio de análisis de vibraciones

**M. I. Francisco Cisneros**

Directores: Dr. Iván Félix González y Dr. Rolando Salgado Estrada

Periodo: Invierno 2025

- **Contexto:** Avances finales previos a la defensa de tesis (Evaluación de 7º Semestre).
- **Problemática:**
  - Crisis de mantenimiento en infraestructura envejecida.
  - "Data Scarcity": Escasez de datos reales de daño que inviabiliza el uso puro de algoritmos de Deep Learning.
- **Solución Propuesta:**
  - Hibridación de Algoritmos Genéticos (AG) con Modelos de Elemento Finito (FEM).

# Metodología Propuesta (1/3): Flujo General

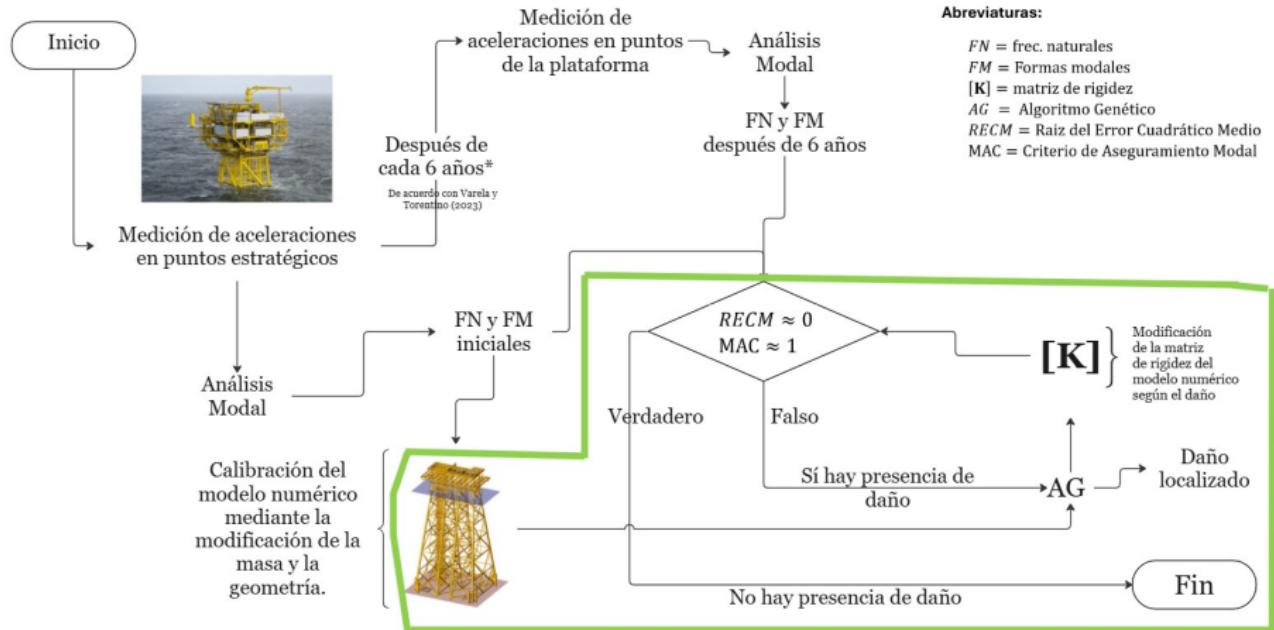


Figura: Flujo de identificación en plataformas reales.

