



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA QUIMICA

CORROSIÓN III:

Control y prevención de la corrosión

PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

CATEDRÁTICO: Dr. RICARDO OROZCO CRUZ

PRESENTA:

ALDANA AGUILAR MARICELA

AMBROS PERALTA MIRIAM

CHIGUIL XOLOT ANAYELI

HERNANDEZ LUCHO MIGUEL ANGEL

BOCA DEL RÍO VER., 7 DE SEPTIEMBRE DEL 2011



Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. TIPOS DE ADHERENCIA.....	4
3. OBJETIVOS DE LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	5
4. DESARROLLO DE TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	6
5. TIPOS DE CONTAMINACIÓN	7
6. TIPOS DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL.....	8
6.1. Condición inicial del acero	9
6.2. Limpieza con chorro de abrasivo grado metal blanco (NACE # 1, SSPC-SP5)	10
6.3. Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Cercano a Blanco (NACE # 2, SSPC-SP10)	12
6.4. Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Comercial (NACE # 3, SSPC-SP6).....	14
6.5. Decapado con ácido.....	16
6.6. Cepillado (chorro de barrido) NACE #4/SSPC-SP7.....	19
6.7. Limpieza con flama para acero nuevo (SSPC-SP4).....	20
6.8. Limpieza mecánica de metal desnudo.....	20
6.9. Carta de colores de la limpieza con chorro de arena	21
6.10. Limpieza con herramientas eléctricas.....	22
6.11. Limpieza con herramientas eléctricas o neumáticas SSPC-SP3.....	23
6.12. Limpieza con herramientas manuales	24
6.13. Limpieza con herramientas de mano SSPC-SP2	24
6.14. Limpieza con solventes	25
6.15. Limpieza con solventes SSPC-SP1	27
6.16. Pretratamiento de metales	28
a) Tratamiento de la superficie con fosfato frío	28
b) Tratamiento de la superficie con fosfato caliente	29
c) Lavado manual con butiral de vinilo.....	29
6.17. Limpieza con chorro de agua a alta y ultra alta presión	29
6.18. Limpieza con abrasivos	30
6.19. Limpieza con chorro de aire.....	31
6.20. Limpieza por chorreado abrasivo húmedo	32
7. PERFIL DE ANCLAJE.....	33



8.	ABRASIVOS	35
8.1.	Tipos de abrasivos	37
8.2.	Criterios para la selección de los abrasivos.....	41
9.	CONCLUSIONES.....	42
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	43



1. INTRODUCCIÓN

Recubrimiento anticorrosivo: Es la pintura anticorrosiva que se aplica sobre la superficie de un metal, con la finalidad de protegerla del medio ambiente y evitar su corrosión.

Una buena limpieza de superficie es la base en la cual descansa el éxito de un sistema de recubrimiento.

Ésta asociado con una correcta aplicación de la pintura anticorrosiva como base, se traducirá en una reducción de costos de mantenimiento y hará que tengan un mayor ciclo vida.

En caso contrario, una falla en la preparación de las superficies, tendrá efectos posteriores como son el dinero invertido en mantenimiento, los paros de plantas más frecuentes y reducción de vida de los equipos.

Por ello, en los grandes comités que se han preocupado por el impacto que la CORROSION efectúa sobre los elementos metálicos, se llegó a un enunciado: "... Más del 90% del buen desempeño de un recubrimiento depende única y exclusivamente de la correcta preparación de superficie".

La preparación de superficie es el proceso por el cual se limpia un sustrato que va ser expuesto a agentes contaminantes y / o corrosivos, para permitir que los recubrimientos aplicados sobre él, lo protejan de forma eficaz y eficiente y evitar su deterioro por los efectos del medio. Además busca reducir costos de mantenimiento y reposición

La preparación de superficie consiste esencialmente de dos componentes básicos, los cuales no pueden ser independientes a la vez: **Perfil de rugosidad y Limpieza.**

Dependiendo del tipo de recubrimiento a aplicar, del ambiente al cual va a ser sometido un equipo en especial, se establece el tipo de preparación de superficie, es decir, se efectúa la limpieza de acuerdo con la Norma más recomendada.

A través del tiempo se ha utilizado la arena como medio abrasivo para realizar la preparación de superficie en elementos metálicos con buenos resultados. Hoy en día, el uso de la arena como medio abrasivo está en entredicho debido a la contaminación del medio ambiente (polución) y adicionalmente el impacto en el personal aplicador (silicosis).

Por ello, se han llevado a cabo estudios que nos conducen a utilizar otros medios o combinación de los existentes con INHIBIDORES de corrosión.



2. TIPOS DE ADHERENCIA

Para que el recubrimiento cumpla de forma eficiente sus objetivos, es absolutamente indispensable que se adhiera completamente a la superficie y esto sólo se consigue mediante una preparación adecuada del sustrato.

“La adherencia es la clave”

La adhesión es la fuerza de interacción entre las superficies de distintos materiales y es una propiedad de la materia, que es generada cuando dos sustancias tienden a unirse.

El objetivo principal a la hora de preparar una superficie antes de aplicar recubrimientos, es crear las condiciones apropiadas para generar una excelente adhesión del sistema protector en el sustrato. La adherencia es la clave para lograr el desempeño eficiente de la protección en el tiempo.

En otras palabras, la cuidadosa preparación del sustrato antes y durante la aplicación del recubrimiento, permitirá obtener una mejor protección contra el ataque corrosivo de las condiciones ambientales. Además se traducirá en la reducción de costos de reparación y mantenimiento. Existen tres tipos de adherencia:

- **Adherencia Mecánica:** Este tipo de adherencia está asociada directamente a la rugosidad del sustrato y se da mecánicamente gracias a la fuerza física generada por la penetración del revestimiento en el sustrato. Todas las superficies tienen un *“perfil de anclaje”*, esto significa distancia entre el pico más alto y el valle más profundo hecho por la preparación de superficie y se puede medir de forma directa y repetible.
- **Adherencia Química:** Esta es la adherencia más efectiva, es la relación química directa entre el recubrimiento y el sustrato, se produce cuando entre los dos materiales se desarrollan uniones por contacto, el mejor ejemplo es el galvanizado en caliente.
- **Adherencia Polar:** Es la adherencia generada por la atracción entre las cargas positivas y negativas del sustrato y el recubrimiento.

Al preparar una superficie también se busca aumentar el área real de contacto para mejorar la adherencia. Preparar muy bien una superficie incrementa dicha área y en consecuencia facilita la adhesión del agente protector, debido a que aumenta la rugosidad del sustrato y mejora el anclaje.

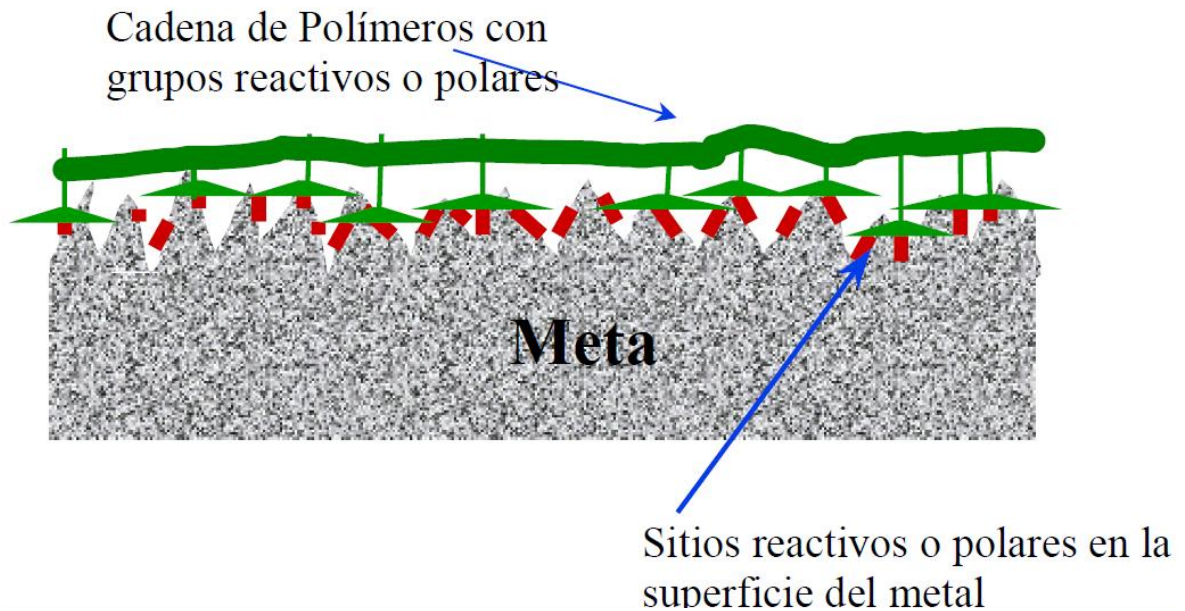


Figura 1. Adherencia del revestimiento después de haber removido los contaminantes y haber generado perfil de anclaje a la superficie del metal

3. OBJETIVOS DE LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La preparación de las superficies debe dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Remover todos los contaminantes visibles como son: cascarilla de laminación, óxido, grasa y aceite, y otros no visibles, tales como: sales solubles de cloro, hierro, sulfatos y silicatos.
- Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos, como: gotas de soldadura, bordes de maquinado, esquinas geométricas, filos, cantos, picos y curvas en general, dado que ahí el recubrimiento adopta bajos espesores y por abrasión se pierde la continuidad de la película dando inicio a la corrosión.
- Obtener en los aceros nuevos un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento sobre la superficie protegida.
- Proporcionar una superficie que pueda humectarse fácilmente para una buena adherencia de recubrimiento.

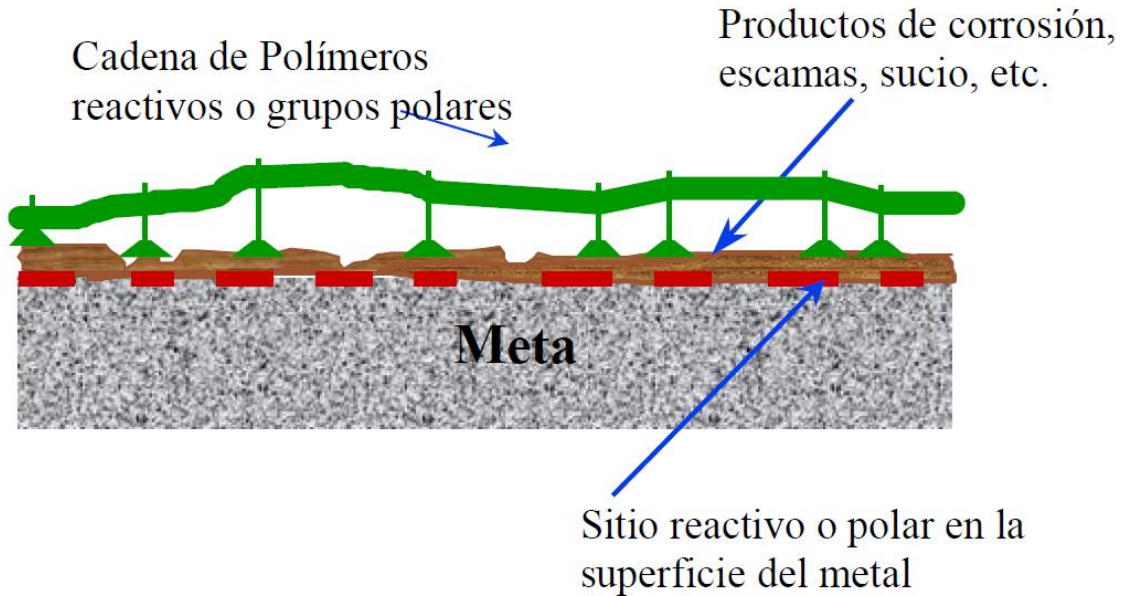


Figura 2. Adhesión del recubrimiento a una superficie sin preparación

4. DESARROLLO DE TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Los métodos más comunes de preparación de superficie, están descritos en forma detallada en el Manual de "Steel Structure Painting Council".

