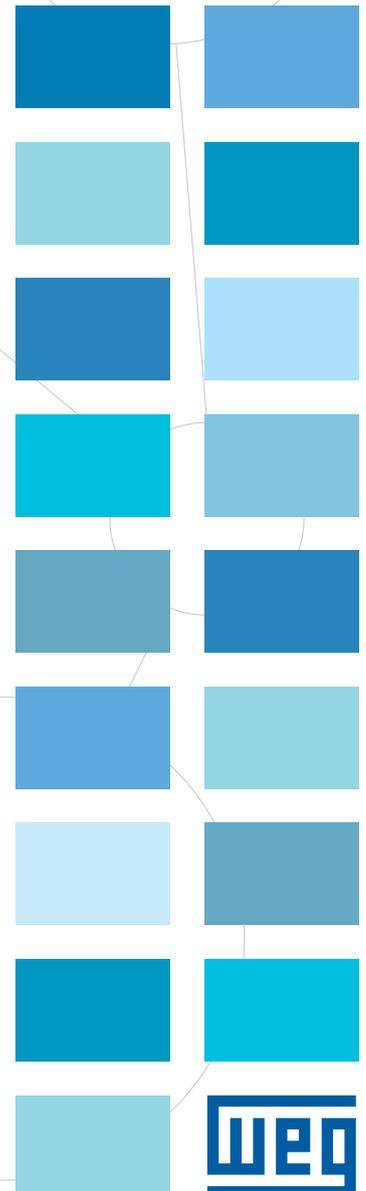


# Pinturas

## Manual de Mantenimiento Industrial





## Pinturas Líquidas

Línea de producto	Descripción/composición de la línea
<b>W-THANE / LACKTHANE</b> Primer y acabado poliuretano (PU)	Poliéster Alifático Acrílico Alifático
<b>W-POXI / LACKPOXI</b> Primer y acabado epoxi	Amidas, aminas, alquitrán, rico en zinc, tolerantes a humedad, primer epoxi de anclaje para sustratos no ferrosos.
<b>W-LACK / ALKLACK</b> Primer y acabado alquídico	Lacas nitrocelulosa, alquídicos secado a horno, alquídicos secado al aire.
<b>W-CRIL</b> acabado	Acrílica monocomponente
<b>W-ZINC</b> Primer	Silicato inorgánico de zinc.
<b>W-TERM</b> Primer y acabado	Base silicona (hasta 600 °C) Base epoxi (hasta 220 °C)
<b>Nobac</b> Sistema de revestimiento antimicrobiano y fungicida.	Base Epoxi Base Poliuretano
<b>Normas Petrobras</b>	Pinturas normalizadas Petrobras

## Productos Normalizados Petrobras

Las normas Petrobras establecen sistemas de pintado estandarizados para cada caso específico de aplicación, además de las características de protección presentadas por estos tipos de productos, WEG Pinturas cuenta con una amplia línea de productos y planes de pintado específicos para la solución anticorrosiva en lo referente a mantenimiento industrial.

Normas	Descripción del producto	Ref. WEG
*N 1198 - Tipo I	Acabado epoxi poliamina de bajo espesor y alta resistencia química.	LACKPOXI N1198 I
*N 1198 - Tipo II	Acabado epoxi poliamina de bajo espesor y alta resistencia en ambientes húmedos.	LACKPOXI N1198 II
*N 1202	Primer epoxi bicomponente poliamina óxido de hierro.	LACKPOXI N1202
*N 1259	Acabado fenólico bicomponente con pigmentación de aluminio.	ALKLACK N1259
*N 1265	Epóxi bicomponente poliamina alquitrán de hulla negro.	LACKPOXI N1265
N 1277	Epoxi poliamina bicomponente rico en zinc.	LACKPOXI N1277
*N 1342	Acabado poliuretano alifático bicomponente.	LACKTHANE N1342
N 1514 - Tipo I e II	Pintura indicadora de alta temperatura.	TERMOLACK N1514 I e II
N 1661	Pintura de etil silicato inorgánico de zinc bicomponente.	ETIL SILICATO ZINCO N1661
*N 1761	Epoxi bicomponente poliamina Alquitrán de hulla.	LACKPOXI N1761
*N 2198	Primer epoxi isocianato alifático bicomponente de bajo espesor.	LACKPOXI N2198
N 2231	Silicato inorgánico de zinc y aluminio.	ETIL SILICATO ZINCO N2231 ALUMINIO
N 2288	Epoxi poliamina aromática bicomponente con aluminio especial.	LACKPOXI N2288
*N 2492	Acabado alquídico brillante.	ALKLACK N2492
N 2628	Acabado epoxi poliamina bicomponente, alto sólidos en volumen y alto espesor.	LACKPOXI N2628
N 2629	Acabado epoxi poliamina bicomponente sin solvente.	LACKPOXI N2629
N 2630	Primer epoxi poliamina bicomponente fosfato de zinc, alto sólidos en volumen y espesor.	LACKPOXI N2630
N 2677	Acabado poliuretano acrílico alifático bicomponente.	LACKTHANE N2677
N 2680	Pintura epoxi sin solvente para superficies húmedas.	LACKPOXI 76 WET SURFACE PRIMER / ACABAMIENTO
*N 2851	Primer y acabado epoxi poliamina formulado con pigmentación anticorrosiva y libre de alquitrán.	WEG TAR FREE 712 N 2851
N 2912	Primer Epoxi Novolac de alto espesor.	WEGPOXI BLOCK N 2912 TIPOS I, II e III

Nota: \* Normas canceladas por Petrobras, no obstante, continúan en uso en algunas especificaciones.

## Colores Estandarizados Petrobras

Código WEG	Denominación da cor	Código Petrobras	Codificación Munsell	Color
70000	Negro	0010	N 1	
10020	Gris oscuro	0035	N 3,5	
10030	Gris medio		N 5	
10010	Gris claro	0065	N 6,5	
10000	Gris hielo	0080	N 8	
60000	Blanco	0095	N 9,5	
30000	Aluminio	0170	*	
80000	Rojo seguridad	1547	5 R 4/14	
80740	Óxido de hierro	1733	10 R 3/6	
75000	Marrón canalización	1822	2,5 YR 2/4	
25000	Naranja seguridad	1867	2,5 YR 6/14	
20040	Crema canalización	2273	10 YR 7/6	
20010	Amarillo oro	2287	10 YR 8/14	
21670	Amarillo Petrobras	2386	2,5 Y 8/12	
20000	Amarillo seguridad	2586	5 Y 8/12	
20030	Crema claro	2392	2,5 Y 9/4	
50010	Verde seguridad	3263	10 GY 6/6	
50040	Verde emblema		2,5 G 3/4	

Nota: \* No posee codificación Munsell.

Código WEG	Denominación del color	Código Petrobras	Codificación Munsell	Color
51820	Verde Petrobras	3355	2,5 G 5/10	
50000	Verde pastel	3582	5 G 8/4	
51210	Verde		7,5 G 6/4	
40010	Azul seguridad	4845	2,5 PB 4/10	
40000	Azul pastel	4882	2,5 PB 8/4	
41340	Azul		5 PB 2/4	
40400	Azul		5 PB 6/8	
40810	Azul Petrobras	5134	7,5 PB 3/8	
81840	Vinho	1523	5 R 2/6	

### Importante

La tonalidad de color y brillo presentadas en este muestrario deben ser usadas solamente como orientación, no pudiendo ser garantizada una conformidad con la pintura original, de esa forma no es recomendado usarla como estándar de color en la evaluación de superficies pintadas.



## Utilización de los Colores

Además de ser un elemento imprescindible en la composición de ambientes, el color es también un valioso auxilio para la obtención de señalización, sea delimitando áreas, suministrando indicaciones o alertando sobre las condiciones del ambiente.

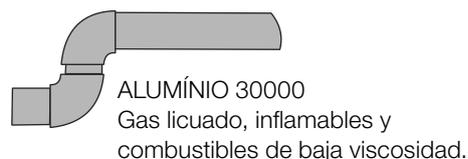
El uso del color en la señalización permite una reacción automática del observador, evitando que la persona tenga que detenerse delante de la señal, leer, analizar y entonces actuar de acuerdo con su finalidad. Para eso, se torna necesario que haya una uniformidad o normalización en la aplicación de los colores, de modo que su significado sea siempre el mismo, permitiendo una identificación inmediata.

Con el objetivo de orientar y definir este trabajo, puede ser consultada la norma NBR 6493 y NBR 7195, la cual complementa y normaliza los colores fundamentales para señalización y seguridad dentro de las empresas.

Sugerimos establecer colores estandarizados por el sistema Munsell o Ral, conforme son presentados en nuestro muestrario de colores.



BLANCO 60000  
Vapor



ALUMÍNIO 30000  
Gas licuado, inflamables y combustibles de baja viscosidad.