# Metodología Propuesta (2/3): Esquema Computacional

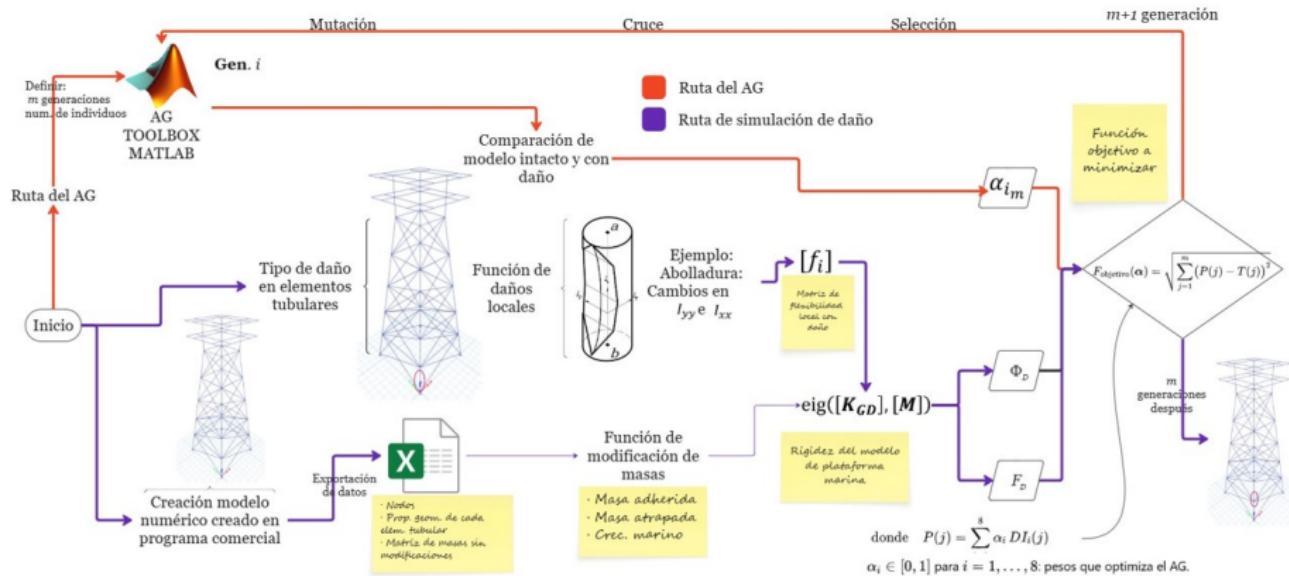


Figura: Esquema computacional del AG.