La industria necesita adoptar técnicas adecuadas para la limpieza de superficies y así mejorar la aplicación de materiales de protección contra la corrosión y el desgaste.

Los métodos que se describen a continuación son aceptados comúnmente para la preparación de superficies de acero:

➤ **Preparaciones de superficie con solventes**

Consiste en limpiar las superficies a pintar con solventes de gran capacidad de remoción de grasas y aceites, estas preparaciones no logran crear perfiles de anclaje ni rugosidad en la superficie esto sin contar que su manejo debe ser muy cuidadoso por la peligrosidad generada por los vapores de los solvente. Es necesario utilizar equipos de protección industrial, tales como trajes, mascarar y guates apropiados para este tipo de trabajo industrial.



➤ **Preparaciones de superficie manuales**

Estas preparaciones se realizan con herramientas manuales como lijas, cepillos, gratas etc. Consiste en eliminar toda la contaminación presente como óxidos, costras y cualquier contaminante presente. Son ideales para zonas de contaminación baja y recubrimientos de bajo desempeño.

➤ **Preparación manual-mecánica.**

Consiste en realizar la limpieza del sustrato con herramientas mecánicas, eléctricas, neumáticas etc. Se debe remover toda la contaminación presente como óxidos, costras y contaminantes, se puede usar en zonas de corrosión media y recubrimientos de desempeño bajo a medio.

5. TIPOS DE CONTAMINACIÓN

Se denominan **contaminantes visibles** a aquellas partículas que pueden observarse a la vista, dentro de aquellos tenemos al polvo, arena, residuos de escoria y en general a todo tipo de abrasivo granulado o pulverizado que esté sobre la superficie del sustrato. **Los no visibles** son aquellas que no se distinguen a la vista o que en algunos casos pueden ser observados mediante dispositivos especiales, entre ellos tenemos a las sustancias químicas como sales de cloruros, sulfatos, nitratos, sulfuros, que pueden ser determinados por métodos químicos colorimétricos al reaccionar con reactivos específicos. Dentro de este grupo también se incluyen a las grasas minerales o aceites cuyos efectos pueden ser observados por las manchas que dejan.

La importancia de eliminar los contaminantes descritos es evitar su incorporación en la interfase sustrato / recubrimiento y evitar posteriormente fallas mecánicas como la pérdida de adhesión. La eliminación de todos los tipos de sales mediante un lavado con agua dulce a presión aprovechando su alta solubilidad en el agua, es el método más efectivo. Para eliminar las grasas o aceites lo más efectivo es lavar la superficie contaminada con tensoactivos como jabones líquidos o detergentes industriales, que actúan reduciendo la alta tensión superficial de aquellas sustancias. Como se mencionó anteriormente, los contaminantes no visibles pueden ser detectados mediante ensayos químicos colorimétricos (Fig. 6). En todos los casos su detección es muy fácil de realizar y en tiempo muy corto; por lo que son muy adecuados para trabajos en el campo. El más importante de los contaminantes visibles que debe detectarse por sus propiedades altamente corrosivas es la cantidad de iones cloruros que se encuentra presente en los ambientes salinos y en la arena que se usa como abrasivo durante el arenado. Otras sales que pueden ser detectadas mediante estos métodos son los sulfatos y sulfuros.



Figura 3. Kit colorimétrico para detectar el contenido de cloruros

La superficie deberá estar libre de grasa, aceite, polvo, óxido, escama de laminación, recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante.

Los contaminantes típicos que se deben eliminar son: humedad, aceites grasas, sales, óxidos, productos de la corrosión y toda clase de mugre. La **calamina** si está firmemente adherida, no es necesario removerla cuando el metal se va a exponer en una atmósfera sin contaminación; pero si el recubrimiento que se va a aplicar no tiene un buen poder humectante, o si se va a someter a un medio agresivo, la calamina se debe eliminar totalmente.

6. TIPOS DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL

Varios tipos de equipo mecánico de preparación superficial son usados para limpiar la superficie y para proporcionar así la adherencia apropiada del recubrimiento. La SSPC (Steel Structure Pencil Council) ha prestado más atención a los varios tipos de preparación superficial que cualquier otra organización implicada en trabajo de recubrimientos. La NACE también ha hecho el trabajo extenso, a través de sus comités técnicos, en el desarrollo la preparación superficial estándar; aunque su concentración haya estado sobre todo en la limpieza superficial con voladura abrasiva. Estos últimos años, la organización de estándares internacionales (ISO) ensambló con la NACE y SSPC en el trabajo hacia estándares comunes.

La tabla 1 enumera las especificaciones de la preparación superficial por SSPC, el NACE, Británicos, sueco, y la ISO (organización de estándares internacionales) en un orden decreciente de la eficacia. Cada grado que baja en la lista permite que una mayor cantidad de contaminación sea dejada en la superficie antes del recubrimiento. Esto es extremadamente importante puesto que es el grado de contaminación que sea la llave a la adherencia del recubrimiento.

**Tabla 1. Estándares de preparación de superficie en orden decreciente de eficacia**

NACE	SSPC	SUECO	BRITANICO	ISO 8501
# 1 Metal blanco	SP5 Metal blanco	Sa3	Primera calidad	Sa3
# 2 Casi blanco	SP10 Casi blanco	Sa2 1/2	Segunda calidad	Sa2 1/2
# 3 Comercial	SP6 Comercial SP8 Limpieza con acido SP11 Herramientas eléctricas en el metal	Sa2	Tercera calidad	Sa2
# 4 Cepillo	SP7 Cepillo SP3 Herramienta eléctrica SP2 Herramienta de mano SP1 Limpieza con disolvente	Sa1 St3 St2		Sa1 St3 St2

6.1. Condición inicial del acero

La cantidad de tiempo, trabajo y esfuerzo requerido para lograr algún grado particular de la preparación de la superficie depende en gran medida de la condición inicial de la superficie a limpiar. Es necesario tomar en la consideración la cantidad de oxido, pintura vieja, contaminación, y corrosión activa o las picaduras en la superficie que se protegerá. Mientras que hay muchas condiciones iniciales diversas, la SSPC las han dividido en cuatro condiciones de nueva construcción basadas en la clasificación de grado de oxidación de SSPC-Vis 1-89 “estándar visual para el acero limpiado con chorro abrasivo” y tres condiciones principales del mantenimiento basadas sobre el estándar ilustrado SSPC-V son “estándar visual para la limpieza del acero con herramienta eléctrica y de mano para las superficies previamente pintadas.

Construcción nueva

➤ Grado de oxido

- Superficie del Acero completamente cubierta con cascarilla adherente, poco o nada de residuos de oxido.
- Superficie del Acero completamente cubierta con ambos cascarilla de acero y oxido.
- Superficie del Acero cubierta con oxido, poco o nada de picaduras visibles.



d) Superficie del Acero cubierta completamente con óxido, picaduras visibles.

Mantenimiento

➤ Condición

- e) Pintura de color ligero aplicada encima de la superficie chorreada, pintura en su mayoría intacta.
- f) Pintura rica en Zinc aplicada encima de la superficie chorreada, pintura en su mayoría intacta.
- g) Sistema de pintura aplicada encima de la cascarilla de soporte del Acero, sistema totalmente erosionado, totalmente con ampollas, o totalmente manchado.

Cada uno de estos tipos de superficies es más o menos difícil de preparar; sin embargo, los métodos de preparación indicados en la tabla 9.8 se considera solamente el resultado final del método de preparación de superficie, independientemente de la dificultad con la cual ese resultado final se alcanza. Esto es porque el resultado final de la preparación superficial es el factor importante, puesto que éste dicta el grado de contaminación que se deje en la superficie y por lo tanto, el último grado de adherencia.

6.2. Limpieza con chorro de abrasivo grado metal blanco (NACE # 1, SSPC-SP5)

Limpieza con chorro grado casi blanco (NACE # 2, SSPC-SP5), cuando es visto sin aumento, debe estar libre de aceite, grasa, polvo, suciedad, cascarilla de laminación, óxido, recubrimientos de óxidos, productos de corrosión, y otra materia extraña.

El chorro a metal blanco es el grado más alto de preparación superficial reconocido en la industria para la protección y el mantenimiento de estructuras de acero grandes. Este método no puede ser la última opción del punto de vista de la preparación superficial de la línea de montaje (ejemplo, preparación del cuerpo de acero por la industria del automóvil), sino que es el mejor método del punto de vista del ingeniero de la corrosión. Una superficie de chorreo a metal blanco combina una superficie metálica nueva, limpia con suficiente aspereza para proporcionar una superficie agrandada que permita la máxima adhesión mecánica y/o química y polar.

Esto no significa que incluso con una superficie no bien-chorreada pueda ser que haya contaminación dejada en la superficie. De hecho, éste es a menudo el caso donde el acero expuesto previamente a las condiciones corrosivas se prepara para el recubrimiento. En la industria marina, según lo discutido previamente, pequeñas cantidades de cloruros pueden permanecer en la superficie, particularmente en áreas ásperas y picadas, en la medida que en un corto período de tiempo después de la aplicación del chorro en zonas húmedas, el Acero se cambie de color rápidamente debido a la corrosión de los cloruros o sulfatos retenidos.



Figura 4. Limpieza con chorro abrasivo grado metal blanco

➤ **Procedimiento**

Limpieza con chorro a metal blanco puede consistir en las siguientes secuencias de operación:

Depósitos pesados de aceite o grasa, pueden ser removidos por el método especificado en Spec. SSPC-SP1 " Limpieza con solventes". Pequeñas cantidades de aceite o grasa pueden ser removidas con limpieza por chorro. Si el aceite o grasa son removibles por chorro, el abrasivo no puede volver a usarse porque sería perjudicial para la superficie.

Excesiva cascarilla de laminado puede ser removida con herramientas de impacto según Spec. SSPC-SP2 " Limpieza manual" ó Spec. SSPC- SP3 " Limpieza con herramientas eléctricas o neumáticas" ó por equipo especial de limpieza con chorro.

La superficie podrá ser limpiada hasta un acabado de metal blanco por alguno de los siguientes métodos:

- a) Chorro de arena seco usando aire comprimido, toberas y arena seca con un máximo de tamaño de partícula que no paso a través de un tamiz 16 mallas "US Sieves series".
- b) Chorro de arena húmedo con vapor de agua usando aire comprimido, Toberas, agua y arena con un máximo de tamaño en partícula que no pase a través de un tamiz de 16 mallas "US Sieves series".

Si se ha hecho limpieza con chorro seco, la superficie debe ser cepillada con cepillos hechos de pelo, cerda o fibra, sopladas con aire comprimido (seco y



sin aceite), o limpiadas al vacío con el propósito de remover las trazas de productos de la limpieza con chorro de la superficie y también para remover el abrasivo de cavidades y esquinas.

