Sumario anexos

SUMARIO ANEXOS 1

A. FIGURAS Y TABLAS COMPLEMENTARIAS 3

A.1. Figuras y tablas complementarias del Capítulo 4 ... 3

A.1.1. Corrosión electroquímica ... 3

A.1.2. Cinética de la corrosión ... 6

A.1.3. Tipos de corrosión ... 10

A.2. Figuras y tablas complementarias del Capítulo 5 ... 14

A.2.1. Pinturas ... 14

A.2.2. Propiedades de la película de pintura seca ... 16

B. FICHAS TÉCNICAS Y DE SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS 17

B.1. Acetona ... 17

B.2. Ácido clorhídrico 37% ... 20

B.3.Cloruro de sodio ... 23

B.4.Fosfato de zinc ... 26

B.5.Polianilina (base emeraldina) ... 28

B.6 Dióxido de Titanio ... 31

B.7. Talco ... 32

B.8 Barita ... 34

B.9. Xileno ... 38

B.10.Butanol ... 43

B.11. Metil isobutil cetona (MIBK) ... 46

C. MÉTODOS INSTRUMENTALES 47

C.1. Espectroscopía de infrarrojo ... 47

C.1.1. Modos de vibración ... 47

C.1.2. Regiones espectrales ... 48

C.1.3. Tipos de medidas en infrarrojo ... 48

C.1.3.1. Absorción / Transmisión ... 49

C.1.3.2. Reflectancia total atenuada ... 49

C.1.3.3. Reflectancia difusa ... 49

C.1.4. Interpretación de espectros ... 49

C.1.5. Espectrofotómetro de transformada de Fourier (FT IR) ... 50

C.2 Viscosimetría ... 51

C.2.1. Viscosímetros de rotación ... 51

C.2.1.1. Tipos de viscosímetros de rotación ... 51

C.3. Ensayos mecánicos 53
C.3.1. Ensayos de esfuerzo-deformación 53
C.3.1.1. Ensayos de tracción 53
C.3.2. Deformación elástica 55
C.3.3. Deformación plástica 55
C.3.3.1. Fluencia y límite elástico 56
C.3.3.2. Resistencia a la tracción 56
C.3.3.3. Ductilidad 56
C.3.3.4. Resilencia 56
C.3.3.5. Tenacidad 57

D. NORMAS 59
D.1. ASTM 59
D.1.1. Designation: D1654 59
D.1.2. Desdsnation: D2196 65
D.1.3. Designation: D714 76
D.2. UNE-EN-ISO 79
D.2.1. ISO 8504 79
D.2.2. ISO 4624 96

A. Figuras y tablas complementarias

A.1. Figuras y tablas complementarias del Capítulo 4

A.1.1. Corrosión electroquímica

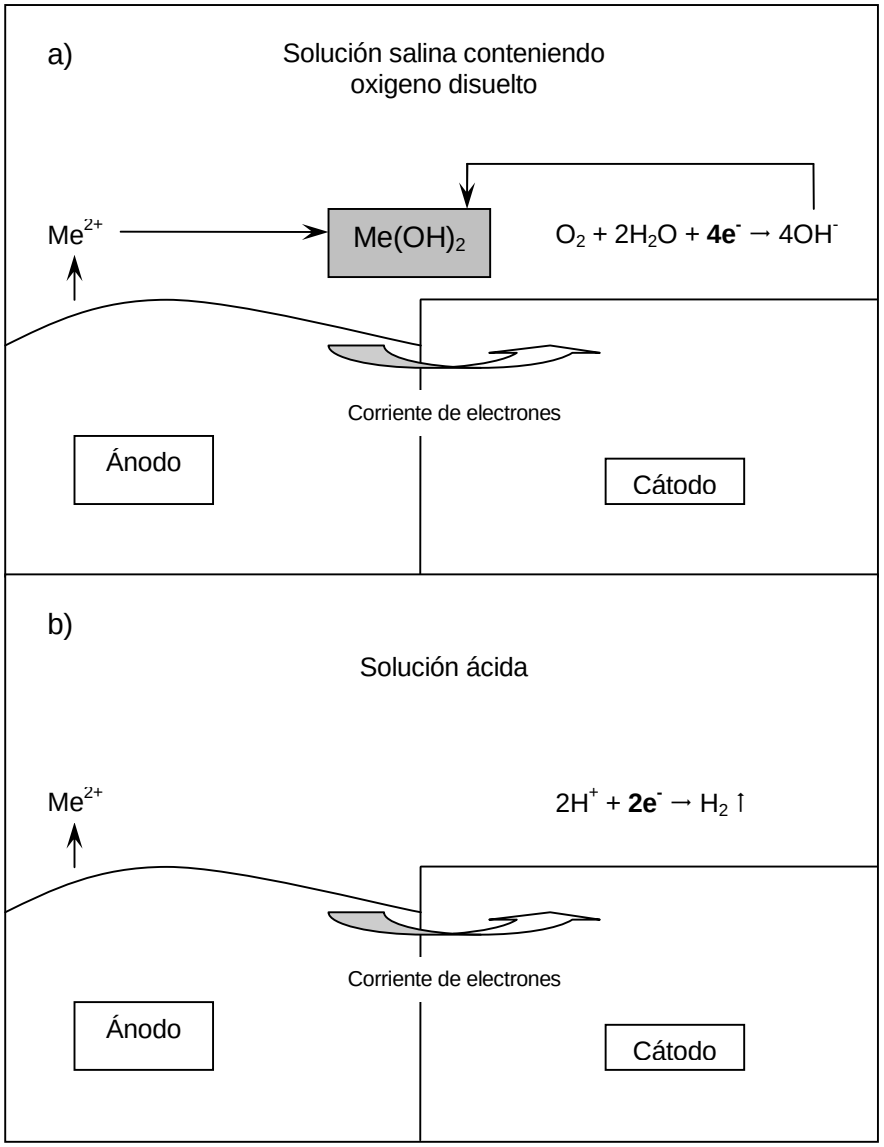


Fig. A.1. Esquema de funcionamiento de una pila local de corrosión: a) Reacción catódica de reducción de oxígeno; b) Reacción catódica de reducción de protones

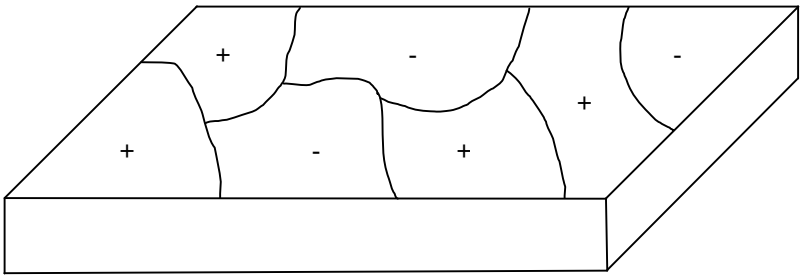


Fig. A.2. Representación esquemática de la superficie de un material metálico mostrando zonas con distinto potencial electroquímico; (-) ánodos, (+) cátodos.

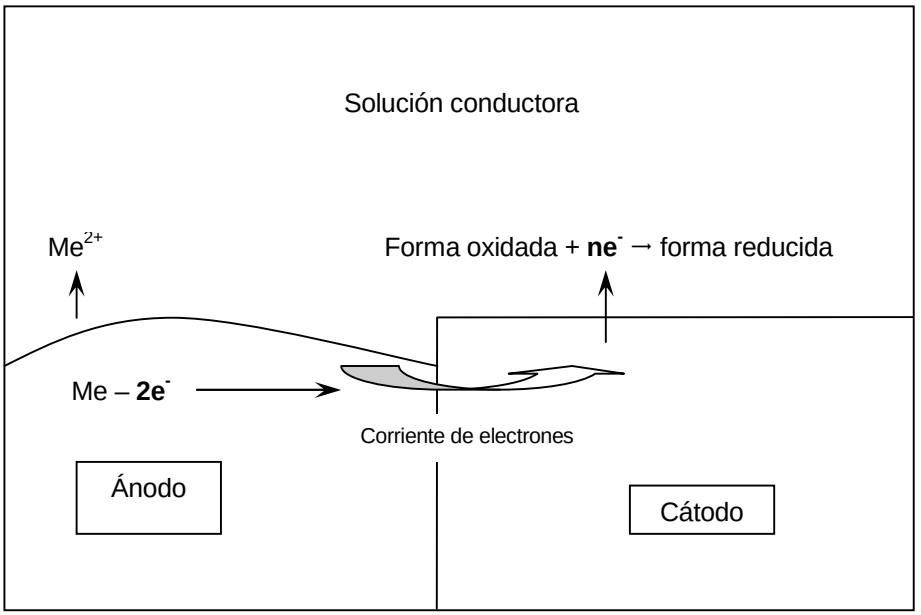


Fig. A.3. Representación esquemática del proceso de corrosión electroquímica para un metal divalente.

Elemento	***Electrodo***	***Reacción electródica***	***E^0 (V)***
Oro	Au^{3+}/Au	$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+1,50
Oxígeno	O_2/H_2O	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow H_2O$	+1,23
Platino	Pt^{2+}/Pt	$Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$	+1,20
Mercurio	Hg_2^{2+}/Hg	$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	+0,80
Plata	Ag^+/Ag	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0,80
Cobre	Cu^+/Cu	$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+0,52
Oxígeno	O_2/OH^-	$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+0,40
Cobre	Cu^{2+}/Cu	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34
HIDRÓGENO **	**H^+/H_2**	**$H^+ + e^- \rightarrow ½ H_2$**	**0,00**
Hierro	Fe^{3+}/Fe	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0,05
Plomo	Pb^{2+}/Pb	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0,13
Estaño	Sn^{2+}/Sn	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	-0,14
Níquel	Ni^{2+}/Ni	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0,25
Cadmio	Cd^{2+}/Cd	$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	-0,40
Hierro	Fe^{2+}/Fe	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	-0,44
Cromo	Cr^{3+}/Cr	$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	-0,50
Cinc	Zn^{2+}/Zn	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0,76
Titanio	Ti^{2+}/Ti	$Ti^{2+} + 2e^- \rightarrow Ti$	-1,63
Aluminio	Al^{3+}/Al	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1,67
Berilio	Be^{2+}/Be	$Be^{2+} + 2e^- \rightarrow Be$	-1,85
Magnesio	Mg^{2+}/Mg	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2,34
Sodio	Na^+/Na	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2,71
Calcio	Ca^{2+}/Ca	$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2,76
Potasio	K^+/K	$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2,92
Rubidio	Rb^+/Rb	$Rb^+ + e^- \rightarrow Rb$	-2,93
Cesio	Cs^+/Cs	$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs$	-2,94
Litio	Li^+/Li	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3,02

Tabla A.1. Serie electroquímica (Potenciales electródicos de reducción normales o estándar* a 25 ºC).

* Las concentraciones de las especies iónicas son 1 mol/dm^3 y las presiones parciales de los gases 1 atm (≈ 10^5 Pa).

** El potencial normal del electrodo de hidrógeno ($[H^+]$ = 1 mol/dm^3 y p_{H_2} = 1 atm) se toma por convenio E^0 = 0 V.

Platino	Hastelloy B (60 Ni, 30 Mo, 6 Fe, 1 Mn)
Oro	Inconel (activo)
Grafito	Níquel (activo)
Titanio	Estaño
Plata	Plomo
Chlorimet 3 (62 Ni, 18 Cr, 18 Mo)	Soldadura de Pb-Sn
Hastelloy C (62 Ni, 17 Cr, 15 Mo)	Acero inoxidable 18/8 (activo)
Acero inox 18/8 con 3% Mo (pasivo)	Fundición Ni-Resist (20% Ni + Cu)
Acero inoxidable 18/8 (pasivo)	Fundición Ni-Resist (30% Ni)
Acero inoxidable al cromo (pasivo)	Acero inox al cromo (13%) (activo)
Inconel (80 Ni, 17 Cr, 7 Fe) (pasivo)	Fundición Ni-Resist (20% Ni)
Ni (pasivo)	Acero inox al cromo (17%) (activo)
Monel (70 Ni, 30 Cu)	Fundición gris
Cuproníquel 60-90/40-10	Aleaciones de aluminio
Bronces (de Al y de Sn)	Cadmio
Latón rojo	Aluminio
Cobre	Cinc (hierro galvanizado)
Latón amarillo	Magnesio y aleaciones de Mg

Tabla A.2. Serie galvánica (medio: agua de mar).

A.1.2. Cinética de la corrosión

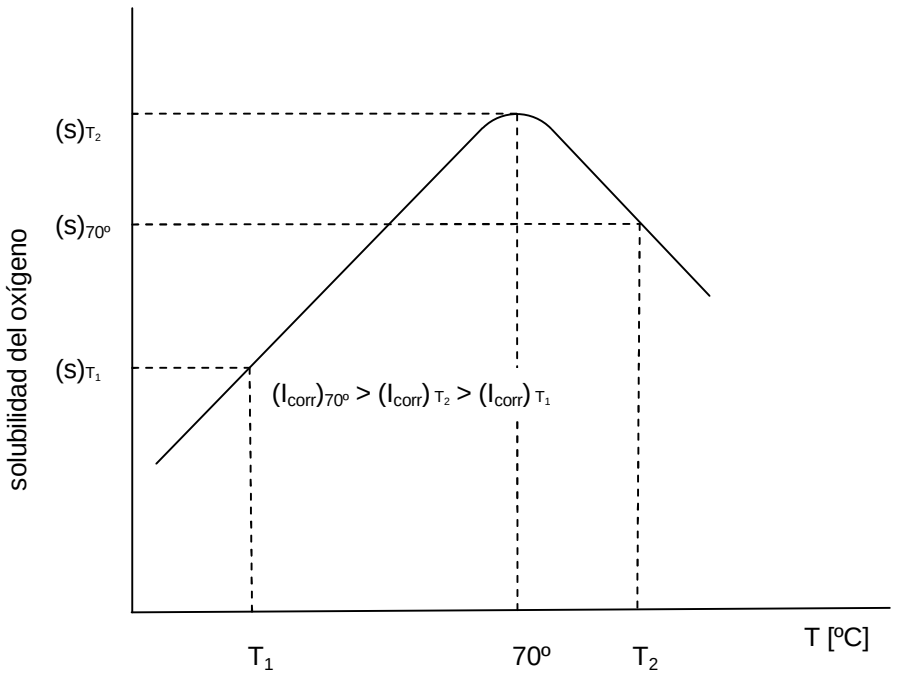


Fig. A.4. Cambio en los valores de solubilidad del oxígeno con la temperatura.

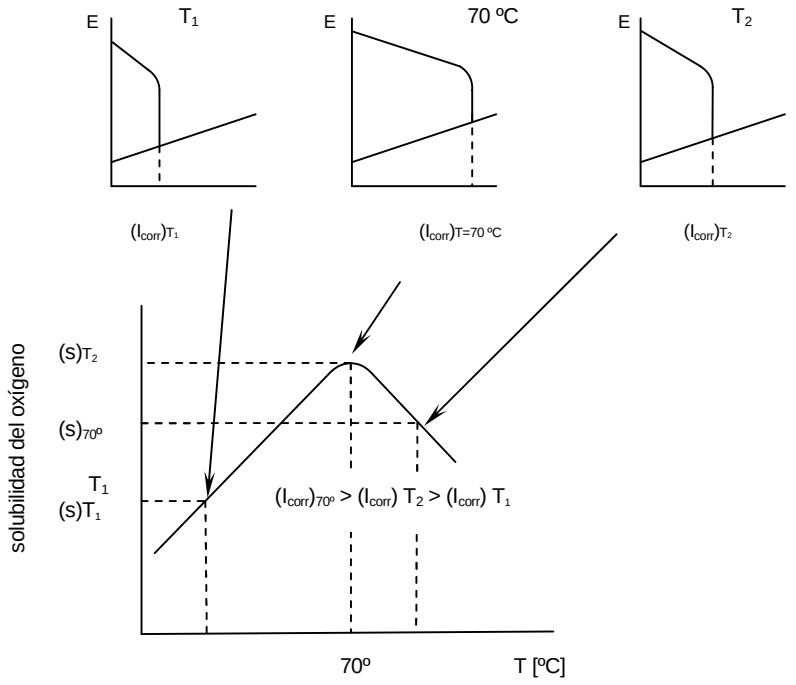


Fig. A.5. Influencia de la solubilidad del oxígeno sobre el trazado de la curva de polarización catódica e indirectamente sobre la intensidad de corrosión (velocidad de corrosión) en medios aireados a pH neutro o alcalino.

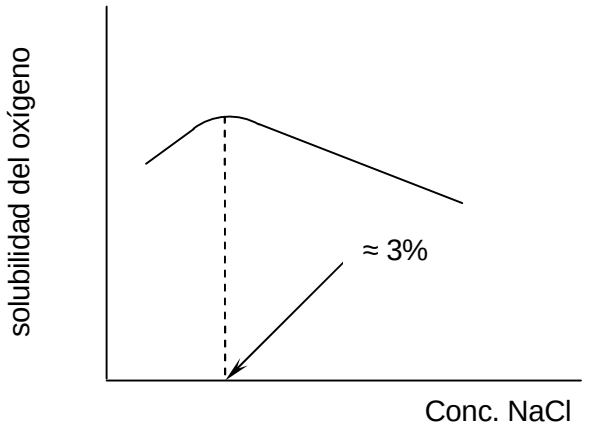


Fig. A.6. Influencia de la concentración de NaCl sobre la solubilidad del oxígeno en agua.

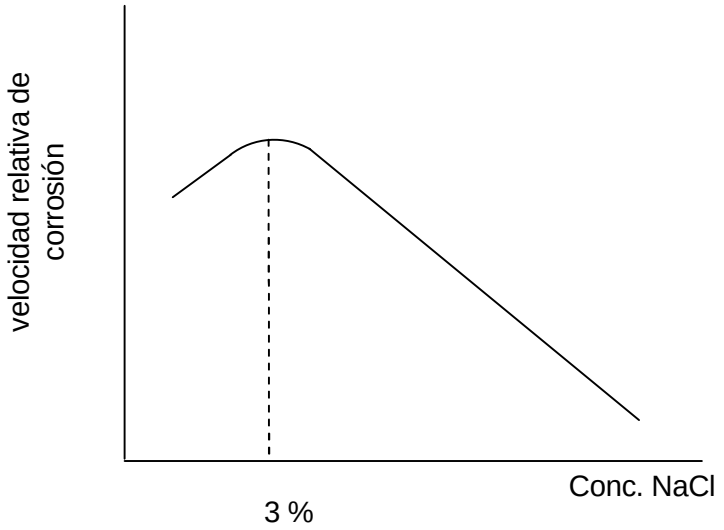


Fig. A.7. Relación entre velocidad de corrosión y concentración de NaCl en el electrolito cuando la reacción catódica es la reducción del oxígeno.

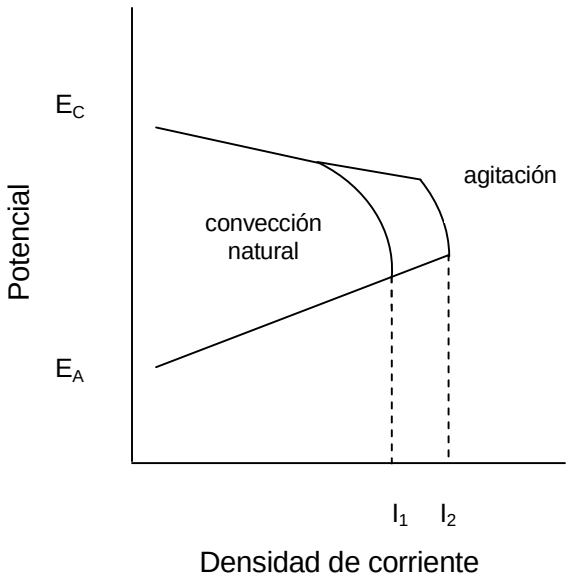


Fig. A.8. Disminución de la polarización catódica por agitación (aumento de la velocidad de corrosión).

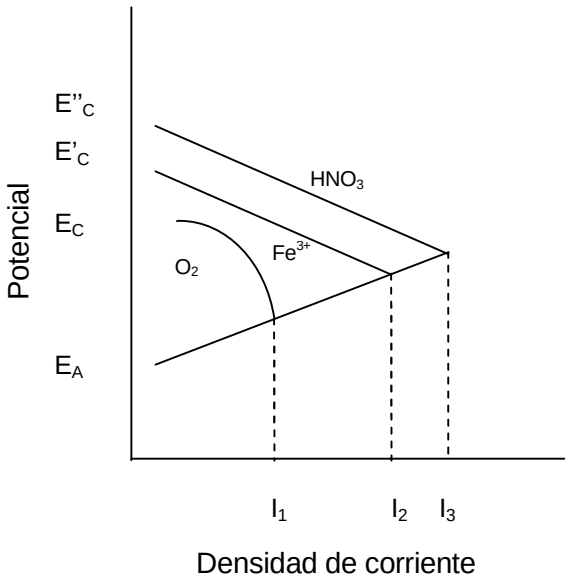


Fig. A.9. Aumento de la intensidad de corrosión (velocidad de corrosión) como consecuencia de la despolarización catódica ejercida por oxidantes más fuertes que el oxígeno.

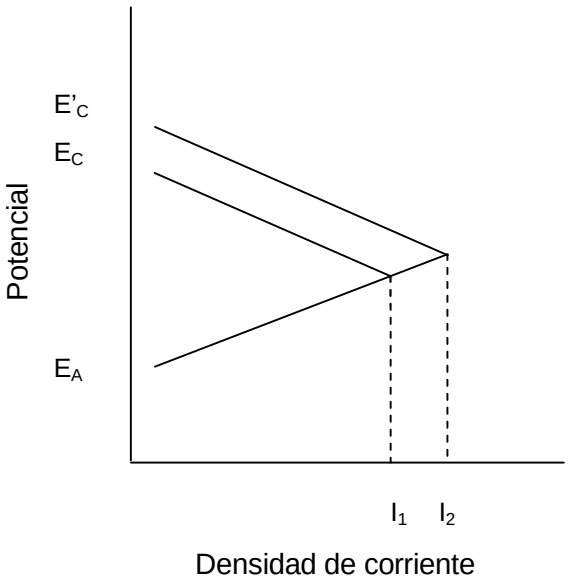


Fig. A.10. Aumento de la intensidad de corrosión como consecuencia de la despolarización catódica ejercida por un aumento de la acidez

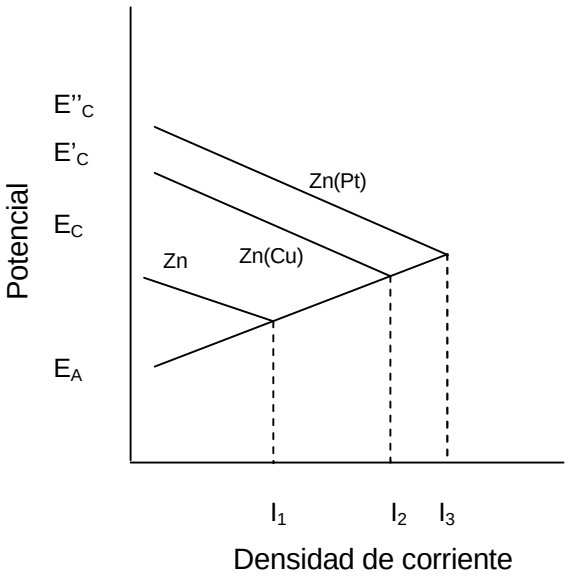


Fig. A.11. Efecto de la sobretensión para la descarga de hidrógeno de un metal aleante o impureza de comportamiento catódico sobre la velocidad de corrosión.