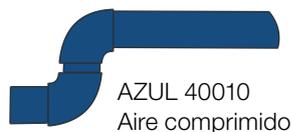
ROJO 80000  
Agua y otras sustancias destinadas a combatir incendios



MARRÓN 75000  
Materiales fragmentados (minerales) y petróleo crudo



NARANJA 25000  
Productos químicos no gaseosos



AZUL 40010  
Aire comprimido



VERDE 50040  
Agua, excepto la destinada a combatir incendios



AMARILLO 20000  
Gases no licuados



NEGRO 70000  
Inflamables y combustibles de alta viscosidad



GRIS OSCURO 10020  
Porta conductores eléctricos

## Colores para Seguridad



BLANCO 60000  
Área destinada a recolectores de residuo, bebederos, áreas en torno a equipos de emergencia, para demarcar corredores por los cuales circulan exclusivamente personas.



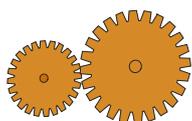
VERDE 50010  
Identificación de símbolos y equipos de seguridad.



AMARILLO 20000  
Indica "cuidado", como avisos de advertencia, atención a lugares peligrosos.



AZUL 40010  
Empleado para indicar una acción obligatoria, como el uso de EPI, así como para impedir el movimiento o la energización de equipos (por ejemplo: "no accione esta llave").



NARANJA 25000  
Señaliza "peligro" con partes móviles en máquinas y equipos, y caras de protecciones internas de cajas y dispositivos eléctricos que puedan ser abiertas.



NEGRO 70000  
Identifica recolectores de residuos, excepto los de origen de servicios de salud.



ROJO 80000  
Identifica equipos de protección y combate a incendios, así como su localización, inclusive puertas y salida de emergencia.

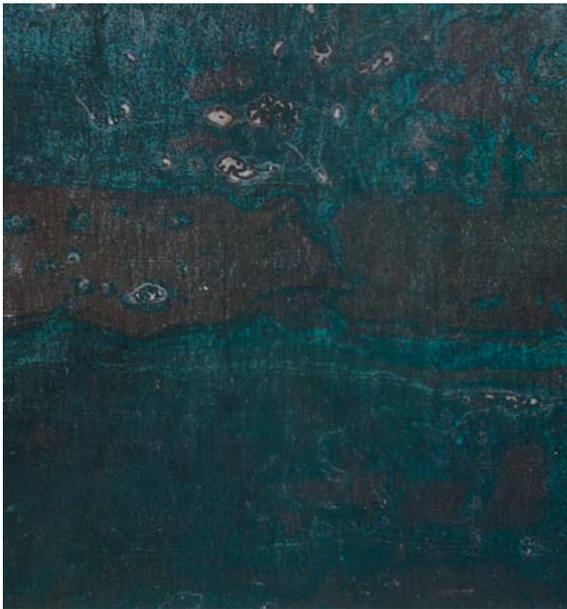
## 1 - Grados de Oxidación

Son especificados cuatro grados de oxidación, designados por las letras A, B, C y D, respectivamente, conforme a Norma ISO 8501-1.

El óxido de laminación no es acero y su tendencia natural es la de desprenderse del acero. Se forma durante el proceso de laminación del acero cuando este se calienta a 1.250 °C y resulta de la reacción del oxígeno del aire y el agua de enfriamiento en forma de una lámina dura y quebradiza de color azul tornasolada visible en la superficie del acero.

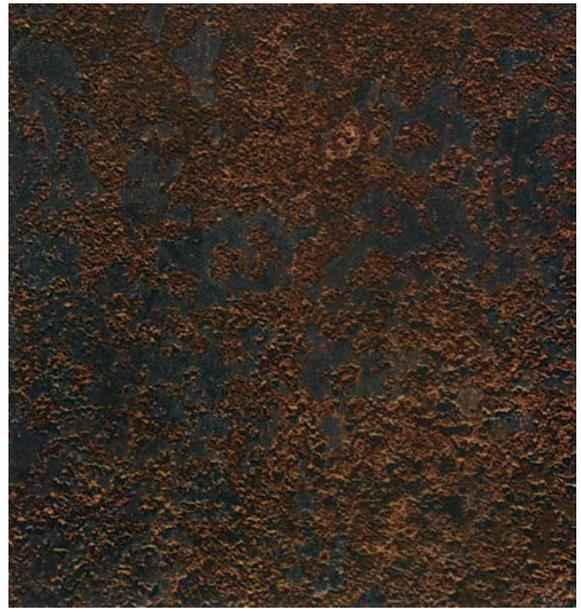
### Grado A

Superficie de acero con óxido de laminación intacto y adherido, con poca o ninguna oxidación a lo largo de su superficie.



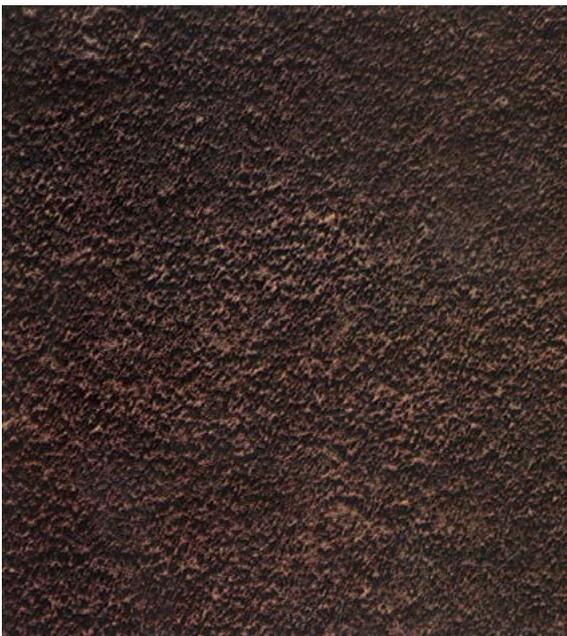
### Grado B

Superficie de acero con inicio de oxidación y de la cual el óxido de laminación comenzó a desprenderse, o donde sufrió una pequeña acción de la intemperie.



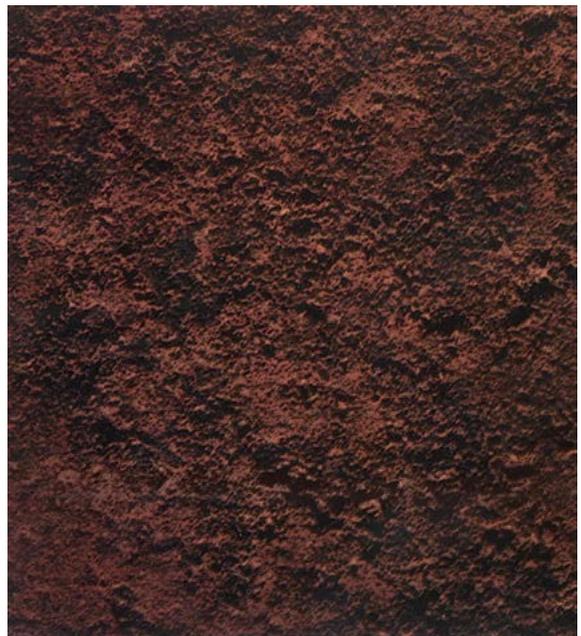
### Grado C

Superficie de acero donde todo el óxido de laminación se ha desprendido y en la cual se observa una corrosión atmosférica uniforme generalizada en la superficie del acero.



### Grado D

Superficie de acero donde todo el óxido de laminación se ha desprendido y en la cual se observa una corrosión atmosférica severa y generalizada en la superficie del acero, presentando pits y alvéolos.



## 2 - Grados de Preparación de la Superficie del Acero.

Los grados de preparación de la superficie definidos por la Norma ISO - 8501-1, son:

### 2.1 - Limpieza con Herramientas Manuales y Mecánicas

- La preparación de la superficie por medio de la limpieza con herramientas manuales y mecánicas (como raspaje, lijado, cepillado con cepillos o discos) son designadas por las letras "St".
- Del mismo modo, aceite, grasas u otros contaminantes, también deben ser removidos por medio de limpieza con solvente o uso de desengrasantes (de acuerdo con la norma SSPC-SP1).
- Luego de la preparación, la superficie deberá presentarse exenta de polvo o fragmentos sueltos.

#### Limpieza Manual St 2 (de Acuerdo con la Norma SSPC-SP2)

Consiste en la remoción de óxidos y otros materiales no muy adherentes por medio de herramientas manuales tales como: lijas, cepillos y raspadores. (Estándares fotográficos: B St 2; C St 2 y D St 2).

#### Limpieza Mecánica St 3 (de acuerdo con a norma SSPC-SP3)

Consiste en la remoción de la camada de óxidos y de otros materiales no muy adherentes, por medio de herramientas mecánicas manuales, tales como: cepillos rotativos, martillos neumáticos de aguja, lijadoras. (Estándar fotográficos: B St 3; C St 3 y D St 3).