Si se ha hecho limpieza con chorro húmedo, la superficie debe ser limpiada para enjuague con agua fresca a la cual se le ha agregado una cantidad suficiente de inhibido para prevenir el herrumbre, o con agua fresca seguida de un tratamiento de inhibidores. Esta limpieza debe ser suplementada con un cepillado, si es necesario, para remover residuos.

6.3. Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Cercano a Blanco (NACE # 2, SSPC-SP10)

El chorro abrasivo cercano a limpiar la superficie blanca (NACE # 2, SSPC-SP10), cuando es visto sin aumento, debe estar libre de aceite, grasa, polvo, suciedad, cascarilla de laminación, óxido, revestimiento de óxidos, productos de corrosión, y otra materia extraña, a excepción de manchas que se limitarán a no más del 5% de la superficie ($9 \text{ in}^2/64000\text{mm}^2$) por cada unidad de área, que puede consistir en las sombras de luz, rayas leves, o decoloración menores causadas por manchas de óxido, manchas de cascarillas de laminación, o las manchas de revestimiento aplicado anteriormente.

Limpieza con chorro grado casi blanco, es un método de preparación de superficies metálicas para pintarlas removiendo casi toda la cascarilla de laminado. El herrumbre, la pintura y las materias extrañas, por el uso de un abrasivo impulsado a través de una tobera o por una centrífuga, hasta el grado aquí después especificado.

El acabado final de una superficie limpiada con limpieza con chorro, grado casi blanco, se define como aquella en la cual todo aceite, grasa, suciedad, cascarilla de laminado herrumbre, productos de corrosión, pintura y otras materias extrañas han sido completamente removidas de la superficie, excepto ligeras sombras, rayas o ligeras decoloraciones causadas por manchas de herrumbre, ligeras cascarillas de laminado y delgados residuos de pintura. Por lo menos un 95% de cada pie cuadrado de superficie está libre de residuos visibles, y el resto se limita a las ligeras decoloraciones mencionadas antes.

El tiempo gastado (Nozzle time) no debe ser menos de los 2/3 del que se requiere para producir un acabado de metal blanco sobre la misma superficie, ni debe ser mayor del 95% de los este esfuerzo requiere.



Figura 5. Limpieza con chorro abrasivo grado casi metal blanco

➤ **Procedimiento**

Limpieza con chorro graso casi blanco puede consistir en las siguientes secuencias de operación:

Depósitos pesados de aceite, grasa pueden ser removidos por métodos especificados en la "Limpieza con solventes". Pequeñas cantidades de aceite o grasa pueden ser removidos con chorreo. Si el aceite o grasa son removidos por chorro el abrasivo no puede volverse a usar, ya que sería perjudicial para la superficie.

La excesiva cascarilla de laminado puede ser removida con herramienta de impacto según "Limpieza manual" o "Limpieza con herramientas eléctricas o neumáticas" o por equipo especial de limpieza por chorro.

La superficie del metal podría ser limpiada por "Limpieza con chorro graso casi blanco" por alguno de los siguientes métodos:

- a) Chorro de arena seco usando aire comprimido y toberas y arena seca con un máximo de tamaño que no pueda pasar a través de un tamiz de 16 mallas de US. Sieve Series.
- b) Chorro de arena húmeda, o de vapor de agua, aire comprimido y toberas, agua y arena con un máximo de tamaño en partícula que no pueda pasar un tamiz de 16 mallas de US. Sieves series.

El chorro seco, no debe darse en superficies que puedan humedecerse después de la limpieza y antes de pintarse, o cuando las condiciones ambientales son tales que aparece una visible oxidación antes de pintar.

Si se forma herrumbre después de la limpieza, la superficie debe ser limpiada de nuevo antes de pintar.

La superficie limpiada con chorro debe ser examinada por si hay trazas de aceite, grasa y hollín, si están presentes deberán ser removidos según la especificación. SSPC-SP1 "Limpieza con solventes".



La altura del perfil de anclaje producido en la superficie debe ser limitada a un máximo de que no sea perjudicial para la vida de la película de pintura.

La altura del perfil de anclaje puede ser determinada, pudiendo un sitio plano de la superficie limpiada hasta alcanzar el fondo de las partículas. La altura puede ser medida con un micrómetro de profundidad graduado para leer 0.001".

La superficie limpiada con chorro debe ser posteriormente tratada o pintada como se especifique en los acuerdos sobre el trabajo preferiblemente dentro de las 24 horas después de la limpieza cuando sea practicable, pero en todo caso antes de que algún óxido visible pueda ocurrir.

Donde puedan ocurrir contaminaciones químicas de la superficie, el acero debe ser pintado tan pronto como sea posible después de la limpieza con chorro.

6.4. Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Comercial (NACE # 3, SSPC-SP6).

El chorro abrasivo comercial (NACE # 3, SSPC-SP6) se define como aquella superficie en la cual todo aceite, grasa, suciedad, cascarilla de laminado y materia extraña ha sido completamente eliminada de la superficie y toda herrumbre y pintura vieja ha sido removida, excepto ligeras cobras, rayas o decoloraciones causadas por manchas de herrumbre, ligeras cascarillas de laminadas, residuos delgados de pinturas; si la superficie esta picada, residuos ligeros de herrumbre y pintura, se pueden encontrar en el fondo de las picaduras; por lo menos 2/3 de cada centímetro de superficie estará libre de residuos visibles y el resto estará limitado por ligeras decoloraciones, ligeras sombras o ligeros residuos mencionados antes.

La limpieza de superficies con chorro comercial es otro enfoque práctico para la obtención de un grado de limpieza de la superficie que, en la mayoría de las condiciones, puede proporcionar una base satisfactoria para el recubrimiento. El chorro comercial es ciertamente un grado satisfactorio de limpieza para muchas áreas de la corrosión relativamente leve. Sin embargo, es un menor grado de limpieza que sea NACE # 1 a la NACE # 2, y esto debe ser reconocido por los ingenieros de la corrosión que la aplicación de recubrimientos en las áreas de corrosión relativamente grave (es decir, zonas donde hay mucha humedad, iones, y gran cantidad de condensación de humedad).

Desde un punto de vista práctico, el chorro comercial debe ser el mínimo que se considera para la aplicación de revestimientos de alto rendimiento incluso bajo condiciones de corrosión leve.



Figura 6. Limpieza con chorro abrasivo grado comercial

➤ Procedimiento

Limpieza con chorro grado comercial consta de la siguiente secuencia de operaciones:

Los depósitos pesados de aceite o grasa, se pueden remover por el método especificado en NTC 3891 "Limpieza con solventes". Las pequeñas cantidades de aceite o grasa se pueden remover por limpieza con chorro. Si el aceite o grasa son removibles por chorro, el abrasivo no se puede usar nuevamente porque sería perjudicial para la superficie.

Excesiva cascarilla de laminado puede ser removida con herramientas de impacto según NTC 3892 " Limpieza manual" ó NTC 3893 " Limpieza con herramientas eléctricas" ó por equipo especial de limpieza con chorro.

La superficie podrá ser limpiada hasta un acabado de metal blanco por alguno de los siguientes métodos:

El aire comprimido usado en la limpieza con chorro debe estar libre de agua condensada y aceite. Se debe prever el uso de un separador adecuado o una trampa.

La operación de limpieza por chorro debe hacerse de tal manera que no se produzcan daños a áreas adyacentes al trabajo.

El "blasting" seco no debe darse en superficies que pueden humedecerse después de la limpieza y antes de pintarse o cuando las condiciones ambientales son tales que aparece una visible oxidación antes de pintar. Si se forma herrumbre después del "blasting", la superficie debe ser limpiada nuevamente antes de pintar.

La superficie limpiada con chorro debe ser examinada por si hay trazas de aceite, grasa o hollín, si están presentes deberán ser removidos según NTC 3891 " Limpiezas con solventes".



6.5. Decapado con ácido

La SSPC-SP8 describe el decapado como un método de preparación de superficies de acero mediante una reacción química, electrólisis, o ambas cosas. Las superficies, cuando se ve sin aumento, debe estar libre de todas las cascarillas de laminación visible y de óxido.

Decapado es una operación en planta y no se pueden utilizar sobre estructuras existentes o en las plantas o equipos que hayan sido erigidas. El Decapado se limita a los objetos de acero que se puede sumergir en un baño de ácido, por lo que el tamaño de la bañera determina el tamaño del objeto que se puede limpiar de esta manera. En muchas fábricas de acero, tienen baños continuos de acero en el que la chapa de acero o bobinas se hacen pasar continuamente por el baño de ácido para eliminar toda la cascarilla de óxido de hierro de la superficie. Este es el principio del decapado con ácido, es decir, la eliminación de la capa de óxido en el laminado original en caliente de metal con el fin de abrir y liberar la superficie de acero del óxido. Decapado electrolítico se puede hacer tanto en ácidos y baños alcalinos.

Decapado es el método principal por el cual los objetos que se galvanizarán son tratados. En este caso, la placa de acero, tanques pequeños, o los objetos fabricados son conservados en la planta de galvanización e inmediatamente después del lavado, se sumerge en el zinc fundido con el fin de obtener la máxima amalgamación del zinc con la superficie del acero. Si hay cualquier tipo de contaminación en la superficie después de salir del baño de ácido, el zinc no se adhiere y será necesario repetir el tratamiento del objeto. Lo mismo es cierto para la placa que se va a utilizar para recubrimientos. Muchos fabricantes de acero también han decapado equipo en el que sumergen los objetos que se encuentran más adelante para ser recubierto con recubrimientos orgánicos o inorgánicos. El tratamiento general del acero durante el proceso de decapado es el primero para limpiar el acero y eliminar de la superficie de acero cualquier material que impida la limpieza con ácido en contacto con la superficie y de penetración y remoción de la cascarilla. El mayor problema es el aceite o grasa. Éstos se pueden quitar con disolventes por cualquier medio conveniente, como frotar con un trapo. Una fina película de aceite no suele ser un problema ya que el objeto pasa de esta etapa en un baño de limpieza. Esto puede ser un baño alcalino que ayuda a eliminar la mayor parte de la contaminación de la superficie.

Otros contaminantes dañinos de superficie es la pintura utilizada para las marcas de fábrica, lápiz de cera, marcas de lápices de colores, y la contaminación similar. El baño alcalino caliente puede eliminar la mayor parte de estos. La placa se traslada directamente desde el baño alcalino en el tanque de decapado caliente, donde se deja una cantidad de tiempo suficiente para eliminar todos los de la escala y las manchas de óxido en la superficie. Una vez logrado esto, se elimina de este baño y se traslada a un enjuague de agua (fría, tibia o caliente). El enjuague con agua elimina el ácido de decapado y sales de la superficie del acero. Sin embargo, en este punto, el acero es muy reactivo y se debe evitar la oxidación



de inmediato. Esto se hace mediante el uso de una solución de álcali débil de carbonato de sodio o fosfato trisódico siguiente el agua de enjuague.

Una superficie alcalina no se oxida rápidamente, sin embargo, como se señaló anteriormente, la pintura no se adhiere bien a una superficie alcalina. Para mejores resultados, el pH de la superficie debe ser un poco en el lado ácido de modo que, en muchos casos, el acero decapado va desde el lavado en una solución de ácido fosfórico o fosfórico, ácido crómico. Como se trata de este baño, el acero puede aún estar muy caliente y de inmediato recibirá una capa de imprimación, aprovechando así la superficie seca y el hecho de que el primario penetre y se seque más rápido sobre una superficie caliente.

