

Pruebas de corrosión acelerada para aplicaciones automotrices

Víctor Vega
Mayel Cantú

Xperto Integral Systems



[Vea video de presentación con audio.](#)

Temario

- Resumen de corrosión automotriz
- Pruebas de corrosión al aire libre
- Desarrollos recientes en pruebas de corrosión cíclica
 - Control de Humedad Relativa
 - Soluciones de electrolitos (sal)
- Modern cyclic corrosion test methods and laboratory equipment

Q-Lab Confidential

Corrosión de componentes automotrices

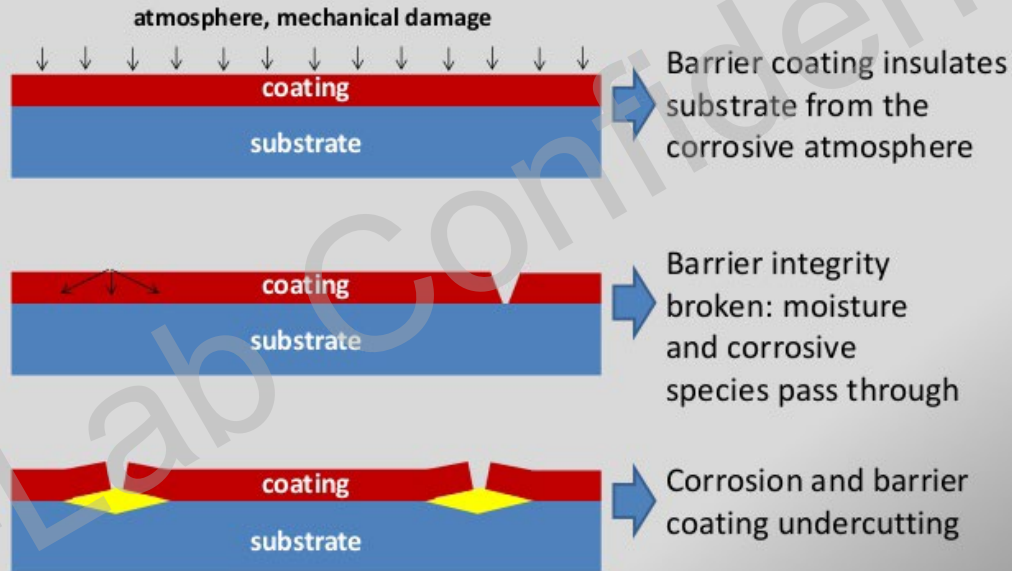


¿Qué causa la corrosión automotriz?

- Exposición a un clima corrosivo
 - Ciclos húmedos y secos
- Acelerado si hay químicos presentes
 - Sal, Lluvia ácida
- El metal queda expuesto.
 - Rasguño o rayado, impacto, astillas
- La pintura o el revestimiento pueden no proteger después del daño inicial

Mecanismos de Corrosión

Anti-corrosion coating: real-life scenario



Tipos de Corrosión

- Corrosión Cosmética
 - Protección de la pintura
 - Humedad alta
 - Efecto salpicadura del camino
- Corrosión Estructural
 - Sin UV
 - ¿Las partes están recubiertas?

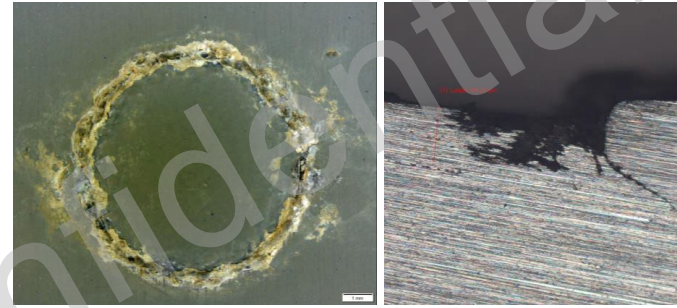


Modos de falla corrosivos



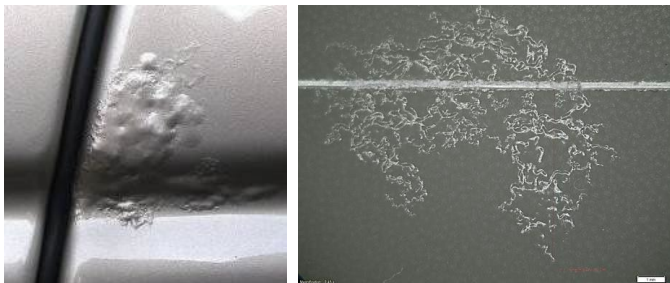
Serie 5xxx Aluminio unido a fibra de carbono

- Construcción de material mixto
 - Corrosión galvánica
 - Corrosión en grietas
 - Corrosión filiforme
- *Crítico para correlacionar los métodos de prueba de laboratorio con las condiciones del mundo real*

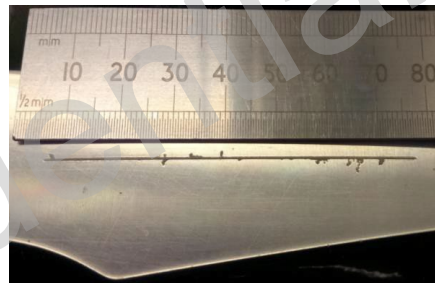


Remaches de acero en chapa de aluminio

Modos de falla corrosiva



Corrosión filiforme en chapa de aluminio pintada serie 6xxx



Corrosión filiforme en la superficie de la rueda de carretera con corte de diamante (lacado), Al-Si-Mg

Hoja de aluminio pintada

- Corrosión cosmética "filiforme".
- Acelerado por condiciones galvánicas y de grietas, bordes cortados, superficies retrabajadas