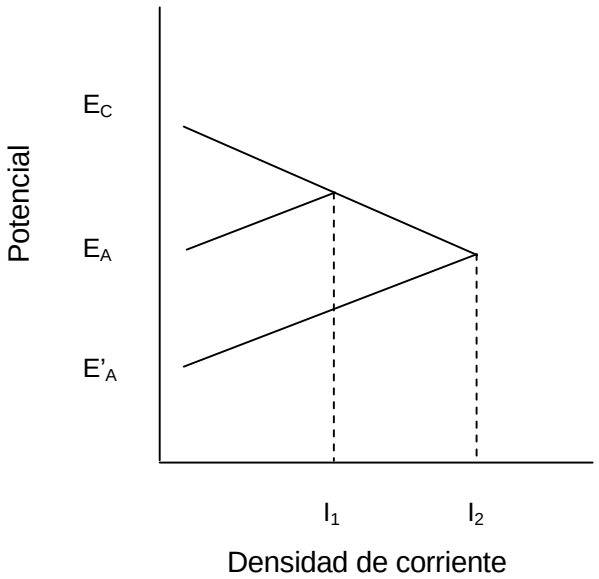
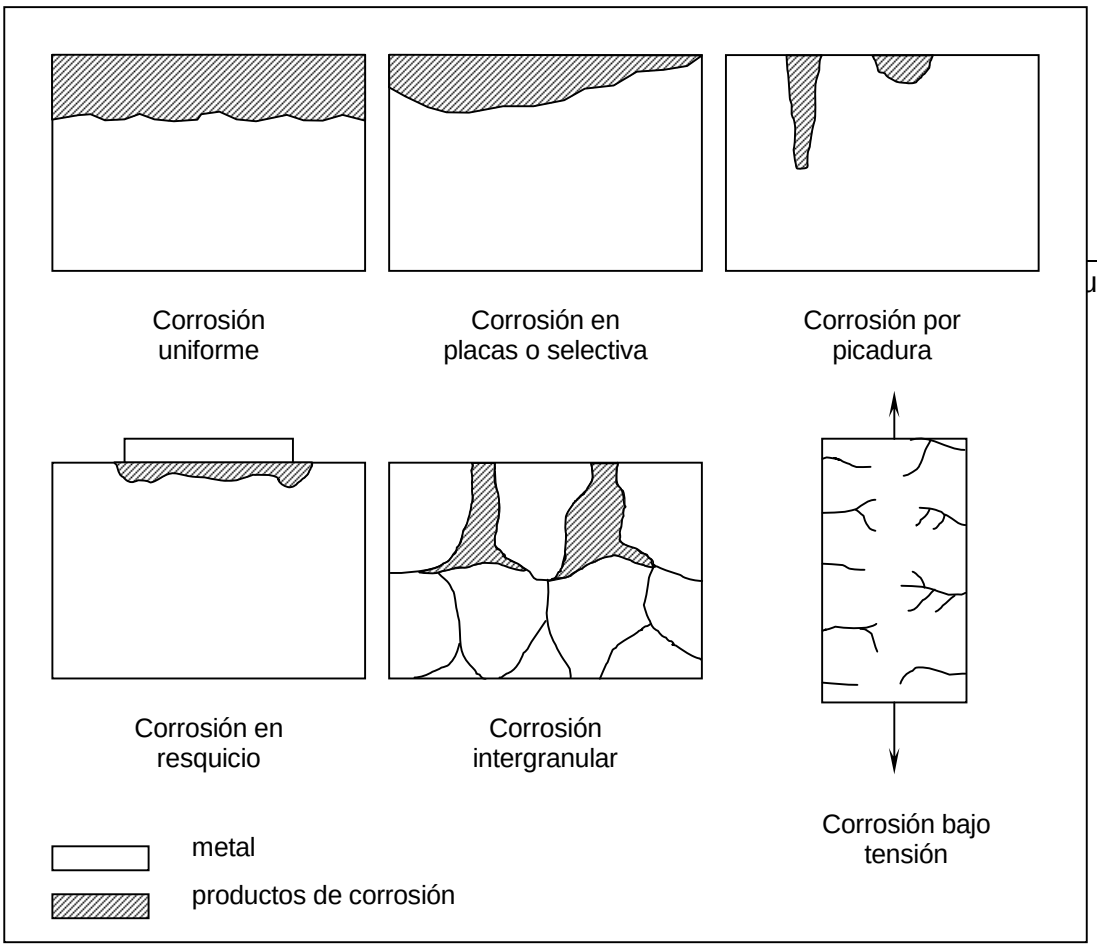


Fig. A.12. Disminución de la polarización anódica derivada de la presencia de un acomplejante.

A.1.3. Tipos de corrosión



uerdo

Fig. A.14. Corrosión uniforme en un ambiente marino.

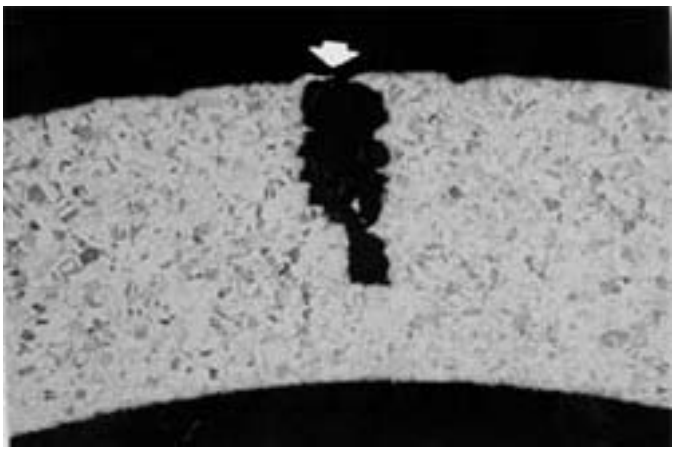


Fig. A.15. Corrosión por picadura de un tubo de acero (corte longitudinal).

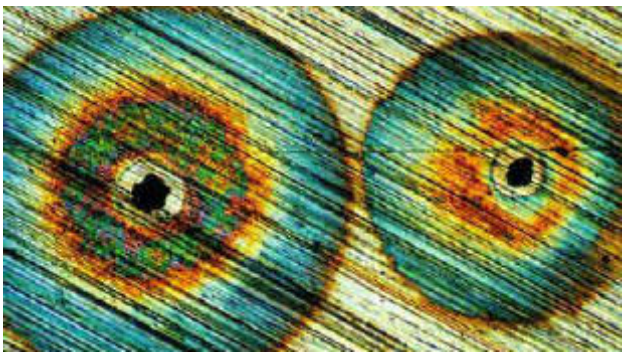


Fig. A.16. Corrosión por picadura (aspecto exterior).

Fig. A.17. Corrosión en resquicio de una zona de difícil acceso.

Fig. A.18. Corrosión bajo tensión con desplazamiento transgranular de la grieta.

Fig. A.19. Corrosión bajo tensión con desplazamiento intergranular de la grieta.

A.2. Figuras y tablas complementarias del Capítulo 5

A.2.1. Pinturas

Propiedad	***Referencia***	***Razones***
Brillo y claridad del color o tinte	Orgánica	Los colores más atractivos y limpios sólo se pueden obtener con pigmentos orgánicos.
Pinturas blanca y negra	Inorgánica	El más puro de los pigmentos blancos es el dióxido de titanio, y el negro es el carbón (considerado normalmente como inorgánico). No hay blancos y negros orgánicos.
No sangran	Inorgánica	Los compuestos inorgánicos apenas se disuelven en disolventes orgánicos. Algunos orgánicos son muy insolubles.
Resistencia a la luz	Inorgánica	Los enlaces de valencia en compuestos inorgánicos son generalmente más estables a la luz UV que los de los compuestos orgánicos.
Estabilidad frente al calor	Inorgánica	Muy pocos componentes orgánicos son estables a/o por encima de 300 ºC. algunos se descomponen o funden a temperaturas mucho más bajas.
Acción anticorrosiva	Inorgánica	Todos los pigmentos anticorrosivos utilizados tradicionalmente son inorgánicos, excepto algunos derivados de la polianilina.
Absorción UV	Inorgánica	El dióxido de titanio bloquea las radiaciones UV perjudiciales para el aglutinante y el sustrato. Los óxidos de hierro finos son visiblemente transparentes pero también bloquean las radiaciones UV, dando protección.
Efectos reflectantes	Inorgánica	Aluminio y mica tratada en laminillas con poder reflectante.

Tabla A.3. Propiedades de los pigmentos.

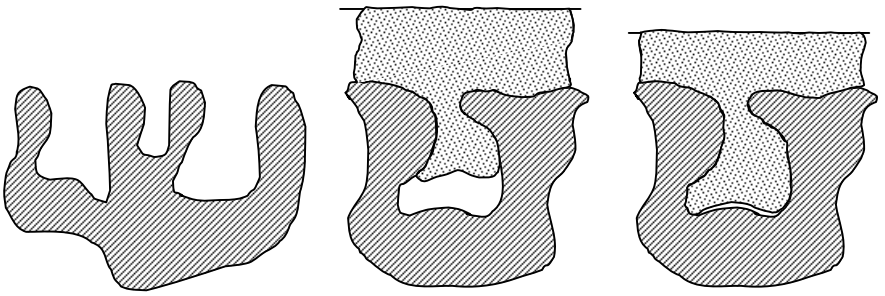
Disolvente	***Disolvencia***		***Viscosidad a 20 ºC (cP o mPas)***	***Punto de ebullición (ºC)***
	Grupo de enlace H*	***Parámetro de solubilidad***		
Agua	III	47,7	1,002	100
Hidrocarburos alifáticos				
Ciclohexano	-	16,7	0,89	81
Aguarrás sintético	-	15,1	1,09	155-195
Terpenos				
Dipenteno	-	17,3	0,975	175-190
Turpentina	-	16,5	1,26	150-170
Aceite de pino	I	17,5	6-26[a]	150-170
Hidrocarburos aromáticos				
Tolueno	I	18,2	0,55[a]	111
Xileno	I	18,0	0,586	138-144
Estireno	I	19,0	0,77[a]	146
Viniltolueno	I	-	-	164-170
Alcoholes				
Metanol	III	29,6	0,547	65
Etanol	III	25,9	1,200	78
n-n-Propanol	III	24,3	2,25	97
Isopropanol	III	23,5	2,4	82
n-n-Butanol	III	23,3	2,948	118
Isobutanol	III	-	3,76	108
sec-Butanol	III	22,0	3,15	100
Ciclohexanol	III	23,3	52,7[a]	162
Etilenglicol	III	29,0	17[a]	198
Glicerol	III	33,7	494[b]	290
Ésteres				
Metacrilacetato	II	19,6	0,38[a]	57
Acetato de etilo	II	18,6	0,445	77
Acetato de butilo	II	17,3	0,671[a]	127
Metoxipropilacetato	II	18,8	1,2	140-150
Cetonas				
Acetona	II	20,4	0,316[a]	56
Metiletilcetona	II	19,0	0,42[a]	80
Metilisobutilcetona	II	17,1	0,546[a]	116
Ciclohexanona	II	20,2	1,94	157
Metilciclohexanona	II	19,0	1,75	165-175
Éteres y éteralcoholes				
Dietiléter	II	15,1	0,233	35
1-Metoxi 2-propanol	II	20,8	1,65[a]	120
1-Etoxi 2-propanol	II	18,4	1,68[a]	132
Disolvente	***Disolvencia***		***Viscosidad a 20 ºC (cP o mPas)***	***Punto de ebullición (ºC)***

	Grupo de enlace H*	***Parámetro de solubilidad***		
Éteres y éteralcoholes (continuación)				
2-Butoxi etanol	II	18,2	3,318[a]	171
Dietilenglicol (DEG)	III	18,6	30[a]	245-250
DEG monometil éter	II	19,6	3,53[a]	194
DEG monometil éter	II	20,4	4,74	232
Nitroparafinas				
Nitrometano	I	25,9	0,62	101
Nitroetano	I	22,6	0,62	114
1-Nitropropano	I	21,8	0,81	132
Parafinas cloradas				
Cloruro de metileno	I	19,8	0,425[a]	41
Dicloruro de etileno	I	20,0	0,838	84
1,1,1-Tricloroetano	I	17,5	0,83	72-88

* Grupos de disolventes de pinturas:
I. Líquidos con enlaces de hidrógeno débiles (hidrocarburos, cloro y nitroparafinas).
II. Líquidos con enlaces de hidrógeno moderados (cetonas, ésteres, éteres y éteralcoholes).
III. Líquidos con enlaces de hidrógeno fuertes (alcoholes y agua).
[a] a 25 ºC, [b] a 26,5 ºC

Tabla A.4. Propiedades de los disolventes.

A.2.2. Propiedades de la película de pintura seca



(a) (b) (c)

Fig. A.20. Adhesión mecánica.

(a) Sección de una superficie porosa.

(b) Pintura húmeda sobre la superficie.

(c) Contracción de la película de pintura después del secado.

B. Fichas técnicas y de seguridad de los productos

B.1. Acetona

1. Composición / Información de los Ingredientes

Nombre del producto: Acetona
Fórmula: C_3H_6O
Peso Molecular: 58,08
Nº CAS: 67-64-1
Nº CE: 200-662-2

2. Identificación de Riesgos

INDICACIÓN ESPECIAL DE RIESGOS PARA EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE

Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

3. Primeros Auxilios

DESPUÉS DE INHALACIÓN

En caso de inhalación, sacar al sujeto al aire libre. Si no respira, administrar respiración artificial. Si respira con dificultad, administrar oxígeno.

DESPUÉS DE CONTACTO CON LA PIEL

En caso de contacto, lavar inmediatamente la piel con jabón y abundante cantidad de agua.

DESPUÉS DE CONTACTO CON LOS OJOS

En caso de contacto, enjuagar inmediatamente los ojos con agua durante 15 minutos.

DESPUÉS DE INGESTIÓN

En caso de ingestión, lavar la boca con agua si el sujeto está consciente. Llamar al médico.

4. Medidas de Lucha contra Incendios

MEDIOS DE EXTINCIÓN

Adecuado: Agua pulverizada. Dióxido de carbono, polvo químico seco o espuma apropiada.

RIESGOS ESPECIALES

Riesgos Específicos: Líquido inflamable. Emite humos tóxicos en caso de incendio.

Peligro de Explosión: El vapor puede recorrer una distancia considerable hasta una fuente de ignición y provocar un retorno de llama. Los recipientes expuestos al fuego pueden explotar.

EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN PARA PERSONAL ANTIINCENDIOS

Usar un aparato respiratorio autónomo y ropa protectora para evitar el contacto con la piel y los ojos.

5. Medidas ante Escape Accidental

PROCEDIMIENTOS DE PRECAUCIÓN PERSONAL A SEGUIR EN CASO DE FUGA O DERRAME

Evacuar la zona. Cerrar todas las fuentes de ignición. Usar útiles que no produzcan chispas.

PROCEDIMIENTO(S) DE PRECAUCIÓN PERSONAL

Usar un aparato respiratorio autónomo, botas de goma y guantes de goma fuertes.

MÉTODOS DE LIMPIEZA

Cubrir con cal seca, arena o ceniza de soda. Colocar en recipientes cubiertos, usando útiles que no produzcan chispas, y trasladar al exterior. Ventilar el local y lavar el lugar.

6. Manipulación y Almacenamiento

MANIPULACIÓN

Instrucciones de Seguridad para Manipulación: No inhalar el vapor. No permitir el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Evitar la exposición prolongada o repetida.

ALMACENAMIENTO

Condiciones de Almacenamiento: Mantener herméticamente cerrado. Mantener alejado del calor, chispas y llamas desnudas.

7. Controles de Exposición / Protección Personal

CONTROLES DE INGENIERÍA

Ducha de seguridad y baño ocular. Usar útiles que no produzcan chispas.

MEDIDAS GENERALES DE HIGIENE

Quitarse y lavar inmediatamente todas las prendas de ropa contaminadas.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN - UNIÓN EUROPEA

Fuente	Valor	Tipo
OEL	1,210 mg/m^3	OEL
	500 ppm	

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección Respiratoria: Aparato respirador aprobado por NIOSH/MSHA.

Protección de las Manos: Guantes compatibles resistentes a los productos químicos.

Protección Ocular: Gafas protectoras contra productos químicos.

8. Propiedades Físico-Químicas

ASPECTO

Estado Físico: Líquido claro

Color: Incoloro

PROPIEDAD	VALOR	A Tª o PRESIÓN
pH	N/D	
Punto de Ebullición / Rango de Punto de Ebullición	56 ºC	760 mmHg
Punto de Fusión /Rango de Punto de Fusión	-94 ºC	
Punto de Destello	-17 ºC	Método: Copa cerrada
Inflamabilidad	N/D	
Temperatura de Autoignición	465 ºC	
Propiedades Oxidantes	N/D	
Propiedades Explosivas	N/D	
Límite de Explosión inferior	2 %	
Límite de Explosión superior	13 %	
Presión de Vapor	184 mmHg	20 ºC
Densidad	0,79 g/cm^3	
Coeficiente de Reparto Log K_{ow}	-0,24	
Viscosidad	0,303 Pa·s	25 ºC
Densidad de Vapor	2 g/l	
Concentración de Vapor Saturado	N/D	
Velocidad de Evaporación	N/D	

Densidad bruta	N/D	
Tª de Descomposición	N/D	
Contenido en Disolvente	N/D	
Contenido en Agua	N/D	
Tensión Superficial	23,2 mN/m	20 ºC
Conductividad	N/D	
Datos Varios	N/D	
Solubilidad	Solubilidad en Agua: miscible Otros Disolventes: miscible con alcohol, cloroformo, éter.	

9. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD
Estable: Estable.
Materiales a Evitar: Bases, Agentes oxidantes, Agentes reductores
La acetona reacciona violentamente con oxicloruro de fósforo.
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS
Productos de Descomposición Peligrosos: Monóxido de carbono, dióxido de carbono.
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA
Polimerización Peligrosa: No se producirá.

10. Información Toxicológica

TOXICIDAD AGUDA
Contacto con la Piel: Puede provocar irritación de la piel.
Absorción Cutánea: Puede ser nocivo en caso de absorción por la piel.
Contacto con los Ojos: Provoca irritación de los ojos.
Inhalación: Puede ser nocivo en caso de inhalación.
Ingestión: Puede ser nocivo en caso de ingestión.
CANCERÍGENO - POR EXPOSICIÓN CRÓNICA

11. Información Medioambiental

EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS

Tipo de Ensayo: LC50 Pez
Especie: Onchorhynchus mykiss
Tiempo: 96 h
Valor: 5,540 mg/l
mg/l

Tipo de Ensayo: EC50 Daphnia
Especie: Daphnia magna
Tiempo: 48 h
Valor: 13,500

12. Consideraciones sobre el Deshecho

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Quemar en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador, procediendo con gran cuidado en la ignición ya que este producto es extremadamente inflamable.

B.2. Ácido clorhídrico 37%

1. Composición / Información de los Ingredientes

Nombre del producto: Ácido clorhídrico 37%
Fórmula: HCl
Peso Molecular: 36,46
Nº CAS: 7647-01-0
Nº CE: 231-595-7

2. Identificación de Riesgos

INDICACIÓN ESPECIAL DE RIESGOS PARA EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE
Provoca quemaduras. Irritante para el aparato respiratorio.

3. Primeros Auxilios

DESPUÉS DE INHALACIÓN
En caso de inhalación, sacar al sujeto al aire libre. Si tiene dificultad para respirar, llamar al médico.
DESPUÉS DE CONTACTO CON LA PIEL
En caso de contacto con la piel, lavar con abundante cantidad de agua durante 15 minutos por lo menos. Quitar la ropa y el calzado contaminados. Llamar al médico.
DESPUÉS DE CONTACTO CON LOS OJOS
En caso de contacto con los ojos, enjuagar con abundante cantidad de agua durante 15 minutos por lo menos. Separar los párpados con los dedos para asegurar el buen enjuague de los ojos.
DESPUÉS DE INGESTIÓN
En caso de ingestión, lavar la boca con agua si el sujeto está consciente. Llamar al médico.

4. Medidas de Lucha contra Incendios

MEDIOS DE EXTINCIÓN
Adecuado: Dióxido de carbono, polvo químico seco o espuma apropiada.
Inadecuado: No utilizar agua.
RIESGOS ESPECIALES
Riesgos Específicos: Emite humos tóxicos en caso de incendio.
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN PARA PERSONAL ANTIINCENDIOS
Usar un aparato respiratorio autónomo y ropa protectora para evitar el contacto con la piel y ojos.

5. Medidas ante Escape Accidental

PROCEDIMIENTOS DE PRECAUCIÓN PERSONAL A SEGUIR EN CASO DE FUGA O DERRAME
Evacuar la zona.
PROCEDIMIENTO(S) DE PRECAUCIÓN PERSONAL
Usar un aparato respiratorio autónomo, botas de goma y guantes de goma fuertes.
MÉTODOS DE LIMPIEZA
Absorber con arena o vermiculita y colocar en recipientes cerrados para eliminación.

6. Manipulación y Almacenamiento

MANIPULACIÓN
Instrucciones de Seguridad para Manipulación: No inhalar el vapor. No permitir el contacto con los ojos, la piel o la ropa.
ALMACENAMIENTO
Condiciones de Almacenamiento: Mantener herméticamente cerrado.
REQUISITOS ESPECIALES: Puede producir presión. Abra con cuidado

7. Controles de Exposición / Protección Personal

CONTROLES DE INGENIERÍA

Ducha de seguridad y baño ocular. Utilizar solamente dentro de una cabina de humos química.

MEDIDAS GENERALES DE HIGIENE

Lavar la ropa contaminada antes de volverla a usar. Desechar el calzado contaminado. Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN - UNIÓN EUROPEA

Fuente	Tipo	Valor
OEL	OEL	8 mg/m^3
		5 ppm

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección Respiratoria: Aparato respirador aprobado por NIOSH/MSHA (National Institute of Occupational Safety and Health; Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo/Mine Safety Health Act; Ley sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad en las Minas) de los Estados Unidos para locales sin ventilación y/o en casos de exposición superior al TLV (threshold limit value; valor límite admisible) según ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Conferencia de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos).

Protección de las Manos: Guantes de goma.

Protección Ocular: Gafas protectoras contra productos químicos.

Medidas Especiales de Protección: Visera protectora (mínimo 20 cm).

8. Propiedades Físico-Químicas

ASPECTO

Estado Físico: Líquido

Color: Amarillo pálido claro

Olor: Acre

PROPIEDAD	VALOR	A Tª o PRESIÓN
pH	N/D	
Punto de Fusión /Rango de Punto de Fusión	-114,2 ºC	
Punto de Destello	N/D	
Inflamabilidad	N/D	
Temperatura de Autoignición	N/D	
Propiedades Oxidantes	N/D	
Propiedades Explosivas	N/D	
Límite de Explosión inferior	N/D	
Límite de Explosión superior	N/D	
Presión de Vapor	166,991 mmHg	21,1 ºC
Densidad	1,2 g/cm^3	
Coeficiente de Reparto Log K_{ow}	N/D	
Viscosidad	N/D	
Densidad de Vapor	1,3 g/l	
Concentración de Vapor Saturado	N/D	

Velocidad de Evaporación	N/D
Densidad bruta	N/D
Tª de Descomposición	N/D
Contenido en Disolvente	N/D
Contenido en Agua	N/D
Tensión Superficial	N/D
Conductividad	N/D
Datos Varios	N/D
Solubilidad	N/D

9. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD
Estable: Estable.
Condiciones a Evitar: No permitir la entrada de agua en el recipiente para evitar una reacción violenta.
Materiales a Evitar: Bases, Aminas, Metales alcalinos Cobre, aleaciones de cobre, Aluminio.
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS
Productos de Descomposición Peligrosos: Gas clorhídrico.
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA
Polimerización Peligrosa: No se producirá.

10. Información Toxicológica

TOXICIDAD AGUDA

SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LA EXPOSICIÓN
El producto causa severa destrucción de los tejidos de las membranas mucosas, el tracto respiratorio superior, los ojos y la piel. La inhalación puede resultar en espasmo, inflamación y edema de la laringe y los bronquios, neumonitis química y edema pulmonar.
VÍA DE EXPOSICIÓN
Contacto con la Piel: Produce quemaduras.
Absorción Cutánea: Puede ser nocivo en caso de absorción por la piel.
Contacto con los Ojos: Produce quemaduras.
Inhalación: Tóxico si se inhala.
Ingestión: Puede ser nocivo en caso de ingestión.
LISTA DE CANCERÍGENOS IARC
Clasificación: Grupo 3

11. Información Medioambiental

Ningunos datos disponibles.