En algunos casos, donde todavía hay contaminación que se muestra en la superficie, estas áreas se les han dado un cepillado rápido con el fin de eliminar la contaminación antes de aplicar la imprimación. Esto no sólo elimina la mayor parte de la contaminación residual, sino que aumenta el patrón de anclaje también.

El decapado es un buen método de preparación de la superficie de recubrimientos de alto rendimiento, ya que asegura que la superficie sobre la cual se aplica el recubrimiento está limpia. Sin embargo, tiene un inconveniente: la aspereza de la superficie de acero procedentes de un baño de decapado es considerablemente menor que la de uno que ha sido chorreado mecánicamente. Esto significa que la superficie no es tan grande por lo que hay pocas ventajas derivadas de la adhesión mecánica. Sin embargo, los recubrimientos que no requieren la adherencia mecánica pueden ser aplicados sobre una superficie decapada con excelentes resultados. Como se puede observar en la relación de grados con la adhesión en la tabla 9.8, el decapado es el puesto n^o 4. Solamente los métodos de la preparación superficial de granos minerales aparecen superiores. Mientras que el método de decapado de preparación de la superficie se ha demostrado, no es del todo fiable ya que las soluciones de decapado y lavado baños se pueden contaminar. Si se toma el cuidado inadecuado, los contaminantes se acumulan en la superficie de los líquidos y se vuelve a depositar en el acero cuando se retira. Esto no es un caso aislado, ya que muchos operadores de decapado pasaron alto la contaminación, sin darse cuenta de su efecto sobre los recubrimientos que se pueden aplicar. No obstante, si la adhesión del recubrimiento es crítica y las exposiciones son graves (inmersión constante), decapado con ácido (a menos que el proceso este muy bien controlado) que normalmente no sería el medio óptimo para la preparación de metales. En estos casos, los tratamientos con chorro representaría la mejor recomendación.

➤ Procedimiento

"Pickling" puede consistir en las siguientes secuencias de operación:

Depósitos pesados de aceite, grasa, manchas, y otras materias extrañas distintas de herrumbre, cascarilla y óxidos, pueden completamente removidos según SSPC SP1 "Limpieza con solventes". Pequeñas cantidades de tales



materias extrañas, pueden ser removidas en tanques de "Pickling", sin que queden residuos perjudiciales en la superficie.

Toda la cascarilla de laminado herrumbre y óxido pueden ser removidos por "PICKLING" en solución caliente o fría de ácido sulfúrico, clorhídrico (muriático) o fosfórico a la cual se han agregado suficiente inhibido para prevenir ataque a la base del metal, seguido de un enjuague adecuado con agua caliente a más de 140°F.

- a) PICKLING en un 5% a 10% en peso de Ácido sulfúrico, que contiene en inhibido a una mínimo de 1400, hasta que todo el herrumbre y la cascarilla ha sido removida; después enjuague con agua limpia, después inmersión de 2 a 5 min en solución de 1 a 2% en peso de ácido fosfórico, con 0.3% a 0.5% de fosfato de hierro a una temperatura de más de 180°F.
- b) PICKLING en 5% en volumen de ácido sulfúrico agregando suficiente inhibido para prevenir el ataque a la base de metal, hasta que la cascarilla y el herrumbre han sido removidos, seguido de un enjuague de 2 a 5 minutos de agua caliente a 1700F-1800F.

El acero tratado por este método debe ser sumergido por lo menos 2 min. En una solución inhibidora a más de 1900F, que contenga a 0.75% de dicromato de sodio y un 0.5% de ácido ortofosfórico.

El contenido de hierro disuelto, no debe permitirse que exceda al 6% en baños de ácido sulfúrico, o al 10% en baños de ácido clorhídrico (muriático).

Solamente agua limpia y condensado de vapor deben permitirse para soluciones y enjuagues. Los tanques para enjuague deben ser alimentados continuamente con agua nueva y la cantidad total de ácido o sales disueltas no debe exceder a 2 gr por litro (0.2% en peso).

Para disminuir las pérdidas, todo el acero deberá ser suspendido brevemente sobre el tanque de ácido del cual ha sido retirado, permitiendo que drene la mayor parte de la solución ácida.



Figura 7. Tinas contenedoras de ácido para decapado

6.6. Cepillado (chorro de barrido) NACE #4/SSPC-SP7

NACE # 4/SSPC-SP7 define una superficie de limpieza a cepillado, cuando se ve sin aumento, debe estar libre de todo el aceite visibles, grasa, polvo, suciedad, cascarillas de laminación, restos de óxido y recubrimiento suelta. Justamente la cascarilla adherente, el óxido y recubrimiento puede permanecer en la superficie. Cascarilla de laminación, óxido, y el recubrimiento se consideran fuertemente adherida, si no se puede eliminar mediante el levantamiento con una espátula. El cepillado suele ser un método de limpieza de campo y generalmente no se usa en los talleres de fabricación o plantas de chorreo. Se trata de un método de limpieza del acero, ya sea nuevo o recubierto con anterioridad, que es rápido y tiene un bajo costo. Con excepción de los últimos tres técnicas de chorreo o decapado, chorreo con cepillo es sin duda la menos costosa y el mejor método de preparación de superficies de terreno. Esto no significa, sin embargo, que debe ser utilizado en áreas altamente corrosivas o como base para los recubrimientos altamente resistente a la corrosión.

El cepillado es un buen procedimiento de bajo costo en los exteriores del tanque o de acero estructural que requiere sólo la eliminación de contaminación de la superficie y la pintura suelta o cascarillas de oxido. Tiene la ventaja de la eliminación de estos materiales con bastante facilidad, y el operador de voladura puede recoger las áreas que están muy corroídos con bastante facilidad y remover el recubrimiento o las cascarillas de los puntos fuertes de la concentración del chorro abrasivo en ese lugar por un tiempo más largo que en otra parte de la superficie. Además, dado que se utilizan abrasivos, la superficie es rugosa, en cierta medida, lo que permite la adherencia mecánica, tanto sobre los recubrimientos aplicados anteriormente y sobre las zonas oxidadas. Cuando se repinta los materiales, tales como poliuretanos y resinas epoxi, la superficie vieja por lo general requiere un poco de aspereza antes de la aplicación de capas adicionales, y el cepillado es una buena manera para lograr esto.

El procedimiento de limpieza con cepillo es donde se sostiene la pistola a una distancia considerablemente mayor de la superficie que los otros métodos de limpieza, y la superficie es barrida con el chorro de corriente. Que se realiza mejor con una boquilla de orificio de chorreo más grande que el chorro comercial, chorro cercano a blanco, o chorro de metal blanco, a presiones más bajas, y con abrasivos de chorreo de más finos de tamaño.



Figura 8. Cepillo para la limpieza chorro de barrido

6.7. Limpieza con flama para acero nuevo (SSPC-SP4)

Este método es efectivo cuando no existe un gran riesgo de incendio, y cuando el material a remover puede ser removido fácilmente después de calcinado.

La superficie se calienta rápidamente usando una flama de alta velocidad de oxiacetileno, resultando en el desprendimiento de óxidos y descamaciones, y posteriormente, el acero se cepilla para eliminar los residuos.

La limpieza por fuego ha dejado de ser considerado un método adecuado para preparar acero, pues no es lo suficientemente efectivo o eficiente.



Figura 8. Limpieza con flama

6.8. Limpieza mecánica de metal desnudo

Esta especificación (SSPC-SP11) utiliza tanto las herramientas eléctricas viejas y más recientes discos de fibra y las ruedas para obtener una superficie mucho más limpia como sea posible con herramientas SSPC-SP3. Esto es definido como una superficie, cuando se vea sin aumento, que deberá estar libre de todo el aceite visible, grasa, polvo, suciedad, cascarilla de laminación, óxido, pintura, óxido, productos de corrosión, y otras materias extrañas. Residuos ligeros de óxido y pintura se puede dejar en la parte inferior de las picaduras si la superficie original fue picada. También se requiere un nuevo perfil de al menos 1 mil (25 micras).



Figura 9. Discos no tejidos



Figura 10 a. Roto pins (discos) figura 10 b. Limpieza con herramientas de poder a metal desnudo

6.9. Carta de colores de la limpieza con chorro de arena

El acero con chorro de arena dependiendo de la superficie de oxido existente, cascarillas de laminación, así como el tipo de abrasivo utilizado en el chorro de arena, dará un aspecto diferente, incluso cuando se siguen las misma especificaciones. Esto ha sido una causa de preocupación cuando el trabajo con chorro de arena no parece haber completado con las especificaciones, pero en realidad puede ser completo como se especifica.

Hay que tener en cuenta, que el color en cualquier material será determinado por el tipo de oxido (si queda) y también los agregados utilizados en este método de limpieza.

Figura 11. Carta de colores de la limpieza con chorro de arena



6.10. Limpieza con herramientas eléctricas

La definición de la SSPC limpieza con herramienta mecánica (SSPC-SP3) es un método de preparación de superficies metálicas por el uso de herramientas eléctricas de mano asistida. Elimina todas las escamas de laminación sueltas, óxido suelto, pintura suelta, floja y otras sustancias extrañas perjudiciales. No se pretende que todas las escamas de laminación, óxido y pintura de ser eliminado por este proceso, pero la cascarilla de laminación sueltas, herrumbre, pintura y otros materiales extraños perjudiciales deberán ser eliminados. Cascarilla de laminación, óxido y la pintura se consideran adherentes si no se puede eliminar mediante el levantamiento con una espátula aburrido.

Hay una serie de herramientas de impacto que puede efectivamente eliminar la cal de una superficie y eliminar toda la pintura y el óxido. Una de ellas es la pistola de agujas neumático en el que un grupo de agujas impacto en la superficie muy fuertemente, rompiendo cualquier escala, el óxido y la pintura que pueda haber en la superficie.

También hay herramientas rotatorias impacto que, en esencia, mayal la superficie con una serie de pequeños cables o martillos pequeños endurecidos. Una vez más, el revestimiento y la escala de oxidación se eliminan por este medio. Lijar también tiende a remover pintura y oxidación, así como la cascarilla de molienda de la superficie libre de estos materiales. En este caso, el abrasivo en la lijadora rotativa corta el metal y de esta manera aumenta la superficie de modo que alguna adherencia mecánica se deriva también.

Los más pobres método de preparación de la superficie con un cepillo de alambre de poder que, en muchos casos, tiende a propagar más la contaminación en la superficie y pulir la superficie de la cal y el óxido en lugar de que se borre realmente. Aceite o grasa que se encuentra en la superficie, y sobre el cual pasa un cepillo de alambre rotatorio, se extiende sobre la superficie en un área mucho más amplia de lo que originalmente existía. Antes de cepillado o limpieza manual mecánica, todas las áreas de petróleo y la grasa.



Figura 12. Pistola de aguja neumática

Pulidora



6.11. Limpieza con herramientas eléctricas o neumáticas SSPC-SP3

- Limpieza con herramientas eléctricas o neumáticas, es un método para preparar una superficie metálica para pintar, removiendo la cascarilla de laminado, desprendida, herrumbre desprendida y pintura desprendida con cepillos eléctricos o neumáticos, impacto eléctrico o neumático, esmeril eléctrico o neumático, o por la combinación de estos métodos.
- No se intenta que la cascarilla de laminado, el herrumbre y la pintura sean removidas por este método; pero la cascarilla desprendida, la herrumbre desprendida, la pintura desprendida y otros materiales extraños perjudiciales pueden ser removidos.

