



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

CONSEJO NACIONAL
COMITÉ NACIONAL MUJER INGENIERO



ASOCIACIÓN DE MUJERES INGENIERAS DEL PERÚ

Proceso de Galvanizado Por inmersión en Caliente

Ing. Giovanna Llanos C

gllanos@galvanometalperu.com

□ INDICE

- CONCEPTO DE GALVANIZADO
- RECOMENDACIONES ANTES DE GALVANIZAR
- PROCESO DE GALVANIZADO
- VENTAJAS DEL GALVANIZADO
- DURABILIDAD
- NORMAS



GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE

- El GIC es un proceso industrial destinado a proteger contra la corrosión
- Este proceso se lleva a cabo a través de la inmersión es en un baño de Zinc a 450°C
- Forma una aleación entre el Zinc y el Hierro



LA SECCIÓN TRANSVERSAL GIC

Micro estructura de un recubrimiento galvanizado en caliente

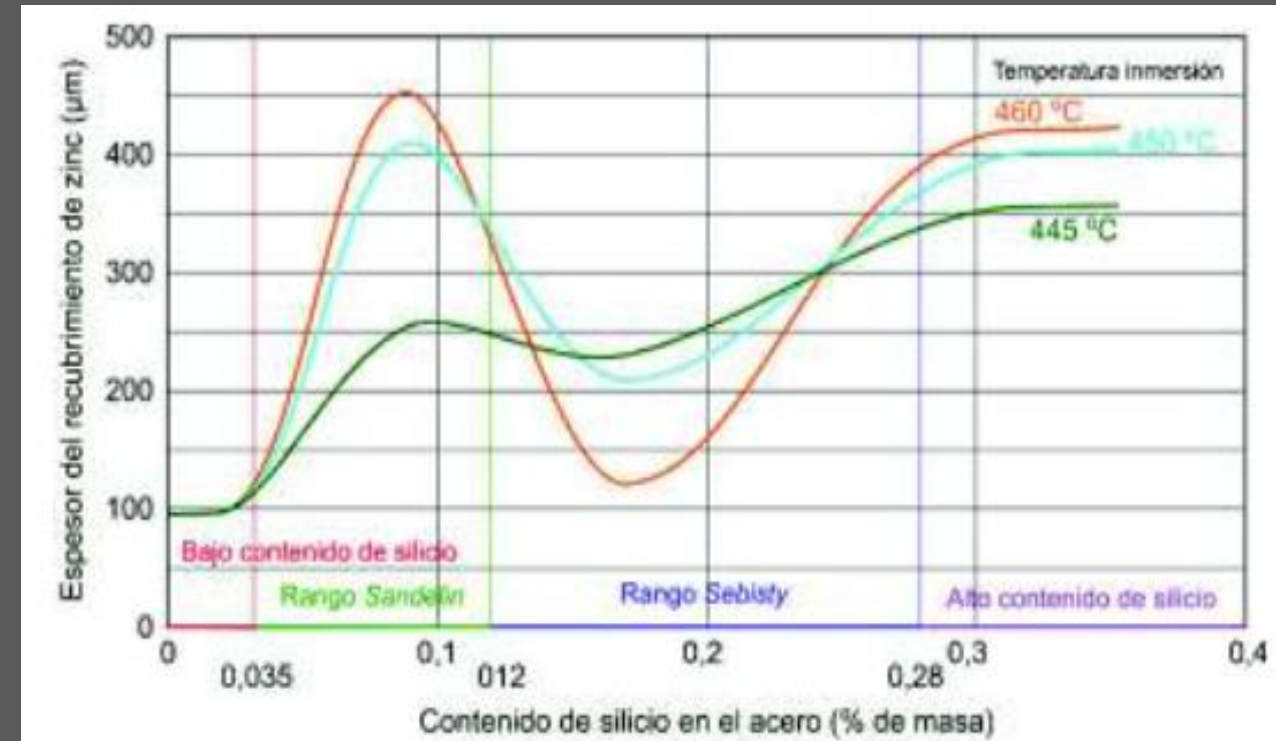


No existe delimitación entre acero y el zinc, sino un a transición gradual a través de una serie de capas intermetálicas que proporciona una unión metalúrgica



Hay dos elementos de la química del acero que influyen con mayor grado el aspecto final: Silicio y el fósforo.

- Silicio < 0.04%
ó entre 0.15% y 0.22%.
- Fósforo < 0.04%
- Carbono < 0.25%
- Capas muy gruesas pueden generar revestimiento poco adherente, ocasionando desprendimiento



La Curva de Sandelin compara el espesor del revestimiento de Zinc y el porcentaje de Silicio en el acero

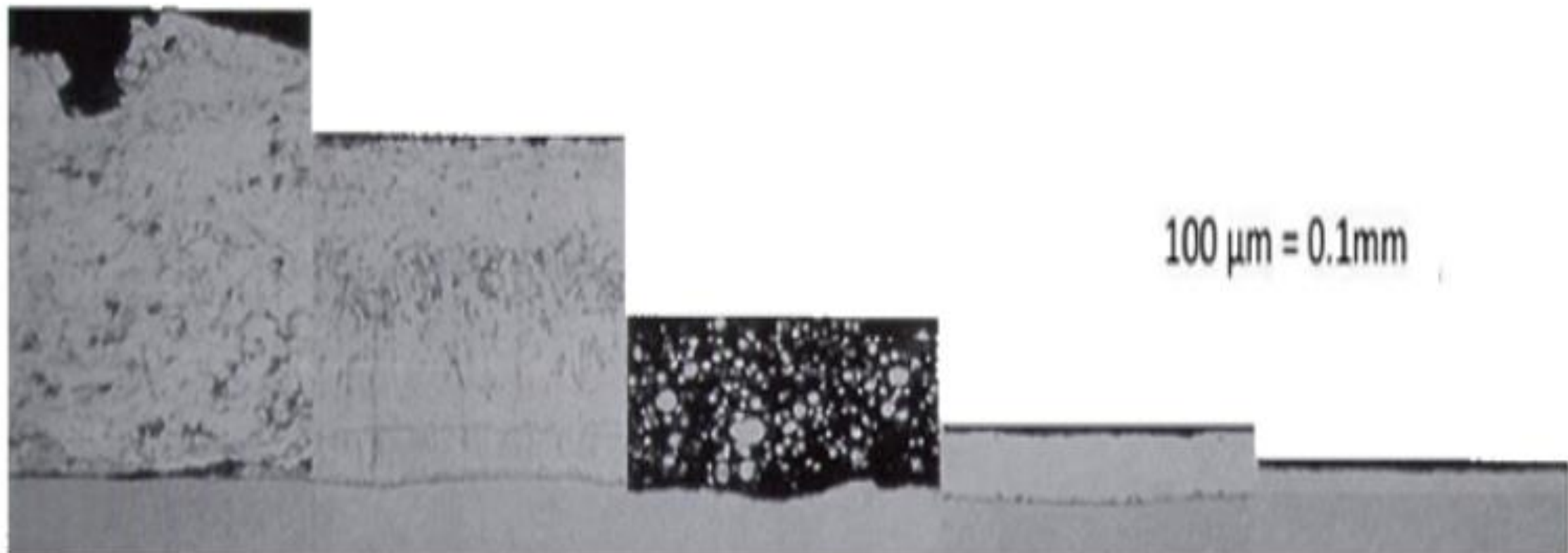




ILUSTRACIÓN SILICIO RECOMENDADO FRENTE A ACERO REACTIVO



ILUSTRACIÓN REVESTIMIENTO ÁSPERO POR NIVELES DE FÓSFORO MAYORES AL 0,04% (ACEPTABLE MENOS EN BARANDA)



100 μm = 0.1mm

Metalización
(80 a 150 μm)

**Galvanizado por
inmersión en caliente**
(50 a 150 μm)

Pintura de Zinc
(15 a 50 μm)