# Metodología Propuesta (3/3): El Algoritmo Genético

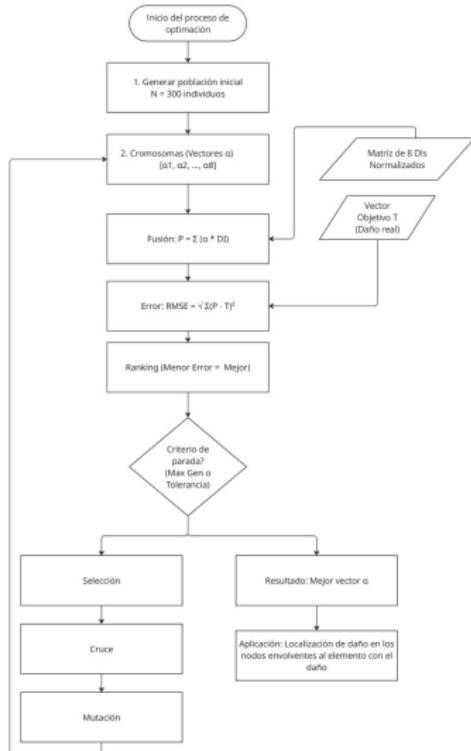


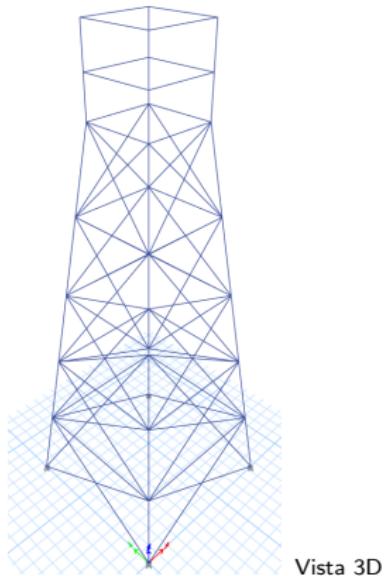
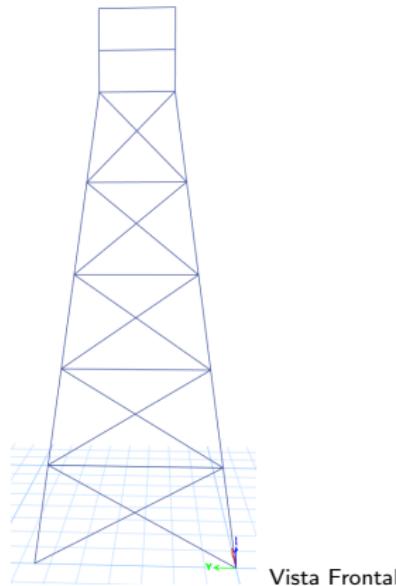
Figura: Mecánica del AG: función objetivo y operadores genéticos.

# Justificación de los tipos de daño: Abolladuras

# Justificación de los tipos de daño: Corrosión

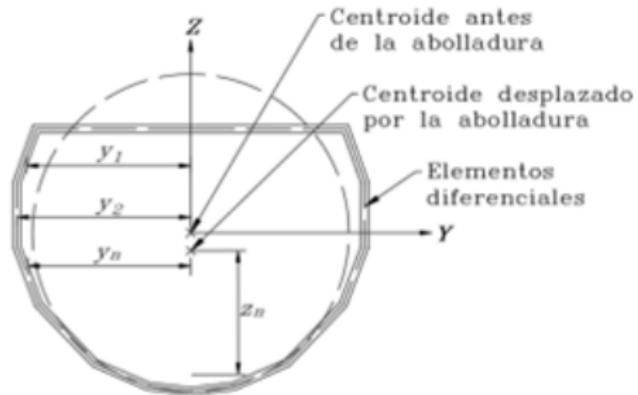
# Caso de Estudio: Plataforma Tipo Jacket

- Plataforma marina fija discretizada mediante elementos viga.