**Grado A - El método de limpieza St 2 no es recomendado para este grado de corrosión.**

**Grado A - El método de limpieza St 3 no es recomendado para este grado de corrosión.**



## 2.2 - Limpieza por Chorreado Abrasivo

Es obtenido por la proyección, sobre la superficie, de partículas de abrasivo impulsadas por un fluido, en general aire comprimido, creando un perfil de rugosidad.

- La preparación de la superficie por chorreado abrasivo es designada por las letras “Sa”.
- Antes de que la pieza siga hacia la cabina de chorreado, deben ser removidos el aceite, la grasa por medio de la limpieza con solvente o uso de desengrasante (conforme la norma SSPC-SP1).
- Luego del chorreado, deberán ser removidos de la superficie el polvo y las partículas sueltas.
- En la inspección visual debe ser verificado si la superficie se encuentra exenta de aceite, grasas, escoria de laminación, oxidación, pintura, materias extrañas de ligera adherencia y analizar si el estándar de chorreado cumple la norma ISO 8501-1.

### Estándar Sa 11

Conocido como chorreado “ligero” (brush-off) o chorreado de cepillado, en general poco empleado para pintado, excepto en algunas situaciones en el repintado. La remoción de producto adherente se sitúa en el rango de 5%. (Estándares fotográficos: B Sa 1; C Sa 1 y D Sa 1).

### Estándar Sa 2 (de Acuerdo con la Norma SSPC-SP6)

Conocido como chorreado comercial, constituye una limpieza de la superficie con retirada de óxidos, escoria de laminación, pinturas y otras, en cerca de 50% de la superficie. Todos los contaminantes residuales deben permanecer fuertemente adheridos. (Estándares fotográficos: B Sa 2; C Sa 2 y D Sa 2).

**Grado A - El método de limpieza Sa 1 no es recomendado para este grado de corrosión.**

**Grado A - El método de limpieza Sa 2 no es recomendado para este grado de corrosión.**



**Estándar Sa 2 ½ (de Acuerdo con la Norma SSPC-SP10)**

Definida como chorreado al metal casi blanco. Limpieza promoviendo la retirada casi el total de los óxidos y de la escoria.

Se admite cerca de 5% del área limpia con ligeras manchas o sombras.

(Estándares fotográficos: A Sa 2 ½; B Sa 2 ½; C Sa 2 ½; y D Sa 2 ½).

**Padrão Sa 3 (de acuerdo com a norma SSPC-SP5)**

También llamada de chorreado al metal blanco, constituye una limpieza con total remoción de óxidos y escorias, dejando la superficie del metal completamente limpia. Debe presentar un aspecto metálico uniforme.

(Estándares fotográficos: A Sa 3, B Sa 3; C Sa 3 y D Sa 3).



### 2.3 - Perfil de Rugosidad

En la especificación de un pintado es aconsejable que se determine el perfil de rugosidad y que la espesura de la película de pintura cubra los picos. La vida de la pintura dependerá de ese factor. Es recomendado que el perfil de rugosidad deba situarse entre 1/4 y 1/3 de la espesura total del esquema de pintado o en un máximo de hasta 2/3 de la espesura de la pintura de fondo.

La altura del perfil de rugosidad debe ser determinada, mediante el uso de rugosímetro.

Perfil muy utilizado: 40 - 85 µm.

**Tabla 1**

Abrasivo	Tamaño máximo de la partícula que atraviesa el colador		Altura máxima del perfil (µm)
	Abertura mm	Colador ABNT NBR 5734	
Granalla de acero (partículas angulosas) conforme norma RP - SAE - J - 444a			
Nº - G 80	0,42	40	60
Nº - G 50	0,7	25	85
<b>Nº - G 40</b>	<b>1,0</b>	<b>18</b>	<b>90</b>
Nº - G 25	1,2	16	100
Nº - G 16	1,7	12	200
Granalla de acero (esféricas) conforme norma RP - SAE - J - 444a			
Nº S-110	0,6	30	50
Nº S-230	1,0	18	80
Nº S-280	1,2	16	85
<b>Nº S-330</b>	<b>1,4</b>	<b>14</b>	<b>90</b>
Nº S-390	1,7	12	95
Bauxita sinterizada	0,4	40	80

#### Notas:

1 - No existen estándares fotográficos representando "A Sa 1; A Sa 2; A St 2 ni A St 3", porque estos grados de preparación no pueden ser alcanzados.

2 - Además del tipo de método de limpieza utilizado, los siguientes factores pueden influenciar en el resultado de la evaluación visual:

a) Otro estado inicial de la superficie del acero, además de los grados normalizados de oxidación, A; B; C y D;

b) El propio color del acero;

c) Zonas de rugosidad diferentes, resultantes de ataques irregulares de corrosión o de remoción no uniforme del material;

d) Irregularidades de la superficie;

e) Marcas causadas por herramientas;

f) Iluminación no uniforme;

g) Sombreados en el perfil de la superficie causados por proyección oblicua del abrasivo;

h) Granos de abrasivo incrustados.

(1) Las condiciones iniciales A, B, C y D se refieren a los grados de oxidación A, B, C y D, respectivamente

## 3 - Grados de Preparación por Hidrochorreado

El hidrochorreado es utilizado en la remoción de materiales sueltos, productos de corrosión, limpieza de superficies metálicas, remoción de pinturas, óxido e incrustaciones de difícil remoción en estructuras, pisos, corte de concreto y metal, tuberías internas y externas, etc., no obstante, no promueve perfil de rugosidad.

Consiste básicamente en la limpieza con agua a ultrapresión lanzada sobre la superficie. No son usados abrasivos, consecuentemente los problemas causados por la generación de polvo y por la disposición de abrasivos son eliminados. Es por lo tanto, propio para superficies anteriormente pintadas, donde ya existía perfil de rugosidad.

### 3.1 - Hidrochorreado - (SSPC-VIS 4/NACE VIS 7)

As referências fotográficas a seguir ilustram 5 das 7 condições iniciais<sup>(1)</sup> descritas antes da preparação da superfície.

#### 3.1.1. Condiciones Iniciales

**Condición A (No Ilustrada):** superficie de acero completamente cubierta de escoria de laminación intacta y adherente, con poca o ninguna corrosión;

**Condición B (No Ilustrada):** superficie de acero con principio de corrosión atmosférica de la cual la escoria de laminación haya comenzado a desagregarse;

**Condición C:** superficie de acero de la cual la escoria de laminación haya sido removida por la corrosión atmosférica o pueda ser retirada por medio de raspaje, pudiendo, incluso, presentar algunos alvéolos;

**Condición D:** superficie de acero de la cual la escoria de laminación haya sido removida por la corrosión atmosférica y que presenta corrosión alveolar de severa intensidad;

**Condición E:** superficie de acero previamente pintada; pintura levemente colorida aplicada sobre superficie limpiada por chorreado; pintura en su mayor parte intacta;

**Condición F:** superficie de acero previamente pintada; pintura rica en zinc, aplicada sobre acero limpio chorreado; pintura en su mayor parte intacta;

**Condición G:** sistema de pintado aplicado sobre acero conteniendo escoria de laminación; sistema completamente desteñido por la intemperie, completamente ampollado, o completamente manchado;

**Condición H:** sistema de pintado degradado aplicado sobre acero; sistema completamente desteñido por la intemperie, completamente ampollado, o completamente manchado.

A seguir, se presentan las series de fotografías que describen la condición inicial del acero para las condiciones iniciales C, D, E, F, G, y H (conforme sección 3.1.1), y el acero previamente limpiado para alcanzar la WJ-1, WJ-2, WJ-3 y WJ-4 de la SSPC-SP12/NACE.