Prueba de corrosión automotriz

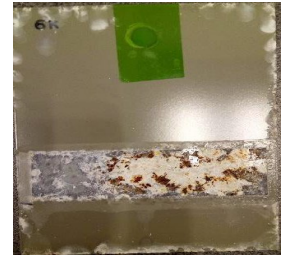
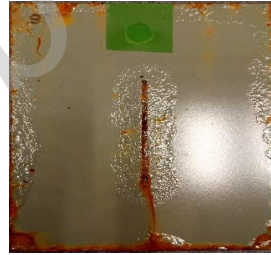
Nivel de componente

Tipos de método de prueba

- Spray de sal neutral
- CCT
- CASS
- Filiform

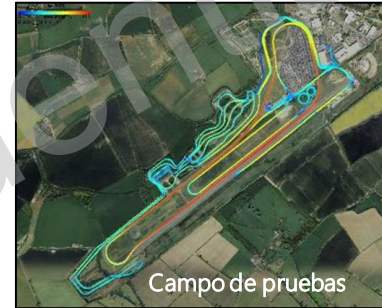
Tipos de muestra de prueba

- Paneles planos/cupones: abierto, grieta, cosmético
- Componentes completos: por ejemplo sujetadores, molduras de escape, insignias, ruedas



Prueba de Corrosión Automotriz

Vehículo Entero



- Humedad y temperatura
- Spray de sal
- Ciclos de conducción (pistas de polvo, fuera de carretera, carreteras de durabilidad)
- Desmontaje y evaluaciones

Corrosión Automotriz

Objetivos de prueba

- Objetivo 1: Determinar el rendimiento antes y después del daño.
- Objetivo 2: Seleccionar y usar métodos de prueba realistas
- Objetivo 3: Acelerar la prueba y generar resultados correlativos

Los avances recientes en las pruebas de corrosión cíclica nos ayudan a alcanzar estos objetivos.

Laboratorio Acelerado

Pruebas de corrosión

Pruebas cíclicas y control de humedad relativa

Q-Lab Confidential

¿Qué está cambiando en las pruebas de corrosión cíclica y por qué?

- Las pruebas cíclicas como PV1210 y JASO M609 son más realistas que las pruebas simples como ASTM B117, pero no lo suficientemente buenas para todas las aplicaciones.
- Pruebas de Corrosión Moderna controlar y mantener la HR entre 50-90%
- ¿Porqué?

Aspectos clave de las pruebas modernas de corrosión

- Configuraciones específicas de humedad relativa (no solo ambiental, húmeda o seca)
- Temperatura controlada/HR y transiciones para mejorar la reproducibilidad
- Soluciones personalizadas de electrolitos (sal)
- Sal "Niebla" a veces reemplazada por spray directo ("Baño")

Resumen de las condiciones ambientales en los estándares modernos de corrosión automotriz

Ciclo	Solución	Tipo de Spray	HR < 50%	50% ≤ HR < 76%	HR ≥ 76%
Ford L-467/Volvo (ACT2)	NaCl 0.5% pH no controlada	Baño	0%	66%	34%
GMW 14872	NaCl 0.9% CaCl ₂ 0.1% NaHCO ₃ 0.075% pH no controlada	Baño	46% (22% debajo RH30%)	16%	38%
Renault D17 2028 (ECC1)	NaCl 1.0% pH = 4.0 (H ₂ SO ₄)	Niebla	8%	62%	30%
VDA 233-102	NaCl 1.0% pH neutral	Niebla	1%*	39%	60%
Volvo ACT1	NaCl 1.0% pH = 4.2 (H ₂ SO ₄)	Baño	17%	31%	52%

Variedad de soluciones de electrolíticas y acidez

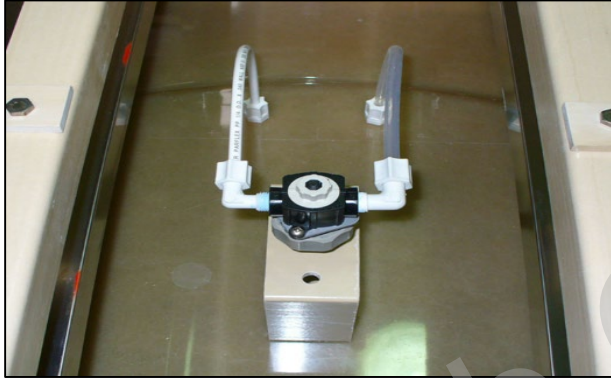
Resumen de las condiciones ambientales en los estándares modernos de corrosión automotriz

Ciclo	Solución	Tipo de Spray	HR < 50%	50% ≤ HR < 76%	HR ≥ 76%
Ford L-467/Volvo (ACT2)	NaCl 0.5% pH no controlada	Baño	0%	66%	34%
GMW 14872	NaCl 0.9% CaCl ₂ 0.1% NaHCO ₃ 0.075% pH no controlada	Baño	46% (22% debajo RH30%)	16%	38%
Renault D17 2028 (ECC1)	NaCl 1.0% pH =4.0 (H ₂ SO ₄)	Niebla	8%	62%	30%
VDA 233-102	NaCl 1.0% pH neutral	Niebla	1%*	39%	60%
Volvo ACT1	NaCl 1.0% pH =4.2 (H ₂ SO ₄)	Baño	17%	31%	52%

El Baño y la Niebla todavía se usan ampliamente

Niebla y Baño

Niebla



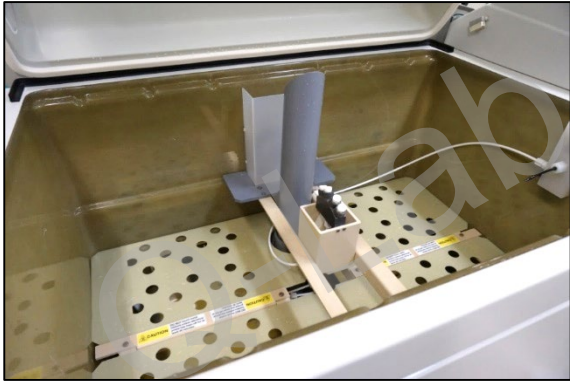
- Esprea de aire no comprimido instaladas sobre la boquilla de nebulización atomizadora existente
- Controlado por presión de bomba ajustable y ciclo de encendido/apagado de spray.