➤ Procedimiento

Limpieza eléctrica o neumática puede consistir en las siguientes secuencias de operación:

1.- Aceite, grasa, residuos de escoria de soldadura y sales, pueden ser primero removidos por los métodos descritos "Limpieza con solventes" SSPC-SP1. Otras materias extrañas pueden ser removidas por las siguientes operaciones:

2.- Herrumbre estratificada puede ser removida con impacto de herramientas eléctricas o neumáticas. Si está presente menor cantidad de herrumbre estratificada puede ser removida como se especifica en la norma SSPC-SP2 "Limpieza manual".

3.- Toda cascarilla de laminado, toda herrumbre desprendida o no adherente, toda pintura desprendida, puede ser removida por uno o más de los siguientes métodos; se deberán remover únicamente si se especifica. Los métodos para esta remoción son:

- Cepillo de acero eléctrico o neumático usando rotatorios radiales o cepillos de copa de conveniente tamaño, que puedan entrar en todas las aberturas accesibles, ángulos juntos y esquinas. Los alambres de a cero de los cepillos deben tener suficiente rigidez para limpiar la superficie. Los cepillos deben mantenerse libres de materias extrañas y deben cambiarse cuando no sean bien efectivos. La superficie debe ser limpiada pero no pulida hasta un grado perjudicial.
- Limpieza por impacto de herramienta eléctrica o neumática, usando pistolas de aguja, raspadores rotatorios, raspadores de uno o más pistones, y otros mecanismos similares para limpieza por impacto.



Los lados cortantes de estas herramientas deben mantenerse en condiciones efectivas de operación.

- Pulidoras eléctricas usando ruedas abrasivas, usando materiales abrasivos. Los materiales abrasivos deben descartarse resultan inefectivos.

6.12. Limpieza con herramientas manuales

La limpieza con las manos es uno de los más antiguos procesos usados para la preparación o limpieza de las superficies antes de pintar. Es una forma ineficaz de la prevención de la corrosión del acero, principalmente debido a la cantidad de contaminación que queda en la superficie de este método de preparación.

Limpieza manual es un método de preparar superficies metálicas para pintarlas, removiendo cascarilla de laminado desprendida, herrumbre y pintura desprendida con cepillo manual, limpiando manual, raspado manual o por la combinación de estos métodos.

Martillos y otras herramientas de impacto similar puede romper fuertes incrustaciones de óxido de la superficie, sin embargo, mucho de lo que no puede ser removido por este medio se queda en el fondo de los hoyos. Como regla general, se utiliza la limpieza de la mano solamente cuando el equipo eléctrico o el otro equipo de la preparación superficial no están disponibles, donde está inaccesible el trabajo a las herramientas eléctricas, o donde está demasiado pequeño el trabajo de reparación en una capa autorizar el uso de las herramientas eléctricas.

Las herramientas de mano por lo general se utilizan los cepillos de alambre, raspadores, cinceles, cuchillos, pulidoras, y papel de lija. Una vez que la superficie se ha saltado libremente del moho pesado o del óxido, pintura, o escamas de laminación sueltas, repasando la superficie con una lija de grado medio ayuda materialmente en la eliminación de la contaminación de la superficie.

Limpieza de herramientas de mano es en realidad un método de alto costo de la preparación de una superficie, ya que sólo unos pocos metros cuadrados por hora pueden limpiarse de manera satisfactoria con este método.

6.13. Limpieza con herramientas de mano SSPC-SP2

1.- Limpieza manual es un método de preparar superficies metálicas para pintarlas, removiendo cascarilla de laminado desprendida, herrumbre y pintura desprendida con cepillo manual, limpiando manual, raspado manual o por la combinación de estos métodos.

2.- No se pretende remover con este procedimiento toda la cascarilla del laminado, herrumbre y pintura, pero la cascarilla de laminado desprendida, la herrumbre desprendida, la pintura desprendida y otros contaminantes extraños deberán ser removidos.



➤ Procedimiento

La limpieza manual puede consistir en las siguientes secuencias de operación:

1.- Aceite, grasa, residuos solubles de soldadura y sales pueden ser primero removidos por métodos anteriormente delineados en la norma SSPC-SP1 "Limpieza con solventes". Otras materias extrañas pueden ser removidas por las siguientes operaciones:

2.- Herrumbre estratificada puede ser removida con martillo manual, descarchado manual u otra clase de impacto manual o la combinación de ellos. Impacto con instrumentos eléctricos o limpieza con chorro, pueden ser usados según la opinión del contratista.

3.- Toda cascarilla de laminado desprendida o herrumbre no adherente o desprendida puede ser removida con cepillo de alambre, lijado manual, raspado manual, o por la combinación de estos métodos.



Cepillos de Alambre

Lijas

Espátulas

Figura 13.

6.14. Limpieza con solventes

La definición de limpieza con solventes SSPC (SSPC-SP1) es un método para eliminar todo el aceite visible, la grasa, el suelo, el dibujo y corte de los compuestos, y otros contaminantes solubles de las superficies de acero. La emulsión o limpiadores alcalinos se pueden utilizar en lugar de disolventes, siempre que la superficie se lava con agua dulce o de vapor para eliminar los residuos perjudiciales.

No hace nada para eliminar el óxido, incrustaciones de óxido, las escamas o los residuos de viejos recubrimiento de la superficie. Si alguno de estos se encuentran en la superficie y disolvente de limpieza que se requiere, la presencia del aceite y la grasa pueden contaminar las superficies de otros hasta el punto



donde la receptividad de reales para el recubrimiento es peor que antes de la limpieza con solventes.

El manual de la pintura SSPC define claramente, de la siguiente manera, las ventajas y desventajas de disolvente de limpieza en el capítulo dedicado a la preparación de superficie.

A. Ventajas: Las siguientes ventajas pueden ser enlistadas para limpieza con disolventes (incluyendo desengrase al vapor)

1.- Disolventes eliminar los aceites y grasas rápidamente.

2.- Son fáciles de aplicar: Los solventes quitan el aceite y la grasa con rapidez y facilidad. El equipo de limpieza requiere un mínimo de espacio. En desengrase al vapor el trabajo proviene de la desengrasante libre de aceite, cálido y seco, y listo para cualquier operación posterior de acabado.

B. Desventajas: Por desgracia, hay algunas desventajas graves en la limpieza de los disolventes que imponen limitaciones a su uso en la limpieza de acero estructural:

1.- Tanto los disolventes y aplicadores pronto se contaminado con aceite y por lo tanto, en lugar de eliminar por completo el aceite, sólo hay que distribuirlo.

2.- La limpieza de solvente es costosa si se realiza correctamente. Implica el trabajo de mano de obra y suele ser lento. En la mayoría de la limpieza de los disolventes, con excepción de desengrase al vapor, hay una considerable pérdida de disolvente por evaporación, arrastre hacia fuera, y derramamiento.

3.- En general (con la excepción de desengrase al vapor), los disolvente de limpieza constituye un peligro de incendio.

4.- Únicamente los aceites y grasas se eliminan: Los disolvente de limpieza son inútil para la eliminación del moho. Estimuladores de óxido, jabones, sales y otros materiales solubles en agua permanecen en la superficie, y debe ser eliminado o neutralizado.

5.- Los vapores que desprende en disolvente de limpieza son, en muchos casos tóxicos [y / o explosivos].

6.- Algunos disolventes clorados son un poco descompuesto por el calor en contacto con el agua y el metal, formando ácido clorhídrico, que ataca rápidamente el equipo y causa la oxidación de las partes limpiadas. Esto puede ser controlado mediante el uso de disolventes estabilizados con bases volátiles, que tienden a neutralizar el ácido que se forma.

Uno de los métodos de limpieza con disolventes (desengrase al vapor) es eficaz en el que se puede colocar el objeto en una unidad de desengrase al vapor. El desengrase al vapor consiste en retirar el aceite, grasa, cera y otros materiales solubles, suspendiendo el objeto en un vapor de disolventes de tricloroetileno o de otros disolventes tratados con cloro. El disolvente vapor se condensa en la superficie del objeto, y el contaminante y el solvente escurren del objeto en forma de goteo hacia abajo en el depósito. Puesto que el vapor es del solvente se evapora del depósito, están totalmente libres de la contaminación, y la superficie es por lo tanto lavada continuamente por un disolvente limpio. El solvente limpio se condensa en todas las superficies de modo que cada parte del objeto está sujeto a la acción de limpieza.



Un segundo método que se ha mejorado el procedimiento de solvente desengrasante es el uso de algunas mezclas comerciales que contienen un solvente fuerte, como xileno y la nafta, con un fuerte agente emulsionante. Esta mezcla es eliminado sobre la superficie a limpiar, la grasa o el aceite es recogido por el disolvente, y una vez que esto ha tenido lugar, el disolvente y la grasa puede ser lavado de la superficie por el agua. Un chorro de agua se utiliza generalmente.

Los limpiadores a base de agua, biodegradables desarrollados recientemente se utilizan con frecuencia en vez de limpiadores solventes basados hidrocarburo. Estos se dejan reposar sobre la superficie de 15 a 30 minutos antes de poder lavarse con agua limpia y fresca. Son muy eficaces en la limpieza de residuos calcáreos de las películas de capas envejecidas y con frecuencia son preferibles sobre cepillo, ya que no fracturar la capa existente, mientras que elimina de todas las sueltas, la capa de polvo. Además, muchas de ellas tienen un efecto de ablandamiento temporal en la pintura vieja, lo que hace que la penetración y adherencia del revestimiento nuevo sea mucho más eficaz.

Este procedimiento es muy superior para quitar el aceite y la grasa de la superficie en comparación con el uso del disolvente solo. Esto sólo se puede utilizar solamente donde es posible una colada del agua.

Como se ha indicado anteriormente, la limpieza con solventes es un método específico de preparación de la superficie y se utiliza principalmente como tratamiento previo para otros métodos de preparación de la superficie. Cada una de las especificaciones NACE/SSPC requiere la limpieza con solventes, como paso previo a la limpieza con chorro abrasivo

6.15. Limpieza con solventes SSPC-SP1

1.- Limpieza con solventes es un procedimiento para remover materiales extraños perjudiciales tales como: aceite, grasa, manchas y otras contaminaciones de la superficie del acero mediante el uso de solventes, emulsiones, compuestos limpiadores, limpieza con vapor o materiales y métodos similares, los cuales determinan una acción solvente o limpiadora-

2.- Se entiende que los solventes para la limpieza, si son especificados deben ser usados ante de aplicar la pintura y con otros métodos especificados para preparación de superficies, para remover el herrumbre, cascarilla de laminado o pintura.

Procedimiento

La limpieza con solventes consiste en las siguientes secuencias de operación:

1.- Manchas, salpicaduras de cemento, sales u otras materias extrañas (distintas de grasa o aceite) pueden ser removidos cepillando con fibras duras o



cepillos de alambre o por raspado, o lavado con soluciones alcalinas seguido de un enjuague con agua fresca, o por combinación de estos métodos. Cuando se especifica el enjuague con agua fresca debe ser seguido de un lavado de pasivación con Dicromato o de ácido Crómico diluido.

La grasa y el aceite pueden ser removidos por alguno de los métodos siguientes:

1.- Fregando o cepillando las superficies con raspadores o cepillos humedecidos con un solvente. El fregado final debe darse con solventes limpio y cepillo o raspador limpio. De otra manera el aceite y las otras contaminaciones son únicamente esparcidos sobre la superficie.