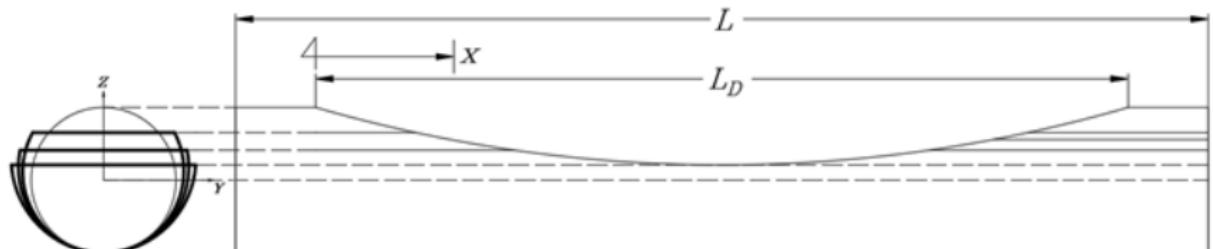


# Modelado de Daño: Abolladura

**Enfoque:** Reducción de rigidez localizada en elementos viga.

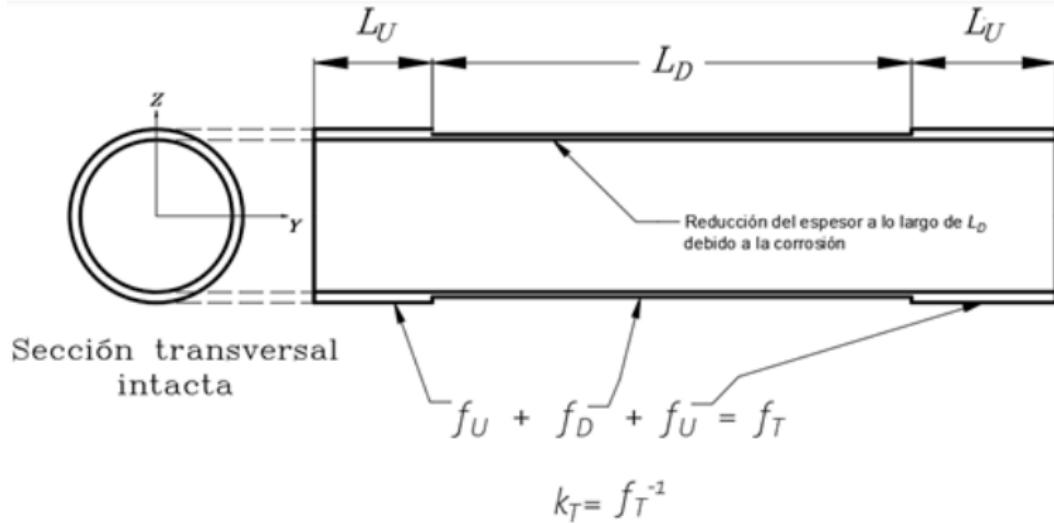


(a) Sección Transversal



# Modelado de Daño: Corrosión

**Enfoque:** Corrosión Uniforme por zonas (Splash Zone vs. Sumergida).



**Figura:** Caracterización de la reducción de espesor por corrosión longitudinal.

# Efectos Inerciales y Ambientales (1/2)

**Consideraciones:** Inclusión de masa añadida hidrodinámica y crecimiento marino (biofouling).

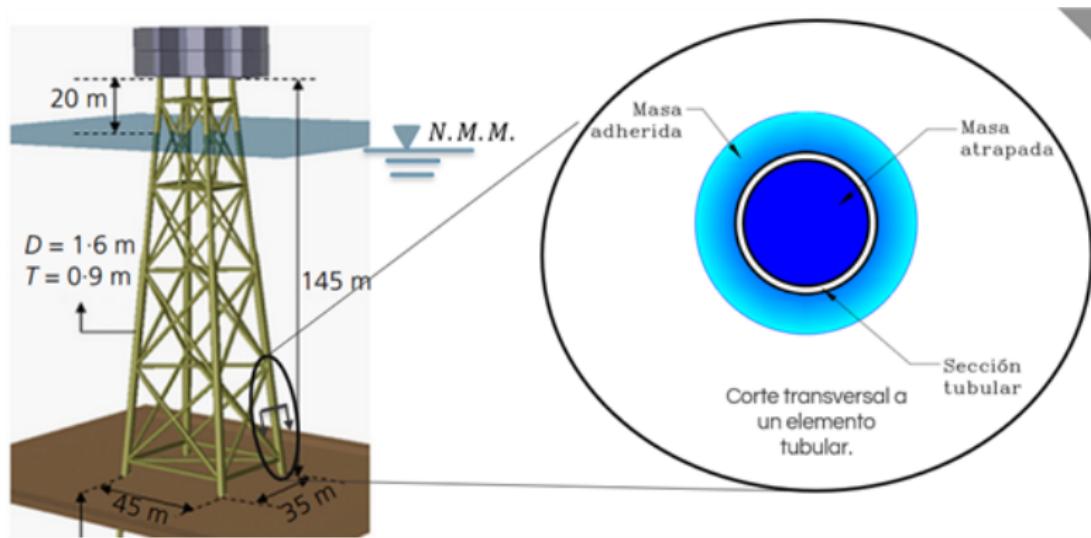


Figura: Detalle de Masa Hidrodinámica (Adherida y Atrapada).