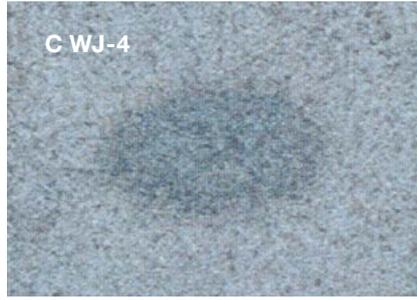
### Hidrochorro en Corrosión Grado C

Condición Inicial C



### Limpieza leve

C WJ-4



### Limpieza completa

C WJ-3

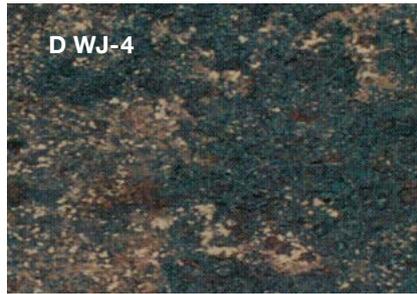


### Hidrochorro en Corrosión Grado D

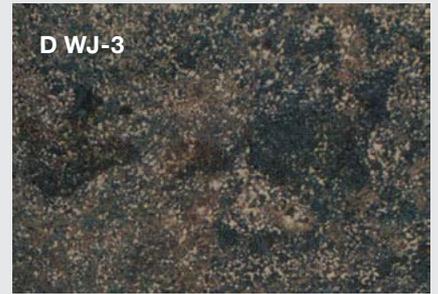
Condición Inicial D



D WJ-4



D WJ-3



### Hidrojato em corrosão grau E

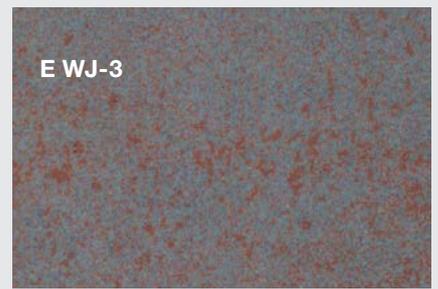
Condición Inicial E



E WJ-4

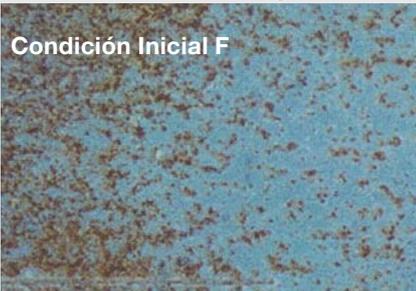


E WJ-3



### Hidrojato em corrosão grau F

Condición Inicial F



F WJ-4



F WJ-3



### Hidrojato em corrosão grau G

Condición Inicial G



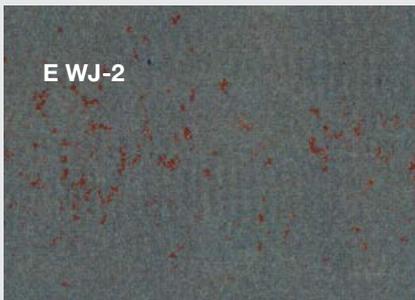
G WJ-4



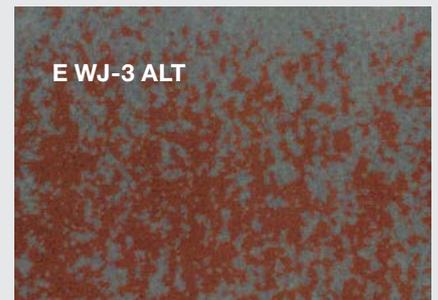
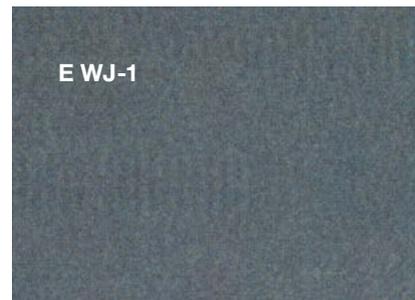
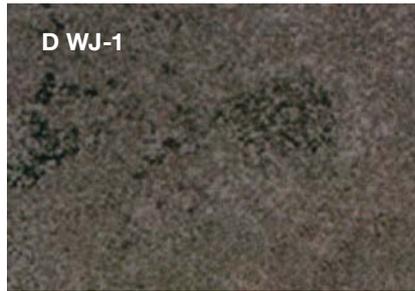
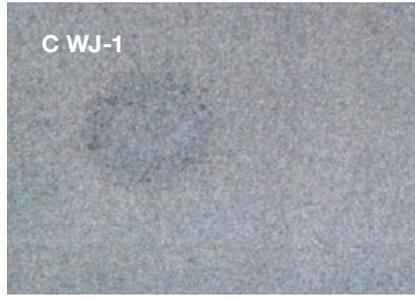
G WJ-3



**Limpieza muy completa**



**Substrato limpio al metal desnudo**

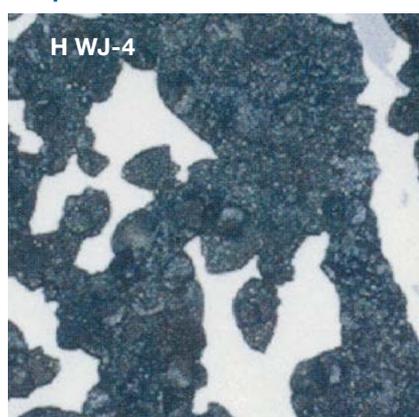


*\* Nota: La E WJ-3 ALT es una ilustración alternativa de la condición WJ-3.*

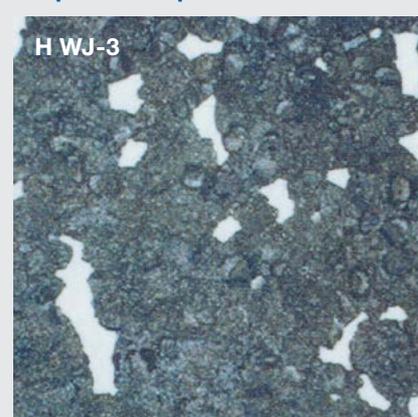
### Hydrochorro en Corrosión Grado H



### Limpeza leve



### Limpeza completa



#### 3.1.1.1. Otras Condiciones

Cuando es utilizado hidrochorro para remover pintura y otros contaminantes del acero conteniendo escoria de laminación (condiciones A, B, y G), la escoria de laminación generalmente no es removida. En este caso, la apariencia del acero limpio podrá ser muy similar a la de la condición A o B.

#### 3.1.2. Condición Final

Los varios grados de limpieza, sin reoxidación (flash rusting), son descritos en SSPC-SP12/NACE n° 5 como:

- WJ-1 Substrato limpiado al metal desnudo
- WJ-2 Limpieza muy completa o limpieza rigurosa
- WJ-3 Limpieza completa
- WJ-4 Limpieza leve

#### 3.1.3. Observaciones

Las superficies del acero muestran variaciones en la textura, tonalidad, color, tono, corrosión localizada (pitting), floculación y escoria, las cuales deberían ser consideradas cuando son hechas comparaciones con las fotografías de referencias. Las variaciones aceptables en la apariencia que no afectan la limpieza de la superficie son: variaciones causadas por el tipo de acero, condición original de la superficie, espesura del acero, metal soldado, marcas de fabricación de laminadoras, tratamiento térmico, zonas afectadas por el calor y las diferencias causadas por la técnica de limpieza inicial de chorreado abrasivo o por la limpieza estándar.

Sigue, también, una tabla explicativa (tabla 2) que complementa las ilustraciones.

**Tabla 2**

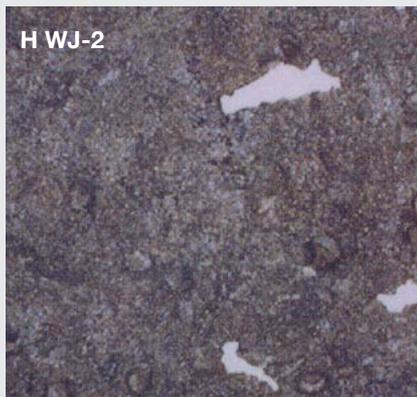
Lista de fotografías de referencia (sin Flash Rust) para diversas condiciones iniciales y cuatro grados de limpieza						
Condición inicial de la superficie	Condición C 100% oxidación	Condición D 100% oxidación con PITS	Condición E Pintura de color leve aplicada sobre acero chorreado	Condición F Pintura rica en zinc aplicada sobre acero chorreado	Condición G Sistema de pintado con múltiples capas bien adheridas sobre acero con escoria de laminación	Condición H Sistema de pintado con múltiples capas deterioradas
WJ-1	C WJ-1	D WJ-1	E WJ-1	F WJ-1	G WJ-1	H WJ-1
WJ-2	C WJ-2	D WJ-2	E WJ-2	F WJ-2	G WJ-2	H WJ-2
WJ-3	C WJ-3	D WJ-3	E WJ-3	F WJ-3	G WJ-3	H WJ-3
WJ-4	C WJ-4	D WJ-4	E WJ-4	F WJ-4	G WJ-4	H WJ-4

#### 3.1.4. Reoxidación (Flash Rust)

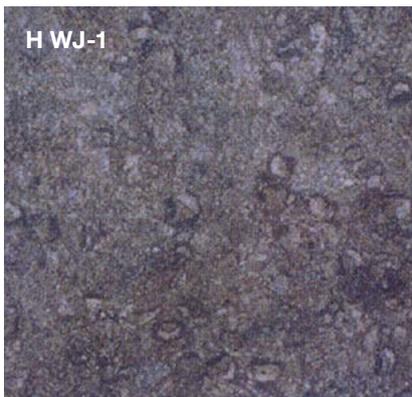
Las fotografías de referencia a seguir ilustran 3 grados de reoxidación (C WJ-2, C WJ 2M y C WJ-2 H, conforme será explicado en la tabla 3, y sus respectivas ilustraciones). La reoxidación o florescencia de oxidación es una leve oxidación del acero, que ocurre en el período de secado, tras el hidrochorreado. Éste cambia rápidamente de apariencia. El color de la reoxidación puede variar dependiendo de la edad y composición del acero y del tiempo en que el acero permaneció mojado, antes del secado.