2.- Rociando la superficie con solvente. El rociado final debe darse con solvente limpio.

3.- Vapor desengrasado usando estabilizador hidrocarburos clorados como solventes.

4.- Inmersión completa en uno o varios tanques con solventes. El solvente de la última inmersión no debe contener sustancias contaminantes.

5.- Lavado con vapor: usando detergentes o limpiadores la superficie deberá ser finalmente lavada con vapor o agua caliente para remover los residuos.

6.- Si son usados removedores de pintura para quitar la pintura, alguna cera del removedor que permanece en la superficie puede ser laminada con el uso de un solvente conveniente. Algún residuo alcalino del removedor puede ser eliminado lavando la superficie con agua fresca. El residuo de pintura o del removedor debe ser eliminado.

6.16. Pretratamiento de metales

Hay una serie de tratamientos previos para la preparación de superficie del metal.

a) Tratamiento de la superficie con fosfato frío

Se utiliza específicamente para la conversión de fosfato de superficies limpias y para la prevención de la oxidación inmediata de algunas superficies de acero limpias. No está destinado a ser utilizado para quitar el óxido o cascarilla y no es satisfactorio para el uso de acero oxidado, ya que resultados de las pruebas han demostrado que en realidad reduce el rendimiento de los recubrimientos sobre superficies oxidadas.

El pre-tratamiento habitual de fosfato frío es una combinación de ácido fosfórico concentrado en un disolvente soluble en agua, tales como el alcohol butílico, alcohol etílico, o cualquier otro material. Tratamiento de superficies de



acero limpio, con soluciones de fosfato como puede inhibir la oxidación de la superficie por un período considerable de tiempo (es decir, varios días).

b) Tratamiento de la superficie con fosfato caliente

Es un tratamiento de fosfato en la superficie caliente que convierte la superficie del acero una gruesa capa cristalina de sales insolubles de ácido fosfórico. Su objetivo es inhibir la corrosión y mejorar la adherencia y el rendimiento de la pintura a aplicar. Estos tratamientos previos han demostrado ser beneficiosos para las superficies de acero galvanizado o que estén libres, la escala, suciedad, pintura, o blanco para prevenir corrosión del óxido.

Este tipo de tratamiento previo de la superficie se utiliza principalmente en los elementos de producción, y hay una serie de métodos patentados utilizados en plantas de producción para el tratamiento de piezas y objetos de metal antes de la aplicación de recubrimientos.

c) Lavado manual con butiral de vinilo

Se compone de una capa de cromato de zinc básico del butiral de vinilo, a veces llamado como primer lavado. Se trata de un pre-tratamiento de metales, que reacciona con el metal, y al mismo tiempo, forma una película protectora de vinilo que contiene pigmento inhibidor para ayudar a prevenir la oxidación.

El disolvente contiene una solución de alcohol de ácido fosfórico, que reacciona con la resina de vinilo, el pigmento, y el acero. Este pretratamiento está destinado a ser utilizado principalmente en el acero limpio (es decir, libres de óxido y la escala) o en metal galvanizado limpio.

El pre-tratamiento de lavado no debe usarse sobre aceros que han sido tratados previamente en ninguna otra forma.

6.17. Limpieza con chorro de agua a alta y ultra alta presión

Chorro de agua (WJ), como se especifica en la NACE # 5/SSPC-SP12, requiere el uso de agua a alta presión o de ultra-alta (70 Mpa/10000 psi) para preparar una superficie para el revestimiento

- Bajo la presión de la limpieza del agua (LP WC) se lleva a cabo a presiones de menos de 34 Mpa (5000 psi).
- Limpieza de alta presión de agua (HP WC) se lleva a cabo a presiones de 34 a 70 Mpa (5000 a 10000 psi).
- Alta presión de agua a alta presión (HP WJ) se lleva a cabo a presiones de 70 a 170 MPa (10.000 a 25000 psi).
- Ultra alta presión de inyección (UHP WJ) se realiza a presiones superiores a 170 Mpa (25.000 psi).

Este tipo de presiones de eliminar rápidamente la mayoría de los contaminantes de la superficie. Es eficaz en la eliminación de sales acumuladas, suciedad, grasa y otros materiales similares contaminantes de las superficies.

La NACE # 5/SSPC-SP12: chorro de agua contiene dos definiciones del sistema de la superficie prevista por este método. La primera es Visual (WJ) y el segundo es no visuales (SC), de la siguiente manera:



Grados de limpieza que se logran con chorro de agua a alta y ultra alta presión:

WJ-1: Las superficies deberán estar libres de óxido visible ya existente, los revestimientos, las escamas y la materia extraña y tiene un acabado metálico mate.

WJ-2: Para las superficies deben ser limpiadas con un acabado mate con al menos el 95% de la superficie libre de todos los residuos visibles ya existentes y el 5% restante que contiene sólo las manchas dispersas al azar de óxido, revestimientos, y otras materias extrañas.

WJ-3: Superficies deben ser limpiadas con un acabado mate con un mínimo de 2 / 3 de la superficie libre de todo residuo visible (excepto la cascarilla de laminación) y el restante 1 / 3 que contiene sólo aleatoriamente dispersas manchas de óxido existentes con anterioridad, recubrimientos y materia extraña.

WJ-4: Superficies deberán tener todo el óxido, las escamas sueltas, y las capas sueltas de manera uniforme eliminado.

Grados de limpieza de contaminantes no visibles que se deben requerir cuando se usa chorro de agua a alta y ultra alta presión:

SC-1: Las superficies deberán estar libres de todos los niveles detectables de contaminantes se determina utilizando los equipos disponibles pruebas de campo con la sensibilidad de aproximación equipo de pruebas de laboratorio. Para efectos de esta norma, los contaminantes son solubles en agua cloruros, sales insoluble y sulfatos.

SC-2: Las superficies deberán tener menos de 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ contaminantes de cloruro, de menos de 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de los niveles de iones ferrosos solubles, y menos de 17 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de sulfato de contaminantes, como se comprueba por el campo o análisis de laboratorio con el test fiable, reproducible equipo.

SC-3: Superficies deberán tener menos de 50 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ cloruro y sulfato de contaminantes, como se comprueba por el campo o análisis de laboratorio utilizando un equipo fiable, prueba reproducible.

Se puede utilizar para lavar viejas capas y eliminar la suciedad de los revestimientos fuertemente adherido, así como abrigos inorgánicos de base. El proceso de chorro de agua se considera mucho más rápido que las herramientas de limpieza mecánica. También se considera un método de limpieza más que herramientas de mecánica de suelos de chapa de acero deformadas, la ampliación de las rejillas de metal, y áreas similares.

6.18. Limpieza con abrasivos

El método preferido para la preparación de acero para la aplicación de alto rendimiento de recubrimiento es de limpieza por chorro abrasivo. No sólo proporciona una superficie limpia y elimina el óxido, la escala, la pintura y de otras materias contaminantes, sino que también pone áspera la superficie y proporciona



mecánico, así como la adhesión química. Se obtiene la limpieza de chorro abrasivo consiste esencialmente en la afectación de la superficie con las partículas abrasivas de alta velocidad hasta tal punto que la contaminación en la superficie se quita y una superficie de metal limpia, activa.

La limpieza abrasiva utiliza pequeñas partículas propulsadas por una corriente de aire o un chorro de agua para incidir en la superficie, eliminando contaminantes a través de la fuerza de su impacto.

Básicamente, existen tres métodos por los cuales las partículas abrasivas se pueden acelerar para obtener el suficiente impacto para reducir la superficie del metal. Estos son chorro de aire, chorro de agua (En el que las partículas abrasivas se incluyen en la corriente de agua), y de la voladura mecánico giratorio (donde el abrasivo se descarga de una rueda de paletas giratorias rápidamente, lanzando el abrasivo contra la superficie del metal). Los dos primeros métodos pueden ser utilizados siempre que sea el chorro abrasivo está permitido, mientras que el tercero es un método mecánico y es sobre todo una operación en la planta, aunque los nuevos equipos portátiles son capaces de ser utilizados en operaciones de campo específico.

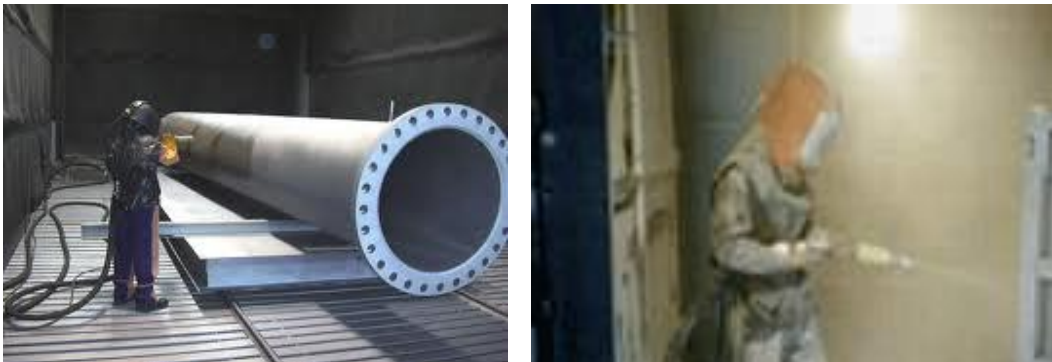


Figura 14. Limpieza con abrasivo

6.19. Limpieza con chorro de aire

Chorro de aire ha sido el método más común de preparación de la superficie. Muchos diferentes abrasivos se pueden utilizar con este procedimiento de chorro, y puede ser utilizado para los buques de explosión, de acero estructural industrial, el hormigón, y muchas otras superficies diferentes. Es el tipo más versátil de la preparación de la superficie y, sin duda, implica el menor costo de cualquier método de preparación de la superficie. También es el método más eficaz de preparación de la superficie, especialmente para los recubrimientos que se van a utilizar en las zonas altamente corrosivos.

Chorro de aire a presión se puede utilizar como un método dentro de la planta o la preparación de superficies para la limpieza y la preparación de los tanques de móviles, de estructuras de acero, o de partes pequeñas. También



puede ser utilizado en grandes instalaciones, con los trabajadores fijos de voladura en grandes espacios cerrados. Muchos astilleros tienen ahora completamente cerrado y con aire acondicionado esencialmente instalaciones de chorro y el revestimiento que se acomoda a las secciones de grandes bloques de los buques, esto es una clara ventaja, ya que elimina muchos de los problemas climáticos que presentan dificultades en varias partes del mundo.

La principal ventaja de un sistema de chorro de aire es que la superficie esté seca. Si bien puede ser criticó a una serie de diferentes etapas, en función de la limpieza, los sitios activos en el metal está expuesto a aceptar grupos polares del revestimiento de la adherencia. A menos que haya humedad considerable en la zona, la superficie permanecerá seca hasta que el recubrimiento se aplica, que normalmente se hace en el mismo día.

Otra de las ventajas de chorro de aire es que el residuo que haya quedado en la superficie no es más que polvo y por lo tanto se puede quitar fácilmente soplando con una aspiradora. Cuando la contaminación por polvo es removido, la superficie está lista para cubrir. Chorro de aire también le da una buena producción y un buen perfil, pero sobre todo, puede proporcionar una buena superficie limpia y seca sobre la cual puede ser un revestimiento aplicado.



