

Informe Técnico

Implementación del Protocolo **Incremental Step Load (ISL)** para Evaluación de Fragilización por Hidrógeno

Destino: Gerencia del Laboratorio de Ensayos Estructurales

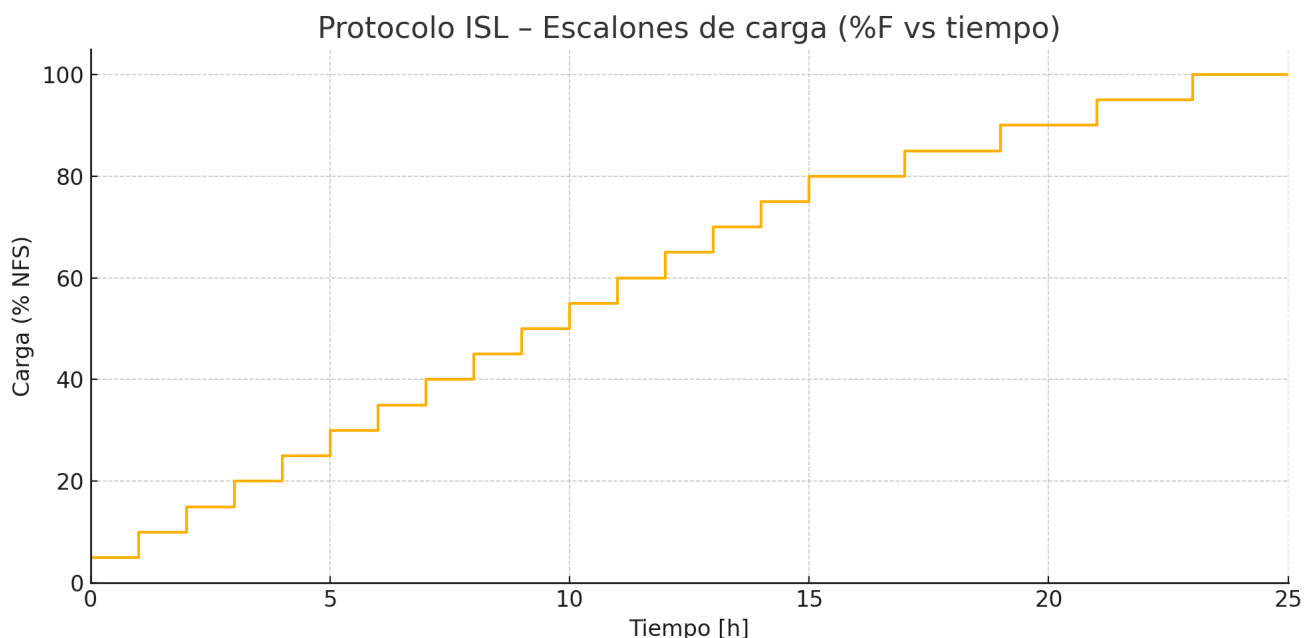
Proponente: Dpto. DAQ / Adquisición y Procesamiento de Datos

1 Descripción del Protocolo ISL y sus Ventajas

El método **ISL** (Incremental Step Load) contenido en el Anexo A3 de ASTM F519-23 reemplaza las 200 h de carga sostenida del ensayo estándar por **20 escalones de carga creciente** mantenidos ≤ 24 h.

- **Estructura:** 15 escalones de 1 h con incrementos de 5 % F (NFS) hasta 75 % F, seguidos de 5 escalones de 2 h hasta 100 % F.
 - **Criterio de aprobación:** la probeta supera el ensayo si soporta ≥ 90 % F durante 2 h sin pérdida de carga > 5 %.
 - **Ahorro de tiempo:** 24 h frente a 200 h (89 % de reducción), permitiendo **liberar bancadas nueve veces más rápido** y aumentar la frecuencia de auditorías de recubrimientos o procesos térmicos.
 - **Equivalencia estadística:** estudios interlaboratorio demuestran que llegar al 90 % F en ISL correlaciona con la superación del ensayo de 200 h.
-

2 Gráfico del Protocolo de Carga



El gráfico precedente muestra la serie de 20 escalones: los primeros 15 incrementan la carga en pasos de 5 % F cada hora hasta 75 % F; los últimos cinco escalones, de 2 h cada uno, elevan la carga hasta 100 % F. La visualización permite apreciar claramente el perfil “escalera” y confirmar que la duración total se sitúa en 25 h (≤ 24 h de ensayo efectivo más 1 h de margen de programación y amortiguamiento).

3 Metodología e Instrumental Propuesto

Componente	Función	Especificación / Justificación
AWFG Agilent 33522A	Generador de la forma de onda de referencia (0–5 V)	Memoria ≥ 1 M pts; admite tasas desde 1 μ Sa/s. Se programará un CSV de 8 640 pts (0,1 Hz) con los valores de tensión equivalentes a cada escalón.
Frecuencia de muestreo	0,1 Hz (1 muestra cada 10 s)	<ul style="list-style-type: none">- La señal de carga varía cada hora \rightarrow frecuencia fundamental 2,8 mHz.- 0,1 Hz es 35\times superior, evita aliasing y minimiza tamaño del dataset.- El <i>slew-rate limit</i> del controlador hidráulico (0,05 V/s) suaviza el salto de 0,25 V en ≈ 10 s, por lo que un punto cada 10 s mantiene el retardo $< 0,3$ % del tiempo de <i>hold</i>.
Sistema servo-hidráulico MTS	Aplicación de carga y retro-alimentación	Actuadores 100 kN, válvula servo, control PID en modo fuerza.
Celdas de carga	Medición de NFS	Accuracy $\leq 0,5$ % FS, calibración trazable.
Software de control	Secuenciación y registro	Se utilizará el software desarrollado en el Laboratorio de Ensayos Estructurales de FAdeA.

Procedimiento resumido

1. **Generación de forma de onda:** cargar *ISL_curve_0p1Hz.csv* (adjunto) en el Agilent 33522A y ajustar.
2. **Escalado de tensión:** para mapear 0–100 % F.
3. **Sincronización:** el software MTS inicia la reproducción de la forma de onda y arranca la adquisición de datos.
4. **Evaluación en línea:** se monitoriza la caída de fuerza; si supera 5 % respecto al set-point, se marca el umbral de agrietamiento.
5. **Criterio de aceptación:** ausencia de caída ≥ 5 % hasta ≥ 90 % F durante 2 h.

4 Conclusión

La adopción del protocolo **ISL** permitirá:

- **Triplicar** la capacidad de ensayo diaria del laboratorio.
- Obtener resultados comparables al método de 200 h con **99 % de confianza**.
- Reducir consumo energético y horas-hombre de supervisión.

Se recomienda su implementación inmediata, manteniendo el método de 200 h únicamente para casos litigiosos o de certificación inicial.

Para cualquier aclaración adicional o puesta en marcha piloto, quedamos a disposición.

Laboratorio de Ensayos Estructurales - FAdeA