12. Consideraciones sobre el Deshecho

DESHECHO DE LA SUSTANCIA
Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente.

B.3 Cloruro de sodio

1. Composición / Información de los Ingredientes

Nombre del producto: Cloruro de sodio
Fórmula: NaCl
Peso Molecular: 58,44
Nº CAS: 7647-14-5
Nº CE: 231-598-3

2. Identificación de Riesgos

INDICACIÓN ESPECIAL DE RIESGOS PARA EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE
No peligroso según la directiva 67/548/EC.

3. Primeros Auxilios

DESPUÉS DE INHALACIÓN
En caso de inhalación, sacar al sujeto al aire libre. Si tiene dificultad para respirar, llamar al médico.
DESPUÉS DE CONTACTO CON LA PIEL
En caso de contacto, lavar inmediatamente la piel con jabón y abundante cantidad de agua.
DESPUÉS DE CONTACTO CON LOS OJOS
En caso de contacto con los ojos, enjuagar con abundante cantidad de agua durante 15 minutos por lo menos. Separar los párpados con los dedos para asegurar el buen enjuague de los ojos. Llamar al médico.
DESPUÉS DE INGESTIÓN
En caso de ingestión, lavar la boca con agua si el sujeto está consciente. Llamar al médico.

4. Medidas de Lucha contra Incendios

MEDIOS DE EXTINCIÓN
Adecuado: Incombustible. Utilizar medios de extinción apropiados para las condiciones ambientales del incendio.
RIESGOS ESPECIALES
Riesgos Específicos: Emite humos tóxicos en caso de incendio.
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN PARA PERSONAL ANTIINCENDIOS
Usar un aparato respiratorio autónomo y ropa protectora para evitar el contacto con la piel y los ojos.

5. Medidas ante Escape Accidental

PROCEDIMIENTO(S) DE PRECAUCIÓN PERSONAL
Deben adoptarse las debidas precauciones para minimizar el contacto con la piel o los ojos y evitar la inhalación del polvo.
MÉTODOS DE LIMPIEZA
Barrer, meter en una bolsa y conservar para su posterior eliminación. Evitar el levantamiento de polvo. Ventilar el local y lavar el lugar donde se haya derramado el producto una vez retirado por completo.

6. Manipulación y Almacenamiento

MANIPULACIÓN
Instrucciones de Seguridad para Manipulación: Evitar la inhalación. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Evitar la exposición prolongada o repetida.
ALMACENAMIENTO
Condiciones de Almacenamiento: Mantener herméticamente cerrado.

7. Controles de Exposición / Protección Personal

CONTROLES DE INGENIERÍA
Ducha de seguridad y baño ocular. Es obligatorio un sistema mecánico de escape de humos.
MEDIDAS GENERALES DE HIGIENE
Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Protección Respiratoria: Ponerse mascarilla contra el polvo.
Protección de las Manos: Guantes protectores.
Protección Ocular: Gafas protectoras contra productos químicos.

8. Propiedades Físico-Químicas

ASPECTO
Estado Físico: Sólido

PROPIEDAD	VALOR	A Tª o PRESIÓN
pH	7	
Punto de Ebullición / Rango de Punto de Ebullición	1413 ºC	
Punto de Fusión /Rango de Punto de Fusión	801 ºC	
Punto de Destello	N/D	
Inflamabilidad	N/D	
Temperatura de Autoignición	N/D	
Propiedades Oxidantes	N/D	
Propiedades Explosivas	N/D	
Límite de Explosión inferior	N/D	
Límite de Explosión superior	N/D	
Presión de Vapor	1 mmHg	865 ºC
Densidad	2,165 g/cm^3	
Coeficiente de Reparto Log K_{ow}	N/D	
Viscosidad	N/D	
Densidad de Vapor	N/D	
Concentración de Vapor Saturado	N/D	
Velocidad de Evaporación	N/D	
Densidad bruta	N/D	
Tª de Descomposición	N/D	
Contenido en Disolvente	N/D	
Contenido en Agua	N/D	
Tensión Superficial	N/D	
Conductividad	N/D	
Datos Varios	N/D	
Solubilidad	Solubilidad en agua: soluble	

9. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD
Estable: Estable.
Materiales a Evitar: Agentes extremadamente oxidantes.
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS
Productos de Descomposición Peligrosos: Óxidos de sodio/sodio, Gas clorhídrico.
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA
Polimerización Peligrosa: No se producirá.

10. Información Toxicológica

TOXICIDAD AGUDA

SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LA EXPOSICIÓN
La ingestión en cantidades elevadas provoca vómitos y diarrea. Una deshidratación y una congestión pueden ocurrir en los órganos internos. Las soluciones de sal hipertónicas pueden producir reacciones inflamatorias en el aparato gastrointestinal.
VÍA DE EXPOSICIÓN
Contacto con la Piel: Puede provocar irritación de la piel.
Absorción Cutánea: Puede ser nocivo en caso de absorción por la piel.
Contacto con los Ojos: El cloruro de sodio (NaCl) en contacto con los ojos puede causar la irritación o rojez debido a la abrasión.
Inhalación: Puede ser nocivo en caso de inhalación. El producto puede ser irritante para las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior.
Ingestión: Puede ser nocivo en caso de ingestión.

11. Información Medioambiental

Ningunos datos disponibles.

12. Consideraciones sobre el Deshecho

DESHECHO DE LA SUSTANCIA
Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador. Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente.

13. Información Reglamentaria

No peligroso según la directiva 67/548/EC.

B.4 Fosfato de zinc

1. Composición / Información sobre componentes

Nombre del producto: Fosfato de zinc
Fórmula: $Zn_3(PO_4)_2$
Peso Molecular: 386,11
Nº CAS: 7779-90-0
Nº CEE: 030-011-00-6

2. Identificación de riesgos

Peligroso para el medio ambiente y muy tóxico para organismos acuáticos.

3. Primeros auxilios

EN CASO DE INHALACIÓN:
Suministrar aire fresco.
CONTACTO CUTÁNEO:
Lavar con agua y jabón.
CONTACTO OCULAR:
Mantener los párpados abiertos y lavar profusamente con agua corriente durante 15 minutos.
INGESTIÓN ACCIDENTAL:
Enjuagar la boca y beber agua.

4. Medidas de lucha contra incendios

Producto no combustible.

MEDIOS DE EXTINCIÓN APROPIADOS:
Agua, espuma, dióxido de carbono polvo.
RIESGOS ESPECIALES:
Puede descomponerse por encima de 1100ºC en óxidos de xinc y fósforo.
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:
Equipo de respiración autónoma.

5. Medidas ante escape accidental

PRECAUCIONES INDIVIDUALES:
Evitar formación de nubes de polvo.
PRECAUCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:
Prevenir la contaminación de suelo, aguas y desagües.

6. Manipulación y almacenamiento

MANIPULACIÓN
Se deben tomar las precauciones necesarias para evitar la formación de polvo.
ALMACENAMIENTO
Mantener los envases cerrados. Es conveniente almacenar el producto en lugar seco.

7. Controles de exposición / Protección personal

MEDIDAS TÉCNICAS EN EL PROCESADO
No existen medidas especiales. Aunque no se trata de un producto nocivo es conveniente evitar la formación de polvo y no sobrepasar los TLV marcados para el polvo en suspensión hasta 10 mg/m^3 en la CEE.
PROTECCIÓN PERSONAL NECESARIA
Usar mascarilla protectora en el caso de formación de nube de polvo suficiente para superar el TLV.

8. Propiedades físico-químicas

Aspecto:	Polvo
Color:	Blanco
Olor:	Inodoro
pH:	6.5 (en 100 g/l de agua)
Cambio de estado físico:	350ºC
Temperatura de descomposición:	>1100ºC
Limite inferior de explosión:	n.a. (no explosivo)
Solubilidad en agua:	Casi insobluble.
Solubilidad en disolventes:	Insoluble
Densidad (20ºC):	3.3 g/cm^3
Punto de fusión:	900ºC

9. Estabilidad y reactividad

El fosfato de zinc se descompone a temperaturas superiores a 1100ºC posiblemente en óxidos de zinc y fósforo. En contacto con ácidos fuertes puede solubilizarse parcialmente. Desprende dióxido de carbono en ácidos fuertes.

10. Información toxicológica

Pequeñas cantidades son inocuas, grandes cantidades pueden provocar molestias respiratorias típicas de los productos en polvo.
LD50/oral/rata: >5000 mg/kg

11. Información medioambiental

Toxicidad en peces (aguda):
Oncorhynchus Mykiss LC_{50} (96h)<1mg Zn^{2+}/l
Toxicidad en alga (aguda):
Selenastrum Capricornatum IC_{50} (72h)<1mg Zn^{2+}/l
Toxicidad en crustáceo (aguda):
Daphnia Magna EC_{50} (48h)<1mg Zn^{2+}/l

12. Consideraciones sobre eliminación

PRODUCTO
Eliminar conforme a las leyes o disposiciones locales vigentes.
ENVASES CONTAMINADOS
Los envases vacíos deben ser eliminados igual que las sustancias que contenían o pueden ser reciclados.

13. Información reglamentaria

Etiquetado de acuerdo a las Directivas Comunitarias (CEE): N – Peligroso para el Medio Ambiente.
Frases R: R50/53
Frases S: S60/61

B.5. Polianilina (base emeraldina)

1. Composición / Información de los Ingredientes

Nombre del producto: Polianilina, base emeraldina, Mw ca. 10000
Nº CAS: 25233-30-1

2. Identificación de Riesgos

INDICACIÓN ESPECIAL DE RIESGOS PARA EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE
No peligroso según la directiva 67/548/EC.

3. Primeros Auxilios

DESPUÉS DE INHALACIÓN
En caso de inhalación, sacar al sujeto al aire libre. Si tiene dificultad para respirar, llamar al médico.
DESPUÉS DE CONTACTO CON LA PIEL
En caso de contacto, lavar inmediatamente la piel con jabón y abundante cantidad de agua.
DESPUÉS DE CONTACTO CON LOS OJOS
En caso de contacto con los ojos, enjuagar con abundante cantidad de agua durante 15 minutos por lo menos. Separar los párpados con los dedos para asegurar el buen enjuague de los ojos. Llamar al médico.
DESPUÉS DE INGESTIÓN
En caso de ingestión, lavar la boca con agua si el sujeto está consciente. Llamar al médico.

4. Medidas de Lucha contra Incendios

MEDIOS DE EXTINCIÓN
Adecuado: Agua pulverizada. Dióxido de carbono, polvo químico seco o espuma apropiada.
RIESGOS ESPECIALES
Riesgos Específicos: Emite humos tóxicos en caso de incendio.
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN PARA PERSONAL ANTIINCENDIOS
Usar un aparato respiratorio autónomo y ropa protectora para evitar el contacto con la piel y los ojos.

5. Medidas ante Escape Accidental

PROCEDIMIENTO(S) DE PRECAUCIÓN PERSONAL
Deben adoptarse las debidas precauciones para minimizar el contacto con la piel o los ojos y evitar la inhalación del polvo.
MÉTODOS DE LIMPIEZA
Barrer, meter en una bolsa y conservar para su posterior eliminación. Evitar el levantamiento de polvo. Ventilar el local y lavar el lugar donde se haya derramado el producto una vez retirado por completo.

6. Manipulación y Almacenamiento

MANIPULACIÓN
Instrucciones de Seguridad para Manipulación: Evitar la inhalación. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Evitar la exposición prolongada o repetida. Manipular bajo atmósfera de nitrógeno.
ALMACENAMIENTO
Condiciones de Almacenamiento: Mantener herméticamente cerrado.
Manipular y almacenar bajo atmósfera de nitrógeno.
REQUISITOS ESPECIALES: Higroscópico.

7. Controles de Exposición / Protección Personal

CONTROLES DE INGENIERÍA
Ducha de seguridad y baño ocular. Es obligatorio un sistema mecánico de escape de humos.
MEDIDAS GENERALES DE HIGIENE
Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Protección Respiratoria: Ponerse mascarilla contra el polvo.
Protección de las Manos: Guantes protectores.
Protección Ocular: Gafas protectoras contra productos químicos.

8. Propiedades Físico-Químicas

ASPECTO
Estado Físico: Sólido

PROPIEDAD	VALOR	A Tª o PRESIÓN
pH	N/D	
Punto de Ebullición / Rango de Punto de Ebullición	N/D	
Punto de Fusión /Rango de Punto de Fusión	N/D	
Punto de Destello	N/D	
Inflamabilidad	N/D	
Temperatura de Autoignición	N/D	
Propiedades Oxidantes	N/D	
Propiedades Explosivas	N/D	
Límite de Explosión inferior	N/D	
Límite de Explosión superior	N/D	
Presión de Vapor	N/D	
Densidad	N/D	
Coeficiente de Reparto Log K_{ow}	N/D	
Viscosidad	N/D	
Densidad de Vapor	N/D	
Concentración de Vapor Saturado	N/D	
Velocidad de Evaporación	N/D	
Densidad bruta	N/D	
Tª de Descomposición	N/D	
Contenido en Disolvente	N/D	
Contenido en Agua	N/D	
Tensión Superficial	N/D	
Conductividad	N/D	
Datos Varios	N/D	
Solubilidad	N/D	

9. Estabilidad y Reactividad

ESTABILIDAD
Estable: Estable.
Condiciones a Evitar: Proteger contra la humedad.
Materiales a Evitar: Agentes extremadamente oxidantes.
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS
Productos de Descomposición Peligrosos: Monóxido de carbono, dióxido de carbono, Óxidos de nitrógeno.
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA
Polimerización Peligrosa: No se producirá.

10. Información Toxicológica

SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LA EXPOSICIÓN
No se han investigado adecuadamente.
VÍA DE EXPOSICIÓN
Contacto con la Piel: Puede provocar irritación de la piel.
Absorción Cutánea: Puede ser nocivo en caso de absorción por la piel
Contacto con los Ojos: Puede provocar irritación de los ojos.
Inhalación: Puede ser nocivo en caso de inhalación. El producto puede ser irritante para las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior.
Ingestión: Puede ser nocivo en caso de ingestión.

11. Información Medioambiental

Ningunos datos disponibles.

12. Consideraciones sobre el Deshecho

DESHECHO DE LA SUSTANCIA
Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador. Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente.

13. Información Reglamentaria

No peligroso según la directiva 67/548/EC.

B.6. Dióxido de Titanio

ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO

Referencia : OXINED BLANCO
Descripción : Dióxido de titanio (rutilo)
Presentación : Polvo
Sales solubles (%) < 0.5
Densidad (g/cm3) (media) : 4,5
Densidad aparente (g/cm3) (media) : 0,9
Humedad (% máx) < 3
Absorción de aceite (gr/100 g) : 19-24
Residuo en tamiz 0,045 mm. (%) : 0.02
Poder colorante : 95-105 %
DESVIACIÓN COLORIMÉTRICA (Contra su standard)
DE < 1,5

PIGMENTO TOTALMENTE ESTABLE EN TRABAJOS DE HORMIGÓN EXPUESTOS AL EXTERIOR
ALMACENAR EN LUGAR SECO
CERRAR LOS ENVASES ABIERTOS PARA EVITAR HUMEDAD

*Esta información y nuestro asesoramiento técnico de aplicación, ya sea verbal, por escrito o mediante
ensayos, se realiza según nuestro leal saber y entender, pero debe considerarse sólo como indicación sin
compromiso, también por lo que respecta a posibles derechos de propiedad industrial de terceros; no
exime al cliente del examen propio de los productos suministrados por nosotros con el fin de verificar su
idoneidad para los procedimientos y fines previstos.

B.7 Talco

1.- IDENTIF. DE LA SUSTANCIA Y DEL RESPONSABLE DE SU COMERCIALIZACIÓN
Nombre comercial: TALCO INDUSTRIAL FF

2.- COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES
CAS Nº: 14807-96-6 **CEE:** 238-877-9 **Peso Molecular:** 379,29

3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS
Producto considerado no peligroso.

4.- PRIMEROS AUXILIOS
Ingestión: Enjuagar la boca. Si el paciente está consciente dar de beber agua o leche que se desee.
Si el paciente está inconsciente no provocar el vómito y mantener en posición lateral de seguridad.
Requerir asistencia médica.
Inhalación: Trasladar a la víctima a un lugar ventilado. Mantener en reposo y abrigado. Aplicar respiración artificial en caso de insuficiencia respiratoria. Solicitar asistencia médica.
Contacto la piel: Quitar las ropas contaminadas. Lavar con agua abundante el área afectada. Requerir asistencia médica en caso de irritación persistente.
Contacto con los ojos: Lavar con abundante agua durante 15 minutos, manteniendo los párpados
abiertos. Acudir al oftalmólogo en caso de irritación persistente.

5.- MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS
Métodos de extinción adecuados: Todos los medios.
Equipo de protección especial para lucha contra incendios: Equipo habitual de la lucha contra
incendios de tipo químico. Llevar equipo de respiración autónomo.

6.- MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL
Precauciones individuales: Ver punto 8.
Precauciones para la protección del medio ambiente: Evitar que el producto penetre en cauces de
agua y en el sistema de alcantarillado.
Métodos de limpieza: Recoger el producto con medios mecánicos. Disponer el producto a eliminar en
recipientes cerrados y debidamente etiquetados. Lavar los restos con agua abundante.
productos químicos puros qp fabricación a terceros mezclas disoluciones
molturaciones emulsiones manipulaciones envasados **procesos químicos**

7.- MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO
Manipulación: Evitar la formación de polvo. No fumar, comer o beber durante su manipulación. Procurar higiene personal adecuada después de su manipulación.
Almacenamiento: Mantener en recipientes cerrados lejos de la humedad y del calor.

8.- CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN INDIVIDUAL
Valores límite de exposición:
TLV (como TWA): 2 mg/m3 (sin fibras de amianto) (ACGIH 1995-1996).

MAK: 2 mg/m3 F (1996).
Protección respiratoria: Protección respiratoria con filtro P2.
Protección de las manos: Guantes de protección.
Protección de los ojos: Gafas de seguridad.
Protección cutánea: Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite el contacto del producto.

9.- PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS
Estado físico: Solido **Color:** Blanco
Olor: Inodoro. **Punto de fusión:** 900°C
Densidad relativa (agua = 1): 2.7

10.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD
Estabilidad: estable en condiciones normales de almacenamiento.
Fuentes a evitar: Calor y humedad.

11.- INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS
Ver punto 3.

12.- INFORMACIONES ECOLÓGICAS
Información no disponible.

13.- INFORMACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN
Medios de eliminación del producto: Respetar las normativas locales y nacionales. Disponer el
producto a eliminar en un tratador autorizado de residuos.
Medios de eliminación de los envases usados: Disponer los envases a eliminar en un tratador
autorizado para su eliminación o incineración.

14.- INFORMACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE
No regulada.
productos químicos puros qp fabricación a terceros mezclas disoluciones
molturaciones emulsiones manipulaciones envasados **procesos químicos**

15.- INFORMACIONES REGLAMENTARIAS
No reglamentada

16.- OTRAS INFORMACIONES
La información suministrada en el presente documento está basada en nuestro conocimiento y experiencia, no constituyendo garantía alguna de las especificaciones del producto. El cumplimiento de
las indicaciones contenidas en el texto no exime al utilizador del cumplimiento de cuantas normativas
legales sean aplicables.
El uso y aplicación de nuestros productos está fuera de nuestro control y por consiguiente, bajo la
responsabilidad del comprador.

B.8 Barita (Sulfato de Bario)

1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa

1.1 Identificación de la sustancia o del preparado

Denominación:
Bario Sulfato

1.2 Uso de la sustancia o preparado:

Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

1.3 Identificación de la sociedad o empresa:

PANREAC QUIMICA, S.A.U.
C/Garraf, 2
Polígono Pla de la Bruguera
E-08211 Castellar del Vallès
(Barcelona) España
Tel. (+34) 937 489 400
e-mail: product.safety@panreac.com
Urgencias:
Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE)
Tel.:(+34) 937 489 499

2. Identificación de los peligros

Sustancia no peligrosa según Reglamento (CE) 1907/2006.

3. Composición/Información de los componentes

Denominación: Bario Sulfato
Fórmula: $BaSO_4$ M.=233,40 CAS [7727-43-7]

Número CE (EINECS): 231-784-4

4. Primeros auxilios

4.1 Indicaciones generales:

En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.

4.2 Inhalación:

Ir al aire fresco.

4.3 Contacto con la piel:

Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

4.4 Ojos:

Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos.

4.5 Ingestión:

Por ingestión de grandes cantidades: En caso de malestar, pedir atención médica.

5. Medidas de lucha contra incendio

5.1 Medios de extinción adecuados:

Los apropiados al entorno.

5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:

5.3 Riesgos especiales:

Incombustible.

5.4 Equipos de protección:

---

6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones individuales:

6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:

6.3 Métodos de recogida/limpieza:

Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.

7. Manipulación y almacenamiento

7.1 Manipulación:

Sin indicaciones particulares.

7.2 Almacenamiento:

Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Temperatura ambiente.

8. **Controles de exposición/protección personal**

8.1 Medidas técnicas de protección:

8.2 Control límite de exposición:

TLV-TWA: 10 mg/m3
VLA-ED: 10 mg/m3

8.3 Protección respiratoria:

En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.

8.4 Protección de las manos:

Usar guantes apropiados

8.5 Protección de los ojos:

8.6 Medidas de higiene particulares:

Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto:

Sólido blanco.

Olor:

Inodoro.

pH X7 (50 g/l)
Punto de fusión : 1580°C
Densidad (20/4): 4,5
Solubilidad: Insoluble en agua

10. Estabilidad y reactividad

10.1 Condiciones que deben evitarse:

10.2 Materias que deben evitarse:

Aluminio en polvo. Fósforo.

10.3 Productos de descomposición peligrosos:

10.4 Información complementaria:

---

11. Información toxicológica

11.1 Toxicidad aguda:

11.2 Efectos peligrosos para la salud:

A causa de la escasa absorción del producto, son poco probables características peligrosas.
Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.

12. Información Ecológica

12.1 Movilidad :

12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC_{50} (mg/l) :

12.2.2 - Medio receptor :
Riesgo para el medio acuático = ----
Riesgo para el medio terrestre = ----
12.2.3 - Observaciones :

12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test : DBO_5 = -----
12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :
DBO_5/DQO Biodegradabilidad = -----
12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -------
12.3.4 - Observaciones :

12.4 Acumulación :

12.4.1 - Test :

12.4.2 - Bioacumulación :
Riesgo = -----
12.4.3 - Observaciones :

12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :

Producto insoluble en agua. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.

13. Consideraciones sobre la eliminación

13.1 Sustancia o preparado:

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.
2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.
Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.
En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.
ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

13.2 Envases contaminados:

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.
Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.
En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.
Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

B.9 Xileno

1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa

1.1 Identificación de la sustancia o del preparado

Denominación:
Xileno, mezcla de isómeros

1.2 Uso de la sustancia o preparado:

Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

1.3 Identificación de la sociedad o empresa:

PANREAC QUIMICA, S.A.U.
C/Garraf, 2
Polígono Pla de la Bruguera
E-08211 Castellar del Vallès
(Barcelona) España
Tel. (+34) 937 489 400
e-mail: product.safety@panreac.com
Urgencias:
Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE)
Tel.:(+34) 937 489 499

2. Identificación de los peligros

Inflamable. Nocivo por inhalación y en contacto con la piel. Irrita la piel.

3. Composición/Información de los componentes

Mezcla de isómeros (C_8H_{10}) cuyo componente principal es m-Xileno X70%, 20% de Etilbenceno y el resto de o y p-Xilenos.

Denominación: Xileno, mezcla de isómeros
Fórmula: C_8H_{10} M.=106,17 CAS [1330-20-7]
Número CE (EINECS): 215-535-7
Número de índice CE: 601-022-00-9

4. Primeros auxilios

4.1 Indicaciones generales:

En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.

4.2 Inhalación:

Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder inmediatamente a la respiración artificial. Pedir inmediatamente atención médica.

4.3 Contacto con la piel:

Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

4.4 Ojos:

Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.