**Lámina galvanizada
en continuo**
(6 a 25 μm)

**Electro galvanizado
(Electrolítico)**
(5 a 15 μm)

Microestructuras de diversos revestimientos de zinc

- ✓ Rebabas y Bordes
- ✓ Cortado con soplete
- ✓ Soldadura
- ✓ No eliminación de salpicaduras y escoria de soldadura
- ✓ Contaminación de la superficie
- ✓ Juntas superpuestas



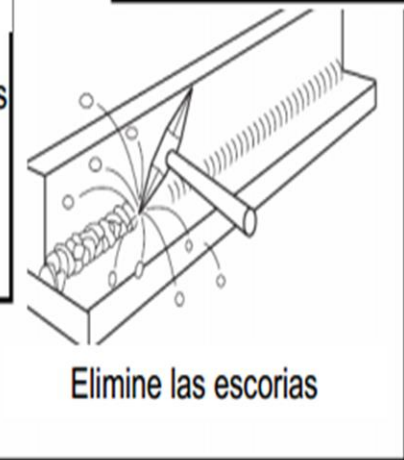
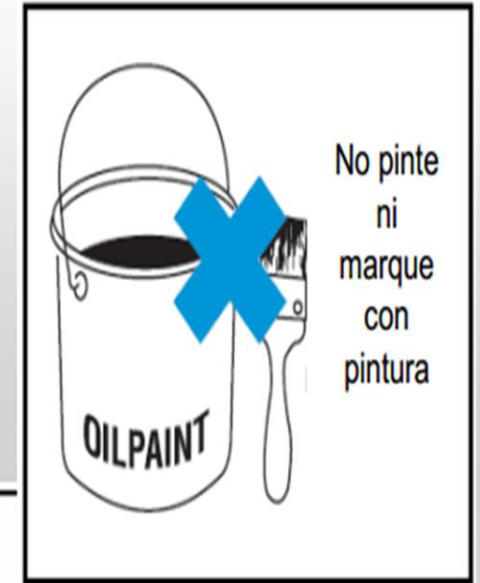
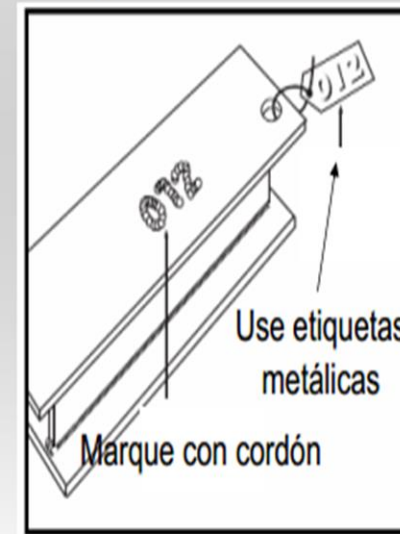
Una fabricación mal hecha lleva a un galvanizado de baja calidad.

La falta de acabado adecuado no será “maquillado” por la galvanización.

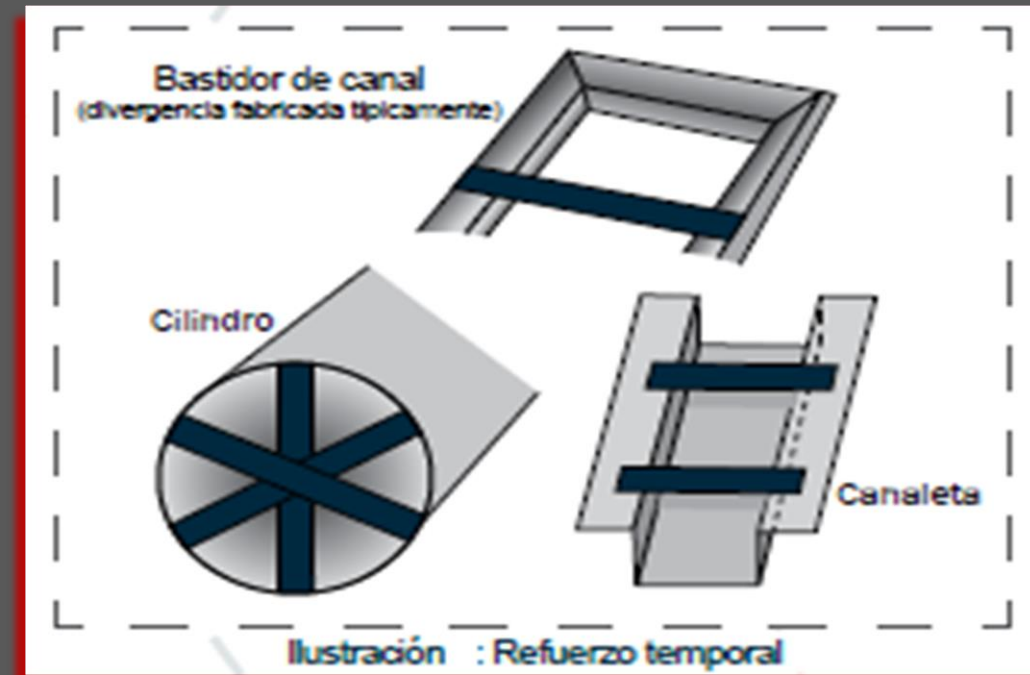


- ✓ Marcar las piezas con etiquetas metálicas o soldadura
- ✓ Eliminar rastros de Pintura y laca
- ✓ Eliminar exceso de Grasa