Baño



- Esprea atomizadora
- Líneas de Aire Comprimido y Solución Líquida separadas
- Controlado por la velocidad de la bomba y la presión del aire.

Ventajas del Baño (Spray)



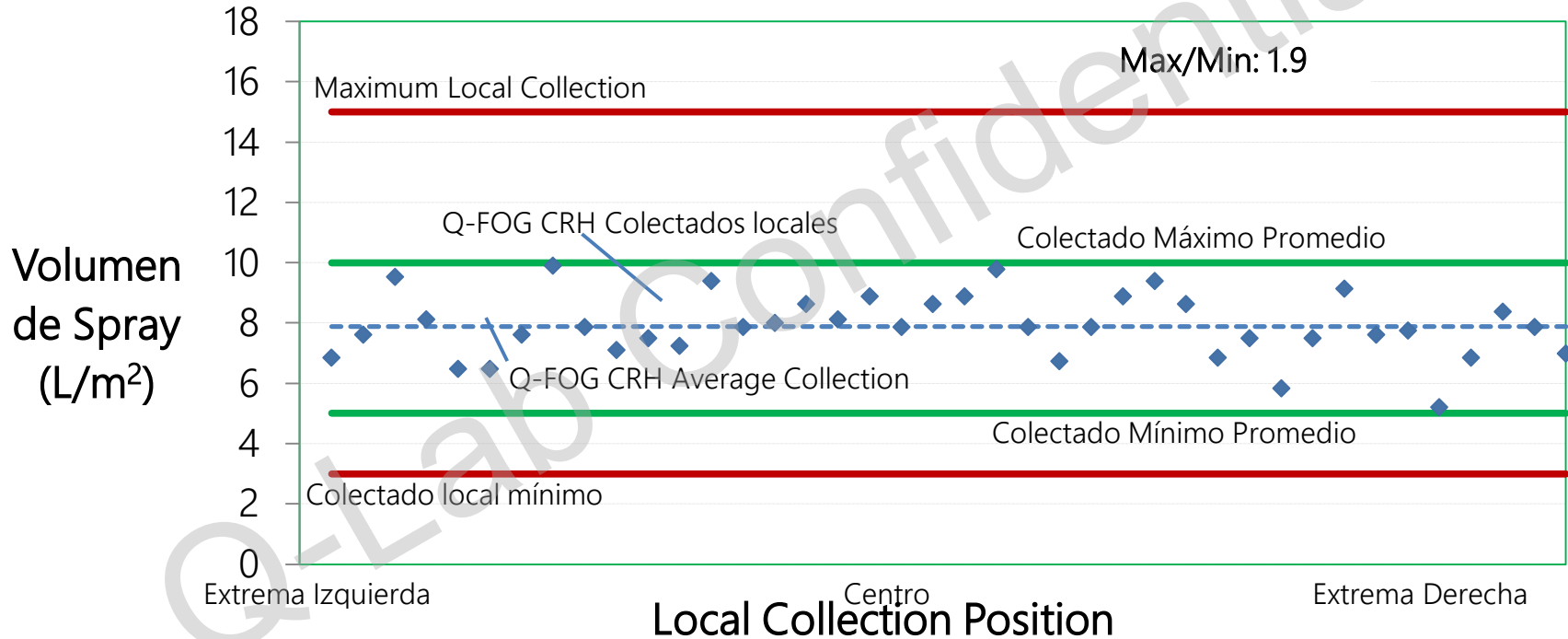
- El spray de alto volumen humedece las muestras más rápido que la niebla tradicional (~ 100 × más volumen)
- El volumen de spray se puede controlar para ajustar las tasas de corrosión.
- Posición fija con cobertura uniforme de cámara; sin necesidad de ajustes constantes por parte del usuario
- La detección de la tasa de flujo alerta al usuario si una boquilla está tapada
- Autolimpieza con agua desionizada

Tipos de sistemas de baño



Uniformidad de Baño en Q-FOG CRH

40 posiciones (Ford L-467, Volvo ACT2)