4.5 Ingestión:

Evitar el vómito. No beber alcohol etílico. Pedir atención médica. Administrar solución de carbón activo de uso médico.

5. Medidas de lucha contra incendio

5.1 Medios de extinción adecuados:

Dióxido de carbono (CO_2). Espuma. Polvo seco.

5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:

5.3 Riesgos especiales:

Inflamable. Mantener alejado de fuentes de ignición. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo. Puede formar mezclas explosivas con aire.

5.4 Equipos de protección:

---

6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones individuales:

No inhalar los vapores.

6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:

Prevenir la contaminación del suelo, aguas y desagües.

6.3 Métodos de recogida/limpieza:

Recoger con materiales absorbentes (Absorbente General Panreac, Kieselguhr, etc.) o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.

7. Manipulación y almacenamiento

7.1 Manipulación:

Evitar la formación de cargas electrostáticas. Sin indicaciones particulares.

7.2 Almacenamiento:

Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. No almacenar en recipientes de plástico.

8.Controles de exposición/protección personal

8.1 Medidas técnicas de protección:

Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.

8.2 Control límite de exposición:

VLA-ED: 50 ppm ó 221 mg/m3, resorción dermal
VLA-EC: 100 ppm ó 442 mg/m3, resorción dermal

8.3 Protección respiratoria:

En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro A. Filtro P.

8.4 Protección de las manos:

Usar guantes apropiados (nitrilo).

8.5 Protección de los ojos:

Usar gafas apropiadas.

8.6 Medidas de higiene particulares:

Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto:

Líquido transparente e incoloro.

Olor:

Característico.

Punto de ebullición :37-144°C
Punto de inflamación : 29°C
Temperatura de auto ignición : 465°C
Límites de explosión (inferior/superior): 1,7/7,6 vol.%
Presión de vapor: 8 mbar(20°C)
Densidad (20/4): 0,865
Solubilidad: 0,2 g/l en agua a 20°C

10. Estabilidad y reactividad

10.1 Condiciones que deben evitarse:

Temperaturas elevadas.

10.2 Materias que deben evitarse:

Agentes oxidantes fuertes. Acido sulfúrico concentrado. Acido nítrico.UF_6. Azufre. Goma.

10.3 Productos de descomposición peligrosos:

10.4 Información complementaria:

---

11. Información toxicológica

11.1 Toxicidad aguda:

DL_{50} oral rata: 4300 mg/kg.
DLLo oral hombre: 50 mg/kg.
CLLo inh hombre: 10000 ppm (V)/6h.
Test de sensibilización piel (conejos): Fuertemente irritante.
Test irritación ojo (conejos): Fuertemente irritante.

11.2 Efectos peligrosos para la salud:

Se carece de conclusiones sobre la valoración de un efecto perjudicial para el feto.
Por inhalación de vapores: Irritaciones en vias respiratorias. Riesgo de absorción cutánea.
Por absorción: Efectos sistémicos: dolores de cabeza, somnolencia, mareos, euforia, ansiedad, espasmos, narcosis. El etanol potencia sus efectos.
En contacto con la piel: irritaciones. Tras contactos prolongados con el producto, dermatitis.
Por contacto ocular: irritaciones. Puede tener un efecto desengrasante sobre la piel, con riesgo de infección secundaria.

12. Información Ecológica

12.1 Movilidad :

Reparto: log P(oct)= 2,9 Reparto: log BCF= 2,4

12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC_{50} (mg/l) :
Bacterias (Photobacterium phosphoreum) = 16 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.
Crustáceos (Daphnia Magna) = 165 mg/l ; Clasificación : Altamente tóxico.
Peces (Leuciscus Idus) = 86 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.
Organismos hidrológicos = 10 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.
12.2.2 - Medio receptor :
Riesgo para el medio acuático = Alto
Riesgo para el medio terrestre = Medio
12.2.3 - Observaciones :
Extremadamente tóxico en medios acuáticos.

12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test :-----
12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :
DBO_5/DQO Biodegradabilidad = -----
12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----
12.3.4 - Observaciones :
Producto biodegradable.

12.4 Acumulación :

12.4.1 - Test :

12.4.2 - Bioacumulación :
Riesgo = -----
12.4.3 - Observaciones :
Datos no disponibles.

12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :

No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Peligroso para el agua potable. No incorporar al sumidero de aguas residuales. Riesgo de formación de vapores explosivos sobre la superficie del agua.

13. Consideraciones sobre la eliminación

13.1 Sustancia o preparado:

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.
2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.
Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.
En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.
ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

13.2 Envases contaminados:

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.
Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.
En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.
Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

B.10 Butanol

1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa

1.1 Identificación de la sustancia o del preparado

Denominación:
1-Butanol

1.2 Uso de la sustancia o preparado:

Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

1.3 Identificación de la sociedad o empresa:

PANREAC QUIMICA, S.A.U.
C/Garraf, 2
Polígono Pla de la Bruguera
E-08211 Castellar del Vallès
(Barcelona) España
Tel. (+34) 937 489 400
e-mail: product.safety@panreac.com
Urgencias:
Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE)
Tel.:(+34) 937 489 499

2. Identificación de los peligros

Inflamable. Nocivo por ingestión. Irrita las vías respiratorias y la piel. Riesgo de lesiones oculares graves. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

3. Composición/Información de los componentes

Denominación: 1-Butanol
Fórmula: $CH_3(CH_2)_3OH$ M.=74,12 CAS [71-36-3]

Número CE (EINECS): 200-751-6
Número de índice CE: 603-004-00-6

4. Primeros auxilios

4.1 Indicaciones generales:

En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.

4.2 Inhalación:

Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial.

4.3 Contacto con la piel:

Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

4.4 Ojos:

Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.

4.5 Ingestión:

Beber agua abundante. Evitar el vómito. Pedir atención médica. Lavado de estómago.

5. Medidas de lucha contra incendio

5.1 Medios de extinción adecuados:

Agua. Dióxido de carbono (CO_2). Espuma. Polvo seco.

5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:

5.3 Riesgos especiales:

Inflamable. Mantener alejado de fuentes de ignición. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo. Puede formar mezclas explosivas con aire. En caso de incendio pueden formarse vapores tóxicos.

5.4 Equipos de protección:

---

6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones individuales:

No inhalar los vapores. Procurar una ventilación apropiada.

6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:

6.3 Métodos de recogida/limpieza:

Recoger con materiales absorbentes (Absorbente General Panreac, Kieselguhr, etc.) o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.

7. Manipulación y almacenamiento

7.1 Manipulación:

Sin indicaciones particulares.

7.2 Almacenamiento:

Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente.

8. Controles de exposición/protección personal

8.1 Medidas técnicas de protección:

Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.

8.2 Control límite de exposición:

VLA-EC: 50 ppm ó 154 mg/m3

8.3 Protección respiratoria:

En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro A. Filtro P.

8.4 Protección de las manos:

Usar guantes apropiados (neopreno, nitrilo, PVC).

8.5 Protección de los ojos:

Usar gafas apropiadas.

8.6 Medidas de higiene particulares:

Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto:

Líquido transparente e incoloro.

Olor:

Característico.

Punto de ebullición :118°C
Punto de fusión : -90°C
Punto de inflamación : 36°C
Temperatura de auto ignición : 340°C
Límites de explosión (inferior/superior): 1,4 / 11,3 vol.%
Presión de vapor: 6,7 hPa (20°C)
Densidad (20/4): 0,810
Solubilidad: 77 g/l en agua a 20°C

10. Estabilidad y reactividad

10.1 Condiciones que deben evitarse:

10.2 Materias que deben evitarse:

Metales alcalinos. Metales alcalinotérreos. Aluminio. Agentes oxidantes fuertes.

10.3 Productos de descomposición peligrosos:

10.4 Información complementaria:

Los gases / vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

B.10 Metil isobutil cetona (MIBK)

1. Identificación de la sustancia o del preparado y de la sociedad o empresa
Identificación de la sustancia o del preparado:
Referencia del producto: ME0490
Denominación del producto: Metil isobutil cetona, para síntesis
Uso de la sustancia o el preparado:
reactivo de laboratorio, síntesis de productos orgánicos, disolvente.

2. Composición/información sobre los componentes
Identificación y cantidad de los componentes:
CAS: 108-10-1
Peso molecular:100,16
Numero de índice CE:606-004-00-4
Numero CE:203-550-1
Formula:C6H12O

3. Identificación de peligros
Peligros que presenta la sustancia según las directivas europeas:
Fácilmente inflamable. Nocivo por inhalación. Irrita los ojos y las vías respiratorias. La exposición repetida
puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

4. Primeros auxilios
Tras inhalación: Tomar aire fresco. Si fuera preciso, respiración boca a boca o por medios instrumentales.
Conservar las vías respiratorias libres.
Tras contacto con la piel: aclarar con abundante agua. Quitar la ropa contaminada.
Tras ingestión: beber mucha agua. Evitar vómitos, ya que puede haber peligro de aspiración. No tomar leche.
No tomar aceites digestivos. Conservar las vías respiratorias libres. Llamar al médico.
Administración posterior: Carbón activo (20-40g de suspensión al 10%).
Laxantes: Sulfato sódico (1 cucharada/ 1/4 l de agua).
Tras ingestión (grandes cantidades): : Lavado de estómago.
Tras contacto con los ojos: enjuagar con mucha agua, conservando los párpados bien abiertos (como
mínimo durante 10 minutos). Llamar al oftalmólogo.
MSDS conforme a la directiva 2001/58/CE Página 1

C. Métodos instrumentales

C.1. Espectroscopía de infrarrojo

La espectroscopía molecular se basa en la interacción entre la radiación electromagnética y las moléculas. Dependiendo de la región del espectro en la que se trabaje y, por tanto, de la energía de radiación utilizada (caracterizada por su longitud o número de onda), esta interacción será de diferente naturaleza: excitación de electrones (espectros moleculares electrónicos), vibraciones moleculares (espectros moleculares de vibración) y rotaciones moleculares (espectros moleculares de rotación).

C.1.1. Modos de vibración

Los modos de vibración que se pueden producir en una molécula incluyen: cambios en la distancia de enlace y cambios en el ángulo de enlace.

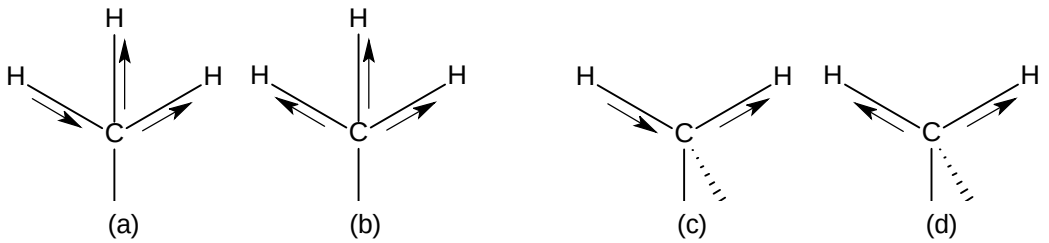


Fig. C.1. Vibración de tensión asimétrica (a) y simétrica (b) del metilo y vibración de tensión asimétrica (c) y simétrica (d) del metileno.

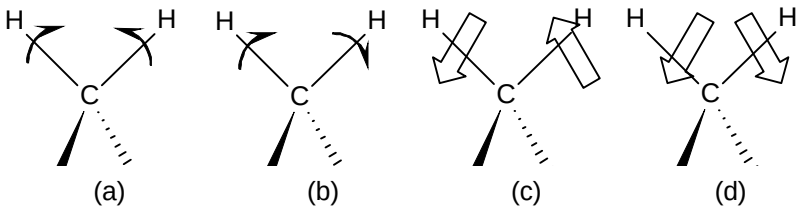


Fig. C.2. Vibraciones de flexión de tijera (a), de balanceo (b), de torsión (c) y de aleteo (d) del metileno.

C.1.2. Regiones espectrales

Aunque el espectro de infrarrojo se extiende desde 10 cm^{-1} a 14300 cm^{-1}, desde un punto de vista funcional se divide en tres zonas: IR lejano, donde se producen las absorciones debidas a cambios rotacionales, IR medio (MIR o, simplemente, IR), donde tienen lugar las vibraciones fundamentales e IR cercano (NIR), donde se producen absorciones debidas a sobretonos y combinaciones de las bandas fundamentales.

Región	***Transición característica***	***Longitud de onda [nm]***	***Número de onda [cm^{-1}]***
Infrarrojo cercano (NIR)	Sobretonos y combinaciones	700-2500	14300-4000
Infrarrojo medio (IR)	Vibraciones fundamentales	$2500\text{-}5\cdot10^4$	4000-200
Infrarrojo lejano	Rotaciones	$5\cdot10^4\text{-}10^6$	200-10

Tabla C.1. División del espectro infrarrojo.

C.1.3. Tipos de medidas en infrarrojo

Cuando la radiación incide en la muestra (Fig. C.3), ésta puede sufrir diferentes fenómenos: absorción, transmisión y reflexión. La intensidad de luz transmitida a través de la muestra (P_T) es menor que la intensidad incidente (P_0). Una parte de esta intensidad incidente se ha reflejado (P_R), mientras que otra parte ha sido absorbida por la sustancia (P_A).

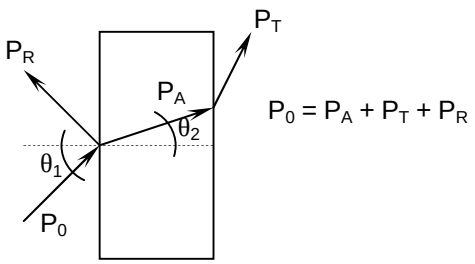


Fig. C.3. Fenómenos de absorción, transmisión y reflexión de la radiación electromagnética al interaccionar con la materia.

La medida más común en el infrarrojo es la que se basa en la absorción (o la intensidad transmitida), aunque también se han desarrollado espectroscopías basadas en el fenómeno de la reflexión, como son la reflectancia total atenuada y la reflectancia difusa.

C.1.3.1. Absorción / Transmisión

El espectro por transmisión a través de la muestra determina P_A, ya que esta pérdida en la intensidad luminosa incidente está relacionada con la concentración de la muestra. La transmitancia (T) se calcula como la fracción de radiación (P_T/P_0) transmitida a través de

$$A = -\log T = \log\left(\frac{P_0}{P_T}\right) \qquad \text{(Ec. C.1)}$$

la muestra. La intensidad de absorción de la luz, absorbancia (A) se calcula como:

C.1.3.2. Reflectancia total atenuada

El principio de esta medida se basa en el fenómeno de la reflexión total interna y la transmisión de la luz a través de un cristal con un elevado índice de refracción. La radiación penetra unos micrómetros más allá de la superficie del cristal donde se produce la reflexión total, en forma de onda evanescente. El ángulo de la luz incidente y la geometría del cristal facilitan que se produzcan sucesivas reflexiones en sus caras internas. El espectro medido tiene una apariencia similar al espectro de transmisión, excepto por ciertas variaciones en la intensidad en función de la longitud de onda que se producen.

C.1.3.3. Reflectancia difusa

Otra medida que se basa en el fenómeno de la reflexión es la reflectancia difusa. Cuando la luz incide sobre una muestra opaca y no absorbente tiene lugar el fenómeno de la reflexión especular. Cuando la luz incide sobre una superficie irregular, se puede considerar que la frontera entre el medio y la muestra está formada por una serie de pequeñas interfases orientadas en todos los ángulos posibles.

C.1.4. Interpretación de espectros

En el espectro infrarrojo medio, entre 4000 cm^{-1} y 1300 cm^{-1} (región de frecuencias de grupo) se observan una serie de bandas asignadas a vibraciones de solo dos átomos de la molécula. En este caso la banda de absorción se asocia únicamente a un grupo funcional y a la estructura molecular completa, aunque hay influencias estructurales que provocan desplazamientos significativos en la frecuencia de vibración. Estas vibraciones derivan de grupos que contienen hidrógeno (C-H, O-H y N-H) o grupos con dobles y triples enlaces aislados. Entre 1300 cm^{-1} y 400 cm^{-1} la asignación a grupos funcionales determinados es más difícil debido a la multiplicidad de bandas, pero es una zona de

espectro muy útil para la identificación de compuestos específicos.

C.1.5. Espectrofotómetro de transformada de Fourier (FT IR)

Con los espectrofotómetros de doble haz convencionales, con monocromador, es difícil acceder a la región del IR lejano, por eso los primeros espectrofotómetros de transformada de Fourier se diseñaron para esta región. Actualmente los espectrofotómetros FT IR han desplazado a los espectrofotómetros con monocromador. Este instrumento está basado en el principio del interferómetro de Michelson. Este interferómetro funciona del siguiente modo: la radiación primero golpea a un divisor o separador que escinde el haz de luz en dos partes iguales (espejo semirreflejante). Estos dos haces de luz interfieren en el divisor después en su viaje de vuelta cuando son reflejados sobre otros dos espejos. Uno dispuesto frente a la trayectoria del haz original (espejo móvil 1) y el otro perpendicular (espejo fijo 2). En esta trayectoria se dispone la muestra y a continuación el detector IR (véase la Fig. C.4).

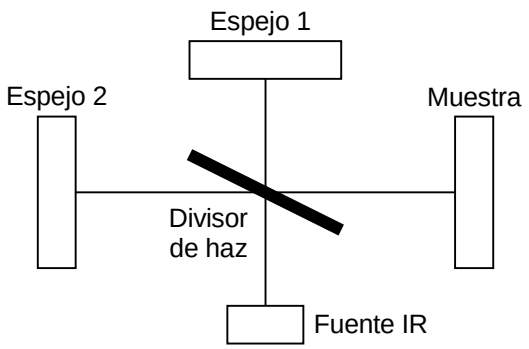


Fig. C.4. Componentes de un interferómetro.

La intensidad resultante de la superposición de los dos haces es medida como función del desfase (*s*) del espejo móvil en su desplazamiento respecto la posición intermedia. Las ventajas de los espectrofotómetros FT IR son básicamente dos: mejorar la resolución de los espectros y obtener mayor sensibilidad. En la Fig. C.5 se muestran los componentes:

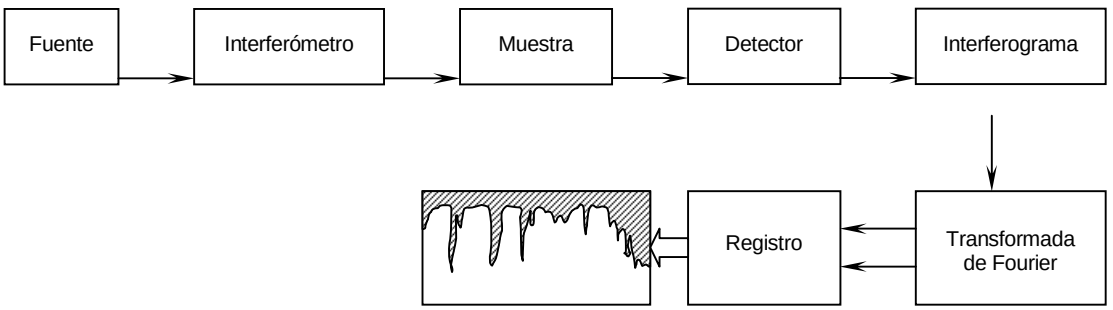


Fig. C.5. Esquema de un espectrofotómetro de transformada de Fourier.

C.2. Viscosimetría

El término *reometría* engloba a un gran número de técnicas de análisis no destructivas que dan información de los distintos tipos y niveles estructurales de un material y de la influencia que tiene la historia anterior de flujo sobre esta estructura interna.

Un subconjunto de la reometría es la *viscosimetría*. Con ella se estudia la relación de dependencia de una fuerza aplicada (*esfuerzo de cizalla*) de acuerdo con un gradiente de deformación (*gradiente de velocidad*).

Los viscosímetros se denominan *viscosímetros absolutos* cuando la medición de la viscosidad se basa en la medida de las unidades físicas básicas de fuerza (N), longitud (m) y tiempo (s).

La ventaja más importante de los viscosímetros absolutos es el hecho de que el resultado es independiente del tipo especial o del fabricante del viscosímetro empleado y los valores de los resultados obtenidos pueden compararse entre distintos laboratorios, etc.

C.2.1. Viscosímetros de rotación

C.2.1.1. Tipos de viscosímetros de rotación

El principio del viscosímetro de rotación, con sistemas de sensores de *cilindros coaxiales*, *cono-plato* y *platos paralelos*, permite la utilización de estos viscosímetros absolutos en múltiples aplicaciones.

El sistema de medición por cilindros coaxiales de un viscosímetro de rotación corresponde al modelo de placas paralelas de Newton, en el que las placas han sido curvadas formando así un cilindro interior y otro exterior. Básicamente, existen tres posibilidades para realizar la geometría descrita anteriormente:

1. **Preselección del esfuerzo de cizalla** (*controlled stress* o *CS-rheometer*)

Al eje del cilindro interior o exterior se aplica un momento de giro definido preseleccionado y con él un esfuerzo de cizalla definido, mientras el cilindro exterior permanece en reposo. La resistencia originada por la viscosidad del líquido cizallado solo permite un gradiente de velocidad determinado.

2. **Preselección del gradiente de velocidad** (*controlled rate* o *CR-rheometer*)

El cilindro interior o el exterior rotan con un número de revoluciones definido. La resistencia condicionada por la viscosidad del líquido cizallado conduce a un esfuerzo de cizalla o a un momento de giro efectivo en la pared del cilindro interior, el cual se mide.

La mayoría de viscosímetros que se ofrecen en el mercado se basan en este principio. De este tipo de viscosímetros existen dos versiones:

Sistema Searle

El cilindro interior, también llamado rotor, gira con un número de revoluciones constante o variable, según el programa elegido. El cilindro exterior, o vaso de medición, permanece en reposo.

El cilindro interior, al girar, provoca el fluir del líquido que se encuentra en la ranura anular entre los dos cilindros. Entre el motor de accionamiento y el eje del cilindro interior está colocado un elemento de medición para este momento de giro (normalmente un resorte de acero que se torsiona).

La mayoría de viscosímetros del mercado son de tipo Searle. Un motivo para ello es que el control exacto de la temperatura, necesario para mediciones de viscosidad, es más fácil cuando el cilindro exterior no gira.

De esta forma, el cilindro se puede encamisar y controlar la temperatura mediante un circuito de líquido externo con un termostato de circulación.

Sistema Couette

El cilindro exterior gira con un número de revoluciones definido e impulsa a fluir el líquido en la ranura.

La resistencia del líquido al cizallamiento, transmite al cilindro interior un momento de giro proporcional a la viscosidad.

Como de este modo puede garantizarse una corriente laminar, incluso a un alto número de revoluciones y para líquidos de baja viscosidad, estos viscosímetros amplían el campo de medición de los Searle.

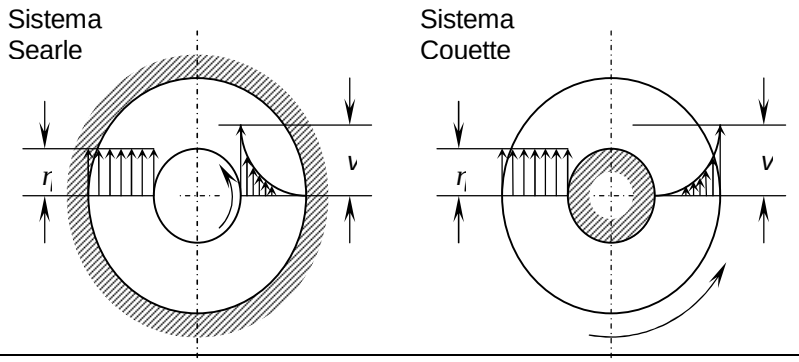


Fig. C.6. Perfiles de velocidad de flujo y de viscosidad en sistemas de medición Searle y Couette.