# Efectos Inerciales y Ambientales (2/2)

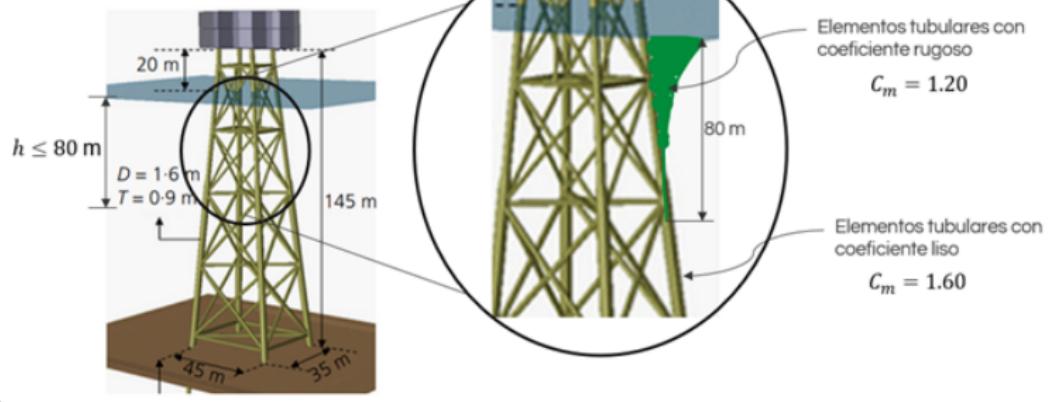


Figura: Modelado del Crecimiento Marino (Biofouling) y coeficientes rugosos.

# Aportación Novedosa: Índice de Calidad de Detección (ICD)

## Definición ICD

Métrica híbrida optimizada evolutivamente que pondera:

- Sensibilidad de modos de vibración de orden superior.
- Robustez ante la incertidumbre.

## Optimización

El Algoritmo Genético no solo busca el daño, sino que optimiza los pesos de ponderación del ICD para maximizar la detectabilidad.

# Formulación Matemática del ICD

## Ecuación General

El ICD se define como el producto de tres factores normalizados:

$$\text{ICD} = D \times C_{\text{norm}}(\delta) \times P_{\text{FP}}(N_{\text{FP}}) \quad (1)$$

**Interpretación:**  $\text{ICD} \in [0, 1]$  (Donde 1.0 = Detección perfecta).

### 1. Éxito de Localización ( $D$ )

- **1.0:** Detección exacta.
- **0.5:** Nodo adyacente (valor parcial).
- **0.0:** Fallo o ubicación errónea.

### 2. Confianza ( $C_{\text{norm}}$ )

- Escalamiento logarítmico.
- Reconoce la dificultad de detectar daños incipientes ( $\alpha = 0.1$ ).

$$\frac{\ln(1 + \alpha\delta)}{\ln(1 + \alpha\delta_{\text{máx}})}$$

### 3. Penalización ( $P_{\text{FP}}$ )

- Decaimiento exponencial.

$$e^{-N_{\text{FP}}}$$

# Resultados: Detección de Abolladura (1/2)

Comparativa Global de ICD vs. % de Daño por Zona (Abolladura)