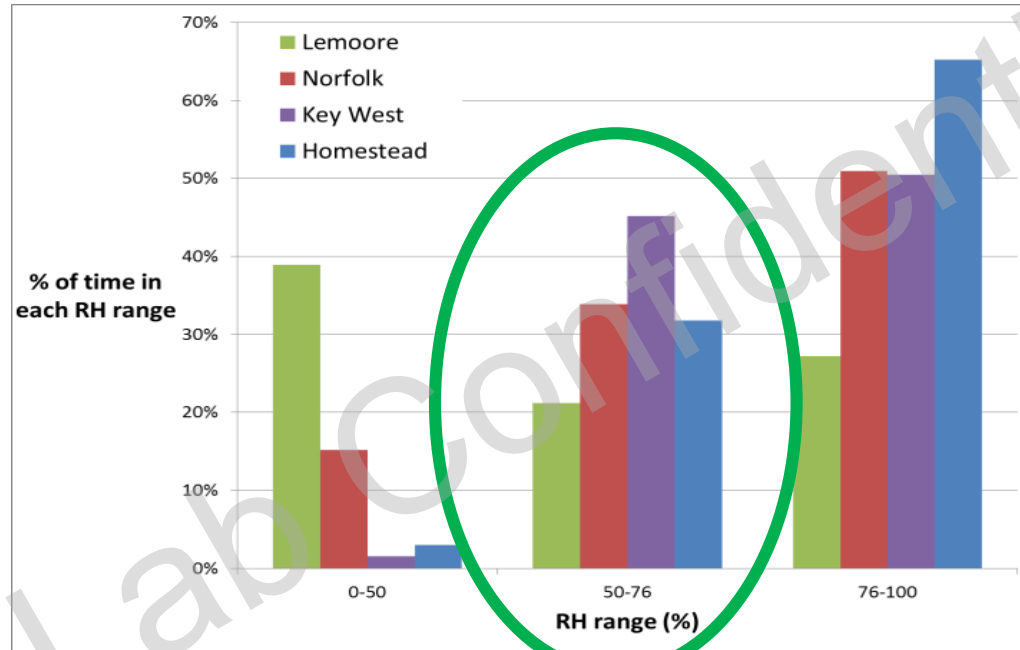


Resumen de las condiciones ambientales en los estándares modernos de corrosión automotriz

Ciclo	Solución	Tipo de Spray	HR < 50%	50% ≤ HR < 76%	HR ≥ 76%
Ford L-467/Volvo (ACT2)	NaCl 0.5% pH no controlada	Baño	0%	66%	34%
GMW 14872	NaCl 0.9% CaCl ₂ 0.1% NaHCO ₃ 0.075% pH no controlada	Baño	46% (22% debajo RH30%)	16%	38%
Renault D17 2028 (ECC1)	NaCl 1.0% pH =4.0 (H ₂ SO ₄)	Niebla	8%	62%	30%
VDA 233-102	NaCl 1.0% pH neutral	Niebla	1%*	39%	60%
Volvo ACT1	NaCl 1.0% pH =4.2 (H ₂ SO ₄)	Baño	17%	31%	52%

Todos los estándares requieren control a valores intermedios de humedad relativa

Condiciones de HR en el entorno natural



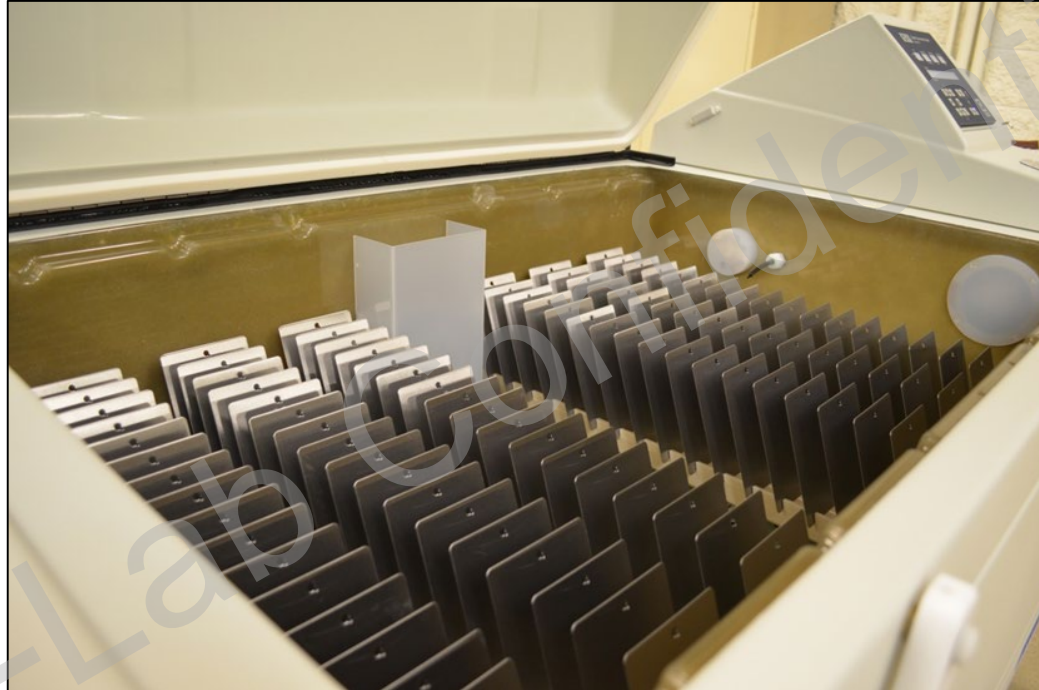
- Todas las regiones pasan un tiempo considerable en la HR intermedia (alrededor del 76%)
- ¡Los estándares de prueba modernos reconocen esto y controlan la HR en estos niveles!

Humedad Relativa

“controlando el medio”

- El control de HR entre 50% y 90% es crítico
- Ciclos de mojado y seco no puede hacer esto
 - Solo pueden hacer mojado, seco, ambiente
 - Sin control de los tiempos de transición de HR
 - Tasas variables de secado de muestras

Cámara de corrosión con paneles metálicos



Cámara Climática



Tipos de cámara de prueba

Climatica (Temp & HR)

- Forma cúbica/cuboide
- Montaje de muestras multicapa
- Los interiores son generalmente de acero inoxidable.
- Flujo de aire constante (tipos de flujo bajo o alto)
- Raramente rocía agua
- Temperatura precisa y capacidades de HR
- La reducción del punto de rocío es común

Corrosión/Spray de Sal

- Más rectangular que cuadrado
- Montaje de muestra de una sola capa
- Los aceros inoxidables no durarán en el medio ambiente.
- Aire estático necesario durante la spray de sal.
- Las soluciones líquidas y las sales precipitadas crean microclimas
- El control preciso es más difícil.
- La reducción del punto de rocío no es común