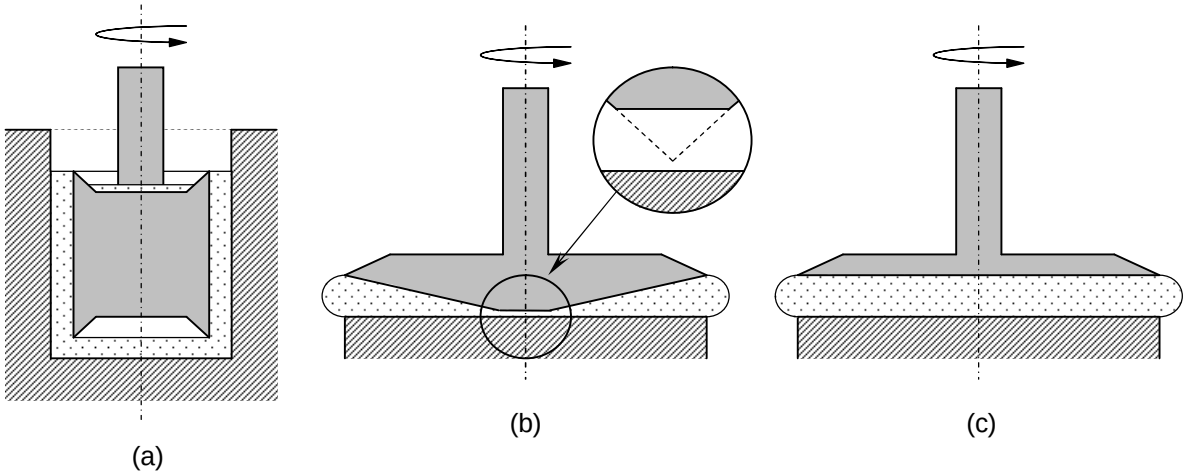


Fig. C.7. Sistemas de medición de cilindros coaxiales (a), cono-plato (b) y platos paralelos (c).

C.3. Ensayos mecánicos

Las propiedades mecánicas son una de las características más importantes de un material, ya que pueden determinar su aplicabilidad. En estado sólido, a bajas deformaciones, las propiedades mecánicas de los materiales poliméricos son de naturaleza elástica. En cambio, a deformaciones elevadas muestran un comportamiento viscoelástico. Por tanto, la mayoría de las características mecánicas de los polímeros son muy sensibles a la velocidad de deformación, a la temperatura y a la naturaleza química del medio.

C.3.1. Ensayos de esfuerzo-deformación

Si una carga es estática o bien cambia de forma relativamente lenta con el tiempo y es aplicada uniformemente sobre la sección o superficie de la probeta, el comportamiento mecánico puede ser estimado mediante un ensayo de esfuerzo-deformación. Existen tres principales maneras de aplicar la carga: tracción, compresión y cizalladura.

C.3.1.1. Ensayos de tracción

Uno de los ensayos mecánicos esfuerzo-deformación más comunes es el realizado a tracción. Normalmente se deforma una probeta hasta la rotura, con una carga de tracción que aumenta gradualmente y que es aplicada uniaxialmente a lo largo de su eje. La probeta se monta con sus extremos en las mordazas de la máquina de. Ésta se diseña para alargar la probeta a una velocidad constante, y para medir continua y

simultáneamente la carga instantánea aplicada (con una celda de carga) y el alargamiento resultante (utilizando un extensómetro).

$$\varepsilon = \frac{\ell_i - \ell_0}{\ell_0} = \frac{\Delta\ell}{\ell_0} \qquad \text{(Ec. C.3)}$$

Las características de carga-deformación dependen del tamaño de la probeta. Para minimizar estos factores geométricos, la carga y el alargamiento son normalizados para obtener los parámetros *tensión nominal* y *deformación nominal*. La tensión nominal σ se define mediante la relación:

donde F es la carga instantánea aplicada perpendicularmente a la sección de la probeta, y A_0 es el área de la sección original antes de aplicar la carga. La tensión nominal es conocida simplemente como *tensión*.

La *deformación nominal* (o *deformación*) se define como:

donde ℓ_0 es la longitud original antes de aplicar la carga, y ℓ_i es la longitud instantánea. Normalmente, la deformación se expresa como porcentaje, es decir, se multiplica el valor de la deformación por cien.

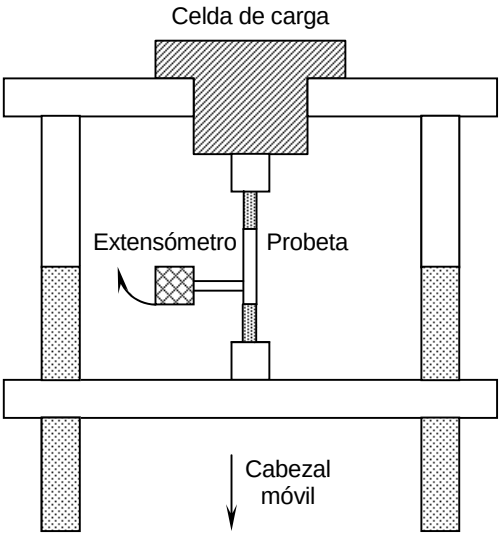


Fig. C.8. Esquema del aparato utilizado para realizar ensayos de tracción-deformación.

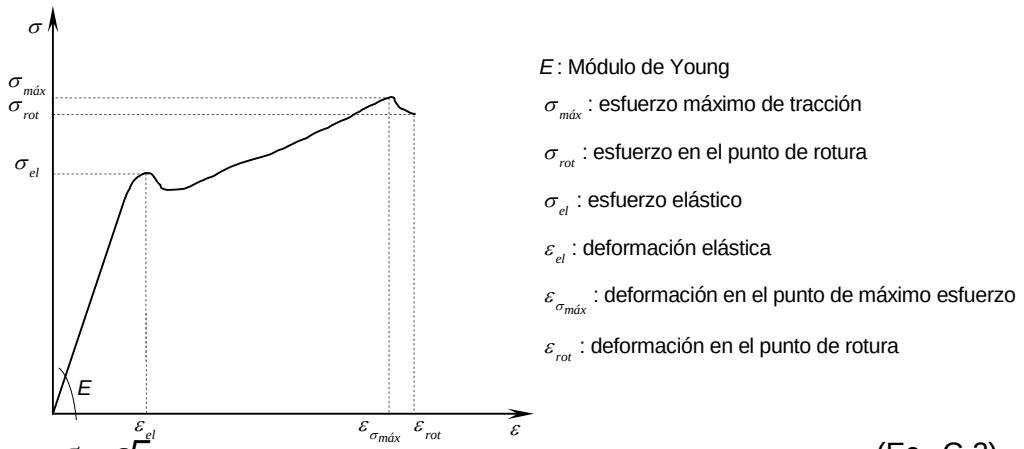
$$\sigma = \frac{F}{A_0} \qquad \text{(Ec. C.2)}$$

C.3.2. Deformación elástica

El grado con que una estructura se deforma depende de la magnitud de la tensión impuesta. Para materiales sometidos a esfuerzos de tracción pequeños, la tensión y la deformación son proporcionales según la relación:

Esta relación se conoce como ley de Hooke, y la constante de proporcionalidad *E* es el *módulo de Young* o *módulo de elasticidad*. Cuando se cumple que la deformación es proporcional a la tensión, la deformación se denomina *deformación elástica*. Al representar la tensión en el eje de ordenadas en función de la deformación en el eje de abscisas se obtiene una relación lineal (véase la Fig. C.9). El módulo de Young puede ser interpretado como la rigidez, es decir, la resistencia de un material a la deformación elástica. Cuanto mayor es el módulo, más rígido es el material y menor es la deformación elástica que se origina cuando se aplica una determinada tensión.

La deformación elástica no es permanente. Cuando se retira la fuerza, la pieza vuelve a su forma original. En muchos materiales existe una componente de la deformación elástica que depende del tiempo. La deformación elástica continúa aumentando después de aplicar la carga, y, al retirarla, se requiere que transcurra algún tiempo para que el material se recupere. Este comportamiento se denomina *anelasticidad* y es causado por la dependencia del tiempo de los mecanismos microscópicos que tienen lugar cuando el material se deforma. En algunos materiales poliméricos su magnitud es importante.



$$\sigma = \varepsilon E \qquad \text{(Ec. C.2)}$$

Fig. C.9. Curva de tracción- deformación.

C.3.3. Deformación plástica

Cuando la tensión deja de ser proporcional a la deformación, ocurre la *deformación plástica*, la cual es permanente.

Desde un punto de vista atómico, la deformación plástica corresponde a la rotura de los enlaces entre los átomos vecinos más próximos y a la reformación de éstos con nuevos vecinos, ya que un gran número de átomos o moléculas se mueven unos especto a otros.

C.3.3.1. Fluencia y límite elástico

El fenómeno de fluencia ocurre cuando empieza la deformación plástica. El *punto de fluencia* puede determinarse como la desviación inicial de la linealidad de la curva tensión-deformación.

En muchos casos la posición de este punto no puede determinarse con facilidad. Por este motivo está establecida una convención por la cual se traza una línea recta paralela a la línea elástica del diagrama de tensión-deformación desplazada por una determinada deformación, usualmente 0,002. La tensión correspondiente a la intersección de esta línea con el diagrama tensión-deformación cuando éste se curva se denomina *límite elástico*.

C.3.3.2. Resistencia a la tracción

Después de iniciarse la deformación plástica, la tensión necesaria para continuar la deformación suele aumentar hasta un máximo (en algunos materiales esto no ocurre) y después disminuye hasta que se produce la fractura.

La *resistencia a la tracción* es la tensión en el máximo del diagrama tensión-deformación. Hasta llegar a este punto, toda la deformación es uniforme en la sección de la probeta. Sin embargo, cuando se alcanza la tensión máxima, se forma una estricción que comporta una disminución del área de la sección y toda la deformación está confinada en ella.

C.3.3.3. Ductilidad

Es una medida del grado de deformación plástica que puede ser soportada hasta la fractura. Un material que experimenta poca o ninguna deformación plástica se denomina *frágil*.

C.3.3.4. Resilencia

La *resilencia* es la capacidad de un material de absorber energía elástica cuando es deformado y ceder esta energía cuando se deja de aplicar. Por tanto, el área bajo la curva de tensión-deformación en la zona elástica representa esta absorción de energía por unidad de volumen.

Así, los materiales resilentes son aquellos que tienen un límite elástico muy alto y un módulo de elasticidad muy bajo.

C.3.3.5. Tenacidad

La *tenacidad* de un material es un término mecánico que se utiliza en varios contextos. En sentido amplio, es una medida de la capacidad de un material de absorber energía antes de la fractura. Viene representada por el área bajo la curva tensión-deformación hasta la fractura.

D. Normas

D.1. ASTM

D.1.1. Designation: D1654

Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments

1. Scope

1.1 This test method covers the treatment of previously painted or coated specimens for accelerated and atmospheric exposure tests and their subsequent evaluation in respect to corrosion, blistering associated with corrosion, loss of adhesion at a scribe mark, or other film failure.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

2. Referenced documents

2.1 *ASTM Standards:*
B 117 Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus
D 610 Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces
D 714 Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints
D 822 Practice for Filtered Open-Flame Carbon-Arc Exposures of Paint and Related Coatings
D 870 Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Water Immersion
D 1735 Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Water Fog Apparatus
D 2247 Practice for TestingWater Resistance of Coatings in 100 % Relative Humidity
D 2803 Guide for Testing Filiform Corrosion Resistance of Organic Coatings on Metal
D 4141 Practice for Conducting Black Box and Solar ConcentratingExposures of Coatings
D 4585 Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Controlled Condensation
D 6695 Practice for Xenon-Arc Exposures of Paint and Related Coatings[3]
E 3 Practice for Preparation of Metallographic Specimens
G 87 Practice for Conducting Moist SO2 Tests

2.2 *ANSI Standard:*
B94.50 Single-Point Cutting Tools, Basic Nomenclature and Definitions for

3. Significance and use

3.1 This method provides a means of evaluating and comparing basic corrosion

performance of the substrate, pretreatment, or coating system, or combination thereof, after exposure to corrosive environments.

4. Apparatus

4.1 Scribing Tools:

4.1.1 *Lathe Tool Type*—High speed tool steel or tungsten carbide thread cutting lathe tool bit with a cutting tip having a 60° included angle. ANSI B94.50, Style E has been found to meet these requirements. (See Fig. 1.) The tool bit is typically mounted in a holder such as a wooden file handle to facilitate the scribing operation.

4.1.2 *Pencil Type*—Pencil shaped device, with a high speed tool steel or tungsten carbide scribing tip. Typically the gripping surface is knurled. The tip may be replaceable or permanent.

4.1.*3 Other Types*—Other types of scribing instruments which use a knife type blade such as a scalpel, razor blade, box cutter knife, or other sharp pointed tool are not acceptable unless agreed upon between the producer and the user.

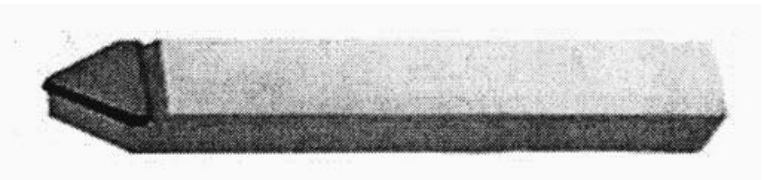


Fig. 1 Scribe Tool

4.2 *Straightedge*—Any straightedge of sufficient length and rigidity to guide the scribing tool in a straight line.

4.3 *Air Source*—A source of compressed air capable of delivering at least 4.72 L/s (10 ft3/min) at 552 kPa (80 psi).

4.4 *Air Gun*—An air dusting gun and nozzle combination5 to meet the following specification:

Air Consumption, m3/min (ft3/min)	Pressure, kPa (psi)	Nozzle Diameter, mm (in.)
0.24 (8.4)	550 (80)	3.0 (0.12)

4.4.1 A guard consisting of barriers, baffles, or screens is required to protect the operator and other individuals near the area where the air is being used. The guard must be placed between the air nozzle and the operator. A device such as a sand-blasting cabinet has been found to be acceptable.

4.5 *Scraping Tool*—A rigid spatula, knife, or similar instrument with no sharp edges or sharp corners.

4.6 *Scale*—Any rule with 1-mm divisions.

5. Preliminary treatment of test specimens

5.1 *Scribed Specimens*:

5.1.1 Where specified or agreed upon, prepare each specimen for testing by scribing it in such a manner that the scribe can be exposed lengthwise when positioned in the test cabinet. This position will allow solution droplets to run lengthwise along the scribe.

5.1.2 Scribe the specimen by holding the tool at approximately a 70 to 90° angle to the surface with the upper end of tool holder inclined toward the operator. Position the tool so that only the tip is in contact with the surface. (See Fig. 2.) Pull the scribing tool to obtain a uniform V-cut through the coating that is being tested. Inspect the tool frequently, using low power magnification, for dulling, chipping or wear and replace or repair as needed. The scribe should be of sufficient length to cover the significant test area, but should not contact the edge of the specimen.

5.1.3 One cut may not be sufficient to cut multi-layer protective coatings down to the metal. The use of more than one cut must be agreed to between all concerned parties prior to scribing, and the number of cuts must be recorded in the test documentation.

5.1.4 Scribe lines other than those of a single, straight nature may be used if agreed upon between the producer and the user.

5.2 *Unscribed Specimens*—Specimens coated with paint undercoats, oils, or waxes may be evaluated without a scribe. Expose such specimens in accordance with Section 6 and rate for corrosion of the general surface in accordance with Section 8.

5.3 *Cut Edges*—Cut edges of panels may be exposed during testing, or protected by wax, tape, or other means as agreed upon between the producer and the user. If left unprotected, method of shearing panel edges should be agreed upon between the producer and user, noting whether edges are oriented in the “burr up” or “burr down” configuration.

5.4 *Deformation*—Deformation of test panels prior to exposure, if desired, should be agreed upon between the producer and user.

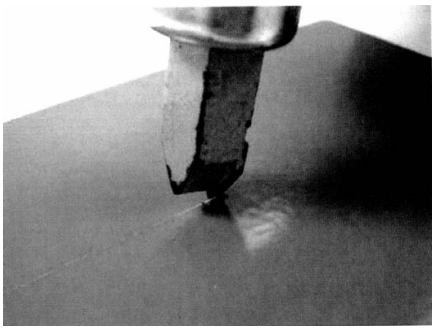


Fig. 2 Scribing Tool in Action

6. Exposure of test specimens

6.1 Expose test specimens in accordance with one or more of the following test methods or practices: B 117, D 610, D 714, D 822, D 870, D 1014, D 1735, D 2247, D 2803, D 4141.

7. Procedure A—Evaluation of scribed specimens

7.1 *Method 1 (Air Blow-Off)*—Rinse each specimen after completion of the exposure period, using a gentle stream of water at a temperature up to 45°C (110°F). Holding the nozzle at approximately a 45° angle, blow along the entire scribe line, disturbing the surface adjacent to the scribe mechanically by the air nozzle to ensure an opening for the air blast.

7.2 *Method 2 (Scraping)*—Rinse the specimen after completion of the exposure period, using a gentle stream of water at a temperature up to 45°C (110°F). Scrape the specimen vigorously with an instrument described in 4.5 while under the gentle stream of the rinse water.

7.3 *Rating*—Rate the corrosion or loss of paint extending from a scribe mark as prescribed in Table 1. Record the representative mean, maximum, and minimum creepage from the scribe, and note whether or not the maximum is an isolated spot. Record creep values in millimeters, inches, or rating numbers, as agreed upon between producer and user.

7.3.1 Unless otherwise agreed upon by the producer and user, scribe creepage is defined as “one sided,” that is, from the original scribe line to the creepage front. Also, rate in accordance with Table 2 the prevalence of corrosion on areas removed from the scribe.

TABLE 1 Rating of Failure at Scribe (Procedure A)

Representative Mean Creepage From Scribe		
Millimetres	Inches (Approximate)	Rating Number
Zero	0	10
Over 0 to 0.5	0 to 1/64	9
Over 0.5 to 1.0	1/64 to 1/32	8
Over 1.0 to 2.0	1/32 to 1/16	7
Over 2.0 to 3.0	1/16 to 1/8	6
Over 3.0 to 5.0	1/8 to 3/16	5
Over 5.0 to 7.0	3/16 to 1/4	4
Over 7.0 to 10.0	1/4 to 3/8	3
Over 10.0 to 13.0	3/8 to 1/2	2
Over 13.0 to 16.0	1/2 to 5/8	1
Over 16.0 to more	5/8 to more	0

TABLE 2 Rating of Unscribed Areas (Procedure B)

Area Failed, %	Rating Number
No failure	10
0 to 1	9
2 to 3	8
4 to 6	7
7 to 10	6
11 to 20	5
21 to 30	4
31 to 40	3
41 to 55	2
56 to 75	1
Over 75	0

8. Procedure B—Evaluation of unscribed areas

8.1 Rinse the specimen after completion of the exposure period (Section 6), using a gentle stream of water at a temperature up to 40°C (100°F). Dry the surface of the specimen with paper towels or compressed air. Drying should be done in such a manner that the corrosion on the specimen surface is not disturbed.

8.2 Evaluate unscribed specimens for corrosion spots, blisters, and any other types of failure that may occur. Where the character of the failure permits, the photographic blister standards given in Test Method D 714 may be used to describe the results of the exposure test, with respect to size of blisters or corroded areas, while Test Method D 610 may serve to describe the frequency and distribution of rusting.

9. Procedure C—Evaluation of unprotected edges

9.1 If paint creepage from cut edges is tested, rate the corrosion or loss of paint extending from a cut edge in the same manner described for scribes in Procedure A.

10. Procedure D—Evaluation of formed areas

10.1 If tested samples contain bends, dimples, or other formed areas of interest, rate the

extent of failure at these areas separately in the same manner described in Procedure B, or as agreed upon between the producer and user.

11. Report

11.1 The report shall include the following information, unless otherwise agreed upon between the producer and user:

11.1.1 All pertinent information regarding the conduct of each corrosion test, as prescribed in the specifications for each test,

11.1.2 Methods of scribing, shearing, or forming, or combination thereof, or test specimens.

12. Precision and Bias

12.1 *Precision*—Since this is a method of evaluation based on measurements after various tests, the statement of precision applicable to each specific method of exposure to corrosive environments applies.

13. Keywords

13.1 blistering; corrosion; creepage; edge/scribe; paints/ related coatings/materials; rust.

D.1.2. Designation: D2196

Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational (Brookfield type) Viscometer1

This standard is issued under the fixed designation D 2196; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (e) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 These test methods cover the determination of the apparent viscosity and the shear thinning and thixotropic properties of non-Newtonian materials in the shear rate range from 0.1 to 50 s−1.

1.2 *This standard does not purport to address the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:* E 1 Specification for ASTM Thermometers2

3. Summary of Test Method

3.1 Test Method A consists of determining the apparent viscosity of coatings and related materials y measuring the torque on a spindle rotating at a constant speed in the material.

3.2 Test Methods B and C consist of determining the shear thinning and thixotropic (time-dependent) rheological properties of the materials. The viscosities of these materials are determined at a series of prescribed speeds of a rotational-type viscometer. The agitation of the material immediately preceding the viscosity measurements is carefully controlled.

4. Significance and Use

4.1 Test Method A is used for determining the apparent viscosity at a given rotational speed, although viscosities at two or more speeds better characterize a non-Newtonian material than does the single viscosity measurement.

4.2 With Test Methods B and C, the extent of shear thinning is indicated by the drop in viscosity with increasing viscometer speed. The degree of thixotropy is indicated by

comparison of viscosities at increasing and decreasing viscometer speeds (Test Method B), viscosity recovery (Test Method B), or viscosities before and after high shear (combination of Test Methods B and C). The high- shear treatment in Test Method C approximates shearing during paint application. The viscosity behavior measured after high shear is indicative of the characteristics of the paint soon after application.

5. Apparatus

5.1 Rotational-type viscometers having at least four speeds, such as:

5.1.1 *Brookfield Viscometer*, Model LVF, or equivalent having four rotational speeds, or Model LVT having eight rotational speeds, with set of four spindles; or

5.1.2 *Brookfield Viscometer*, Model RVF, having four rotational speeds, or Model RVT or equivalent having eight rotational speeds, with set of seven spindles.

5.2 *Thermometer*—ASTM thermometer having a range from 20 to 70°C and conforming to the requirements for Thermometer 49C as prescribed in Specification E 1.

5.3 *Containers*, round 1-pt (0.5-L) can, 3⅜ in. (85 mm) in diameter, or 1-qt (1-L) can, 4 in. (100 mm) in diameter.

5.4 *Shaker*, or equivalent machine capable of vigorously shaking the test specimen.

6. Materials

6.1 *Standard Oils*, calibrated in absolute viscosity, millipascal seconds.

7. Calibration of Apparatus

7.1 Select at least two standard oils of viscosities differing by at least 5 P (0.5 Pa·s) within the viscosity range of the material being measured and in the range of the viscometer. Condition the oils as closely as possible to 25.0°C (or other agreed-upon temperature) for 1 h in a 1-pt (0.5-L) can, 3⅜in. (85 mm) in diameter. Measure the viscosities of each oil as described in Test Method B (Section 13) taking readings only at increasing speeds (13.7). Make certain that the spindle is centered in the container prior to taking measurements.

NOTE 1—The Brookfield LV and RV series viscometers are equipped with a spindle guard leg. The spindle/speed multiplying factors (Table 1) are designed for use with the guard leg in place except for the following conditions: RV series when the factors are the same with or without the guard leg for spindles No. 3 through 7; or LV series when the factors are the same with or without the guard leg for spindles No. 3 and 4.

TABLE 1 Factors for Converting Brookfield Dial Readings to Centipoises (Millipascal Seconds)

NOTE 1—M = 1000.

Speed, rpm	RV Series Factors Spindles						
	1	2	3	4	5	6	7
0.5	200	800	2000	4000	8000	20M	80M
1	100	400	1000	2000	4000	10M	40M
2	50	200	500	1000	2000	5M	20M
2.5	40	160	400	800	1600	4M	16M
4	25	100	250	500	1000	2.5M	10M
5	20	80	200	400	800	2M	8M
10	10	40	100	200	400	1M	4M
20	5	20	50	100	200	500	2M
50	2	8	20	40	80	200	800
100	1	4	10	20	40	100	400

Speed, rpm	LV Series Factors Spindles			
	1	2	3	4
0.3	200	1000	4000	20M
0.6	100	500	2000	10M
1.5	40	200	800	4M
3.0	20	100	400	2M
6	10	50	200	1M
12	5	25	100	500
30	2	10	40	200
60	1	5	20	100

7.1.1 Calibration in a 1-pt (0.5-L) can is always possible with the LV series viscometer with the guard leg attached. Calibration of the RV series viscometer in the 1-pt can must be done with spindles No. 3 through 7 without the guard leg. If the No. 1 or No. 2 spindles are to be used, calibration is carried out in the 1-qt (1-L) can with the guard leg attached.