Figura 15. Limpieza con chorro de aire

6.20. Limpieza por chorreado abrasivo húmedo

Debido al problema de la contaminación del aire creado por chorro abrasivo seco, recientemente ha sido más húmedo de limpieza abrasiva. Hay dos métodos de limpieza con chorro abrasivo húmedo, se utiliza alta presión explosiones de agua, que incluye una pequeña cantidad de abrasivo, mientras que el otro método más común, simplemente añade agua a la boquilla o en la corriente de aire / abrasivo de una operación de limpieza en seco. En ambos métodos, la superficie puede ser llevada a una explosión de color blanco.

Los favorecidos distintos de limpieza con chorro abrasivo húmedo (es decir, agua que contiene un abrasivo) es la falta de polvo durante la operación. En lugar de polvo, sin embargo, no puede haber una acumulación considerable de agua en



la zona, que también puede ser un peligro. La superficie producida por una adecuada unidad de mojado chorro abrasivo con agua a alta presión y una cantidad relativamente pequeña de abrasivo que es bueno y ofrece un buen perfil. El agua / abrasivos / combinación restos de pintura que se abstuvieran de entrar en cualquier forma de agua navegable, o permitir que se filtran a las fuentes de agua subterránea. El chorro de agua a alta presión limpia por la acción tanto del agua como la presión alta y el abrasivo impulsado por el contenido de agua a alta velocidad. También hay un mucho mayor de agua a abrasiva relación que en el procedimiento de chorro de agua.

Esto puede, sin embargo, causar muchos problemas en las áreas de bolsillo que tanto el agua y el abrasivo se acumulan por lo tanto se tiene que limpiar a fondo. La superficie húmeda chorro abrasivo limpia es también una desventaja. La superficie húmeda puede oxidar rápidamente, dejando una superficie menor a la óptima para la aceptación de recubrimiento. Para evitar la oxidación, los inhibidores, que en sí puede causar dificultades de revestimiento, se debe utilizar en el agua. Algunas capas tienen menos de la mejor adherencia superficial cuando se utiliza sobre una superficie inhibida. Sin embargo, la mayoría de las desventajas de agua de chorro abrasivo están relacionadas con el agua que se utiliza para llevar a la abrasión. Hay un problema de seguridad en el uso de algunos de estos de alta presión de agua. Un individuo golpeó una de corto alcance con agua a alta presión que contiene abrasivos, no sólo sería herido por el agua a alta presión, pero los abrasivos se pueden incrustar en cualquier área del cuerpo en el camino del agua.

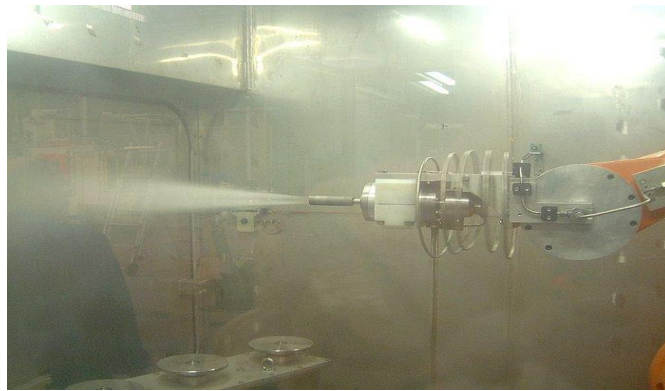


Figura 16. Limpieza por chorro abrasivo húmedo

7. PERFIL DE ANCLAJE

El perfil de anclaje es la rugosidad de una superficie posterior a la limpieza por un medio abrasivo para proporcionar adherencia entre una capa de pintura y un sustrato. Se mide de la parte más profunda hasta el punto más alto de la saliente. Se mide en mils, que corresponde a un milésimo de pulgada, por tanto, 1 mils equivale a 0,025 milímetros.

El perfil de anclaje depende de la condición original de la superficie, la intensidad y duración de la limpieza, así como del tipo de abrasivo utilizado.

La rugosidad nos va ayudar con el anclaje del recubrimiento y adhesión de la pintura.

La rugosidad se obtiene por dos principales factores:

- ✓ Método de la preparación de la superficie
- ✓ Tipo de abrasivo seleccionado para la limpieza

Para especificar la rugosidad se utilizan una serie de valores tales como:

➤ **Parámetro de Rugosidad Ra:**

Distancia media a una línea central imaginaria que puede dibujarse entre las crestas y los valles

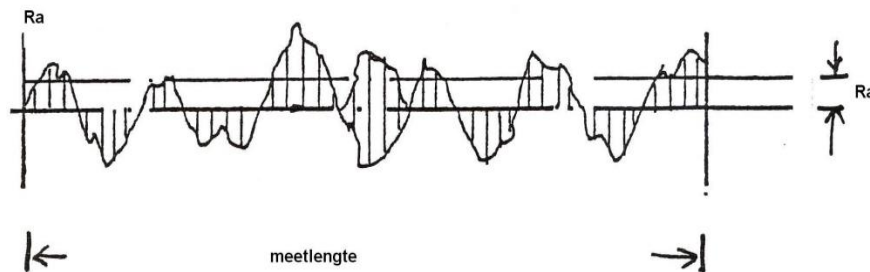


Figura 17. Parámetro Ra

➤ **Parámetro de Rugosidad Rt:**

Distancia de la cresta más alta al valle más bajo de la muestra.

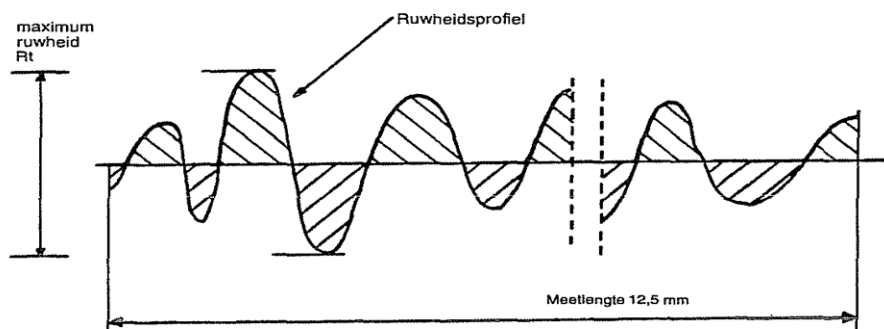


Figura 18. Parámetro Rt

➤ **Parámetro de rugosidad Rz:**

Promedios de la distancias máximas de Picos y Valles de las muestras.

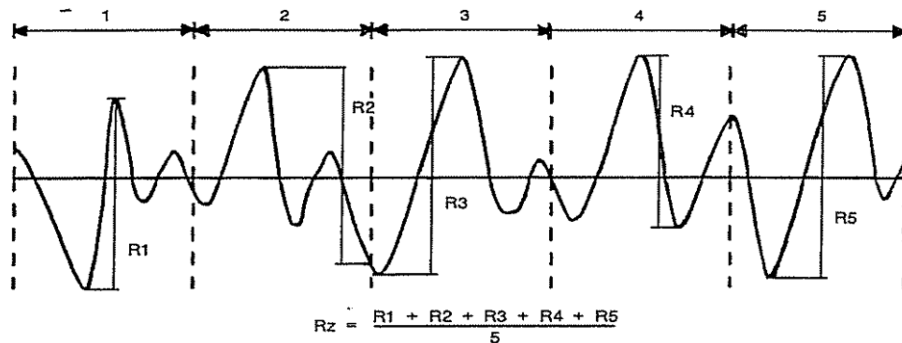


Figura 19. Parámetro Rz

8. ABRASIVOS

Es una sustancia generalmente sólida en forma de partícula utilizada para efectuar la limpieza de una superficie metálica o no metálica, y que produce un perfil de anclaje cuando por medio de un dispositivo se impacta a presión sobre una superficie.

El tipo de abrasivo dependerá del perfil de anclaje deseado, de la facilidad para conseguir determinado abrasivo, de la uniformidad requerida en el perfil, de los costos de adquisición y el volumen de abrasivo a manejar.

Algunas características de los abrasivos son:

➤ **Tamaño**

El tamaño de las partículas del abrasivo es sumamente importante para lograr un patrón de textura consistente al aplicar el chorro de abrasivo en la superficie. Los fabricantes de abrasivo utilizan varias nomenclaturas y numeraciones para definir el tamaño de sus productos. La medida uniforme entre todas las partículas de abrasivo se convierte en un parámetro de mucha importancia cuando el fabricante de recubrimientos especifica un perfil determinado para la superficie. Partículas más grandes cortarían demasiado profundo, dejando puntas muy marcadas que probablemente sobresaldrán del recubrimiento, esto favorecería a la oxidación. Para compensar dicha diferencia entre las cavidades más profundas y las puntas más altas, se tendría que aplicar varias capas de recubrimiento, lo que incrementaría el tiempo de trabajo y el costo total.

Elija el tamaño de la malla que le proporcione el acabado deseado. Las partículas grandes remueven múltiples capas de pintura, corrosión pesada o lechada de concreto y dejan perfiles profundos en las superficies. Los abrasivos tamaño mediano remueven óxido ligero, pintura floja, y escamas de acero delgadas. Las



partículas pequeñas dejan perfiles superficiales y son ideales para el chorreado de abrasivo de metales de poco calibre, madera, plástico, cerámica y otras superficies semi-delicadas, además son muy recomendables para marcar las superficies con algún logotipo que requiere de precisión en el corte del abrasivo.

➤ **Forma**

Las diferentes formas en los abrasivos ofrecerán diferentes perfiles en la superficie siendo las dos principales configuraciones de los abrasivos la angular y la esférica. Los abrasivos angulares trabajan mejor cuando se trata de desprender capas pesadas de pintura y corrosión. El abrasivo esférico en cambio, es mejor para remover escamas de fabricación y contaminación ligera., también es utilizado para realizar el martilleo (shot peening) para el relevado de esfuerzos. El martilleo crea una superficie uniforme comprimida que hace que los resortes y otros metales sujetos a alta tensión tengan mucho menos posibilidades de fallar.

➤ **Densidad**

Densidad es el peso del abrasivo por volumen. Esta es la característica menos determinante que se tiene que tomar en cuenta para realizar un trabajo de sandblast, a menos que la diferencia de densidades sea muy amplia entre los distintos materiales. En la medida en que el material sea más denso, será mayor la energía con que se impacte contra la superficie.

➤ **Dureza**

La dureza del abrasivo determinará su efecto sobre la superficie que va a ser sandblastada. Si el abrasivo es más duro que el sustrato, dejará un perfil sobre la superficie. Si es más suave que la superficie, pero más dura que el recubrimiento, solamente removerá el recubrimiento. Si es más suave que el recubrimiento, solamente limpiará la contaminación de la superficie sin remover el recubrimiento. La dureza del abrasivo está medida en la escala de Mohs siendo 1 tan suave como talco y 15 Mohs materiales tan duros como el diamante. Los abrasivos del tipo de carburo de boro, carburo de silicio y óxido de aluminio, estarán dentro del rango 10 al 13.

➤ **Fragilidad**

Con fragilidad nos referimos a la tendencia del abrasivo a fragmentarse en partículas más pequeñas como consecuencia del impacto, mientras más frágil sea el abrasivo, menos veces puede ser reutilizado y más polvo generará. La arena sílica es extremadamente frágil debido a su composición de cuarzo y nunca debe ser reutilizada. En el primer uso, más del 70% de la arena se convierte en polvo desprendiendo peligrosas partículas de sílice, la gente expuesta al polvo de sílice, puede contraer una enfermedad llamada silicosis. La mayoría de los abrasivos fabricados y derivados de un producto, pueden ser reciclados varias veces, al



igual que algunos abrasivos naturales como el granate y el pedernal. La escoria de cobre y níquel se fractura en partículas más pequeñas que pueden ser reutilizadas. La granalla de acero puede ser efectivamente reciclada unas 200 veces o más.