Q-FOG CRH

- Dos tipos de suministro de niebla salina (niebla, baño)
- Transiciones lineales controladas de temperatura y HR
- Deshumidificación mediante preacondicionador de aire.
- El modelo HSCR cuenta con un calentador de rampa rápida para transiciones rápidas



Cámara principal

Preacondicionador de Aire

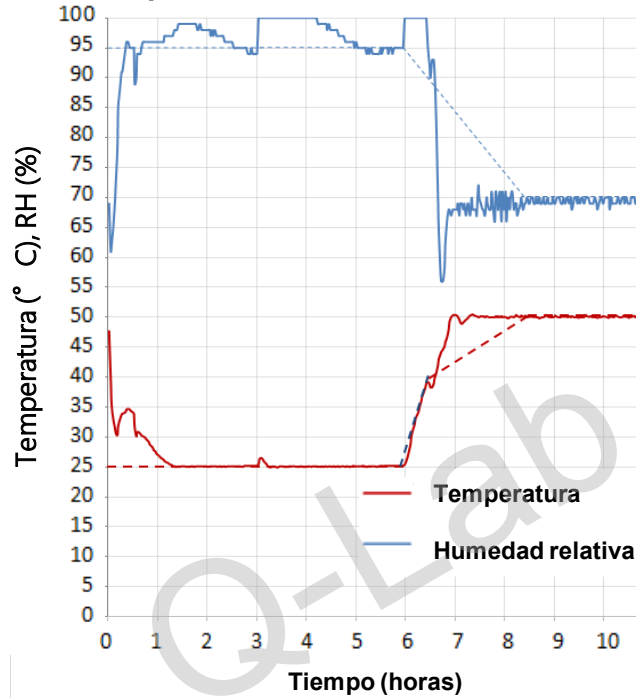
Q-FOG CRH Precondicionador de aire



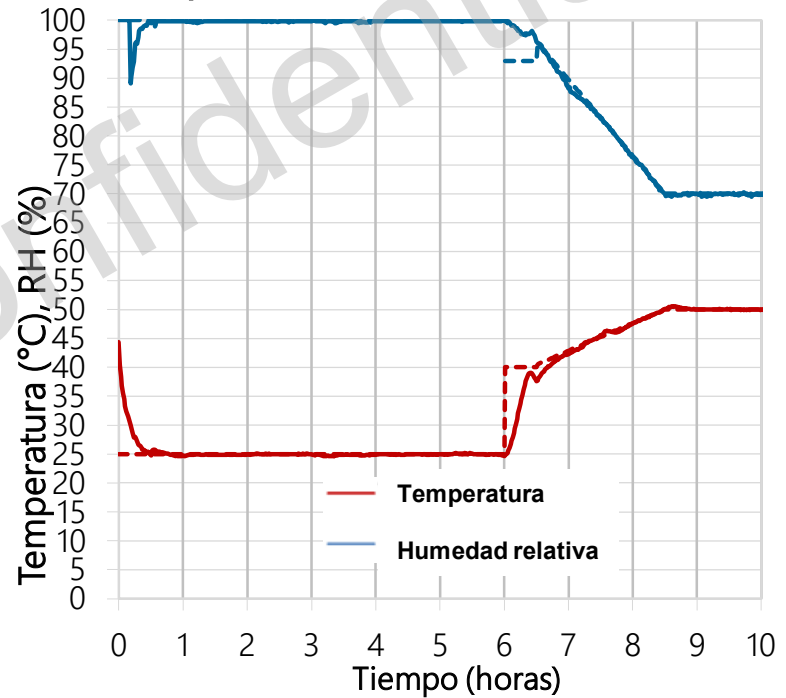
- Proporciona aire seco constantemente al sistema
- Caliente o frío
- Amplía la gama de condiciones alcanzables
- Permite un control preciso de las transiciones temporales y HR