7.2 Combining the tolerance of the viscometer (61 %, equal to the spindle/speed factor) and the tolerance of the temperature control (typically 60.5°C at 25°C) it is reasonable to assume that a viscometer is calibrated if the calculated viscosities are within 65 % of the stated values (see Table 2 for examples of the considerable change in viscosity with temperature exhibited by standard oils). If measurements are not made at 25°C, then the stated viscosities should be corrected to the temperature at which they are measured. If the viscosities determined in 7.1 differ from the stated values of the viscosity standard by more than 5 %, calculate new factors for each spindle/speed combination as follows:

$$f 5 V/s \quad (1)$$

TABLE 2 Viscosity Variation of Cannon Viscosity Standards About the 25°C Temperature Point

Cannon Viscosity Standard	Viscosity at 25°C cP (mPa·s)	Viscosity Change With ± 1°C at 25°C cP (mPa·s)
S-60C	1 400	87.7 (6.26 %)
S-2000	4 900	332 (6.77 %)
S-8000	20 000	1462.3 (7.31 %)

where:

f 5 = new factor for converting scale reading to viscosity, cP (mPa·s),

V 5 = viscosity of standard oil, mPa·s, and

s 5 = scale reading of the viscometer.

7.3 Prepare a table of new factors similar to that furnished with the viscometer (Table 1) for the pindle/speed combinations worked out in 7.2. Spindle/speed factors vary inversely with speed.

8. Preparation of Specimen

8.1 Fill a 1-pt or 1-qt can with sample to within 1 in. (25 mm) of the top with the sample and bring it as close as possible to a temperature of 25°C or other agreed-upon temperature prior to test.

8.2 Vigorously shake the specimen on the shaker or equivalent for 10 min, remove it from the haker, and allow it to stand undisturbed for 60 min at 25°C prior to testing (Note 2). Start the test no later than 65 min after removing the can from the shaker. Do not transfer the specimen from the container in which it was shaken.

NOTE 2—Shake time may be reduced if necessary, or as agreed upon between the purchaser and manufacturer, but, in any case, should not be less than 3 min.

TEST METHOD A—APPARENT VISCOSITY

9. Procedure

9.1 Make all measurements as close as possible to 25°C, or other agreed-upon temperature.

9.2 Place the instrument on the adjustable stand. Lower the viscometer to a level that will immerse the spindle to the proper depth. Level the instrument using the attached spirit level.

9.3 Tilt the selected spindle (Note 3). insert it into one side of the center of the surface of the material, and attach the spindle to the instrument as follows: Firmly hold the upper shaft coupling with thumb and forefinger; screw left-hand thread spindle coupling securely to the upper shaft coupling being very careful when connecting to avoid undue side pressure which might affect alignment. Avoid rotating the dial so that pointer touches the stops at either extreme of the scale.

NOTE 3—Select the spindle/speed combination that will give a minimum scale reading of 10 but preferably in the middle or upper portion of the scale. The speed and spindle to be used may differ from this by agreement between user and producer.

9.4 Lower the viscometer until the groove (immersion mark) on the shaft just touches the material. Adjust the viscometer level if necessary. Move the container slowly in a horizontal plane until the spindle is located in approximately the center of the container so that the test will be run in a region undisturbed by the lowering of the spindle.

9.5 Turn on the viscometer. Adjust the viscometer to the rpm selected (Note 3) for the material under test. Allow the viscometer to run until the pointer has stabilized (Note 4). After the pointer has stabilized, depress the clutch and switch off the motor so that when it stops, the pointer will be in view (Note 5).

NOTE 4—In thixotropic paints, the pointer does not always stabilize. On occasion it reaches a peak and then gradually declines as the structure is broken down. In these cases, the time of rotation or number of revolutions prior to reading the viscometer should be agreed to between user and manufacturer.

NOTE 5—Always release the clutch while the spindle is still immersed so that the pointer will float, rather than snap back to zero.

10. Calculation

10.1 Calculate the apparent viscosity at each speed, as follows:

$$V\ 5\ fs\ (2)$$

where:

V 5 = viscosity of sample in centipoises, mPa·s,

f 5 = scale factor furnished with instrument (see Table 1)

s 5 = scale reading of viscometer.

11. Report

11.1 Report the following information:

11.1.1 The Brookfield viscometer model and spindle,

11.1.2 The viscosity at the spindle/speed utilized,

11.1.3 The specimen temperature in degrees celsius, and

11.1.4 The shake time and rest period, if other than specified.

12. Precision and Bias

12.1 *Precision*—See Section 23 for precision, including that for measurement at a single speed.

12.2 *Bias*—No statement of bias is possible with this test method.

TEST METHOD B—VISCOSITY UNDER CHANGING SPEED CONDITIONS, DEGREE OF SHEAR THINNING AND THIXOTROPY

13. Procedure

13.1 Make all measurements with the Brookfield viscometer as close as possible to 25°C, or other agreed upon temperature.

13.2 Adjust the instrument and attach the spindle as in 9.2-9.4.

13.3 Set the viscometer at the slowest rotational speed (Note 5 and Note 6). Start the viscometer and record the scale reading after ten revolutions (or other agreed-upon number of revolutions).

NOTE 6—When the eight speed viscometers (RVT and LVT) are used, lower or higher speeds than that permitted by the four speed viscometers may be used upon agreement between producer and user.

13.4 Increase the viscometer speed stepwise and record the scale reading after ten revolutions (or equivalent time for each spindle/speed combination) at each speed. After

an observation has been made at the top speed, decrease the speed in steps to the slowest speed, recording the scale reading after ten revolutions (or equivalent time) at each speed.

NOTE 7—It is preferable to change speed when the motor is running.

13.5 After the last reading has been taken at the slowest speed, shut off the viscometer and allow it and the specimen to stand undisturbed for an agreed-upon rest period. At the end of the rest period, start the viscometer at the slowest speed and record the scale reading after ten revolutions (or other agreedupon number of revolutions).

14. Calculations and Interpretation of Results

14.1 Calculate the apparent viscosity at each speed as shown in Section 9.

14.2 If desired, determine the degree of shear thinning by the following method:

14.2.1 *Shear Thinning Index* (sometimes erroneously calle the thixotropic index)—Divide the apparent viscosity at a low rotational speed by the viscosity at a speed ten times higher.

Typical speed combinations are 2 and 20 rpm, 5 and 50 rpm, 6 and 60 rpm but selection is subject to agreement between producer and user. The resultant viscosity ratio is an index of the degree of shear thinning over that range of rotational speed with higher ratios indicating greater shear hinning.

14.2.2 A regular or log-log plot of viscosity versus viscometer speed in rpm may also be useful in characterizing the shear-thinning behavior of the material. Such plots may be used for making comparisons between paints or other materials.

14.3 If desired, estimate the degree of thixotropy (under conditions of *limited* shearing-out of structure) by one of the following methods:

14.3.1 Calculate the ratio of the slowest speed viscosity taken with increasing speed to that with decreasing speed. The higher the ratio, the greater the thixotropy.

14.3.2 Calculate the ratio of the slowest speed viscosity taken after the rest period to that before the rest period. The higher the ratio, the greater the thixotropy.

15. Report

15.1 Report the following information:

15.1.1 The Brookfield viscometer and spindle,

15.1.2 The viscosities at increasing and decreasing spindle speeds,

15.1.3 The rest period time and the viscosity at the end of that time,

15.1.4 The specimen temperature in degrees celsius, and

15.1.5 The shake time if other than that specified.

15.2 *Optional Reporting*:

15.2.1 *Degree of Shear Thinning*—Shear thinning index and speeds over which it was measured (14.2).

15.2.2 *Estimated Degree of Thixotropy* (under conditions of shearing-out of structure)—Ratio of the lowest speed viscosities, for both increasing and decreasing speeds; or ratio of the lowest speed viscosities before and after the rest period, and speed at which they were measured (14.3).

16. Precision and Bias

16.1 *Precision*—See Section 23 for precision, including that for measurement of the shear thinning index (ratio of viscosity at 5 r/min to that at 50 r/min). It has not been possible to devise a method for determining precision for viscosities at increasing and decreasing speeds other than as individual measurements. No attempt was made to determine the precision of the measurement of the degree of thixotropy because this parameter is dependent on the material, the time of the test, and other variables.

16.2 *Bias*—No statement of bias is possible with this test method.

TEST METHOD C—VISCOSITY AND SHEAR THINNING OF A SHEARED MATERIAL

17. Apparatus

17.1 High-speed laboratory stirrer with speeds of at least 2000 rpm and equipped with a 2-in. (50-mm) diameter circular dispersion blade.4

18. Preparation of Specimen

18.1 Insert the 2-in. (50-mm) blade into the center of the can (4.3) so that the blade is about 1 in. (25 mm) from the bottom. Run the mixer at 2000 rpm (Note 8) for 1 min.

NOTE 8—Materials may be sheared at other speeds using other size blades upon agreement between producer and user.

19. Procedure

19.1 Immediately insert the same spindle used in Test Method B into the sheared material in the same manner as in Section 9.

19.2 Start the viscometer and adjust to the highest speed used in Test Method B (13.5). Record the scale reading after ten revolutions (or other agreed-upon number of revolutions).

19.3 Decrease the viscometer speed (Note 7) step-wise and record the scale readings at each speed down to the lowest speed used in Test Method B, recording the scale reading after ten revolutions at each speed (or other agreed-upon number of revolutions).

20. Calculations and Interpretation of Results

20.1 As in Test Method B, calculate the viscosities at each decreasing speed.

20.2 If desired, calculate the degree of shear thinning by the method given in Test Method B, 14.2. The measured viscosity behavior after shearing is essentially that of the paint immediately after application (disregarding changes in solids).

20.3 If desired, estimate the degree of thixotropy (under conditions of *complete* shearing-out of structure) by calculating the ratio of the lowest speed viscosities before and after shear.

The lowest speed before-shear viscosity is taken from Test Method B, 14.1, at the lowest increasing speed. The lowest speed after-shear viscosity is taken from 20.1. The higher the ratio, the greater the thixotropy.

21. Report

21.1 Report the following information:

21.1.1 The Brookfield viscometer model and spindle,

21.1.2 The viscosities at decreasing spindle speeds,

21.1.3 The specimen temperature in degrees celsius, and

21.1.4 The speed of the high-speed mixer, size of blade, and time of mixing if different from method.

21.2 *Optional Reporting*:

21.2.1 *Degree of Shear Thinning—Shear thinning index and speed over which it was measured* (14.2).

21.2.2 *Estimated Thixotropy*—Ratio of lowest speed viscosities before and after shear and the speed at which they were measured.

22. Precision and Bias

22.1 *Precision*—The precision for individual viscosity measurements is the same as for Test Method A in Section 23. No attempt has been made to determine the precision of the shear thinning index or degree of thixotropy for Test Method C for the reasons given in 16.1.

22.2 *Bias*—No statement of bias is possible with this test method.

23. Summary of Precision

23.1 In an interlaboratory study of Test Methods A and B, eight operators in six laboratories measured on two days the viscosities of four architectural paints comprising a latex flat, a latex semi-gloss, a water-reducible gloss enamel, and an alkyd semi-gloss, that covered a reasonable range in viscosities and were shear thinning. Measurements at increasing speeds of 5, 10, 20, and 50 r/min (equivalent to eight operators testing 16 samples) were used to obtain the precision of Test Method A. The within-laboratory coefficient of variation for Test Method A (single speed) was found to be 2.49 % with 121 df and for Test Method B (Shear Thinning Index) 3.3 % with 31 df. The corresponding between-laboratories coefficients are 7.68 % with 105 df and 7.63 % with 27 df. Based on these coefficients the following criteria should be used for judging the acceptability of results at the 95 % confidence level:

23.1.1 *Repeatability*—Two results obtained by the same operator at different times should be considered suspect if they differ by more than 7 % relative for single speed viscosity and 9.5 % relative for shear thinning index.

23.1.2 *Reproducibility*—Two results obtained by operators in different laboratories should be considered suspect if they differ by more than 21.6 and 22.1 % relative, respectively, for the same two test methods.

24. Keywords

24.1 Brookfield viscometer; non-Newtonian; rheological properties; rheology; rotational; shear thinning; thixotropic; thixotropy; viscometer; viscosity

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

D.1.3. Designation: D714

Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints

1. Scope

This test method employs photographic reference standards to evaluate the degree of blistering that may develop when paint systems are subjected to conditions which will cause blistering. While primarily intended for use on metal and other nonporous surfaces, this test method may be used to evaluate blisters on porous surfaces, such as wood, if the size of blisters falls within the scope of these reference standards. This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriatesafety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Adjuncts:

Reference Standards for Blistering of Paint Coatings

3. Significance and Use

3.1 A phenomenon peculiar to painted surfaces is the formation of blisters relative to some system weakness. This test method provides a standard procedure of describing the size and density of the blisters so that comparisons of severity can be made.

4. Reference Standards

4.1 The photographic reference standards are glossy prints. Figs. 1-4 are reproductions of these standards and are included to illustrate two characteristics of blistering: size and frequency.

4.2 *Size*—Reference standards have been selected for four steps as to size on a numerical scale from 10 to 0, in which No. 10 represents no blistering. Blistering standard No. 8 represents the smallest size blister easily seen by the unaided eye. Blistering standards Nos. 6, 4, and 2 represent progressively larger sizes.

4.3 *Frequency*—Reference standards have been selected for four steps in frequency at each step in size, designated as follows:

Dense, *D*,
Medium dense, *MD*,
Medium, *M*, and
Few, *F*.

5. Procedure

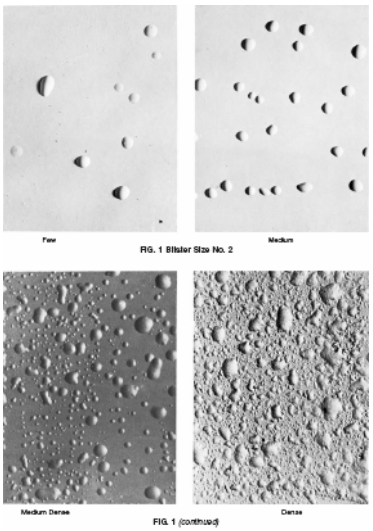
5.1 Subject the paint film to the test conditions agreed upon by the purchaser and the seller. Then evaluate the paint film for the degree of blistering by comparison with the photographic reference standards in Figs. 1-4.

6. Report

6.1 Report blistering as a number designating the size of the blisters and a qualitative term or symbol indicating the frequency.

6.2 Intermediate steps in size or frequency of blisters may be judged by interpolation.

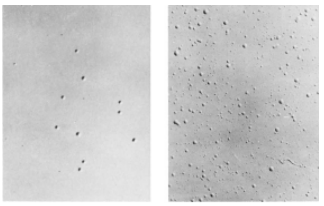
6.3 When the distribution of blisters over the area has a nonuniform pattern, use an additional phrase to describe the distribution, such as “small clusters,” or “large patches.”



6.4 The pictorial representations in this standard which are published in the Book of Standards are sufficient in order to conduct the evaluation. It is preferable however, to use the original photographs or drawings when available.

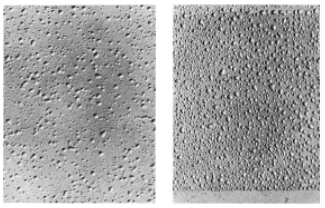
7. Keywords

7.1 blistering; corrosion; evaluations; reference standards.



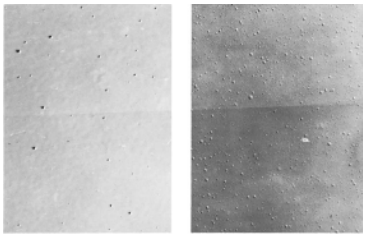
Few Medium

FIG. 2 Blister Size No. 4



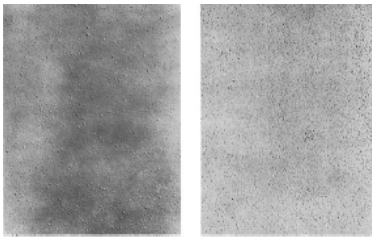
Dense Dense

FIG. 2 *(continued)*



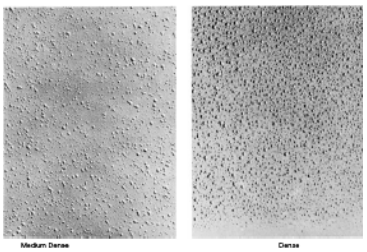
Few Medium

FIG. 3 Blister Size No. 6



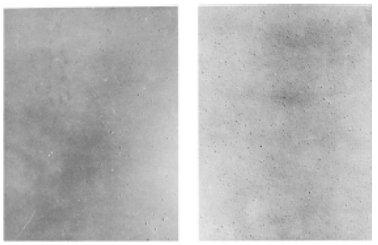
Medium Dense Dense

FIG. 4 *(continued)*



Medium Dense Dense

FIG. 3 *(continued)*



Few Medium

FIG. 4 Blister size No. 8

D.2. UNE-EN-ISO

D.2.1 ISO 8504

PREPARACIÓN DE SUSTRATOS DE ACERO PREVIA A LA APLICACIÓN DE PINTURAS Y PRODUCTOS RELACIONADOS

MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES

(ISO 8504-1:2000, ISO 8504-2:2000 e ISO 8504-3:2000).

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 8504-1 de mayo de 2001, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 8504-1:2000. Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 48 Pinturas y Barnices cuya Secretaría desempeña ASEFAPI.

ANTECEDENTES

El texto de la Norma Internacional del Comité Técnico ISO/TC 35 *Pinturas y barnices*, de la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha sido adoptado como norma europea por el Comité Técnico CEN/TC 139P *Pinturas y barnices*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de noviembre de 2001, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de noviembre de 2001.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 8504-1:2000 ha sido aprobado por CEN como norma europea sin ninguna modificación.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de los recubrimientos de pintura y productos relacionados de protección aplicados sobre el acero está afectado significativamente por el estado previo, de la superficie de acero, a la aplicación de la pintura. Los principales factores que influyen en este comportamiento son: la presencia de herrumbre y calamina; la presencia de agentes contaminantes superficiales tales como sales, polvo, aceites y grasas y el perfil superficial. Es necesario que los usuarios de estas normas internacionales se

aseguren de que las calidades especificadas son: compatibles y apropiadas tanto para las condiciones ambientales en las cuales se expondrá el acero, como para los sistemas de recubrimientos de protección a utilizar; alcanzables con el procedimiento de limpieza especificado.

Las cuatro normas internacionales referidas a continuación, tratan de los siguientes aspectos de la preparación de sustratos de acero:
ISO 8501- Evaluación visual de la limpieza de las superficies.
ISO 8502- Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies.
ISO 8503- Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados.
ISO 8504- Métodos de preparación de las superficies.

Cada una de estas normas se divide a su vez en diferentes partes.

Parte 1: Principios generales

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 8504 describe los principios generales para la selección de métodos de preparación de las superficies previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados.

2 NORMAS PARA CONSULTA

ISO 4628-2:1982- *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 2: Designación del grado de ampollamiento.*

ISO 4628-3:1982 - *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 2: Designación del grado de oxidación.*

ISO 4628-4:1982 - *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 4: Designación del grado de agrietamiento.*

ISO 4628-5:1982 - *Pinturas y barnices, Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 5: Designación del grado de descamación.*

ISO 8501-1:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte l: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores.*

ISO 8501-1:1988/Suppl:1994- *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación*

de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte l: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores.

ISO 8501-2:1994 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. P arte 2: Grados de preparación de sustratos de acero previamente Pintados después de la eliminación localizada de recubrimientos anteriores.*

ISO 8501-3:[1)] - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 3: Grados de preparación de soldaduras, aristas y otras zonas que presentan imperfecciones.*

ISO/TR 8502-1:1991- *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte l: Ensayo in situ de los productos solubles de corrosión del hierro.*

ISO 8502-2:1992 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 2: Determinación en laboratorio del cloruro presente en superficies limpias.*

ISO 8502-3:1992 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 3; Determinación del polvo sobre superficies de acero preparadas para ser pintadas (método de la cinta adhesiva sensible a la presión).*

[1)] Pendiente de publicación.

ISO 8502-4-1993 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 4: Guía para la estimación de la probabilidad de condensación previa a la aplicación de pinturas.*

ISO 8502-9:1998 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 9: Método in situ para la determinación de sales solubles al agua por conductimetría.*

ISO 8502-10:1999 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 10: Método in situ para la determinación de sales cloruros por volumetría.*

ISO 8503-1:1998 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados.*

Parte 1: Especificaciones y definiciones relativas a las muestras ISO de comparación táctil-visual para la evaluación de superficies preparadas mediante proyección de agentes abrasivos.

ISO 8503-2:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados. Parte 2: Método para caracterizar un perfil de superficie de acero decapado por proyección de agentes abrasivos. Utilización de muestras ISO de comparación táctil-visual.*

ISO 8503-3:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados. Parte 3: Método de calibración de las muestras ISO de comparación táctil-visual y de caracterización de un perfil de superficie. Utilización de un microscopio óptico.*

ISO 8503-4:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados. Parte 4: Método de calibración de las muestras ISO de comparación táctil-visual y de caracterización de un perfil de superficie. Utilización de un palpador.*

ISO 8504-2:2000 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 2: Limpieza por chorreado abrasivo.*

ISO 12944-4:1998 – *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 4: Tipos y preparación de superficies.*

3 GENERALIDADES

El objetivo principal de la preparación de superficies es asegurar la eliminación de materias perjudiciales y obtener una superficie que permita una adherencia satisfactoria de la pintura de imprimación sobre el acero. También contribuye a reducir las cantidades de agentes contaminantes, que provocan el inicio de la corrosión.

Cuando se selecciona un método de preparación de superficie, es necesario considerar el grado de preparación requerido para obtener un cierto nivel de limpieza superficial y, si es necesario, un perfil superficial (rugosidad) apropiado para el sistema de recubrimiento a aplicar sobre la superficie de acero. Puesto que el coste de la preparación de superficie es generalmente proporcional al grado de limpieza, es conveniente seleccionar un grado de preparación adecuado al objetivo y al tipo de sistema de recubrimiento, o un sistema de recubrimiento apropiado para el grado de preparación que puede obtenerse.

4 ESTADO DE LA SUPERFICIE A PREPARAR

4.1 Evaluación del estado superficial

Dado que el coste de la preparación de superficies depende significativamente del estado de la superficie a preparar, es conveniente disponer de la información proporcionada a continuación en a) o b), para especificar los métodos particulares de preparación de superficies, y los grados particulares de preparación. El grado de herrumbre evaluado de acuerdo con la Norma ISO 8501-1 determinará los patrones fotográficos a utilizar conforme a las Normas ISO 8501-1 o ISO 8501-2.

a) Para las superficies no recubiertas: el tipo de acero, el espesor del acero y el peor grado de herrumbre, evaluado de acuerdo con la Norma ISO 8501-1, que se detecta, junto con todos los detalles complementarios significativos;

b) Para las superficies recubiertas: el tipo, espesor aproximado de película, estado , edad del recubrimiento o del sistema de recubrimiento; el grado de herrumbre evaluado de acuerdo con la Norma ISO4528-3 junto con detalles complementarios sobre la presencia de herrumbre bajo la película de recubrimiento; el grado de ampollamiento evaluado de acuerdo con la Norma ISO4528-2; el grado de cuarteamiento evaluado de acuerdo con al Norma ISO4528-4; el grado de descamación, evaluado de acuerdo con al Norma ISO 4628-5;

4.2 Influencia de las condiciones ambientales locales

A fin de reducir el coste de la preparación de la superficie y debido a que es difícil de eliminar la posible contaminación severa por sustancias promotoras de la corrosión, es conveniente evitar el almacenamiento del acero no protegido en ambientes industriales o marinos. En la medida de lo posible, la preparación de superficies debería realizarse sobre los grados de herrumbre A o B (o C en los casos de una preparación manual) de acuerdo con la Norma ISO 8501-1, y seguida lo más pronto posible, de la aplicación de una capa de imprimación adecuada.