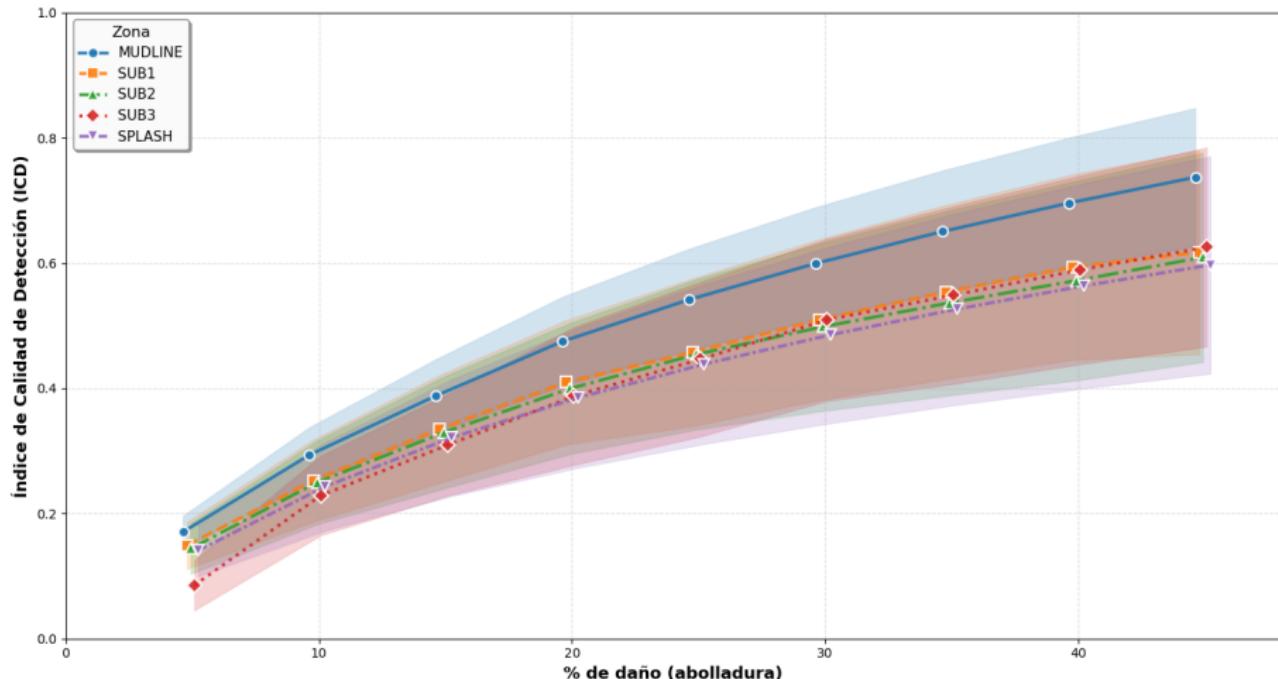
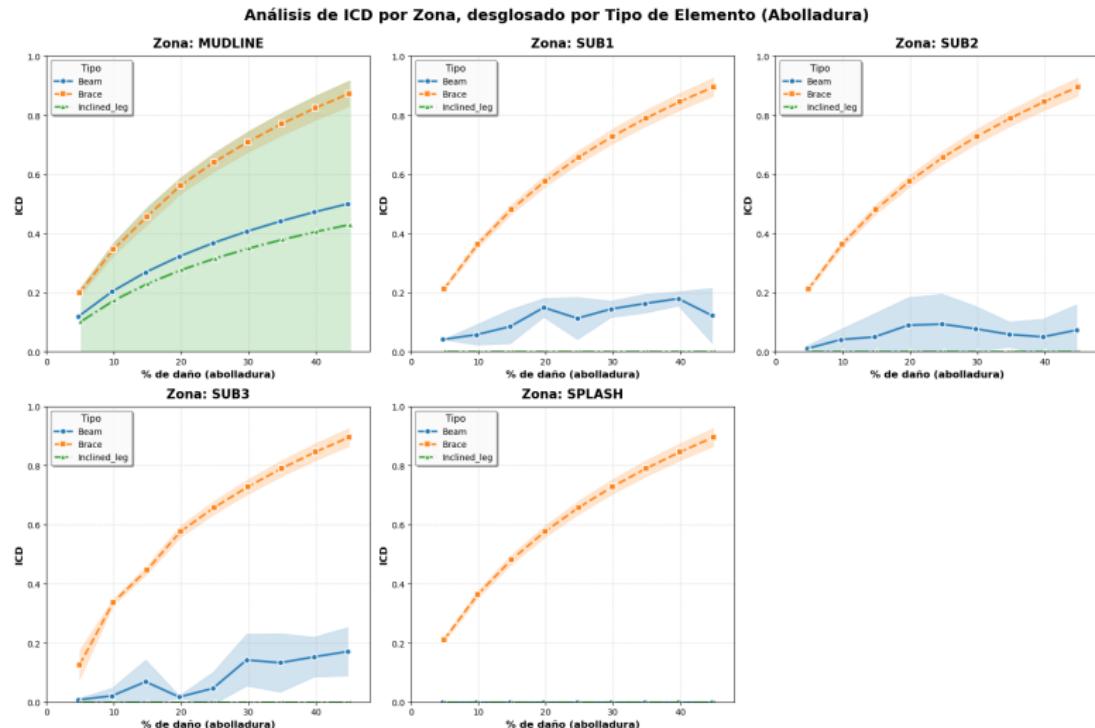