Mejora del rendimiento con preacondicionador de aire

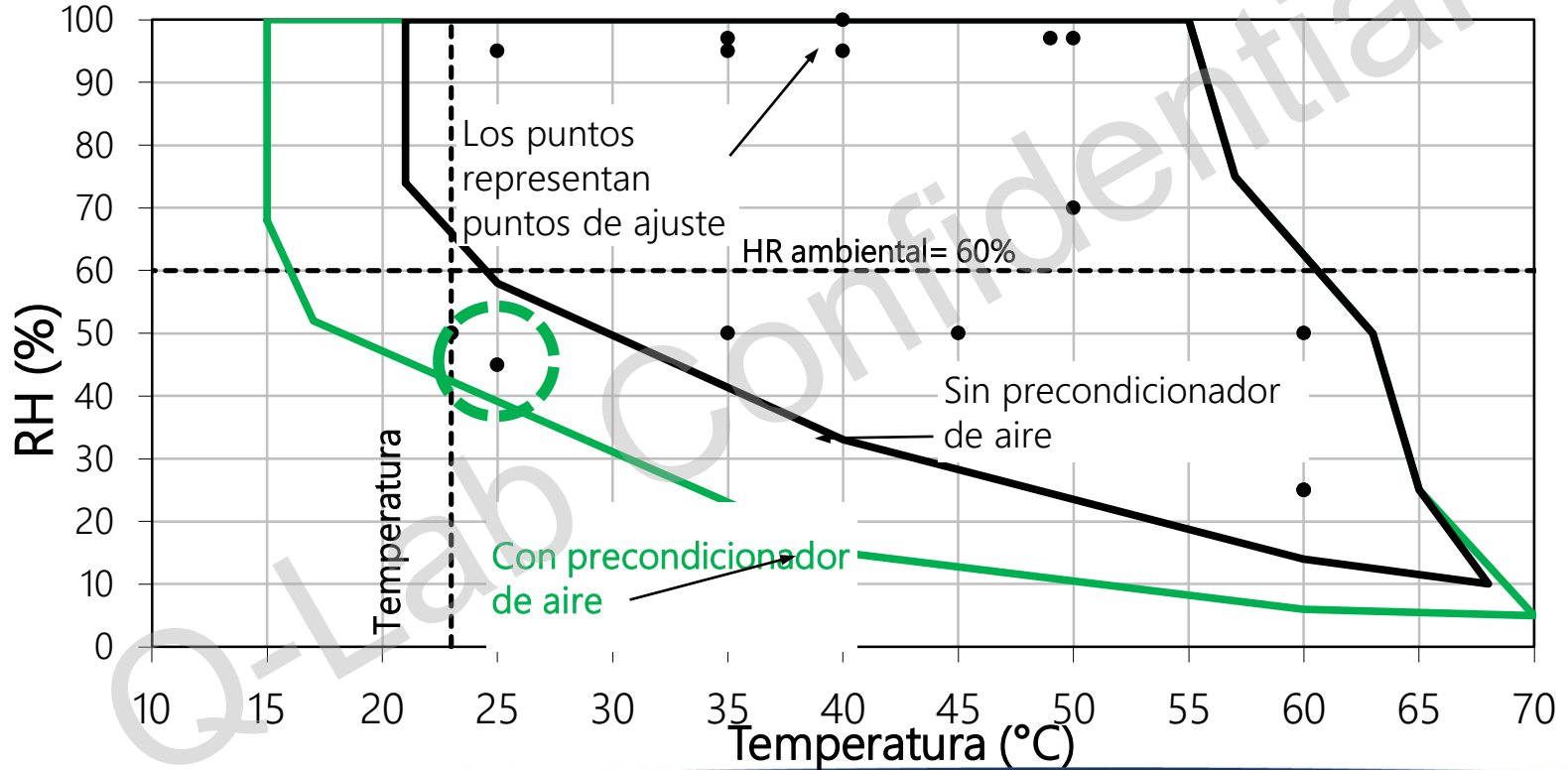
Sin preacondicionador de aire



Con preacondicionador de aire



Q-FOG CRH: Cumple con las condiciones de prueba en todos los principales estándares automotrices