4.3 Eliminación de agentes contaminantes

Aceites, grasas, suciedad y otros agentes contaminantes similares deben eliminarse, antes de proceder a la preparación de la superficie, utilizando el método elegido. Además, en primer lugar puede ser necesario quitar las capas gruesas de herrumbre, grasas y calamina adheridas firmemente mediante técnicas manuales o mecánicas adecuadas.

5 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

La selección del método a utilizar para la preparación de una superficie dada depende de: el estado de la superficie; las posibilidades de realización; si ha de prepararse toda la superficie o solamente ciertas partes; el grado de preparación especificado o requerido; el sistema de recubrimiento a aplicar; consideraciones económicas; requisitos particulares relativos a las condiciones de operación o a los resultados requeridos del procedimiento de preparación de superficie.

6 SELECCIÓN DEL GRADO DE PREPARACIÓN

La selección del grado de preparación para una superficie dada, dependerá de: el estado de la superficie; el sistema de recubrimiento a aplicar; la corrosividad del ambiente en el cual será expuesta la superficie recubierta; si ha de prepararse toda la superficie o solamente ciertas partes; la posibilidad de realización del método de preparación asociado al grado de preparación; consideraciones económicas.

7 EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE PREPARADA

El aspecto de la superficie preparada depende del estado de la superficie previa al tratamiento; del tipo de acero y del método de preparación de la superficie, incluyendo las herramientas o el material (por ejemplo, el abrasivo para el chorreado) utilizado.

Después del procedimiento de preparación de la superficie (limpieza, como se especifique), las superficies preparadas deben evaluarse como se describe en las Normas ISO 8501-l o ISO 8501-2, es decir, la limpieza se evalúa, únicamente, según el aspecto de la superficie.

Parte 2: Limpieza por chorreado abrasivo

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 8504 describe los métodos de limpieza por chorreado abrasivo para la preparación de superficies de acero antes del recubrimiento con pintura y productos relacionados. También contiene información sobre la eficacia de los diferentes métodos y sus campos de aplicación.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional.

ISO 4628-3:1982- *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 2: Designación del grado de oxidación*

ISO 8501-l:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y*

productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte l: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores.

ISO 8501-l:1988/Suppl:1994- *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte l: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores*

ISO 8501-2:1994 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. P arte 2: Grados de preparación de sustratos de acero previamente Pintados después de la eliminación localizada de recubrimientos anteriores.*

ISO 8501-3: - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 3: Grados de preparación de soldaduras, aristas y otras zonas que presentan imperfecciones.*

ISO/TR 8502-1:1991- *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte l: Ensayo in situ de los productos solubles de corrosión del hierro.*

ISO 8502-2:1992 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 2: Determinación en laboratorio del cloruro presente en superficies limpias.*

ISO 8502-3:1992 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 3; Determinación del polvo sobre superficies de acero preparadas para ser pintadas (método de la cinta adhesiva sensible a la presión).*

ISO 8502-9:1998 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 9: Método in situ para la determinación de sales solubles al agua por conductimetría.*

ISO 8502-10:1999 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies. Parte 10: Método in situ para la determinación de sales cloruros por volumetría.*

ISO 8503-1:1998 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados. Parte 1: Especificaciones y definiciones relativas a las muestras ISO de comparación*

táctil-visual para la evaluación de superficies preparadas mediante proyección de agentes abrasivos.

ISO 8503-2:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados. Parte 2: Método para caracterizar un perfil de superficie de acero decapado por proyección de agentes abrasivos. Utilización de muestras ISO de comparación táctil-visual.*

ISO 8504-1:2000 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 2: Principios generales.*

ISO 8504-3-1993 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 3: Limpieza manual y con herramientas motorizadas.*

ISO 11124 (todas las partes)- *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado.*

ISO 11126 (todas las partes)- *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

3.1 limpieza por chorreado abrasivo: Proyección de un abrasivo de alta energía cinética sobre la superficie a preparar.

3.2 abrasivo para limpieza por chorreado: Materiales sólido utilizado para la limpieza por chorreado.

3.3 granalla esférica (perdigón): Partículas predominantemente redondas, que tienen una longitud inferior al doble de su anchura máxima, y que no presentan aristas, caras rotas y otros defectos de superficie cortantes.

4 ABRASIVOS

4.1 Materiales y tipos

4.1.1 Existe una gran variedad de materiales naturales y sintéticos, sólidos y líquidos, que pueden utilizarse para la limpieza por chorreado abrasivo. Los materiales sólidos comúnmente utilizados para la preparación de superficies de acero antes del recubrimiento, están indicados en la tabla 1. Para la selección de un abrasivo para

limpieza por chorreado abrasivo, deben tenerse en cuenta los siguientes factores relativos a su condición inicial: subgrupo y tipo; composición química; intervalo de tamaño de partículas; dureza de las partículas.

4.1.2 El tamaño y la forma de las partículas de un abrasivo puede variar durante su uso o su reutilización, y estos cambios pueden afectar a la textura de la superficie de acero chorreada resultante.

Tabla 1:

Tipo				Abreviatura	Forma inicial de las partículas (véase la tabla 2)	Comparador[a]	Observaciones
Abrasivos metálicos (M) para limpieza por chorreado[c]	Acero moldeado	Fundición		M/CI	G	G	Principalmente para limpieza por chorreado con aire comprimido
	Acero	Alto contenido en carbono		M/HCS	S o G	S[b]	Principalmente para limpieza por chorreado con utilización de un sistema centrífugo
		Bajo contenido en carbono		M/LCS	S	S	
	Alambre de acero cortado	–		M/CW	C	S[b]	
Abrasivos no metálicos (N) para limpieza por chorreado[c]	Naturales	Arena de olivino		N/OL			Principalmente para limpieza por chorreado con aire comprimido
		Estaurolita		N/ST	S	G	
		Granate		N/GA	G	G	
	Sintéticos	Escoria de horno de hierro	(Escorias de silicato de calcio)	N/FE	G	G	Principalmente para limpieza por chorreado con aire comprimido
		Escoria de refinado de cobre	(Escorias de silicato ferroso)	N/CU			
		Escoria de refinado de níquel		N/NI			
		Escorias de horno de carbón	(Escorias de silicato de aluminio)	N/CS			
		Oxido de aluminio fundido		N/FA	G	G	–

[a] Comparador a utilizar para evaluar el perfil superficial resultante. El método para la evaluación del perfil superficial mediante comparador se describe en la Norma ISO 8503-2.

[b] Ciertos tipos de abrasivos cambian rápidamente de forma cuando son utilizados. A medida que esto ocurre, el aspecto del perfil de la superficie se modifica y empieza a aproximarse al aspecto del comparador para granalla esférica.

[c] Las normas internacionales que abarcan la gama de abrasivos indicados están enumeradas en el anexo A: La serie ISO 11124 sobre abrasivos metálicos para limpieza por chorreado y la serie ISO 11126 sobre abrasivos no metálicos para limpieza por chorreado.

Tabla 2:

Denominación y forma inicial de las partículas	Símbolo
Granalla esférica – redonda	S
Granalla angular – angular, irregular	G
Cilíndrica – con borde cortante	C

4.2 Requisitos generales

4.2.1 Requisitos técnicos. Los abrasivos deben estar secos(excepto si se añaden a líquidos presurizados o sistemas de limpieza por chorreado húmedo) y deben fluir libremente para permitir una dosificación correcta en el chorro. Los abrasivos deben cumplir los requisitos especificados en las series de Normas ISO 11124e ISO 11126, y estar exentos de constituyentes corrosivos y de agentes contaminantes que disminuyan la adherencia. Debido a sus efectos perjudiciales sobre la limpieza por chorreado abrasivo de superficies de acero, los abrasivos contaminados permanentemente no están permitidos.

4.2.2 Seguridad e higiene. Los equipos, materiales y abrasivos utilizados para la preparación de superficies pueden presentar riesgos si son empleados sin precaución.

4.3 Criterios de selección

4.3.1 Es necesario elegir un abrasivo adecuado, un método de limpieza por chorreado y unas condiciones de trabajo apropiadas para alcanzar el estado requerido para la preparación de superficies. El tipo de abrasivo, es decir, la distribución granulométrica, forma, dureza, densidad, y comportamiento respecto al impacto es importante para determinar los patrones de limpieza, la velocidad de limpieza y el perfil de superficie obtenido tras la limpieza por chorreado de la superficie.

4.3.2 Para seleccionar un abrasivo, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a)tamaño de partícula concreto, tiene una mayor influencia sobre el perfil superficial obtenido cuando se emplean abrasivos metálicos, que empleando un abrasivo no metálico.

b)Una equilibrada distribución granulométrica de las partículas producirá un nivel óptimo del grado y la velocidad e limpieza y del perfil de superficie.

c)En las instalaciones donde se recicle el abrasivo, es necesario: eliminar la suciedad y los agentes contaminantes antes de la reutilización del abrasivo y reponer el abrasivo perdido por desgaste y adherencia a las piezas tratadas en el transcurso de su utilización.

5 MÉTODOS DE LIMPIEZA POR CHORREADO ABRASIVO

5.1 Limpieza por chorreado abrasivo en seco

5.1.1 Limpieza por chorreado abrasivo centrífugo

5.1.1.1 Principio del método. Este método se lleva a cabo en instalaciones fijas, o en

unidades móviles en las que el abrasivo es alimentado a ruedas giratorias o a ventiladores que lo proyectan uniformemente y a gran velocidad sobre la superficie a limpiar.

5.1.1.2 Campo de aplicación. El método es adecuado para operaciones en continuo, sobre piezas donde la superficie sea accesible. Es aplicable también a piezas que presenten diferentes grados de herrumbre (véase la Norma ISO 8501-1).

5.1.1.3 Eficacia. Este método permite obtener el grado de preparación de superficies. Sa 3 sobre aceros con todos los grados de herrumbre definidos en la Norma ISO 8501-1.

5.1.2 Limpieza por chorreado abrasivo con aire comprimido

5.1.2.1 Principio del método. La limpieza por chorreado abrasivo con aire comprimido se realiza incorporando el abrasivo en un chorro de aire y dirigiendo la mezcla aire/abrasivo, a alta velocidad, sobre la superficie a limpiar a través de una boquilla.

5.1.2.2 Campo de aplicación. Este método es adecuado para la limpieza de todo tipo de piezas. También puede aplicarse a piezas que tienen diferentes grados de herrumbre. Este método puede utilizarse en continuo o intermitentemente y puede ser utilizado cuando la limpieza con chorreado abrasivo centrífugo (5 .1.1), no es adecuada.

5.1.2.3 Eficacia. Ese método es flexible y permite obtener el grado de preparación de superficies Sa 3 sobre el acero, para todos los grados definidos en la Norma ISO 8501-1.

5.1.3 Limpieza por chorreado abrasivo con recuperación por aspiración

5.1.3.1 Principio del método. Este método es similar al de limpieza por chorreado abrasivo con aire comprimido (5.1.2), pero la boquilla se encuentra alojada en un sistema de aspiración aplicado sobre la superficie dé acero, recogiendo el abrasivo proyectado y los productos contaminantes. Alternativamente, el chorro de aire / abrasivo puede ser succionado al nivel de la superficie reduciendo la presión en el sistema de aspiración.

5.1.3.2 Campo de aplicación. El método es particularmente adecuado para una limpieza localizada donde el polvo y los restos resultantes de otras técnicas de limpieza por chorreado no son aceptables y donde los requisitos técnicos (por ejemplo, aplicación de un sistema de aspiración contra la superficie) pueden ser válidos.

5.1.3.3 Eficacia. Éste es un método limpio, con poca producción de polvo en el área de trabajo, y permite obtener el grado de preparación Sa 21/2 definido en la Norma ISO 8501-1. Con este método, puede obtenerse el grado de preparación Sa 3 prolongando el tiempo de operación.

5.2 Limpieza por chorreado abrasivo en húmedo

5.2.1 Generalidades. El agua utilizada en la limpieza por chorreado abrasivo en húmedo debe tener un bajo contenido en sales para evitar la contaminación de la superficie preparada.

5.2.2 Limpieza por chorreado con aire comprimido húmedo

5.2.2.1 Principio del método. Este método es similar al método de limpieza por chorreado abrasivo con aire comprimido (5.1.2), pero añadiendo una pequeña cantidad de líquido (generalmente agua limpia) en el chorro de aire / abrasivo, en la parte anterior de la boquilla, resultando un método libre de polvo con partículas en suspensión de tamaño inferior a 50 µm. El consumo de agua puede controlarse y es generalmente de 15 l/h a 25 l/h.

5.2.2.2 Campo de aplicación. Este método es adecuado para la limpieza de todo tipo de piezas. También puede aplicarse a piezas que tienen diferentes grados de herrumbre, porque la adición de líquido puede regularse para controlar la intensidad de producción de polvo. Este método puede utilizarse en la mayoría de los casos donde hace falta evitar la producción de gran cantidad de polvo y de agua.

5.2.2.3 Eficacia. Este método es versátil y permite obtener el grado de preparación de superficies Sa 3 sobre el acero, para todos los grados de herrumbre inicial definidos en la Norma ISO 8501-1.

5.2.3 Limpieza por chorreado con aire comprimido con abrasivo húmedo

5.2.3.1 Principio del método. Este método es similar al método de limpieza por chorreado abrasivo con aire comprimido, pero añadiendo líquidos (generalmente agua limpia) en la parte inferior del inyector para obtener una corriente de aire, agua y abrasivo. Puede añadirse un inhibidor de corrosión adecuado al agua.

5.2.3.2 Campo de aplicación. Este método es adecuado para la limpieza de todo tipo de piezas. También puede aplicarse a piezas que tienen diferentes grados de herrumbre, y particularmente para superficies de acero que presentan salpicaduras o contaminaciones químicas, siempre que esté permitida la presenciad en agua. Este método puede utilizarse en operaciones en continuo o intermitentemente, en particular cuando se requiera un bajo contenido en sales solubles sobre la superficie limpia.

5.2.3.3 Eficacia. Este método permite obtener el grado de preparación de superficies Sa 3 como se define en la Norma ISO 8501-1. El método es particularmente adecuado para reducir la cantidad de productos contaminantes solubles al agua y minimizar la generación de polvo en el transcurso de la limpieza. Debido a que el agua se añade en la parte inferior de la boquilla, la acción de la limpieza química es menos eficaz.

La limpieza por chorreado húmedo no debe utilizarse cuando la presencia de agua sea

perjudicial.

Los abrasivos utilizados se limitan generalmente a materiales no férreos no reutilizables.

5.2.4 Limpieza por chorreado en húmedo con abrasivo muy fino

5.2.4.1 Principio del método. Este tipo de limpieza se realiza proyectando sobre la superficie a limpiar, con la ayuda de bombas, un chorro de abrasivo fino en suspensión en agua o en otro líquido. Puede añadirse un inhibidor de corrosión al agua.

5.2.4.2 Campo de aplicación. Este método es adecuado para obtener un perfil superficial fino, sobre aquellas superficies que no necesitan o necesitan poco, un perfil secundario, como a menudo se precisan para las piezas pequeñas.

5.2.5 Limpieza por chorreado abrasivo con líquido a presión

5.2.5.1 Principio del método. Se introduce un abrasivo (o una mezcla de abrasivos) en la corriente de líquido (normalmente agua limpia) y, con la ayuda de una boquilla, se dirige la corriente sobre la superficie a limpiar.

El chorro se compone predominantemente de líquido presurizado, y la cantidad de abrasivos sólidos añadidos es normalmente menor que en el caso de la limpieza con aire comprimido húmedo.

5.2.5.2 Campo de aplicación. El mismo que para la limpieza por chorreado con abrasivo húmedo.

5.2.5.3 Eficacia. Este método permite obtener el grado de preparación de superficies Sa 3 sobre aceros con un grado de herrumbre A , B y C y Sa2 1/2 sobre aceros con un grado de herrumbre D, como se definen en la Norma ISO 8501-1. Es particularmente apropiado para reducir la cantidad de productos contaminante solubles en agua, pero es más difícil de controlar que la limpieza con aire comprimido húmedo para eliminar las sales solubles y la elevada presión de agua representa un peligro potencial.

6 PROCEDIMTENTO OPERATORIO

6.1 Preparación previa a la limpieza por chorreado abrasivo

Se procede a una revisión visual para detectar la presencia de aceite, grasa, sales u otros agentes contaminantes similares. Se elimina cualquier depósito, utilizando un procedimiento de desengrase o lavado, y se verifica que no haya restos de agentes contaminantes. Se enmascaran las zonas que no deben limpiarse por chorreado abrasivo.

6.2 Limpieza por chorreado abrasivo

6.2.1 Se determina el (los) grado(s) de herrumbre de la pieza a limpiar, mediante el método descrito en la Norma ISO 8501-1 y/o en la Norma ISO 4628-3, en los límites del contrato o de la especificación.

6.2.2 Se determina el grado de preparación mínimo requerido, con relación al apartado 6.2.1 y con los grados de preparación definidos en las Normas ISO 8501-l y/o ISO 8501-2.

6.2.3 Se elige el método de limpieza por chorreado abrasivo apropiado de los descritos en el capítulo 5 , para conseguir el grado de preparación y el perfil superficial requerido.

6.2.4 Se elige el tipo y la distribución granulométrica del abrasivo adecuado a Ia pieza a tratar, así como a las características del aparato, al grado de preparación y al perfil superficial requeridos.

6.3 Después de Ia limpieza por chorreado abrasivo

Después de la limpieza por chorreado abrasivo en seco, se elimina de la superficie el polvo mediante aspiración, cepillado o un chorro de aire comprimido libre de aceite y humedad. Si debe reducirse la cantidad de impurezas solubles residuales, se limpia con la ayudad e un chorro de vapor, de agua limpia y caliente, disolvente u otro limpiador adecuado (después se aclara con agua limpia) y se seca. Después de la limpieza por chorreado en húmedo, se lavan todas las superficies con agua limpia, para eliminar los abrasivos y otros residuos que permanezcan adheridos. El agua puede contener un inhibidor de corrosión, previamente acordado. Puede utilizarse a continuación, aire comprimido libre de humedad y aceite y otros medios para acelerar el secado de las superficies, antes de la aplicación de la pintura.

6.4 Evaluación de la superficie decapada

Se evalúan todas las superficies limpias como se describe en las Normas ISO 8501e ISO 8502, en cuanto a los aspectos relacionados con los requisitos acordados / especificado. En caso de no conformidad, se repite el procedimiento.

Parte 3: Limpieza manual y con herramientas motorizadas

La limpieza manual y con herramientas motorizadas son métodos de preparación de superficies que proporcionan, generalmente, una limpieza de superficie inferior a la obtenida con la limpieza por chorreado abrasivo. Si es necesario obtener una limpieza de calidad equivalente a la alcanzada por la limpieza por chorreado abrasivo, estos métodos necesitan, en la mayoría de los casos, el uso de más de un tipo de máquina, lo cual convierte la preparación en complicada y costosa. Normalmente, no es posible eliminar el

aceite, la grasa y las sustancias que favorecen la corrosión, tales como cloruros y sulfatos.

La limpieza con herramientas motorizadas proporciona, generalmente, una mejor base para la capa de imprimación que la limpieza manual, lo cual traerá como consecuencia un mejor comportamiento de la pintura. La limpieza manual y con herramientas motorizadas, son métodos apropiados para la preparación de superficies. La limpieza manual requiere, particularmente, el empleo de imprimaciones con una buena capacidad de humectación del sustrato. La limpieza con herramienta motorizada se utiliza cuando la calidad de la preparación de superficies debe ser mayor, y no puede efectuarse una limpieza por chorreado.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 8504 describe los métodos de limpieza manuales y mecánicos de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional.

ISO 8501-l:1988 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte l: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores.*

ISO 8501-2:1994 - *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. P arte 2: Grados de preparación de sustratos de acero previamente Pintados después de la eliminación localizada de recubrimientos anteriores.*

ISO 8504-1:2001 – *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 1: Principios generales.*

3 DEFINICIONES

3.1 limpieza manual: Método de preparación de sustratos de acero con ayudad de herramientas manuales no eléctricas.

3.2 limpieza con herramienta motorizada: Método de preparación de sustratos de acero con ayudad e herramientas manuales provistas de motor, exceptuando la limpieza por chorreado.

3.3. limpieza con disolvente: Método que permite eliminar todo resto visible de aceite, suciedad, lubricantes de mecanización y otros agentes contaminantes solubles, sobre la superficie de acero.

3.4 superficie contaminada: Superficie que presenta sustancias perjudiciales para la aptitud al uso de un sistema de recubrimiento de protección.

3.5 superficie limpia: Superficie en la cual se han eliminado los contaminantes hasta un nivel especificado.

4 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

4.1 Tratamiento previo

Antes de proceder a la limpieza manual o con herramientas motorizadas, se eliminan las capas espesas de aceite o de grasa con la ayuda de una espátula, y en la medida de lo posible, después se eliminan los agentes contaminantes residuales por uno de los métodos siguientes o por una combinación de varios: cepillado con púas de fibra dura o metálica, abrasión, limpieza con ayuda de disolventes o disoluciones apropiados, seguido obligatoriamente de un aclarado con agua corriente potable, tratamiento con agua corriente potable o vapor.

4.2 Limpieza manual

Es conveniente que la limpieza manual se efectúe con la siguiente secuencia de operaciones:

a) se utilizan herramientas manuales de impacto para eliminar las láminas de herrumbre y calamina.

b) se utilizan herramientas manuales de impacto para eliminar todos los restos desprendidos y salpicaduras de soldadura.

c) se utiliza un cepillo metálico, abrasivos manuales, espátulas, u otro método similar sin impacto, para eliminar los agentes contaminantes desprendidos, calamina y herrumbre no adherida y pintura desprendida.

4.3 limpieza con herramientas motorizada.

Es conveniente que la limpieza con herramienta motorizada se efectúe con la siguiente secuencia de operaciones, modificándola si es necesario si inicialmente se ha hecho una limpieza manual.

a) se utilizan máquinas rotativas o de impacto para eliminar herrumbre y calamina hasta el gado de preparación acordado o especificado.

b) se utilizan máquinas rotativas o de impacto para eliminar todos los restos y salpicaduras de soldadura hasta el grado de preparación acordado o especificado.

c) se utilizan brochas o cepillos de púas metálicas y lijadoras, de acción percutora o rotativa motorizada, para eliminar los restos desprendidos de calamina, herrumbre o pintura, hasta alcanzar el grado de preparación acordado o especificado.

4.4 Preparación final antes de pintar

Se eliminan todas las rebabas, aristas, o bordes cortantes que se han producido durante la operación de limpieza (véase también la Norma ISO 8504-1).

Inmediatamente antes de pintar, se asegura que la pintura restante en buen estado no presenta brillo residual. Se debe asegurar también que los bordes de la pintura restante han sido biselados utilizando uno de los métodos indicados en los apartados 4.2 ó 4.3.

5 NORMAS DE REFERENCIA

A menos que se acuerde lo contrario, deben utilizarse normas de referencia visuales como complemento de los criterios de limpieza indicados en el capítulo 4 . Estas normas de referencia deben ser muestras o fotografías proporcionadas por una de las partes, o normas de referencia publicadas como las incluidas en las Normas ISO 8501-1 o ISO 8501-2.

6 INSPECCIÓN

Se recomienda que cada etapa del proceso de limpieza debería estar sujeta a inspección.

D.2.2. ISO 4624

NORMA EUROPEA
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN ISO 4624

Mayo 2003

ICS 87.040

Sustituye a EN 24624:1992

Versión en español

Pinturas y barnices
Ensayo de adherencia por tracción
(ISO 4624:2002)

Paints and varnishes. Pull-off test for adhesion. (ISO 4624:2002).

Peintures et vernis. Essai de traction. (ISO 4624:2002).