**Limpieza muy completa**



**Substrato limpo ao metal nu**



Sigue la tabla 3 que complementa las ilustraciones de reoxidación.

**Tabla 3**

Lista de fotografías de referencia ilustrando niveles de Flash Rust				
Condición inicial de la superficie				
Grado de limpieza	Condición C 100% oxidación		Condición D 100% oxidación con PITS	
	WJ-2	WJ-3	WJ-2	WJ-3
Sin "flash rust"	C WJ-2	C WJ-3	D WJ-2	D WJ-3
"Flash rust" leve	C WJ-2 L	C WJ-3 L	D WJ-2 L	D WJ-3 L
"Flash rust" moderado	C WJ-2 M	C WJ-3 M	D WJ-2 M	D WJ-3 M
"Flash rust" intenso	C WJ-2 H	C WJ-3 H	D WJ-2 H	D WJ-3 H

**3.1.4.1. Sin "Flash Rust"**

La superficie del acero, cuando es vista a "simple vista" no presenta oxidación superficial visible.

**3.1.4.2. "Flash Rust" Leve (L)**

La superficie de acero, cuando vista a "simple vista", presenta una finísima camada de oxidación superficial de color amarillo/marrón, siendo fácilmente observada en el substrato de acero. La oxidación puede presentarse distribuida de forma uniforme, o a través de manchas localizadas, estando fuertemente adherida y de difícil remoción a través de la limpieza por medio de paños.

**3.1.4.3. "Flash Rust" Moderado (M)**

La superficie de acero, cuando vista a "simple vista", presenta una fina camada de oxidación superficial de color amarillo/marrón que oscurece la superficie original del acero. La camada de oxidación puede estar distribuida uniformemente, o a través de manchas localizadas, no obstante, está suficientemente adherida, causando ligeras marcas en un paño cuando éste es frotado levemente sobre la superficie.

**3.1.4.4. "Flash Rust" Intenso (H)**

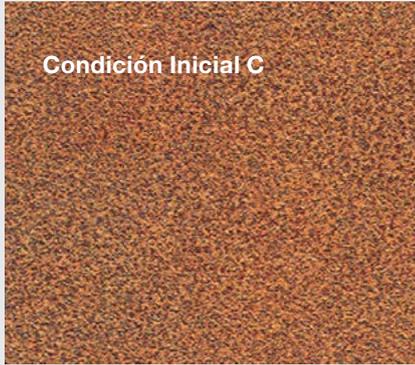
La superficie del acero, cuando vista a "simple vista" presenta una camada de oxidación intensa de color rojo/marrón que esconde completamente la condición inicial de la superficie. La camada de oxidación puede ser distribuida uniformemente o puede presentarse bajo la forma de manchas, no obstante, la oxidación está levemente adherida y es de fácil remoción, dejando marcas significativas en un paño cuando es frotado levemente sobre su superficie.

**3.1.4.5. Apariencia**

Es generalmente correcto que, cuando la superficie aún esté húmeda o mojada, ésta parezca ser más oscura, con defectos y variaciones en el color más ampliados. Como la superficie se está secando se forman franjas que necesariamente no son descritas en esta pequeña unidad de fotografías, pero que pueden ser vistas claramente en áreas mayores. Si estas franjas son aceptables o no, deberá ser discutido entre las partes contratantes. Un ejemplo de estas franjas puede ser visto en C WJ-3 y C WJ-2 M. Siguen las series fotográficas que ilustran los niveles de Flash Rust, y a una tabla explicativa que complementa las ilustraciones.



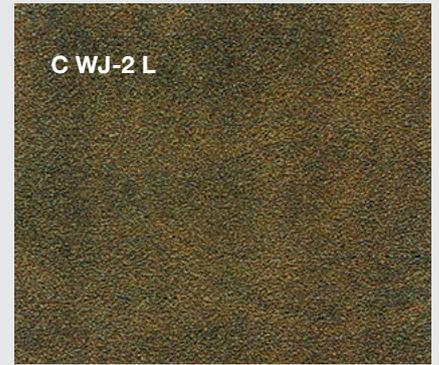
**Niveles de "Flash Rust" en Grado C  
Luego de WJ2**



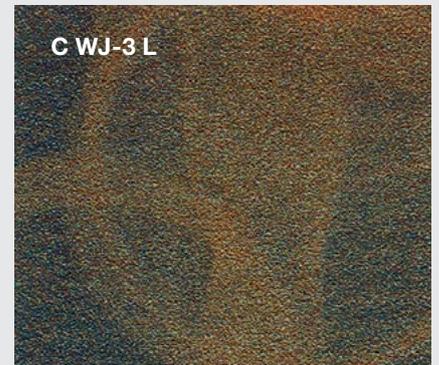
**Sin "Flash Rust"**



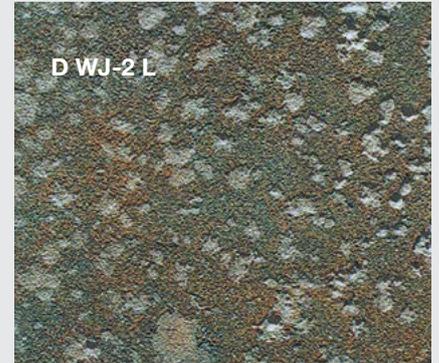
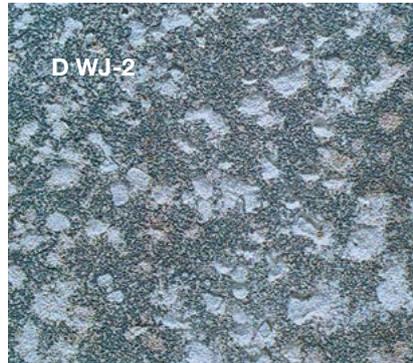
**"Flash Rust" Leve**



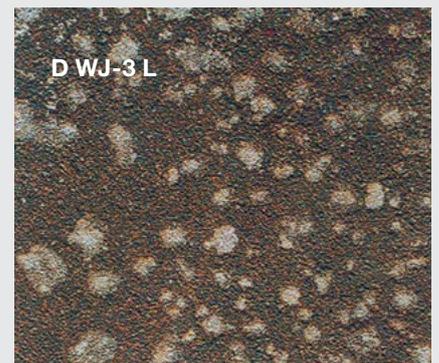
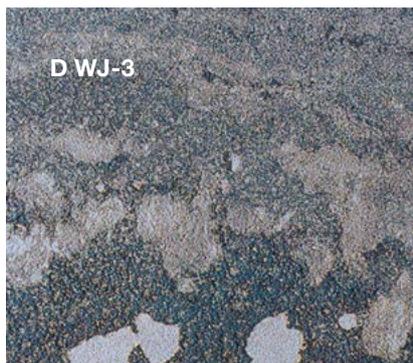
**Niveles de "Flash Rust" en Grado C  
Luego de WJ3**



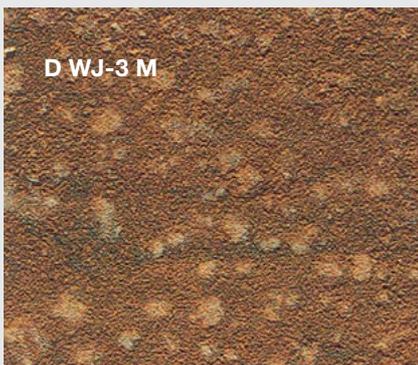
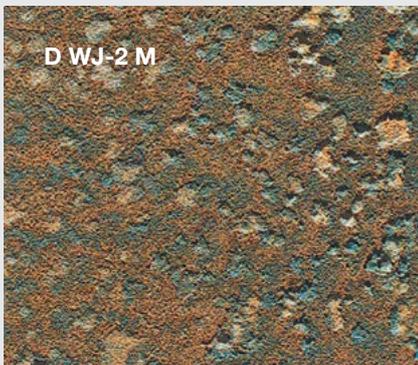
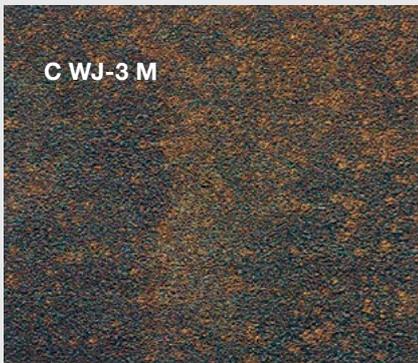
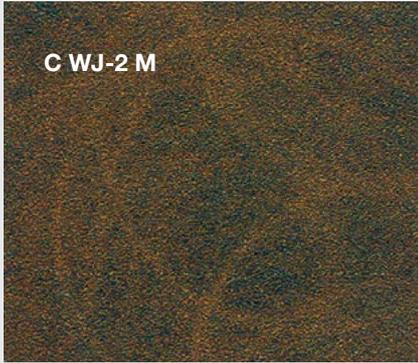
**Niveles de "Flash Rust" en Grado D  
Luego de WJ2**