Recomendaciones para el acabado y marcaje

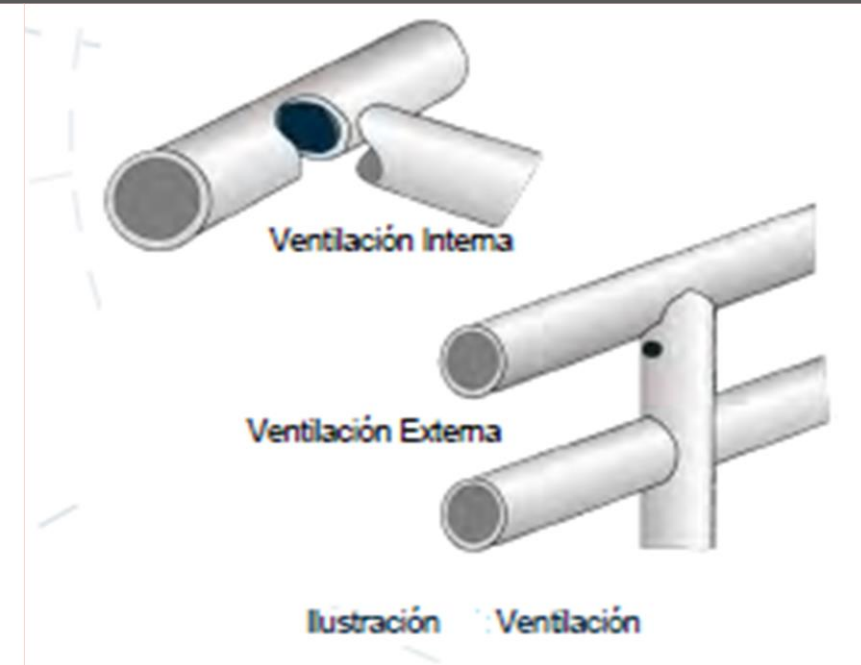
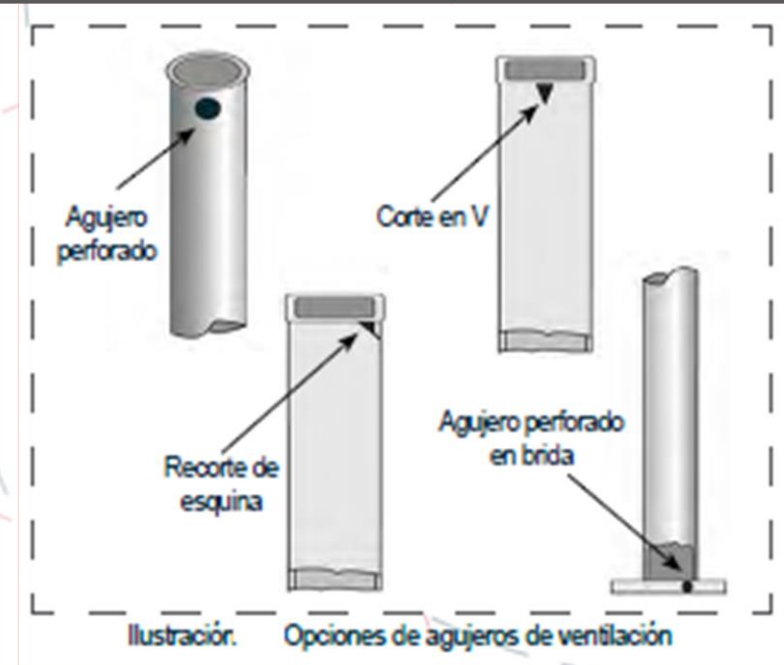
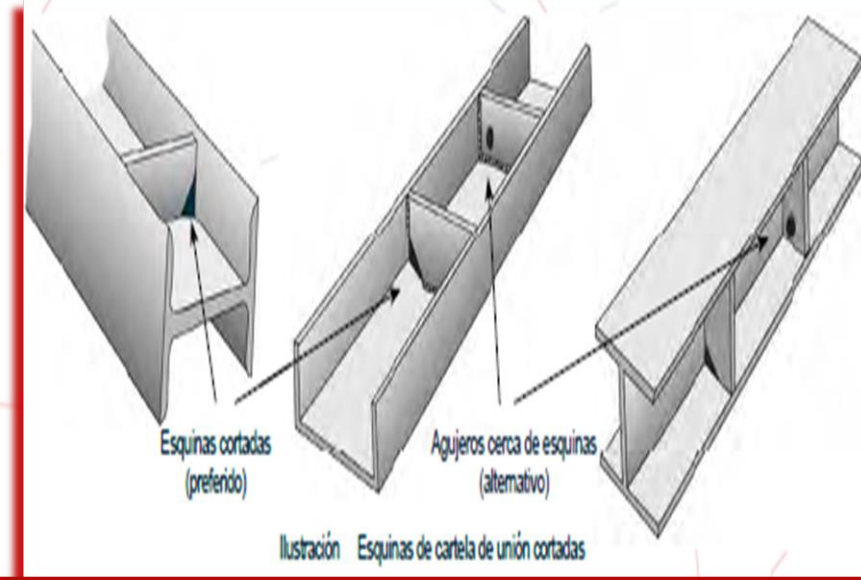
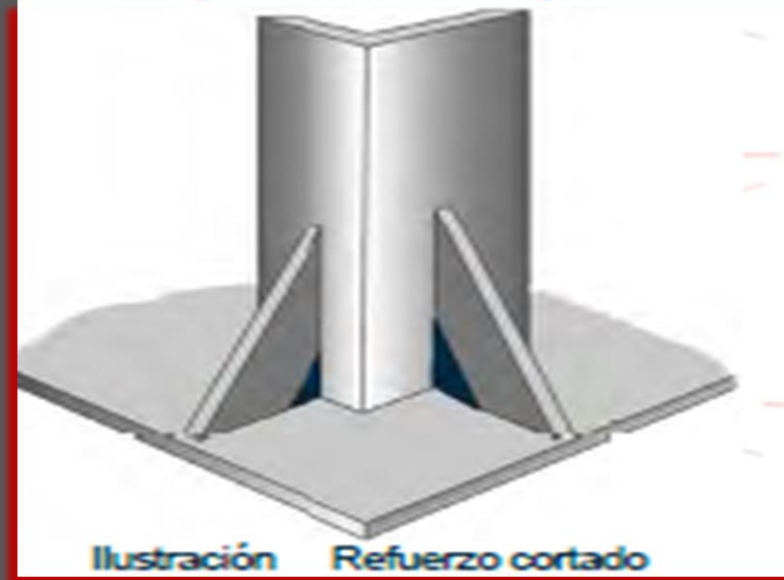


- ✓ En lo posible usar secciones simétricas
- ✓ Usar partes de igual espesor
- ✓ Usar refuerzos temporales
- ✓ Suelde las uniones de forma continua
- ✓ Evite los diseños que requieren galvanizado progresivo

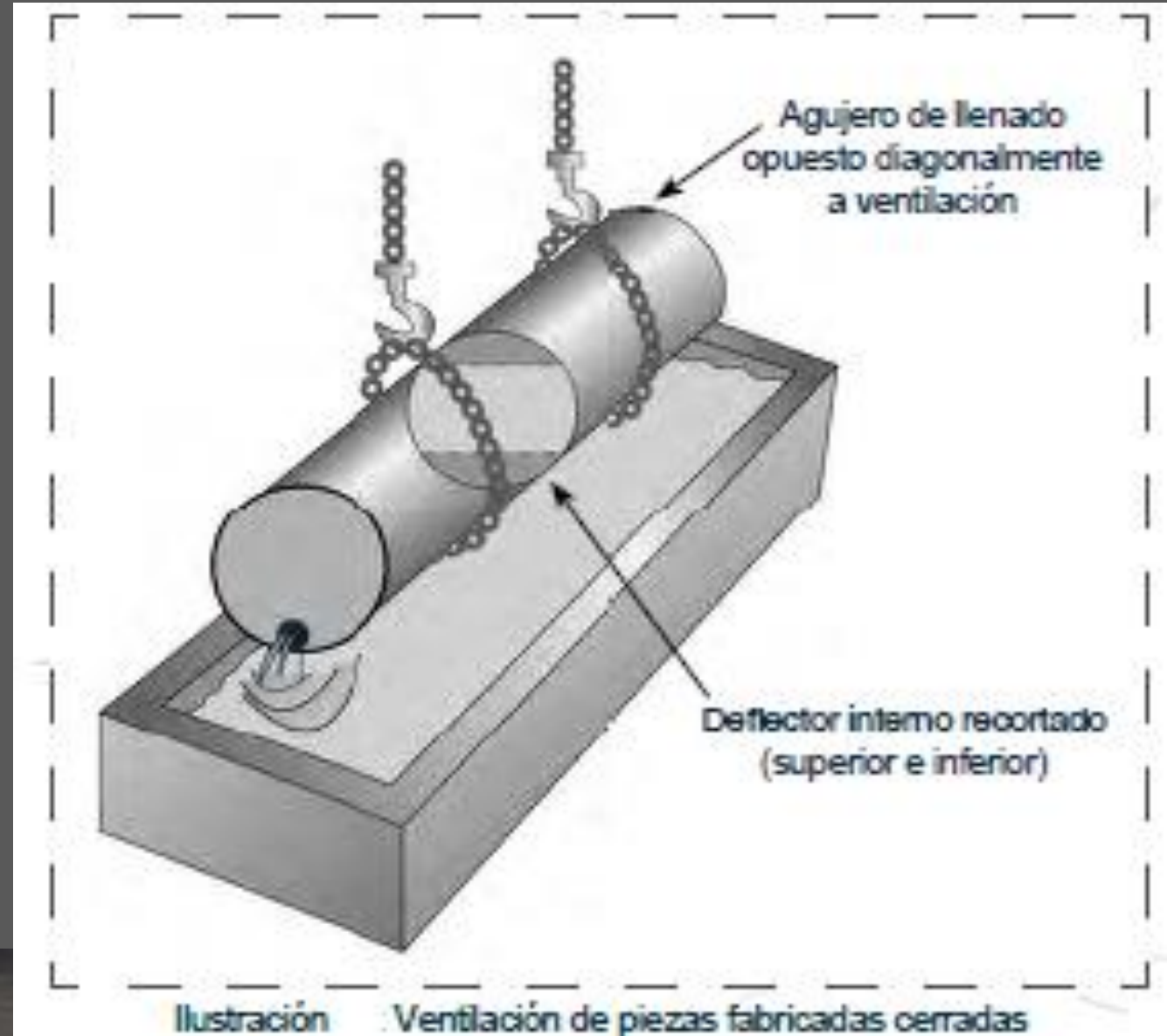


RECOMENDACIONES ANTES DE GALVANIZAR

✓ Las piezas a galvanizar requieren Ventilación y drenaje



- ✓ Las piezas a galvanizar requieren Ventilación y drenaje



Suministre las piezas a su galvanizador con puntos predeterminados de izamiento- Utilice los puntos