Beschichtungsstoffe. Abreißversuch zur Bestimmung der haftfestigkeit. (ISO 4624:2002).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2003-03-17. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ANTECEDENTES

El texto de la Norma Internacional ISO 4624:2002 del Comité Técnico ISO/TC 35 *Pinturas y barnices*, de la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha sido adoptado como Norma Europea EN ISO 4624:2003 por el Comité Técnico CEN/TC 139 *Pinturas y barnices*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de noviembre de 2003, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de noviembre de 2003.

Este documento reemplaza a la Norma EN 24624:1992.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 4624:2002 ha sido aprobado por CEN como Norma Europea EN ISO 4624:2003 sin ninguna modificación.

NOTA – En el anexo ZA se incluyen las correspondencias europeas de las normas internacionales citadas en esta norma.

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN 6

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 6

2 NORMAS PARA CONSULTA 6

3 PRINCIPIO DEL MÉTODO 6

4 INFORMACIÓN ADICIONAL 7

5 APARATOS 7

6 ADHESIVOS 9

7 TOMA DE MUESTRAS 9

8 PROBETAS DE ENSAYO 10

9 PROCEDIMIENTO OPERATORIO 10

10 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS 13

11 PRECISIÓN 14

12 INFORME DEL ENSAYO 14

ANEXO A (Normativo) INFORMACIÓN ADICIONAL REQUERIDA 15

BIBLIOGRAFÍA 16

INTRODUCCIÓN

Esta norma internacional es una de las dos normas que describen métodos para evaluar la adherencia de una película simple, o de un sistema multicapa de pintura, barniz o producto similar, mediante la medida del esfuerzo en tracción mínimo necesario para desprender o romper la película en la dirección perpendicular al substrato.

El resultado del ensayo viene influenciado no sólo por las propiedades mecánicas del sistema sometido a ensayo, sino también por la naturaleza y preparación del substrato, el método de aplicación de la pintura, las condiciones de secado de la película, la temperatura, la humedad relativa y otros factores, tales como el tipo de aparato de ensayo que ha sido utilizado.

La otra norma internacional es la ISO 2409:1992 *Pinturas y barnices. Ensayo de corte por entrejado.*

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional describe métodos para determinar la adherencia empleando un ensayo de tracción sobre películas, simples o multicapa, de pinturas, barnices o productos afines.

Estos métodos de ensayo resultan de utilidad para comparar la adherencia de distintos recubrimientos. Es el más útil para establecer clasificaciones relativas de una serie de probetas pintadas que muestran diferencias significativas de adherencia.

El ensayo es aplicable a un amplio número de substratos. Se especifican diferentes procedimientos en función de si el substrato es deformable, por ejemplo, metal de bajo espesor, plástico y madera, o rígido, por ejemplo, hormigón de suficiente espesor y planchas metálicas. En casos especiales, la película puede ser aplicada directamente a la superficie de la sufridera de ensayo.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

ISO 1513:1992 *Pinturas y barnices. Examen y preparación de las muestras para ensayo.*

ISO 1514: ' *Pinturas y barnices. Probetas normalizadas para ensayo.*

ISO 2808:1997 *Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.*

ISO 3270:1984 *Pinturas, barnices y sus materias primas. Temperaturas y humedades para acondicionamiento y ensayo.*

ISO 15528:2000 - *Pinturas, barnices y materias primas para pinturas y barnices. Toma de muestras.*

3 PRINCIPIO DEL MÉTODO

Se aplica un espesor uniforme del producto o sistema a ensayar sobre probetas lisas y de textura superficial uniforme.

Después del secado o curado del sistema de recubrimiento, las sufrideras se pegan directamente a la superficie pintada y curada, utilizando un adhesivo.

Una vez que ha curado el adhesivo, el montaje de la sufridera pegada se coloca en un dinamómetro adecuado. El conjunto es sometido a un ensayo de tracción controlado y se mide la fuerza requerida para romper la unión recubrimiento/substrato.

El resultado del ensayo es el esfuerzo en tracción necesario para romper la interfase más débil (rotura adhesiva) o el componente más débil (rotura cohesiva) del montaje para ensayo. También puede producirse fallo adhesivo/cohesivo.

1) Pendiente de publicación. (Revisión de ISO 1514:1963)

4 INFORMACIÓN ADICIONAL

Para cualquier aplicación particular, los métodos de ensayo especificados en esta norma internacional, deben completarse con información adicional.

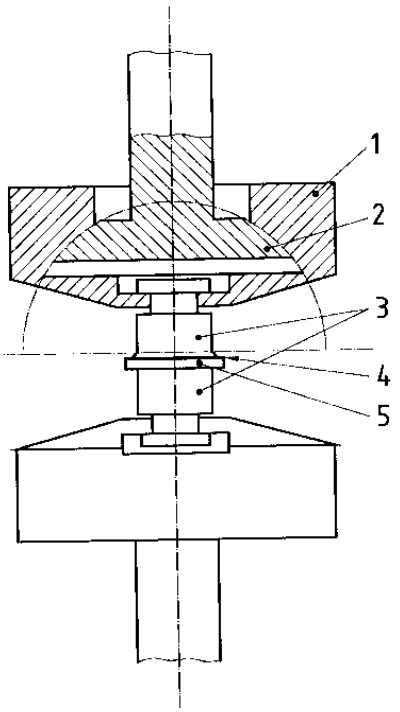
El anexo A proporciona detalles de dicha información adicional.

5 APARATOS

5.1 Dinamómetro, adecuado para realizar el procedimiento elegido y especificado en el capítulo 9. El esfuerzo en tracción debe aplicarse en una dirección perpendicular al plano de la superficie pintada y se debe incrementar a una velocidad uniforme, no superior a 1 MPa/s^{-1}, de forma que la rotura del montaje de ensayo se produzca dentro de un tiempo no superior a 90 s. En las figuras 1 y 2 se representan diseños de dinamómetros apropiados.

NOTA 1 En lugar de un dinamómetro, pueden utilizarse otros tipos de dispositivos para el ensayo de adherencia por tracción (mecánicos, neumáticos, hidráulicos o manuales), con los cuales se obtengan resultados similares. El tipo de instrumento debe anotarse en el informe de ensayo, porque los dispositivos manuales, mecánicos o hidráulicos proporcionan resultados muy distintos.

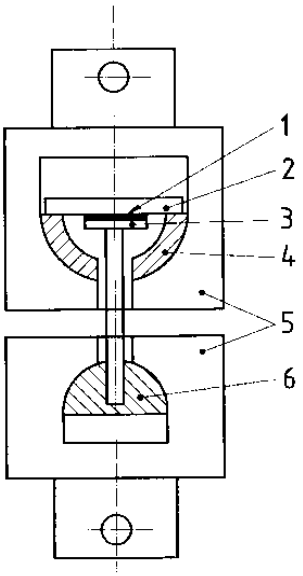
NOTA 2 Los resultados pueden verse influenciados por el montaje para ensayo utilizado. Además, los resultados no son reproducibles si no se garantiza la alineación coaxial de las fuerzas de tracción.



Leyenda
1 **Soporte**
2 **Rótula esférica**
3 **Sufrideras**
4 **Recubrimiento**
5 **Substrato**

Fig. 1 – Ejemplo de aparato adecuado para los métodos especificados en los apartados 9.4.1 y 9.4.3

2) 1 MPa/s = 1MN/m² · s



Leyenda
1 **Recubrimiento**
2 **Probeta de ensayo**
3 **Sufridera**
4 **Rótula y casquillo esféricos**
5 **Soporte (adecuadamente diseñado para permitir el montaje de la rótula)**
6 **Rótula y casquillo esféricos**

Fig. 2 – Ejemplo de aparato adecuado para el método especificado en el apartado 9.4.2

5.2 Sufrideras de ensayo, consistentes en un cilindro de acero o aluminio especialmente diseñado para utilizarse con el dinamómetro. Cada sufridera tiene una cara plana y rígida para ser pegada al recubrimiento mediante el adhesivo y un diseño adecuado para conectar el otro extremo al aparato de tracción. Cada sufridera tiene un diámetro nominal de 20 mm (véase el párrafo siguiente) y suficiente espesor para asegurar que no se produzca ninguna distorsión durante el ensayo. Es recomendable que la longitud de cada sufridera no sea inferior a la mitad de su diámetro. Las caras de cada sufridera deben ser mecanizadas perpendicularmente a su eje antes de su utilización.

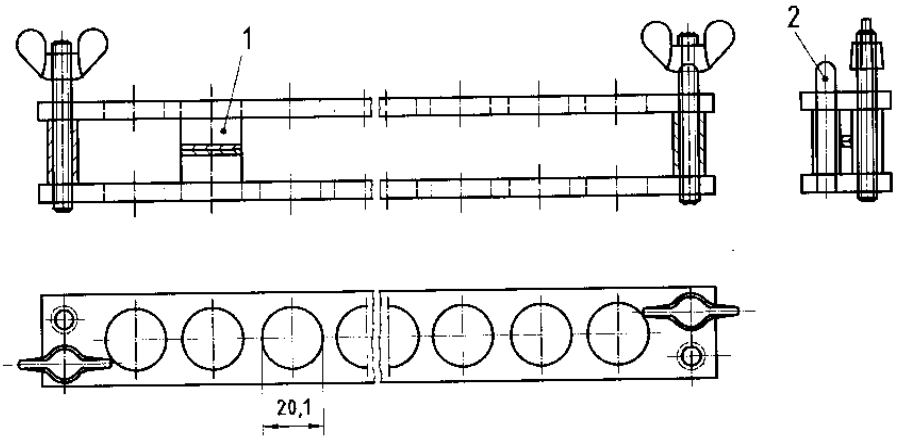
Pueden emplearse sufrideras con un diámetro de 7 mm cuando se utilice el método de pegado por una sola cara (véase 9.4.2). Si se utilizan las sufrideras de 7 mm de diámetro, deben realizarse 10 mediciones para mejorar la precisión. El diámetro de las sufrideras debe anotarse en el informe de ensayo.

5.3 Dispositivo centrador, para asegurar un correcto alineamiento coaxial del montaje de ensayo durante el proceso de pegado, según se describe en los apartados 9.4.1 y 9.4.3. En la figura 3 se representa un diseño apropiado.

5.4 Instrumento de corte, tal como un cuchillo de hoja afilada, para cortar el adhesivo curado y la película de pintura, penetrando hasta el substrato, siguiendo la circunferencia de la sufridera.

Dependiendo de las propiedades mecánicas del sistema de pintura (por ejemplo, su fragilidad), el corte del adhesivo curado y de la película de pintura hasta el substrato puede tener una gran influencia en la adherencia del sistema de pintura. Se permite no realizar el corte, si así se especifica o acuerda entre las partes interesadas, cuando el espesor de la película del sistema de pintura es inferior a 150 µm. Si se ha realizado el corte alrededor de la sufridera, debe mencionarse en el informe de ensayo, junto con el tipo de instrumento de corte.

Dimensiones en milímetros



Leyenda
1 Montaje para ensayo alineado para adherencia (véase apartado 5.3)
2 Perno centrador

Fig. 3 – Ejemplo de un dispositivo adecuado para el centrado de sufrideras de 20 mm de diámetro

6 ADHESIVOS

La elección de los adhesivos a emplear en el ensayo debe ser objeto de una especial atención. Para obtener el despegue o rotura del recubrimiento es esencial que las propiedades de cohesión y de adherencia del adhesivo sean superiores a las del recubrimiento sometido a ensayo.

Se debe efectuar una selección previa del adhesivo, con objeto de determinar sus posibilidades de empleo. Para poder considerarse adecuados, los adhesivos y, si fuera aplicable, sus componentes por separado, no deben causar más que un muy ligero cambio, o no visible, en la película a ensayar, después de haber estado en contacto con la misma durante un periodo equivalente al tiempo de curado del adhesivo.

Son preferibles los adhesivos que proporcionan los resultados más elevados, lo cual supone una mayor parte de la rotura adhesiva de recubrimiento/substrato.

En la mayor parte de los casos, los adhesivos de tipo cianoacrílico, epoxí de dos componentes sin disolvente y poliéster catalizado con peróxido, resultan adecuados para este ensayo. Para ensayos especiales, en condiciones de alta humedad, el tiempo de curado del adhesivo debe ser lo más corto posible. En estos casos, es preferible el empleo de adhesivos epoxídicos de dos componentes y de curado rápido.

NOTA – Cuando el fallo está estrechamente asociado al adhesivo, la utilización de otro tipo de adhesivo puede proporcionar resultados más convenientes.

7 TOMA DE MUESTRAS

Se toma una muestra representativa del producto a ensayar (o de cada producto, en el caso de un sistema multicapa), según se especifica en la Norma ISO 15528.

La muestra se examina y se prepara para ensayo según se especifica en la Norma ISO 1513.

8 PROBETAS DE ENSAYO

8.1 Substrato

Salvo acuerdo contrario, se selecciona el substrato de entre los descritos en la Norma ISO 1514, utilizando, cuando sea posible, el mismo tipo de material que se vaya a utilizar en la práctica. Los substratos de las probetas deben ser planos y estar libres de distorsiones.

8.2 Preparación y pintado

Las probetas se preparan, salvo acuerdo contrario, empleando el método de pretratamiento que se lleve a cabo sobre la superficie real. El pretratamiento empleado debe indicarse en el informe de ensayo.

8.3 Secado y acondicionamiento

Las probetas pintadas se secan (o se curan en estufa) y envejecen durante el tiempo y en las condiciones que se especifiquen en cada caso. Antes del ensayo se acondicionan a (23 ± 2) °C y a (50 ± 5)% de humedad relativa (véase la Norma ISO 3270), durante un periodo mínimo de 16 h.

8.4 Espesor de la película

El espesor de la película debe especificarse y acordarse entre las partes interesadas. Se determina el espesor de la película seca, en micrómetros, por alguno de los procedimientos especificados en la Norma ISO 2808.

NOTA — Véase también capítulo 1

9 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

9.1 Número de determinaciones

Se realizan, como mínimo, seis determinaciones, es decir, se utilizan al menos seis montajes para ensayo (véase 9.4).

9.2 Condiciones ambientales

El ensayo se lleva a cabo, salvo acuerdo contrario, a (23 ± 2) °C y a (50 ± 5)% de humedad relativa (véase la Norma ISO 3270).

9.3 Adhesivos

Los adhesivos se preparan y se aplican (véase capítulo 6) de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se usa la mínima cantidad de adhesivo que asegure una unión firme, continua y uniforme entre los componentes del montaje por ensayo. Cualquier exceso de adhesivo debe eliminarse inmediatamente, siempre que sea posible.

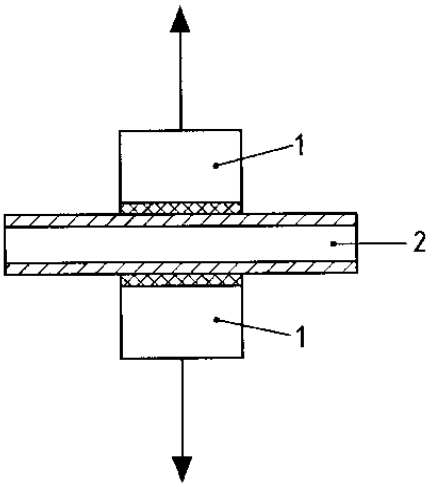
9.4 Montajes para ensayo

9.4.1 Método general para ensayar sobre substratos rígidos o deformables (utilizando dos sufrideras). Se emplea como probeta una superficie cortada del substrato pintado (un disco de 30 mm de diámetro mínimo o un cuadrado de 30 mm de lado como mínimo). Se tiene cuidado de no deformar la probeta. Se aplica el adhesivo uniformemente sobre las superficies de las dos sufrideras (5.2) del mismo diámetro inmediatamente después de su mecanización y limpieza (véanse notas 1 y 2).

Se coloca la probeta de ensayo entre las caras recubiertas con adhesivo de ambas sufrideras, de forma que éstas queden alineadas coaxialmente en el centro de la probeta, según se muestra en la figura 4. El montaje para ensayo se alinea con ayuda del dispositivo para el centrado (5.3) y se mantiene en el mismo durante un periodo igual al tiempo de curado del adhesivo. Para ensayos especiales en condiciones de alta humedad, el tiempo de curado del adhesivo debe ser tan corto como sea posible; en tales situaciones, es preferible el uso de adhesivos epoxídicos de dos componentes y de curado rápido. A menos que se acuerde o especifique lo contrario, una vez finalizado dicho periodo, se corta cuidadosamente la película, siguiendo la circunferencia de la sufridera, hasta alcanzar el substrato, empleando un instrumento de corte adecuado (5.4).

NOTA 1 – La adherencia entre la película y el adhesivo puede mejorar mediante un lijado suave de la superficie de la película seca y de la superficie de la sufridera seca, antes de aplicar el adhesivo.

NOTA 2 – En el método para substratos deformables, cuando se espere una unión débil entre la cara no pintada del substrato y la sufridera, se pintan ambas caras del substrato con el producto sometido a ensayo.

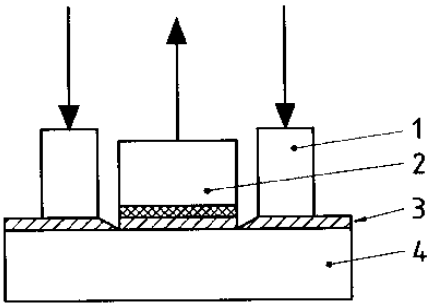


Leyenda
1 Sufridera con el adhesivo aplicado
2 Substrato pintado por una cara o por ambas

Fig. 4 – Montaje para ensayo por el método del sándwich con substrato pintado por una o por ambas caras

9.4.2 Método general para ensayar sobre una sola cara (adecuado solamente para substratos rígidos). Se aplica el adhesivo uniformemente sobre la superficie de una sufridera (5.2), inmediatamente después de su limpieza. Se coloca la superficie recubierta con adhesivo de la sufridera sobre la película y se mantiene así durante un periodo de tiempo igual al de curado del adhesivo (véanse notas del apartado 9.4.1). A menos que se acuerde o especifique lo contrario, una vez finalizado dicho periodo, se corta cuidadosamente la película, siguiendo la circunferencia de la sufridera, hasta alcanzar el substrato, empleando un instrumento de corte adecuado (5.4).

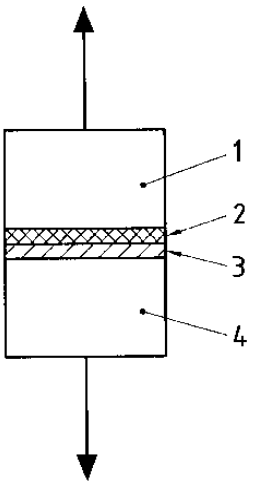
Se coloca el anillo exterior en su posición y se ensaya como se indica en la figura 5.



Leyenda
1 Anillo exterior
2 Sufridera recubierta con adhesivo
3 Película de pintura
4 Substrato

Fig. 5 – Montaje para ensayo sobre substratos rígidos

9.4.3 Método que utiliza dos sufrideras, una como substrato pintado. Se aplica el adhesivo uniformemente sobre la superficie de una sufridera, inmediatamente después de su limpieza. Se coloca la superficie recubierta con adhesivo de la sufridera sobre la superficie de otra sufridera previamente pintada con el producto a ensayar, según se representa en la figura 6, y se alinea el montaje para ensayo en el dispositivo centrador (5.3), donde se mantiene durante un período de tiempo igual al tiempo de curado del adhesivo.



Leyenda
1 Sufridera pintada
2 Película de pintura
3 Adhesivo
4 Sufridera recubierta con adhesivo

Fig. 6 – Montaje para ensayo usando dos sufrideras

9.5 Medición

9.5.1 Tensión de rotura. Inmediatamente después de terminado el periodo de curado del adhesivo, se lleva el montaje para ensayo al dinamómetro (5.1), asegurando el alineamiento de las sufrideras para que la fuerza de tracción se aplique uniformemente a toda la superficie sometida a ensayo, sin momento de flexión. Se aplica esfuerzo en tracción creciente, de forma que el aumento no sea superior a 1 MPa/s, que actúe perpendicularmente al plano del substrato pintado y de manera que la rotura se produzca dentro de los primeros 90 s desde el momento inicial de aplicación del esfuerzo.

Se anota el esfuerzo en tracción aplicado para producir la rotura.

Se repite el ensayo de tracción para cada montaje para ensayo preparado (véase 9.1).

9.5.2 Naturaleza de la rotura. Se inspeccionan visualmente las superficies de fractura, para establecer la naturaleza de la misma, y se evalúa el tipo de fractura del modo siguiente:

A Rotura cohesiva del substrato;

A/B Rotura adhesiva entre el substrato y la primera capa;

B Rotura cohesiva de la primera capa;

B/C Rotura adhesiva entre la primera y la segunda capas;

n Rotura cohesiva de la capa enésima de un sistema multicapa;

n/m Rotura adhesiva entre la capa enésima y la capa emésima de un sistema multicapa;

–/Y Rotura adhesiva entre la última capa y el adhesivo;

Y Rotura cohesiva del adhesivo;

Y/Z Rotura adhesiva entre el adhesivo y la sufridera.

El área de fractura se estima como porcentaje, con una aproximación del 10%, para cada tipo de fractura.

Cuando no se alcancen los resultados esperados, se revisan la preparación y la aplicación del recubrimiento; cuando la rotura ocurra fundamentalmente asociada al adhesivo, véanse el capítulo 6 y las notas proporcionadas en 9.4.1. La repetición del ensayo se debe realizar, al menos, sobre seis montajes para ensayo más.

10 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Tensión de rotura

La tensión de rotura σ, en megapascales, para cada montaje para ensayo viene dada por la fórmula:

$$\sigma = F/A$$

donde

F es la fuerza de rotura, en newtons;

A es el área de la sufridera, en milímetros cuadrados.

NOTA En caso de sufrideras de 20 mm de diámetro, la tensión de rotura, en megapascales, viene dada por la fórmula

$$\sigma = 4F/100\pi = F/314$$

Se calcula la media de las seis determinaciones y se redondea el valor al número entero más próximo. El resultado se expresa mediante la media y el intervalo.

10.2 Naturaleza de la rotura

El resultado se expresa como porcentaje medio estimado del área para cada tipo de fractura en el sistema sometido a ensayo, de acuerdo con 9.5.2.

10.3 Ejemplo

Si un sistema de pintura ensayado rompe a un esfuerzo de tracción de 20 MPa y el examen del área fracturada revela una media de, aproximadamente, el 30% del área de la sufridera con rotura cohesiva de la primera capa y un 70% con rotura adhesiva entre la primera capa y la segunda, el resultado del ensayo se expresa como:

20 MPa, 30% B, 70% B/C

11 PRECISIÓN

En la actualidad, no se dispone de datos significativos acerca de la precisión. En la norma ASTM D 4541 se aportan datos para un método relacionado.

Los usuarios de esta norma internacional deberían considerar que, debido a la evaluación subjetiva del momento en que ocurre el despegue y la naturaleza de la rotura, los datos de precisión sólo aportan una indicación acerca de la exactitud del método.

Sin embargo, el método puede considerarse adecuado para comparar la adherencia de distintos recubrimientos. Es el más útil para obtener clasificaciones relativas de una serie de probetas pintadas que exhiban diferencias significativas de adherencia (véase capítulo 1).

12 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo debe contener, como mínimo, la siguiente información:

a) todos los detalles necesarios para identificar el(los) producto(s) ensayado(s);

b) referencia a esta Norma Internacional (ISO 4624:2002);

c) los datos de información adicional a los que se hace referencia en el anexo A;

d) referencia a la norma internacional o nacional, la especificación del producto u otro documento que aporte la información a que se hace referencia en c);

e) el método elegido de pretratamiento del substrato;

f) el espesor del sistema de pintura y/o el de las capas individuales;

g) el tipo de instrumento y el diámetro de la sufridera que ha sido utilizada;

h) el tipo de herramienta de corte, si se utiliza, empleada para cortar alrededor de la sufridera;

i) el resultado del ensayo, expresado como se indica en el capítulo 10;

j) cualquier desviación del método de ensayo especificado;

k) la fecha del ensayo.