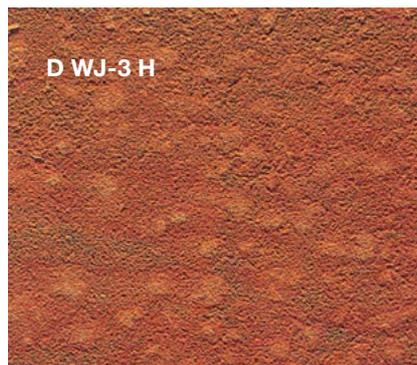
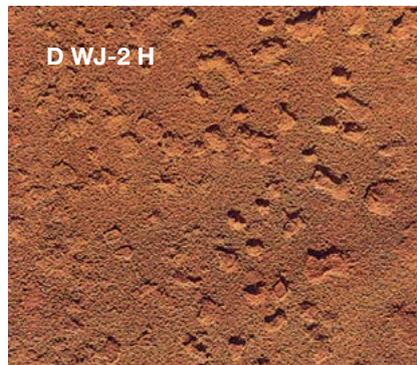
**Níveis de Flash Rust em grau D após  
WJ3**



**“Flash Rust” Moderado**



**“Flash Rust” Intenso**



## 4 - Adherencia

La adherencia de una pintura, o de un sistema de pintado, es una importante propiedad del revestimiento a ser evaluada, no obstante, las conocidas pruebas en "X" y en "#" ejecutadas conforme la norma de la ABNT NBR 11003 presenta pocas informaciones y resultados sobre las nuevas y más modernas pinturas, que a cada año evolucionan considerablemente.

En medio a esto, el ensayo de adherencia por el método de resistencia a la tracción (pull-off test), según las normas ASTM D 4541 y ABNT NBR 15877, ha sido cada vez más utilizado en las obras. Este ensayo además de medir la tensión de ruptura, permite identificar la naturaleza de la falla de adherencia en el revestimiento.

Actualmente, la ASTM DE 4541 cita 5 tipos de métodos y equipos portátiles para realización del ensayo, a saber:

- A1 - alineación fija - aparato tipo II (Prueba Método B)
- A2 - autoalineación - aparato tipo III (Prueba Método C)
- A3 - autoalineación - aparato tipo IV (Prueba Método D)
- A4 - autoalineación - aparato tipo V (Prueba Método E)
- A5 - autoalineación - aparato tipo VI (Prueba Método F)

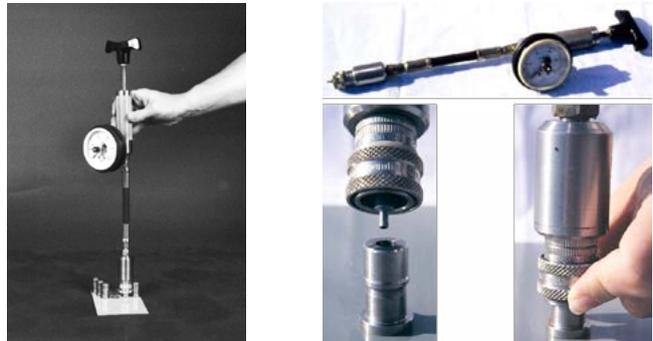
Para una mejor visualización y comparación entre las normas vigentes de la ASTM y ABNT presentamos, a seguir, una serie de ilustraciones y comentarios.

### A1 - alineación fija - aparato tipo II (Prueba Método B)



Este equipo portátil, también es citado en la norma de la ABNT, encontrado como A1 – Dispositivo de accionamiento manual.

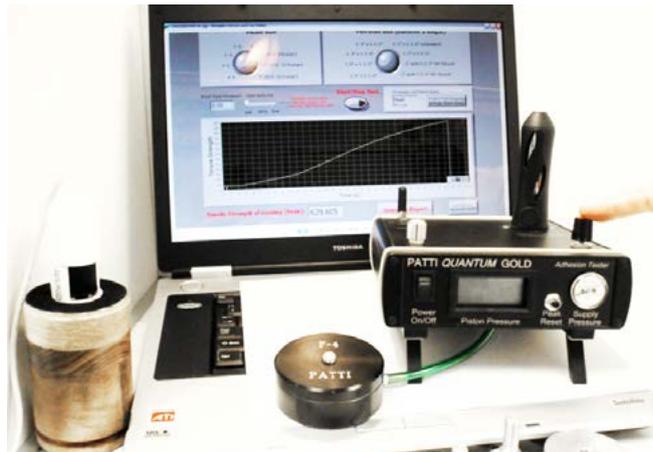
### A2 - autoalineación - aparato tipo III (Prueba Método C)



Fonte: Bill Corbett da KTA-Tator, Inc.

Entre los tipos de aparatos más utilizados, el aparato tipo PATTI se destaca y ha ganado cada vez más espacio entre los equipos.

### A3 - autoalineación - aparato tipo IV (Prueba Método D)



Este equipo portátil, también es citado en la norma de la ABNT, encontrado como A2 – Dispositivo de accionamiento neumático.

### A4 - autoalineación - aparato tipo V (Prueba Método E)



Existen 2 tipos de equipos portátiles hidráulicos, uno manual y otro automático, ambos también se encuadran en la norma de la ABNT, como A3 – Dispositivo de Accionamiento Hidráulico.

**A5 - autoalineación - aparato tipo VI (Prueba Método F)**



Este otro aparato hidráulico es relativamente “nuevo” y fue incluido en la última revisión de la norma de la ASTM D 4541 de 2009.

La norma ASTM D 4541 describe que su procedimiento fue desarrollado para sustratos metálicos, pudiendo también ser utilizado y apropiado para otros sustratos rígidos, tales como plásticos y madera. Para el ensayo sobre concreto, es descrito otro método en la norma ASTM D 7234.

Esta prueba es destructiva, pudiendo ser necesarias reparaciones localizadas, por eso, siempre que sea posible, la prueba de adherencia debe ser realizada en cuerpos de prueba (réplicas) representativos de la superficie que está siendo revestida, de forma de evitar daños en el pintado.

Es posible que ocurran variaciones en los resultados obtenidos usando diferentes dispositivos o diferentes sustratos con el mismo revestimiento.

En este catálogo, abordaremos detalladamente el procedimiento de preparación de los cuerpos de prueba, así como la ejecución del ensayo de adherencia por el método de resistencia a la tracción, con base en el aparato neumático Tipo IV (Método de prueba D), por medio de los equipos PATTI® y Quantum.

El ensayo de adherencia por el método de resistencia a la tracción es ejecutado sujetándose un perno (pieza de ensayo, carretel, tornillo, dolly, pull-stub) “del aparato escogido” de manera perpendicular a la superficie del revestimiento con un adhesivo.

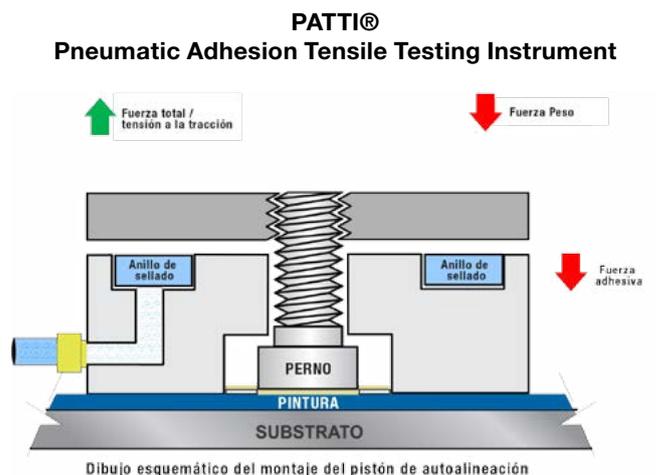
Tras la cura del adhesivo, el pistón (o dispositivo de tracción) del respectivo aparato es conectado a la pieza de ensayo y alineado para aplicar una tensión perpendicular a la superficie debajo del ensayo. La fuerza aplicada al perno es ajustada de acuerdo con el tipo de pistón escogido para ejecutar el ensayo. Este ensayo es monitoreado hasta que el perno se desprenda, o un determinado valor sea alcanzado, obteniéndose, en el análisis primario, la tensión máxima de ruptura que puede soportar un área de la superficie.

Cuando el perno es desprendido, la superficie expuesta, fracturada, representa la falla donde se inició la ruptura, a lo largo del plano más débil dentro del sistema compuesto por el perno, pistón, adhesivo, sistema de pintado y sustrato. De esa forma se obtiene, en el análisis secundario, la naturaleza de la falla.

La naturaleza de la falla es calificada entre fallas adhesivas y cohesivas entre las capas reales implicadas en su sistema de pintado, debiendo ser cuantificado el porcentual de la falla, y, cuando sea observado más de un tipo de falla, deberá ser cuantificado y registrado el porcentual de cada una.