Figura: Comparativa Global ICD vs. Daño

# Resultados: Detección de Abolladura (2/2)



**Figura:** Desglose por Zona y Tipo de Elemento

# Resultados: Detección de Corrosión (1/2)

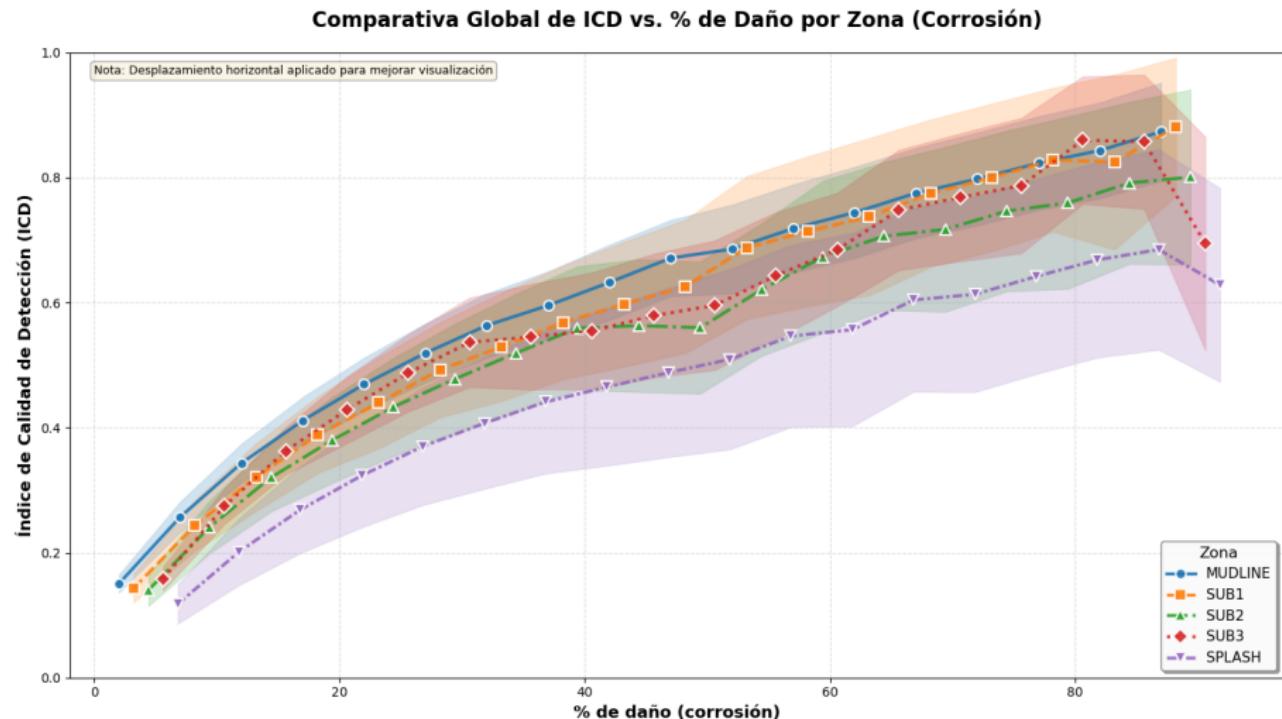


Figura: Comparativa Global ICD vs Corrosión

# Resultados: Detección de Corrosión (2/2)

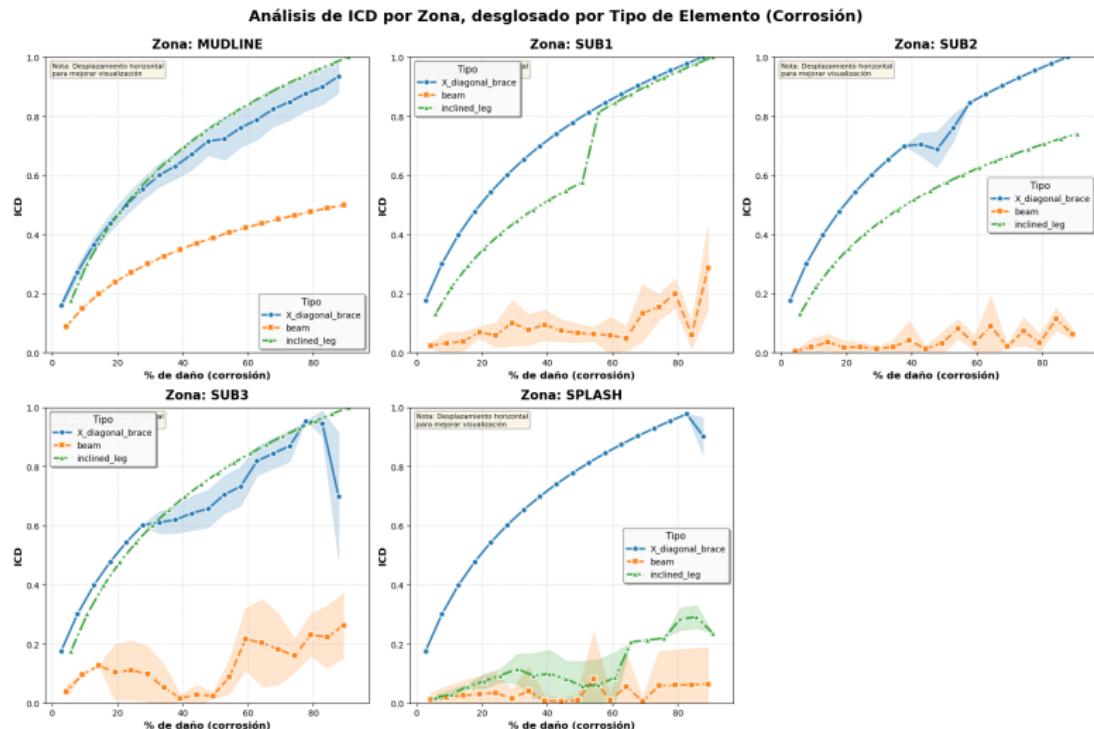


Figura: Desglose por Zona

- **Título Tentativo:**

*"Proposal of a Detection Quality Index (DQI) for Damage Identification in Jacket Platforms Using Genetic Algorithms."*

- **Revista Objetivo:**

*Journal of Civil Structural Health Monitoring* (Q2/Q1).

- **Estatus Actual:**

- Resultados del ICD consolidados.
- Artículo en proceso de redacción y formato.
- Requisito obligatorio para la graduación.

- **Antecedentes y Perspectiva:**

El manuscrito inicial fue rechazado en la revista *Ocean Engineering*. Sin embargo, dicha versión carecía de la validación robusta actual. La integración del nuevo **Índice de Calidad de Detección (ICD)** subsana las limitaciones previas y fortalece la contribución científica, asegurando una propuesta sólida para este nuevo envío.

# Comentarios Finales y Siguientes Pasos

① **Validación:** El modelo simplificado de daño (abolladura/corrosión) demuestra ser computacionalmente eficiente y representativo.

② **Ruta Crítica (8º Semestre):**

- Envío y revisión del artículo JCR.
- Escritura final de la tesis.
- Defensa de grado.
- Profundizar en el estudio, generación y análisis de resultados para daños por grietas en la base (fagita) y deflexiones excesivas, aplicando la misma metodología.