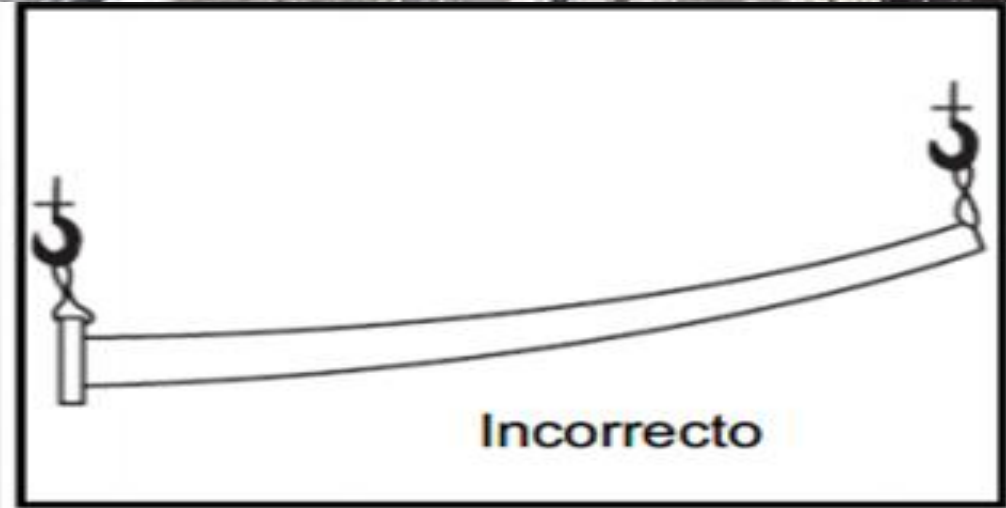
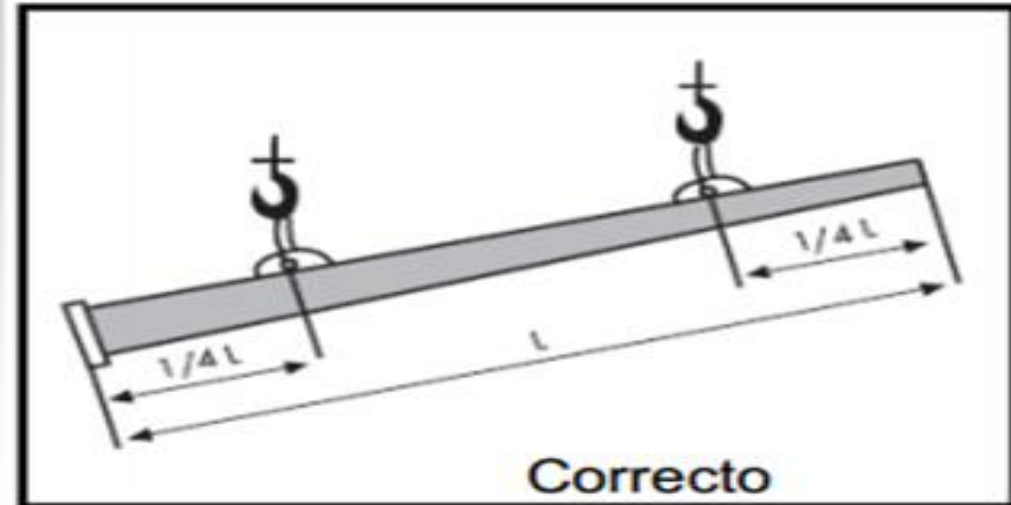
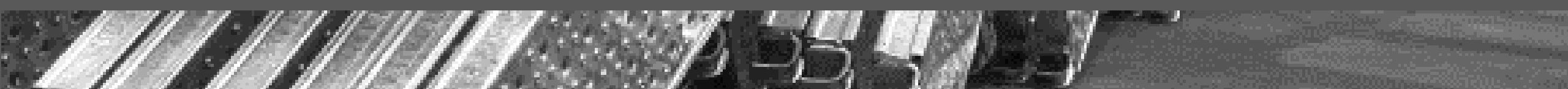
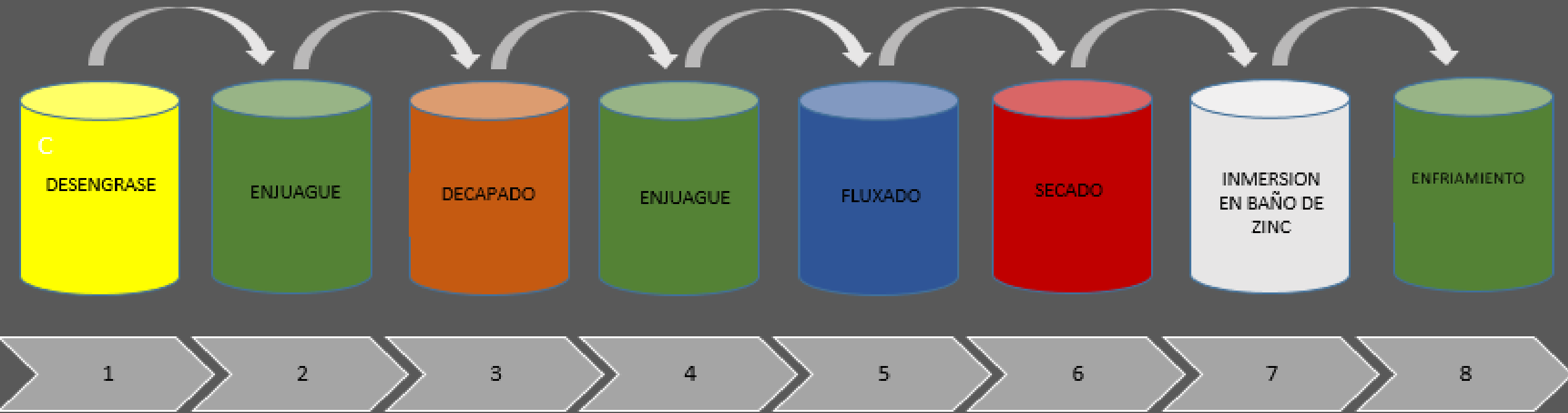


Figura 21.



GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE

Etapas del proceso



Etapa de Desengrase

Función:

Eliminar Contaminantes orgánicos como grasa, aceite que se adhieren a la superficie metálica



Etapa de Desengrase

Tipos de desengrasantes:

Desengrasante Alcalino : Caliente

Desengrasante Acido: En frio



Etapa de Enjuague:

COMPARACION DE DESENGRASANTES		
VENTAJAS	DESENGRASANTE ALCALINO	DESENGRASANTE ACIDO
<i>PROCESO</i>	Requiere Enjuague	Sin Enjuague
<i>PRECIO</i>	Prod. Quimico Barato	Prod. Quimico Barato
<i>TIEMPO DE INMERSION</i>	Buena 10-20 min	Excelente 5-15 min
<i>ENERGIA</i>	Calentamiento	No requiere Calentamiento
<i>CONTAMINACION</i>	Existe Arrastre de aceites y grasas	Es compatible con el decapado
<i>TIEMPO DE VIDA UTIL</i>	Entre 8-12 meses	Indefinida

Etapa de Enjuague:

Evitar el arrastre desolución alcalina hacia los baños de decapado

Se debe cambiar o renovar periódicamente;