La resistencia del revestimiento al estrés de arrancamiento es calculada con base en la presión máxima de ruptura indicada en el visor del aparato, en el peso y área del pistón, y en el área del perno utilizado, que es la misma área de la superficie originalmente sometida a tensión.

Para mayor agilidad, podemos utilizar las tablas de conversión de cada tipo de pistón con su respectivo perno estándar (0,5 inch) suministrada por los fabricantes de los equipos, convirtiendo la fuerza actual aplicada a la superficie de prueba (tensión de ruptura) en la tensión máxima de estrés de arrancamiento (mayor media de estrés aplicada durante la prueba), valor que generalmente es expresado en “MPa, megapascal” o “psi, libras por pulgada cuadrada”.



La tensión de arrancamiento, aplicada a cada muestra de un determinado revestimiento o esquema de pintado, también puede ser calculada utilizando la fórmula de abajo:

$$X = \frac{4F}{\pi d^2}$$

Donde:

X = Es la tensión obtenida en el momento del arrancamiento o la mayor tensión alcanzada en ese intento, expresada en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi);

F = Es la fuerza real aplicada sobre el dispositivo de carga (conjunto pistón, anillo de sellado y perno), quedando:  $F = P_{Display} \times A_{Pistón} - P_{Pistón}$ ;

d = Es el diámetro del perno (carretel, dolly o pull-stub), expresado en pulgadas (pul).

Para un mejor entendimiento de este cálculo, presentamos un ejemplo práctico considerando que una determinada prueba haya obtenido la tensión, en el momento del arrancamiento, de 55 psig ( $P_{Display}$ ), utilizando un Pistón F-8 y el perno de 0,5 pulgadas, tenemos:

$$F = P_{Display} \times A_{Pistón} - P_{Pistón}$$

$$F = 55 \times 7,91 - 0,505 \quad F = 434,54$$

$$x = \frac{4 \times 434,54}{3,1416 \times (0,5)^2} \quad x = \frac{1738,16}{3,1416 \times 0,25} \quad x = \frac{1738,16}{0,7854}$$

$$x = 2213,08 \text{ psi ou } 15,3 \text{ MPa}$$

La preparación del perno es un punto que debe ser observado, una vez que la superficie de contacto del perno con el adhesivo debe ser limpiada por chorreado abrasivo y el polvo debe ser removido con cepillo blando. También es requerido que la superficie del revestimiento esté limpia.

Un perno puede no adherirse a la superficie debido a una pobre preparación de ésta. Incluso los pernos nuevos no son considerados limpios, visto que siempre es dejado algún residuo después del chorreado.

Puede ser usado cualquier método estándar de limpieza y desengrasado de aluminio en el perno, debiendo ser pasados solventes suaves en su revestimiento para remover cualquier contaminante.

La superficie limpia no debe ser manipulada, para evitar la contaminación a partir de aceites de la piel, etc. Los pernos no deben ser reutilizados a menos que el adhesivo sea cuidadosamente removido y su superficie sea limpiada nuevamente.

El contacto con la superficie del perno debe ser evitado para no contaminarlo, debiendo ser utilizado en un plazo máximo de 24 horas tras la limpieza para mejores resultados (6).

La norma ASTM D 4541 (1) también indica dos métodos comprobados para la mejora de las fuerzas de fijación adhesiva a las superficies de metal (las Guías D 2651 y D 3933).

Otro punto relevante que debe ser observado es la reducción del área del perno en función de su reutilización a lo largo de los ensayos, que resulta en una mayor tensión, en una menor área a ser traccionada debido a la do prueba, una vez que la tasa de variación de presión no es comúnmente ajustada para este desvío del área del perno.

Es posible escoger entre seis tamaños diferentes de pistón, cada cual con el rango de carga que mejor se adecua a su aplicación. En la Tabla descrita abajo, presentamos los pistones y los rangos de carga de cada uno.

Tabla – Rango de carga de los pistones				
Pistón	Rango de carga, usando el perno (pull-stub) de 12,7 mm (1/2") de diámetro.		Diámetro del pistón	
	PSI	MPa	mm	Polegada
F-1	50 - 500	0,3 - 3,4	44,5	1 3/4" (1.75")
F-2	100 - 1.000	0,6 - 6,9	57,0	2 1/4" (2.25")
F-4	200 - 2.000	1,3 - 13,8	76,0	3"
F-8	400 - 4.000	2,7 - 27,6	98,0	3 7/8" (3.875")
F-16	800 - 8.000	5,5 - 55,2	127,0	5"
F-8/12 (F-20) (3 Faixas de carga)	F-8; 400 - 4.000 F-12; 600 - 6.000 F-20; 1.000 - 10.000	F-8; 2,7 - 27,6 F-12; 4,1 - 41,3 F-20; 6,9 - 69	146,0	5 3/4" (5.75")

Se recomienda que un sea escogido un pistón, de forma de que el punto medio del alcance esté próximo a la fuerza de tensión presumida del revestimiento a ser probado. Esto proveerá resultados más precisos a la fuerza presumida del revestimiento (1).

El área del pistón utilizada en los cálculos es el área de contacto entre el anillo de sellado y el plato de reacción, siendo asumido que esta área es la referencia comercial del pistón, por ejemplo: - Pistón F-8, tiene un área de aproximadamente 8 in<sup>2</sup>, pudiendo ser ligeramente diferente.

Para ejecutar la prueba, asegúrese de que válvula de flujo (sentido horario firme en los dedos) esté cerrad, presione y sujete el botón de operación. Lentamente abra la válvula de flujo (sentido antihorario) y monitoree el manómetro/display de presión del pistón para obtener la tasa de aumento de

presión menor que 1 MPa/s (150 psi/s) permitiendo también que la prueba esté completa dentro de 100 segundos, conforme la norma ASTM D 4541.

El punto relevante en esta etapa del ensayo es que una mayor o menor variación en la tasa da tensión aplicada sobre el pistón interferirá en el valor del resultado. De esta forma, la técnica y la experiencia del operador serán de relevante importancia para el resultado.

Para que no ocurran resultados muy discrepantes, en un mismo revestimiento y en un mismo local, podemos calcular la tasa de variación de presión para cada tipo de pistón convirtiendo la tasa de variación de tensión en el perno en tasa de variación de presión en el display del equipo, utilizando las fórmulas de abajo, en conformidad con la tasa máxima de variación de presión (tensión) en el perno,  $\Delta P_{Pots}=150 \text{ psi/s}$ .

Para una mejor visualización de la aplicación práctica de la fórmula, utilizamos el área de 7,91 in<sup>2</sup> del pistón F-8, con el perno estándar de 0,1964 in<sup>2</sup>:

Para la posición horizontal:

$$P_{Display} = \frac{\Delta P_{Pots} \times A_{Perno} + \frac{P_{Pistón}}{S}}{A_{Pistón}}$$

Ficando:  $\Delta P_{Display} = 3,8 \frac{psi}{s}$

Tabla de resultados del ajuste de la tasa de variación de tensión en el display del equipo recomendado para cada tipo de pistón.						
F-1 30 psig/s	F-2 15 psig/s	F-4 7,5 psig/s	F-8 3,78 psig/s	F-12 2,5 psig/s	F-16 1,85 psig/s	F-20 1,5 psig/s

No exceder la tasa de variación de tensión del display cuando sea leído el resultado en el manómetro digital del equipo, para estar en conformidad con la norma ASTM D 4541 y ABNT NBR 15877.

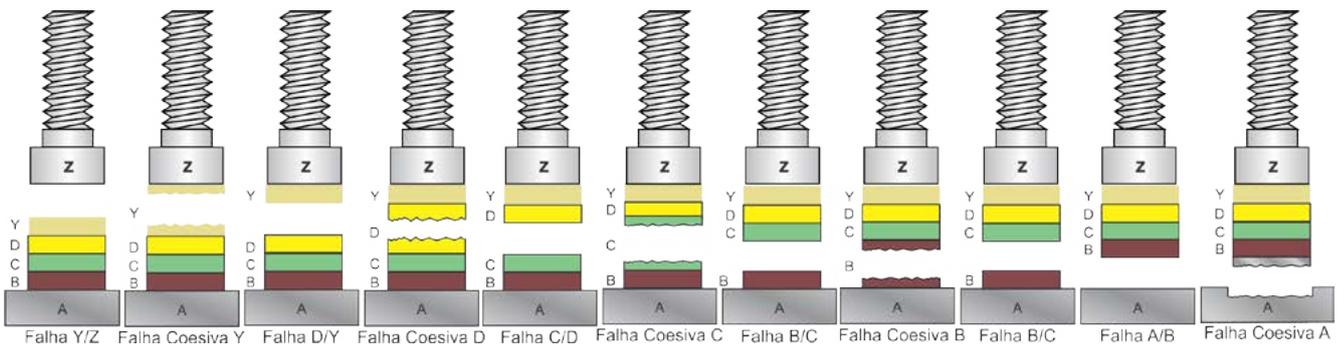
recordando que el pistón debe ser escogido de forma que el punto medio del alcance esté próximo a la fuerza de tensión presumida del revestimiento a ser probado.