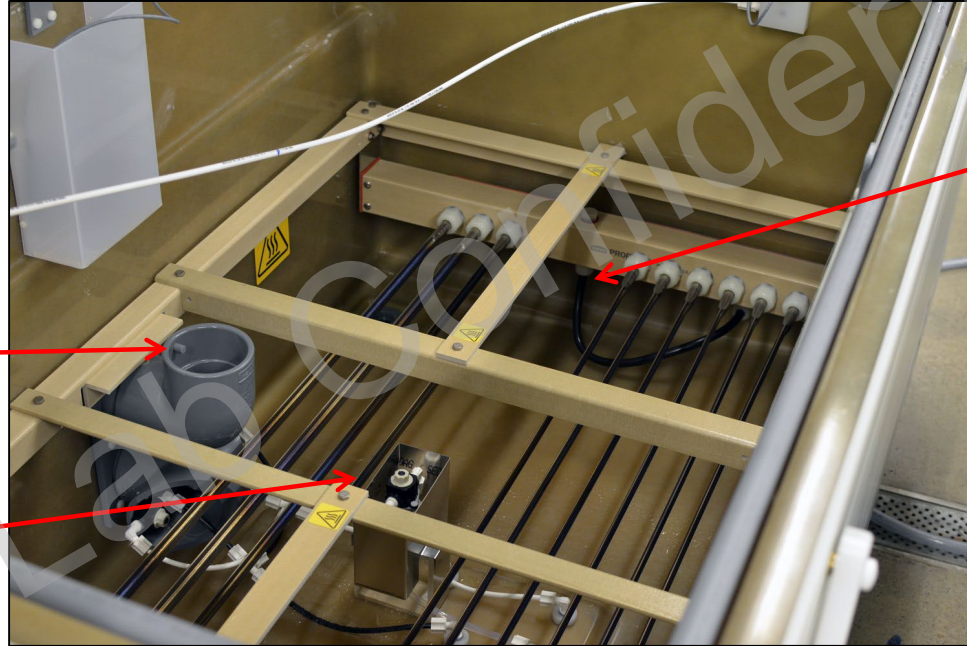
Calentador de rampa rápida

JASO M609 y otras desafiantes pruebas de corrosión automotriz

Deflector
del escape

Retorno de
aire de
cámara

Esprea de
niebla



Calentadores
para rampa rápida
de cámara

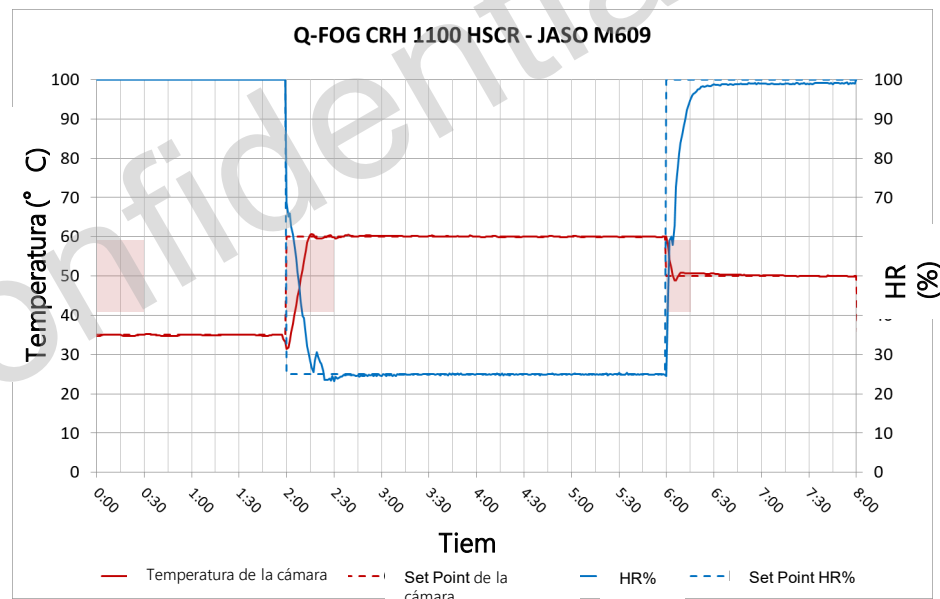
Q-FOG CRH Normas que cumple

Norma	Modelo estandar	Calentador de rampa rápida
JASO M609		✓
CCT-C		✓
CCT-I		✓
CCT-IV		✓
Renault D17-2028 (ECC1)	✓	✓
Volvo VCS 1027, 149 (ACT I)	✓	✓
Volvo VCS 1027, 1449 (ACT II)	✓	✓
GMW 14872	✓	✓

JASO M609 (ISO 14993, 11997-1)

- Volumen de la cámara - 1100 L
- Carga de la cámara: paneles de acero de 250 x 3 "x 6"
- Solución FOG - Solución de NaCl al 5%
- Temperatura ambiente del laboratorio: 28-30 °C

Paso	Función	Temperatura del aire de la cámara (° C)	HR (%)	Tiempo de paso (hh:mm)	Rampa
1	NIEBLA	35 °C		2:00	< 0:30
2	HR	60 °C	25 %	4:00	< 0:30
3	HR	50 °C	100 %	2:00	< 0:15



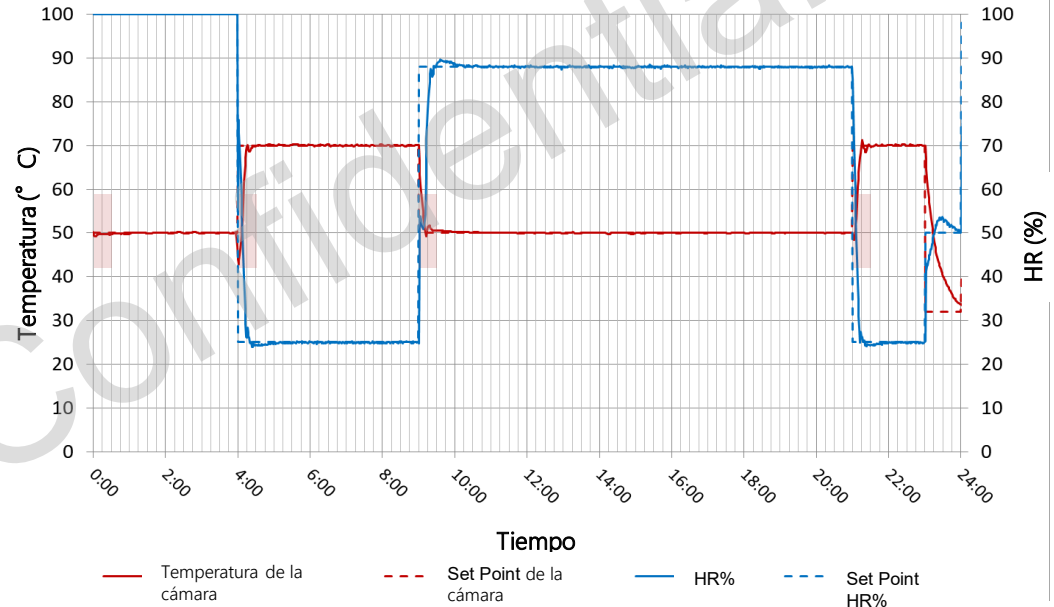
JASO M609

Tiempos de transición para JASO M609 en cámara Q-FOG CRH 1100 HSCR completa

Función	Transición	Requerimiento de tiempo de transición	Tiempo de transición de temperatura actual	Tiempo de transición de HR actual
Niebla a Seco	35 °C → 60 ± 1 °C NIEBLA → < 30% HR	< 0:30	0:13	0:14
JASO M609 Seco a Mojado	60 ± 1 °C → 50 ± 1 °C < 30% HR → > 95% HR	< 0:15	0:04	0:15
Mojado a Niebla	50 ± 1 °C → 35 °C > 95% HR → NIEBLA	< 0:30	0:06	

CCT-C

- Volumen de la cámara: 1100 L
- Carga de la cámara: paneles de acero de 250 x 3 "x 6"
- Solución FOG - Solución de NaCl al 5%
- Temperatura ambiente del laboratorio: 30-35 °C