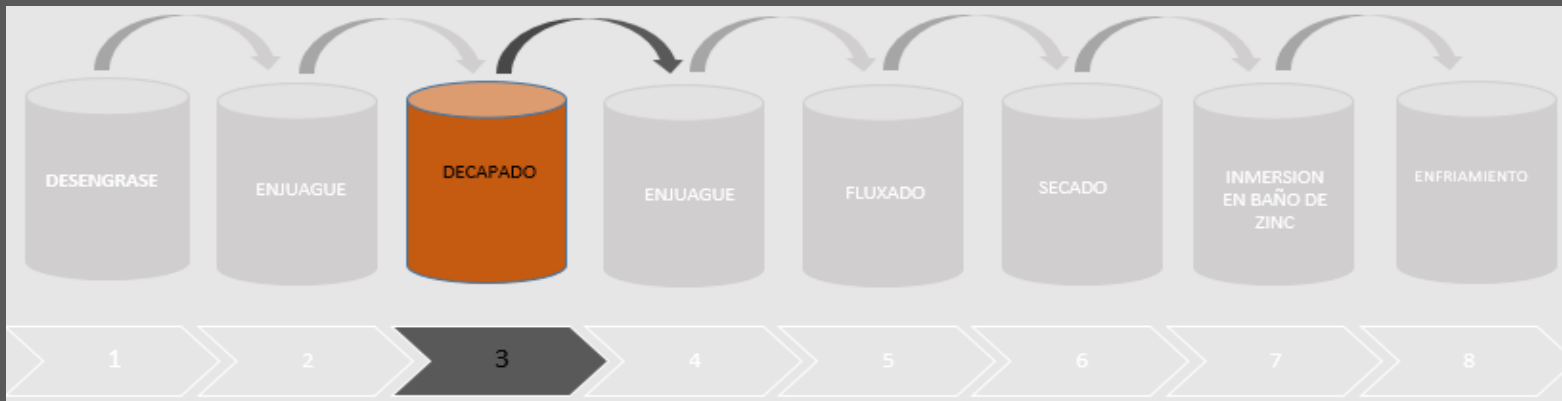
Esta etapa se puede eliminar cuando se utiliza desengrase ácido



Etapa de Decapado:

Función:

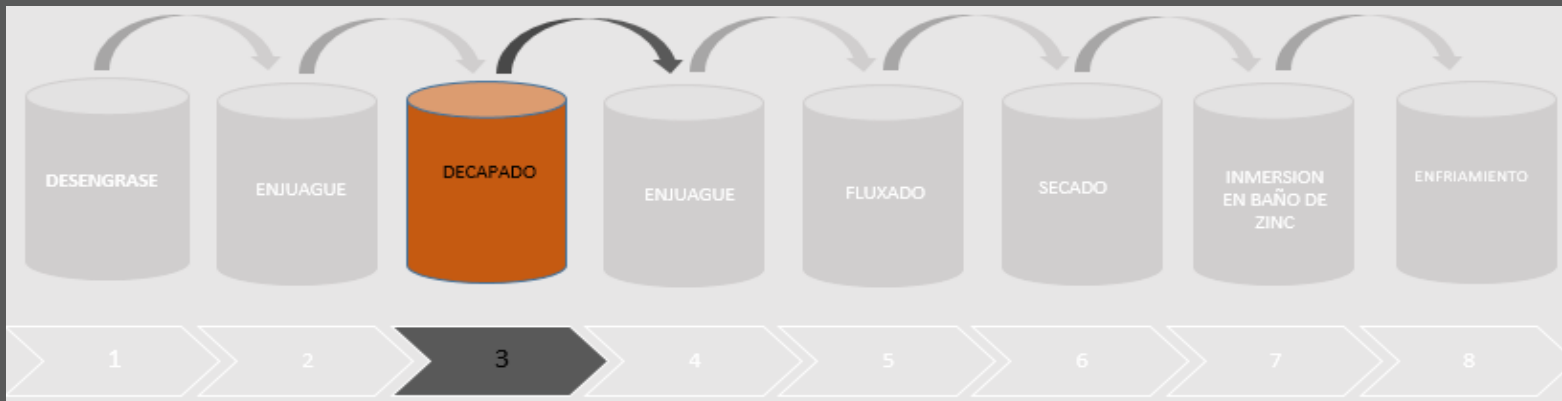
- Eliminar los óxidos de la corrosión en las piezas a galvanizar
- El HCl es el ácido mayormente usado debido a su eficiencia y rapidez



Etapa de Decapado:

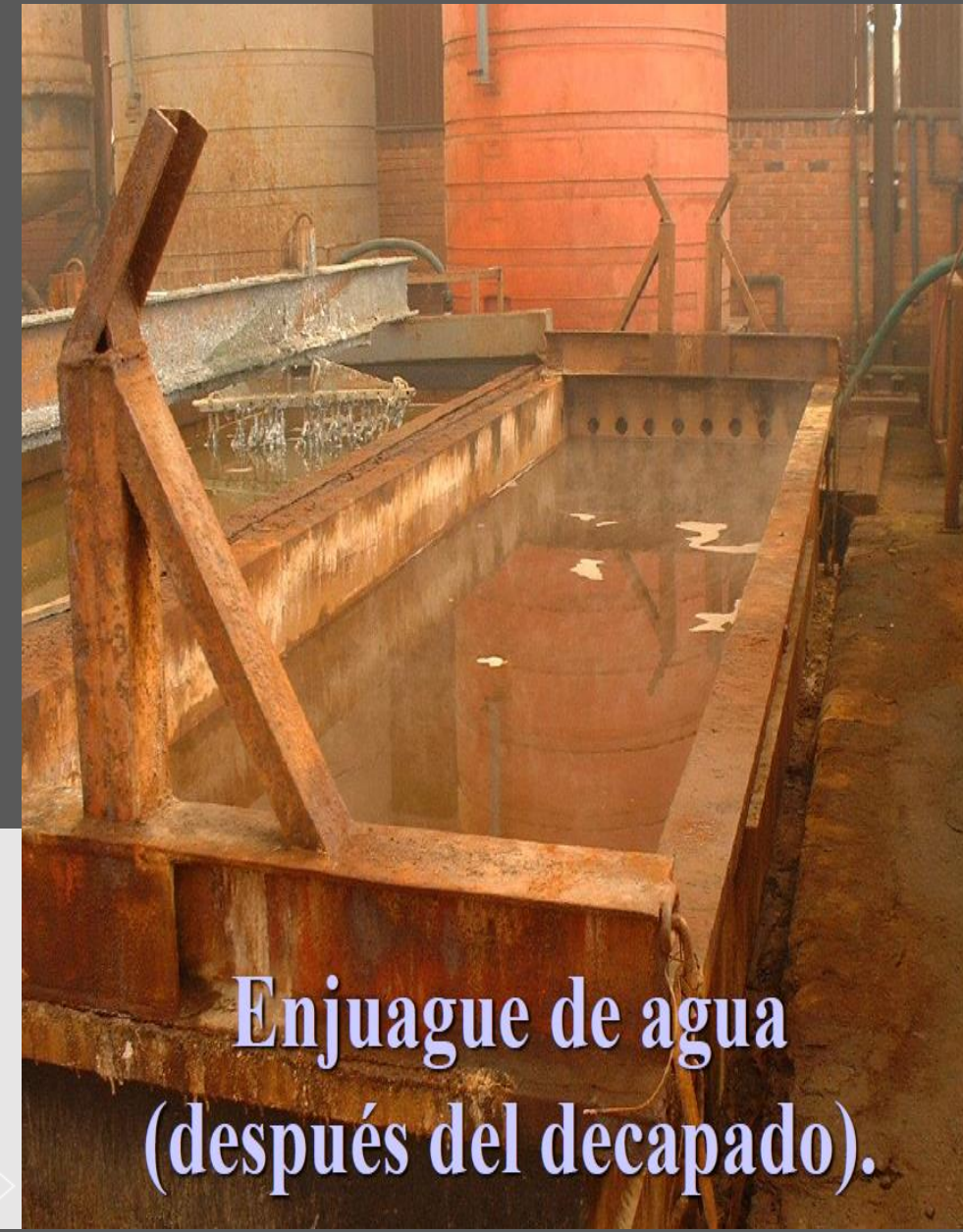
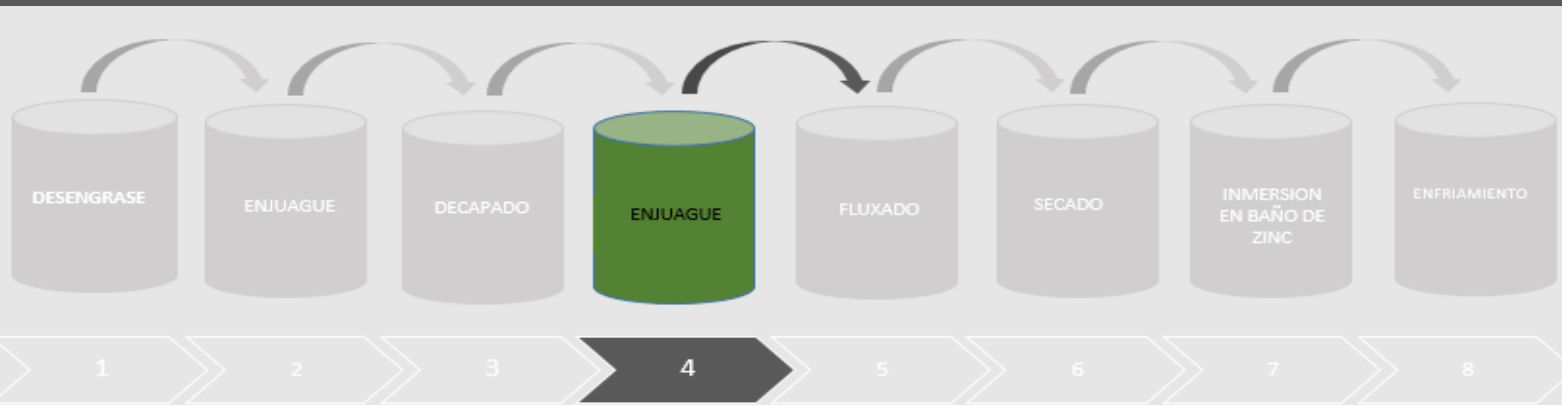
Requerimientos:

- Por lo general el tiempo de Inmersión varía entre 10-60min
- $Fe < 80 \text{ g/l}$
- No requiere temperatura



Etapa de Enjuague:

- El objetivo principal es evitar arrastre de ácido hacia el flux
- Se renueva periódicamente
- Se recomienda Doble enjuague a fin de reducir la generación de Dross
- Tiempo de Inmersión de 40-60 seg



Etapa de Fluxado:

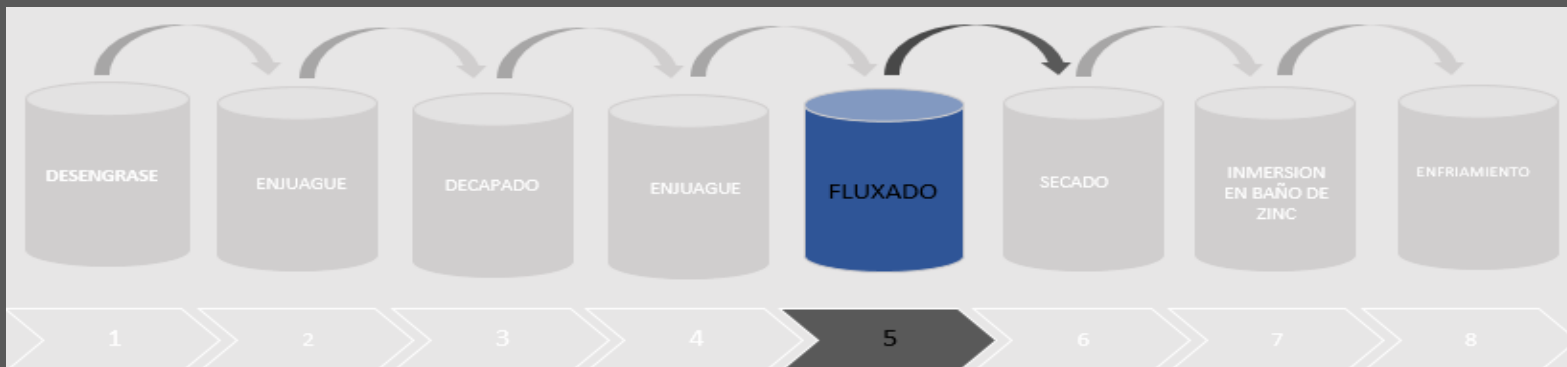
- Eliminar cualquier impureza remanente
- Facilitar la reacción metalúrgica entre la pieza de acero y el Zinc Fundido
- Formar una capa de recristalización de la sal para proteger la pieza limpia contra la corrosión.



Etapa de Fluxado:

Parámetros:

- Sal Doble: 55% de Zn Cl₂ + 45% NH₄Cl
- Temperatura: 20- 70°C
- pH recomendado: 3 a 4.5
- Tiempo de inmersión : 2 a 5 minutos



Etapa de Secado

Función:

Evaporar todo el agua de la pieza antes del inmersión en el baño de zinc

- Mejor acabado de las piezas
- Reduce riesgo de explosiones y salpicaduras

Tiempo promedio de secado: 20 minutos



Etapa de Inmersión en Baño de Zinc Fundido:

- El hierro / acero reacciona con el zinc formando las capas intermetálicas de protección
- Inmersión de la pieza en una cuba con zinc fundido a la temperatura de 450°



Factores que intervienen en el espesor del recubrimiento GIC

- Composición del acero
- Tiempo de inmersión
- Temperatura del Baño de Zinc
- Velocidad de extracción
- Angulo de extracción



Factores que intervienen en el espesor del recubrimiento GIC

- Espesor del acero
- Rugosidad de la superficie
- Aleantes del Baño de Zinc



Etapa de Enfriamiento

- Se trata de un baño rápido en agua limpia a fin de enfriar la pieza y proceder a manipularla
- Se recomienda no enfriar en agua piezas que susceptibles a la deformación



✓ Larga duración



Un recubrimiento galvanizado de 80 micras de espesor puede durar hasta 100 años en ambiente rural, 40-100 años en ambiente urbano. 20-40 años en ambiente industrial y 10-20 años en entorno marino

✓ Cero mantenimiento



Los materiales galvanizados no necesitan mantenimiento

✓ Muy económico



El coste inicial de la galvanización es muy razonable. Y a la larga, debido al cero mantenimiento de los recubrimientos galvanizados, es más económico que pintar

✓ Muy versátil



Se puede galvanizar desde piezas muy pequeñas como tuercas y pernos hasta elementos estructurales

✓ Totalmente
Fiable



La galvanización en caliente es un proceso sencillo, controlado y normado por estándares nacionales e internacionales

✓ Es Resistente



El galvanizado en caliente del acero produce un recubrimiento metalúrgico de zinc muy resistente a golpes y abrasión.

✓ Compatible con todo



Se puede pintar y combina muy bien con concreto, madera , acero inoxidable o aluminio

✓ Totalmente manejable



El uso de estructuras galvanizadas atornilladas o soldadas hace disminuir el tiempo de construcción