Como es posible percibir, cuando esté utilizando un pistón de tamaño mayor, podrá ser difícil realizar la prueba a un ritmo suficientemente lento, por eso, la solución puede ser utilizar un pistón de tamaño menor para obtener un mayor control,

El ensayo de adherencia por el método de resistencia a la tracción, además de los valores de la tensión de ruptura, generalmente expresados en MPa, posibilita realizar el análisis de la naturaleza de la falla, que es el local donde ocurrió la ruptura que originó el desprendimiento del perno metálico de la superficie.

Tabla – Descripción de la naturaleza da “falla de adherencia”	
Clasificación	Naturaleza de la Falla
A	falla cohesiva del sustrato
A/B	falla adhesiva entre el sustrato y la primera camada del revestimiento
B	falla cohesiva de la primera camada del revestimiento (primer)
B/C	falla adhesiva entre las camadas B y C
C	falla cohesiva de la camada C (intermediario)
C/D	falla adhesiva entre las camadas C y D
D	falla cohesiva de la camada D (acabamiento)
D/Y	falla adhesiva entre la última camada de pintura y el adhesivo
Y	falla cohesiva del adhesivo
Y/Z	falla adhesiva entre el adhesivo y el perno (“dolly”)

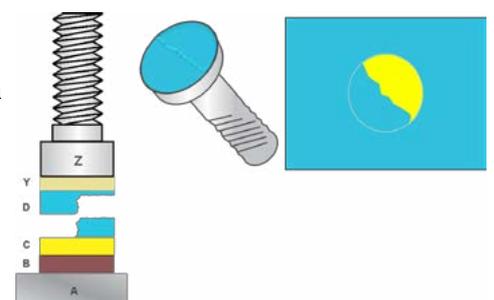
Para una mejor visualización de los posibles locales donde la falla de adherencia puede ocurrir presentamos también, de forma esquemática, la ilustración de abajo.



**Dibujo esquemático de los tipos de “fallas de adherencia”.**

En este análisis secundario, también es registrado el porcentual de la falla. Cuando es observado más de un tipo de falla, es registrado el porcentual de cada una, como es mostrado de forma esquemática en las ilustraciones de al lado.

Como en este ejemplo, en un esquema de pintado de 03 (tres) manos de pintura, observamos:  
 - 50% de falla adhesiva C/D;  
 - y 50% de falla cohesiva D (superficial).



# Sucursales WEG en el Mundo

## ALEMANIA

Türrnich - Kerpen  
Teléfono: +49 2237 92910  
[info-de@weg.net](mailto:info-de@weg.net)

Balingen - Baden-Württemberg  
Teléfono: +49 7433 90410  
[info@weg-antriebe.de](mailto:info@weg-antriebe.de)

## ARGENTINA

San Francisco - Córdoba  
Teléfono: +54 3564 421484  
[info-ar@weg.net](mailto:info-ar@weg.net)

Córdoba - Córdoba  
Teléfono: +54 351 4641366  
[weg-morbe@weg.com.ar](mailto:weg-morbe@weg.com.ar)

Buenos Aires  
Teléfono: +54 11 42998000  
[ventas@pulverlux.com.ar](mailto:ventas@pulverlux.com.ar)

## AUSTRALIA

Scoresby - Victoria  
Teléfono: +61 3 97654600  
[info-au@weg.net](mailto:info-au@weg.net)

## AUSTRIA

Markt Piesting - Wiener  
Neustadt-Land  
Teléfono: +43 2633 4040  
[watt@wattdrive.com](mailto:watt@wattdrive.com)

## BÉLGICA

Nivelles - Bélgica  
Teléfono: +32 67 888420  
[info-be@weg.net](mailto:info-be@weg.net)

## BRASIL

Jaraguá do Sul - Santa Catarina  
Teléfono: +55 47 32764000  
[info-br@weg.net](mailto:info-br@weg.net)

## CHILE

La Reina - Santiago  
Teléfono: +56 2 27848900  
[info-cl@weg.net](mailto:info-cl@weg.net)

## CHINA

Nantong - Jiangsu  
Teléfono: +86 513 85989333  
[info-cn@weg.net](mailto:info-cn@weg.net)

Changzhou - Jiangsu  
Teléfono: +86 519 88067692  
[info-cn@weg.net](mailto:info-cn@weg.net)

## COLOMBIA

San Cayetano - Bogotá  
Teléfono: +57 1 4160166  
[info-co@weg.net](mailto:info-co@weg.net)

## ECUADOR

El Batán - Quito  
Teléfono: +593 2 5144339  
[ceccato@weg.net](mailto:ceccato@weg.net)

## EMIRATOS ARABES UNIDOS

Jebel Ali - Dubai  
Teléfono: +971 4 8130800  
[info-ae@weg.net](mailto:info-ae@weg.net)

## ESPAÑA

Coslada - Madrid  
Teléfono: +34 91 6553008  
[wegiberia@wegiberia.es](mailto:wegiberia@wegiberia.es)

## EEUU

Duluth - Georgia  
Teléfono: +1 678 2492000  
[info-us@weg.net](mailto:info-us@weg.net)

Minneapolis - Minnesota  
Teléfono: +1 612 3788000

## FRANCIA

Saint-Quentin-Fallavier - Isère  
Teléfono: +33 4 74991135  
[info-fr@weg.net](mailto:info-fr@weg.net)

## GHANA

Accra  
Teléfono: +233 30 2766490  
[info@zestghana.com.gh](mailto:info@zestghana.com.gh)

## INDIA

Bangalore - Karnataka  
Teléfono: +91 80 41282007  
[info-in@weg.net](mailto:info-in@weg.net)

Hosur - Tamil Nadu  
Teléfono: +91 4344 301577  
[info-in@weg.net](mailto:info-in@weg.net)

## ITALIA

Cinisello Balsamo - Milano  
Teléfono: +39 2 61293535  
[info-it@weg.net](mailto:info-it@weg.net)

## JAPON

Yokohama - Kanagawa  
Teléfono: +81 45 5503030  
[info-jp@weg.net](mailto:info-jp@weg.net)

## MALASIA

Shah Alam - Selangor  
Teléfono: +60 3 78591626  
[info@wattdrive.com.my](mailto:info@wattdrive.com.my)

## MEXICO

Huehuetoca - Mexico  
Teléfono: +52 55 53214275  
[info-mx@weg.net](mailto:info-mx@weg.net)

Tizayuca - Hidalgo  
Teléfono: +52 77 97963790

## PAISES BAJOS

Oldenzaal - Overijssel  
Teléfono: +31 541 571080  
[info-nl@weg.net](mailto:info-nl@weg.net)

## PERU

La Victoria - Lima  
Teléfono: +51 1 2097600  
[info-pe@weg.net](mailto:info-pe@weg.net)

## PORTUGAL

Maia - Porto  
Teléfono: +351 22 9477700  
[info-pt@weg.net](mailto:info-pt@weg.net)

## RUSIA y CEI

Saint Petersburg  
Teléfono: +7 812 363 2172  
[sales-wes@weg.net](mailto:sales-wes@weg.net)

## SINGAPOR

Singapor  
Teléfono: +65 68589081  
[info-sg@weg.net](mailto:info-sg@weg.net)

Singapor  
Teléfono: +65 68622220  
[watteuro@watteuro.com.sg](mailto:watteuro@watteuro.com.sg)

## SUDAFRICA

Johannesburg  
Teléfono: +27 11 7236000  
[info@zest.co.za](mailto:info@zest.co.za)

## SUECIA

Mölnlycke - Suécia  
Teléfono: +46 31 888000  
[info-se@weg.net](mailto:info-se@weg.net)

## REINO UNIDO

Redditch - Worcestershire  
Teléfono: +44 1527 513800  
[info-uk@weg.net](mailto:info-uk@weg.net)

## VENEZUELA

Valencia - Carabobo  
Teléfono: +58 241 8210582  
[info-ve@weg.net](mailto:info-ve@weg.net)

Para los países donde no hay una operación WEG, encuentre el distribuidor local en [www.weg.net](http://www.weg.net).



PAUMAR S.A. - IND. E COM. - GRUPO WEG  
Mauá - SP - Teléfono: (11) 4547-6100  
Guaramirim - SC - Teléfono: (47) 3276-4000  
Cabo de Santo Agostinho - PE - Teléfono: (81) 3512-3000  
PULVERLUX  
Buenos Aires - Argentina - Teléfono: +54 (11) 4299-8000  
[tintas@weg.net](mailto:tintas@weg.net)  
[www.weg.net](http://www.weg.net)