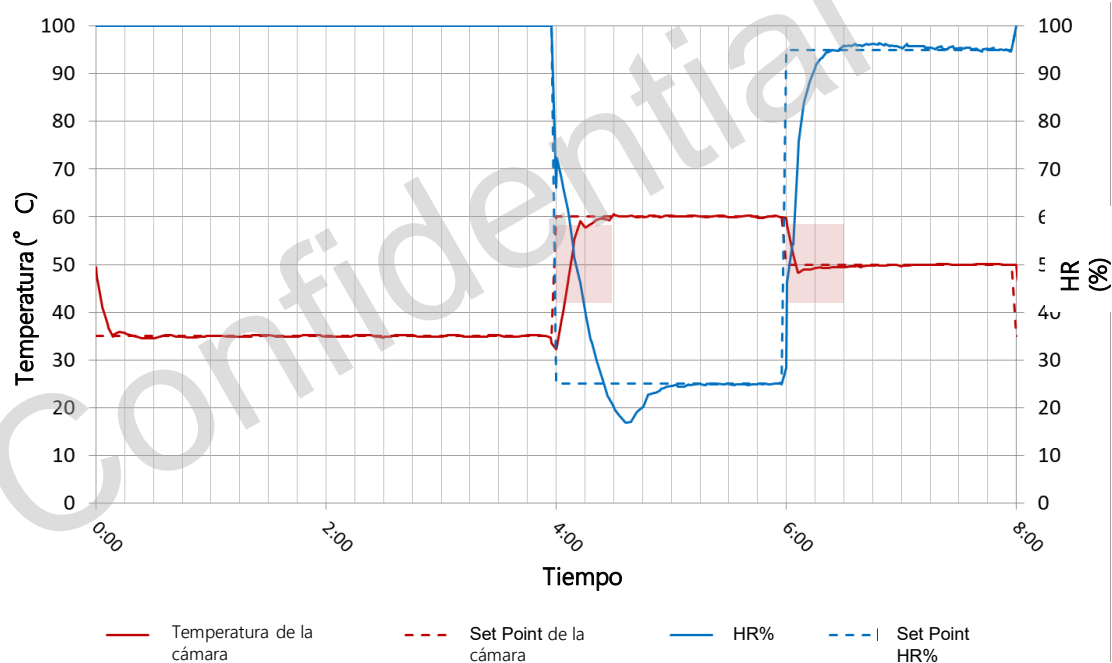


Paso	Función	Temperatura del aire de la cámara (°C)	HR (%)	Tiempo de paso (hh:mm)	Rampa
1	NIEBLA	50 °C		4:00	< 0:30
2	HR	70 °C	25 %	5:00	< 0:30
3	HR	50 °C	87 %	12:00	< 0:30
4	HR	70 °C	25 %	2:00	< 0:30
5	HR	23 °C*	60 %*	1:00	

CCT-I

- Volumen de la cámara - 1100 L
- Carga de la cámara: paneles de aluminio y acero 210x
- Solución FOG - 5% NaCl
- Temperatura ambiente del laboratorio: 26-28°C

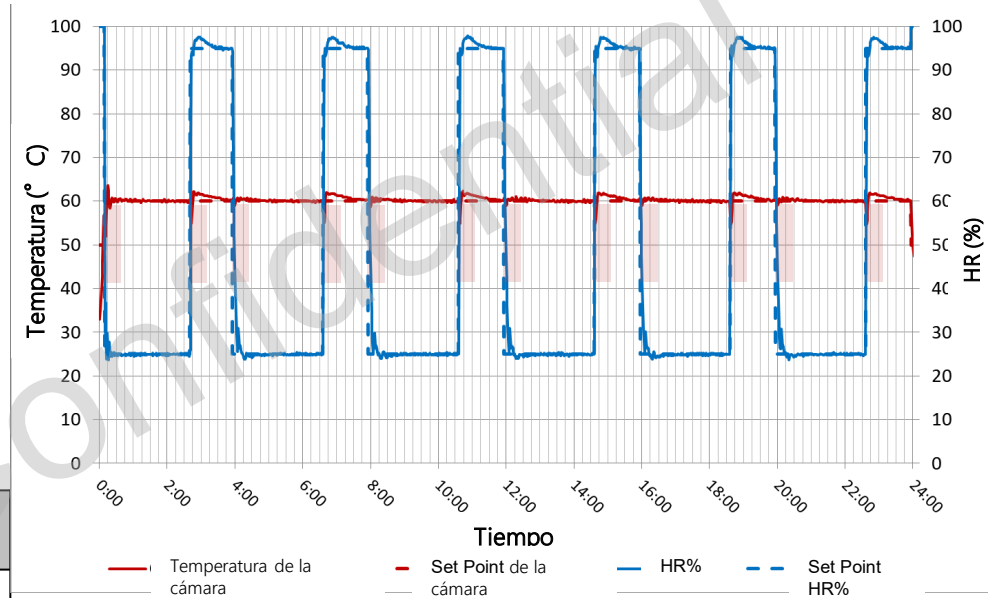
Paso	Función	Temperatura del aire de la cámara (°C)	HR (%)	Tiempo de paso (hh:mm)	Rampa
1	NIEBLA	35 °C		4:00	
2	HR	60 °C	25 %	2:00	< 0:30
3	HR	50 °C	95 %	2:00	< 0:30
4	Paso final - Ir al paso 1				



CCT-IV

- Volumen de la cámara: 1100 L
- Carga de la cámara: vacía
- Solución FOG - Agua DI
- Temperatura ambiente del laboratorio: 22-25 °C

Paso	Función	Temperatura del aire de la cámara (°C)	HR (%)	Tiempo de paso (hh:mm)	Rampa
1	NIEBLA	50 °C		0:15	
2	HR	60 °C	25 %	2:30	< 0:30
3	HR	60 °C	95 %	1:15	< 0:30
4	Subciclo *	Repita los pasos 5-6, 5 veces			
5	HR	60 °C	25 %	2:40	< 0:30
6	HR	60 °C	95 %	1:20	< 0:30
7	Final Step – Go To Step 1				



Observaciones Finales

- La corrosión es un problema importante que los métodos de pintura, galvanización y anodización intentan prevenir
- Se utilizan métodos modernos de prueba de corrosión para evaluar estas técnicas
 - Combina pruebas de niebla salina y pruebas ambientales
 - Usa transiciones lineales de temperatura/HR y control preciso de HR
- Hay una variedad de pruebas disponibles, que incluyen niebla salina y baño
- Q-FOG CRH ofrece condiciones de prueba estables, transiciones controladas, y pronto cumplirá incluso con pruebas automotrices exigentes como JASO M609

Gracias por su atención!

Preguntas?

Q-Lab Confidential