✓ Servicio Profesional



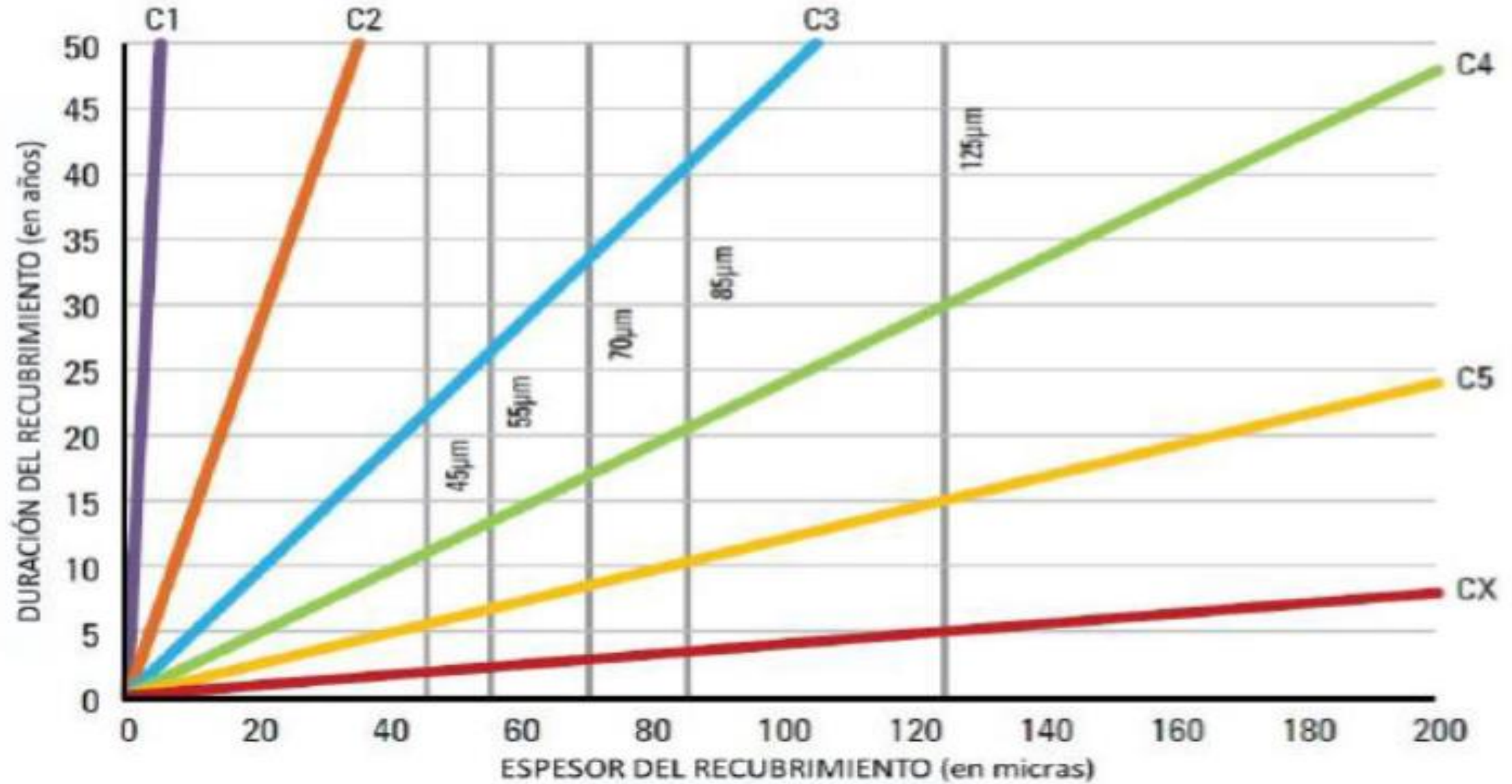
El galvanizador es verdadero profesional muy capacitado que podrá apoyarlo en todo momento. Incluso desde el diseño de las piezas y recomendación de materiales

✓ Y muy rápido



Los productos galvanizados pueden utilizarse inmediatamente, independiente de las condiciones atmosféricas y pueden almacenarse sin riesgo de deterioro.

CATEGORIA DE CORROSIVIDAD	AMBIENTE		TASA DE MEDIA ANUAL DE CORROSION DEL ZINC (μm)	TASA DE MEDIA ANUAL DE CORROSION DEL ACERO AL CARBONO (μm)
	Interior	Exterior		
C1 MUY BAJA	Seco y baja humedad y polución (casas y oficinas)	Zonas secas y frías (desiertos)	<0.1	< 1.3
C2 BAJA	Condensación ocasional (Almacenes y gimnasios)	Rural	0.1 a 0.7	1.3 a 25
C3 MEDIA	Condensación y polución moderada (plantas de alimentos, lavanderías)	Urbano no marino, costa urbana, zona tropical y subtropical	0.7 a 2.1	25 a 50
C4 ALTA	Gran condensación y polución (Piscinas, plantas químicas)	Zonas industriales , zonas costeras (sin niebla salina)	2.1 a 4.2	50 a 80
C5 MUY ALTA	condensación y polución (Minas, almacenes sin	(Zonas industriales alto grado de salinidad, estructuras	4.2 a 8.4	80 a 200
CX EXTREMA	condensación y extrema humedad con altos niveles de	Industrial, embarcaderos en con contacto directo de	8.4 a 25	200 a 700



Especificaciones de Norma para Revestimientos de Zinc (Galvanizados por inmersión en Caliente), en productos de Fierro y Acero

TABLA 1 Clase de Espesor de Revestimiento Promedio Mínimo por Categoría de Material

Categoría del Material	Todos las Muestras Controladas					
	Categoría de Margen de Espesor del Acero (Medido) pulgadas (mm)					
	$<1/16$ [<1.6]	$\geq 1/16$ a $<1/8$ ≥ 1.6 a <3.2	$\geq 1/8$ a $<3/16$ [≥ 3.2 a 4.8]	$\geq 3/16$ a $<1/4$ ≥ 4.8 a <6.4	$\geq 1/4$ a $<5/8$ [≥ 6.4 a <16.0]	$\geq 5/8$ ≥ 16.0
Perfiles Estructurales	45	65	75	75	100	100
Fleje y Barra	45	65	75	75	75	100
Placa	45	65	75	75	75	100
Cañería y Tubería	45	45	75	75	75	75
Alambre	35	50	60	65	80	80
Barra de refuerzo	100	100



Revestimientos galvanizados en caliente sobre artículos de hierro y Acero fabricados. Especificaciones y métodos de prueba

Table 3 — Minimum coating thickness and mass on samples that are not centrifuged

Article and its thickness	Local coating thickness (minimum) ^a	Local coating mass (minimum) ^b	Mean coating thickness (minimum) ^c	Mean coating mass (minimum) ^b
	µm	g/m ²	µm	g/m ²
Steel > 6 mm	70	505	85	610
Steel > 3 mm to ≤ 6 mm	55	395	70	505
Steel ≥ 1,5 mm to ≤ 3 mm	45	325	55	395
Steel < 1,5 mm	35	250	45	325
Castings ≥ 6 mm	70	505	80	575
Castings < 6 mm	60	430	70	505

NOTE This table is for general use: individual product standards may include different requirements including different categories of thickness. Local coating mass and mean coating mass requirements are set out in this table for reference in such cases of dispute.

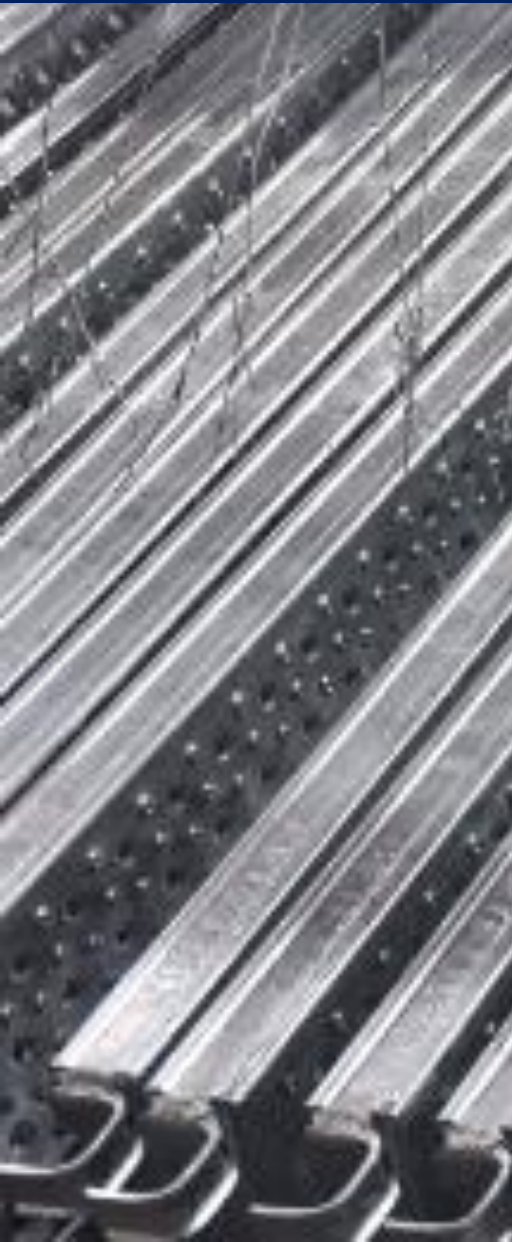
^a See 3.8.

^b Equivalent coating mass using a nominal coating density of 7,2 g/cm³ (see Annex D).

^c See 3.9.



INSPECCION FINAL DE GALVANIZADO:



Apariencia	Aceptabilidad de la protección (No necesariamente de la apariencia)
Recubrimiento en gris opaco (No contiene zinc libre, solo aleación de hierro y zinc)	Aceptable
Exceso de zinc acumulado	Aceptable, siempre que no comprometa la funcionalidad de la pieza
Manchas de óxido	Aceptable (Remover fácilmente con un cepillo rígido)
Aspereza general	Aceptable
Sin uniformidad y drenaje (Drenaje desigual)	Aceptable
Grumos (Granos)	Aceptable, siempre que la contaminación con sedimento no sea excesiva y no interfiera con la funcionalidad y/o montaje del producto.
Corrosión blanca	Aceptable, siempre que no esté comprometido el espesor
Zonas sin recubrimiento	Inaceptable. Zonas dañadas se pueden retocar.



PRACTICA DE LA NORMA PARA REPARACION DE AREAS DAÑADAS Y SIN REVESTIR DE REVESTIMIENTOS GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE

Consideraciones generales

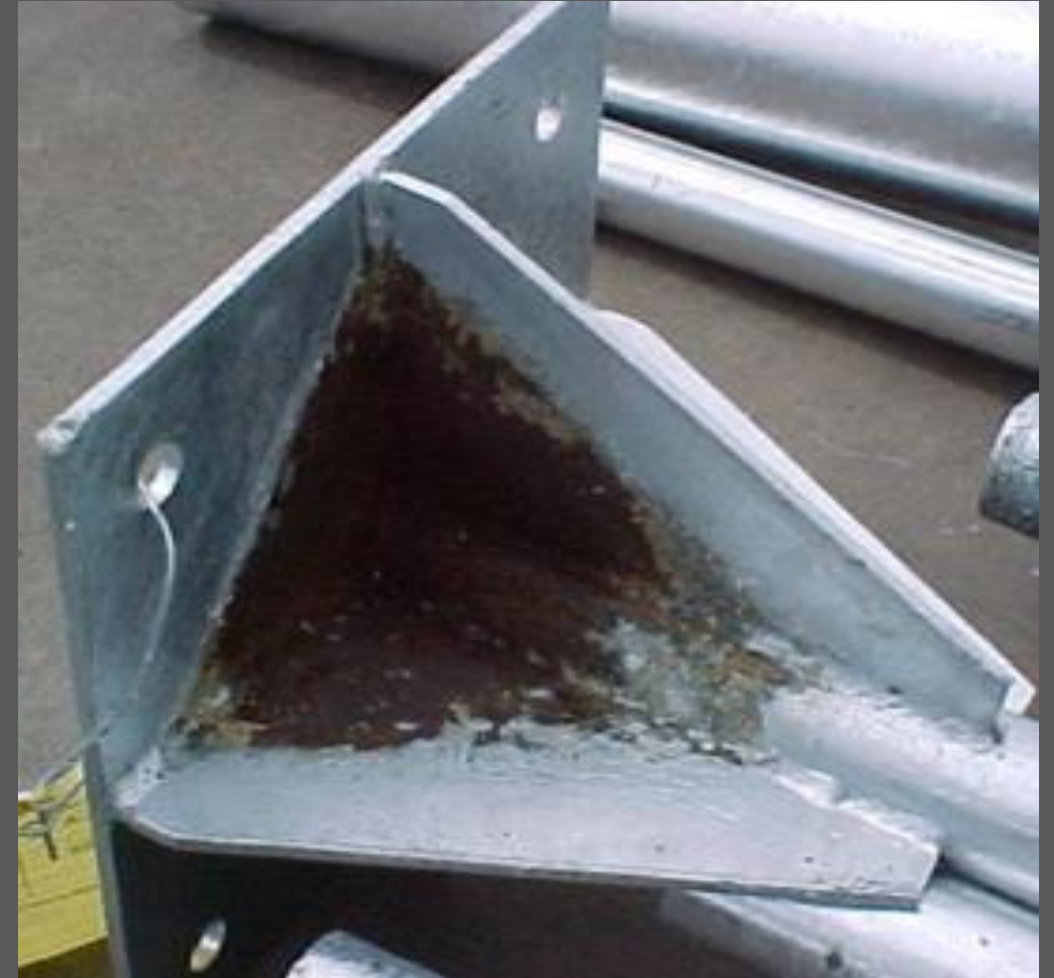
- ✓ La renovación o reparación del acero galvanizado es simple. La restricción principal indicada en la especificación es el tamaño del área:
- ✓ La renovación o reparación < 2.5 cm o menor en su dimensión más angosta.



PRACTICA DE LA NORMA PARA REPARACION DE AREAS DAÑADAS Y SIN REVESTIR DE REVESTIMIENTOS GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE

Consideraciones generales

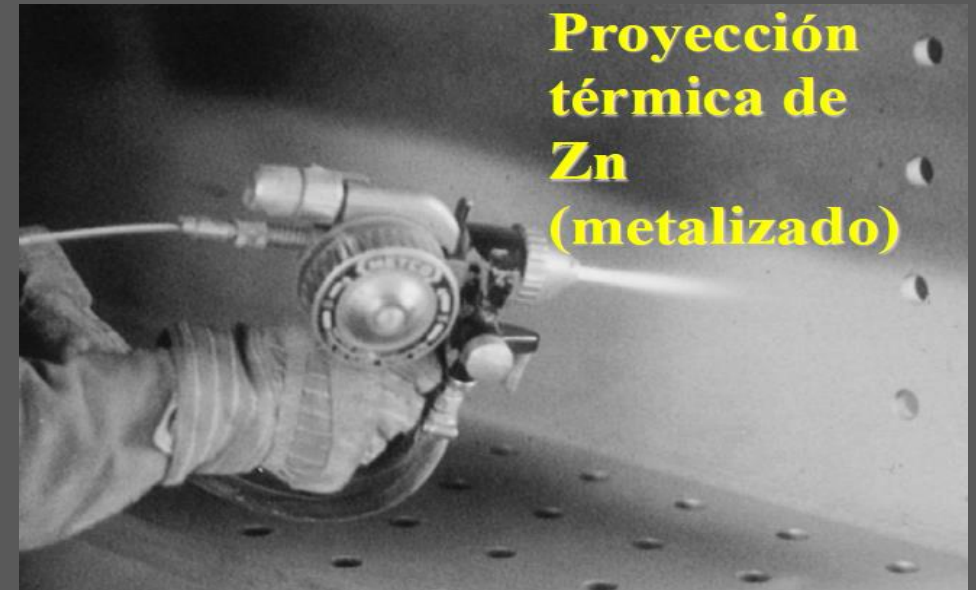
- ✓ El área total sometida a renovación en cada elemento no debe ser superior a 0.5% del área superficial
- ✓ Cuando las áreas que requieren renovación exceden los criterios indicados previamente o son inaccesibles para la reparación, el recubrimiento se debe rechazar



PRACTICA DE LA NORMA PARA REPARACION DE AREAS DAÑADAS Y SIN REVESTIR DE REVESTIMIENTOS GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE

Se recomienda tres tipos productos a base de zinc para la reparación de revestimientos galvanizados :

- ✓ Soldaduras a base de zinc
- ✓ Pinturas que contienen polvo de zinc
- ✓ Zinc pulverizado (Metalizado)



PRACTICA DE LA NORMA PARA REPARACION DE AREAS DAÑADAS Y SIN REVESTIR DE REVESTIMIENTOS GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE

~~Galvanizado en frío~~

~~¡ NO Existe ¡~~





Galvanometal
Perú

Protegiendo el acero del Perú

GIOVANNA LLANOS

GERENCIA DE OPERACIONES

Teléfono 715 0546 / 715 0547

RPM 981 568 319

Mz. "E" Lt. 3 (Entre Calle 7 y 14)

Coop. Las Vertientes V.E.S. - Lima 42 - Perú

gllanos@galvanometalperu.com

www.galvanometalperu.com

¡Gracias!