8.1. Tipos de abrasivos

Los abrasivos pueden ser clasificados en cinco tipos:

- ✓ Metálicos
- ✓ Óxidos (fabricados o naturales)
- ✓ Silicas
- ✓ Vegetales
- ✓ Conglomerados o escoria

Cada abrasivo limpia de forma diferente y proporciona una rugosidad diferente. En la tabla 2 podemos apreciar la acción de diversos tipos de abrasivos en una placa de acero.

Tabla 2. Rugosidad y abrasivos

Tipo de abrasivo	Rugosidad promedio producida				
	25 μm (1 mils)	37 μm (1.5 mils)	50 μm (2 mils)	62.5 μm (2.5 mils)	75/100 μm (3/4 mils)
Arena tamizada silica (tamiz)	30/60	16/35 ó 16/30	16/35 ó 16/30	8/35 ó 8/30	8/20
Granalla (grado)	G-80	G-50	G-40	G-40	G-25
Perdigones (grado)	S-110	S-170	S-230	S-280	S-330/390
Oxido de aluminio (tamiz)	T-100	T-50 ó 16/30	T-36	T-24	T-16

Con arena tamizada silica 16/35 ó 16/30 se puede obtener un rango de rugosidad entre 37 y 50 μm . y con granalla grado G-40 se puede obtener un rango de rugosidad entre 50 y 62.5 μm .



A continuación se de una breve descripción de algunos abrasivos

➤ Arena sílica



Este abrasivo de bajo costo, se utiliza principalmente cuando se realizan trabajos en exteriores, ya que su precio es más económico y su uso no puede ser mayor a dos veces; su avance es mediano y le proporciona un acabado mate, es importante considerar que su fragilidad es muy alta por lo que es uno de los abrasivos que más polvo genera. Este abrasivo tiene un alto contenido de sílice por lo que puede presentar riesgos a la salud de los trabajadores y debe de utilizarse bajo estrictas medidas de seguridad y siempre con el equipo de protección para el operador ya que puede producirle daños tales tan severos como la muerte.

➤ Escoria de cobre



Este abrasivo también conocido como "abrasivo negro" o "abrasivo ecológico" se obtienen principalmente de 2 fuentes: la fundición de metal (cobre y níquel) y las calderas para generar poder eléctrico (carbón). La escoria de cobre ha aumentado su demanda debido a su capacidad de limpieza, disponibilidad, bajo contenido de sílice (menos del 1%), gran rango de medidas y su relativo bajo costo. Sus partículas duras y angulares le otorgan gran velocidad y capacidad de corte, haciéndola perfecta para una gran cantidad de usos. En algunas aplicaciones, quizá sea necesario reducir la presión del aire para evitar que las partículas de la escoria de cobre se inserten en el acero. La principal desventaja al usar escoria de cobre es su alta fragilidad, debido a la cual genera gran cantidad de polvo y limita su reuso, además de que la escoria debe ser revisada de estar libre de contaminantes antes de comenzar a usarla.

➤ Abrasivos agrícolas



Existe una gran variedad de **abrasivos agrícolas**. La cáscara de nuez y el olote de maíz se encuentran dentro los más populares. Estos abrasivos agrícolas son ligeros y suaves, y si son utilizados con el equipo, la técnica y la atención adecuada pueden remover pintura de la madera, plástico, metales de calibre ligero y otras superficies duras. Este tipo de abrasivo es utilizado para limpiar motores eléctricos sin dañar la lámina y los cables aislados.



Sin embargo su uso no es muy común y frecuentemente existen problemas para tener un suministro adecuado.

➤ **Oxido de aluminio**



Este abrasivo angular es uno de los más populares en el mercado debido a su rapidez en la limpieza, óptima profundidad en su corte y aceptable tasa de reutilización. Su principal característica es la velocidad de limpieza y/o preparación de superficies para aplicar recubrimientos, además, proporciona un excelente anclaje en las superficies lo cual es un requisito en la aplicación de recubrimientos.

Con una adecuada regulación de la presión y elección del tamaño de grano se pueden obtener diferentes resultados, que van desde la limpieza de materiales fuertemente adheridos a las superficies, hasta el grabado en vidrio, cerámica, resinas y otros materiales. La generación de polvo del óxido de aluminio es baja y es ampliamente recomendable para cabinas y sistemas presurizados en cuarto ya que puede llegar a tener una reutilización de 10 hasta 25 ocasiones. Al ser una partícula angular con un alto nivel de abrasión, su avance en la acción de corte es notablemente rápido dejando un acabado mate. La duración de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno con un abrasivo de estas características disminuye considerablemente ya que se encuentra alrededor de 20 a 40 horas de trabajo.

➤ **Carburo de silicio**



Es el abrasivo más duro, afilado y costoso en el mercado. Está clasificado como 13 en la escala de Mohs' (escala de 15 puntos), haciéndolo ideal cuando se requiere un corte fino, pero profundo, al igual que para remover residuos tratados con calor de partes endurecidas. Este abrasivo tiene también un buen número de reusos, ya que cuando las partículas se estrellan sobre la superficie y se fragmentan en partículas más pequeñas no pierden su filo, por lo que siguen teniendo una buena acción de corte a pesar de reducir su tamaño. El carburo de silicio es principalmente preferido por aquellos usuarios del chorreado de abrasivos que requieren una limpieza rápida con un buen anclaje y sin contaminación ferrosa, ya que debido a su alta dureza, el carburo de silicio limpia mucho más rápido que cualquier otro abrasivo del mercado, esta rapidez en el



trabajo es de gran ayuda cuando se realizan grabados sobre cerámica, vidrio y madera, ya que permite un corte más profundo con menos tiempo de exposición del chorro sobre la mascarilla. El rango de tamaños es muy amplio, va desde los muy gruesos hasta los muy finos lo que permite desarrollar una amplia gama de acabados con este abrasivo. Al ser un abrasivo tan agresivo sobre las superficies, lo es también en el desgaste del equipo y consumibles, por lo que es importante que utilice boquillas de boro y recubra las paredes del área de trabajo con lámina de hule o acero.

➤ **Perla de vidrio**



Este abrasivo esférico también conocido como microesfera de vidrio es particularmente útil para proporcionar acabado sobre superficies metálicas como aluminio y acero inoxidable dejando un acabado satinado. Cuando los requerimientos de mantenimiento exijan la limpieza de las piezas sin atacar violentamente la superficie, se recomienda emplear perla de vidrio ya que el impacto de la microesfera sobre la superficie no desgasta significativamente el material, cualidad que la hace inadecuada si se va a pintar la pieza posteriormente.

La perla de vidrio es empleada en cabinas y cuartos con sistemas de succión ó presurizados para procesos de limpieza de moldes, remoción de rebabas, detección de defectos de soldadura en superficies metálicas y limpieza de superficies con materiales ligeros como carbón o residuos en las superficies de pistones y válvulas, entre otros usos. La generación de polvo es baja, al igual que su velocidad de limpieza y puede reciclarse de 10 a 15 veces. La duración promedio de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno es de 320 – 640 horas de trabajo.

➤ **Media plástica**



Este abrasivo de bajo impacto está fabricado de resinas plásticas que pueden ser de plástico reciclado o manufacturado específicamente para el chorro de abrasivos, tiene una dureza entre 3.0 y 4.0 en la escala de Mohs, hecho originalmente para la remoción de recubrimientos en armazones de aviones y componentes de naves espaciales tiene la particularidad de remover cualquier recubrimiento de casi cualquier producto ya que la partícula de plástico es más dura que el recubrimiento pero más suave que las superficies y puede limpiar sin dañar superficies delicadas como aluminio, latón, cobre, magnesio, acero delgado y titanio. Sus principales aplicaciones son en la limpieza de maquinaria industrial, troqueles, moldes exteriores de aluminio, acero, fibra de vidrio, equipo de apoyo especial, sistemas de armas, paneles plásticos, cascos de embarcaciones marinas, etc. Puede ser usada para quitar primer, pintura,



poliuretano, químicos resistentes adheridos a superficies, contaminantes y hasta carbón acumulado. La media plástica por el tipo de material y su dureza está dividida en varios tipos dentro del rango de 3 a 4 mohs y de acuerdo a la especificación miliar de los Estados Unidos se cataloga en MIL SPEC Tipo I (3.0 Mohs') Resina de Poliéster, MIL SPEC Tipo II (3.5 Mohs') Resina de Urea Formaldehído, MIL SPEC Tipo III (4.0 Mohs') Resina de Melanina y MIL SPEC Tipo IV (3.5 Mohs') Resina de Fenol Formaldehído. Todos pueden ser usados para el blasting, pero su capacidad de remoción y avancen variarán de acuerdo al tipo de material. Las clasificaciones del tamaño del grano varían y van desde la 8 a la 100, sin embargo ya que este abrasivo se utiliza principalmente para remoción de recubrimientos los estándares son: 12/16, 18/20, 20/30, 30/40.

➤ **Bicarbonato de sodio**

Recientemente los operadores de equipo para limpieza con chorro de abrasivo se han visto en la necesidad de buscar nuevas opciones de abrasivos que les permitan hacer una limpieza en exteriores, utilizando sistemas de sopleteo en húmedo y de fácil manejo con los desechos. El bicarbonato de sodio se convierte en una excelente opción cuando se requiere limpiar recubrimientos, pinturas, contaminación, grasa, oxidación, grafiti, etc. en superficies de ladrillo, concreto, mármol, cantera, madera, polímeros, fibra de vidrio, aluminio, acero, etc. Este abrasivo es sumamente útil para las empresas dedicadas al mantenimiento de edificios históricos, monumentos, esculturas de mármol ya que el daño sobre la superficie es casi inexistente y el desecho es soluble al agua. Este abrasivo permite inclusive remover pintura de vidrio sin esmerilarlo y puede llegar a remover oxidación y algunos recubrimientos de tecnología.

Su uso se recomienda básicamente en equipos especialmente diseñados para manejo de bicarbonato de sodio ya que se requieren condiciones especiales para el correcto flujo del abrasivo. También puede utilizarse en sistemas secos, sin embargo, esto no es muy recomendable ya que al ser una partícula tan fina genera demasiado polvo por lo que su uso está prácticamente sujeto a equipos con sistemas de sopleteo húmedo que eliminan el 100% de la generación de polvo

Al ser un abrasivo soluble, biodegradable y utilizado con sistemas de sopleteo húmedo (wet blast) se convierte en una gran alternativa cuando se requiera trabajar en lugares cerrados, o en condiciones donde no se pueda generar polvo y el manejo de desechos de arena y lodo sea complicado. Existen algunas mezclas de bicarbonato de sodio, pero generalmente en cuanto a tamaño solamente tiene una presentación.

8.2. Criterios para la selección de los abrasivos

Algunos de los factores que ayudan a determinar el abrasivo que se debe utilizar son:

- Tipo de metal que se va a limpiar.
- Forma de la estructura



- Tipo de material a ser removido.
- Acabado superficial deseado del recubrimiento.
- Perfil del metal a recubrir y espesor del recubrimiento
- Cantidad de abrasivo que se perderá durante la limpieza
- Ruptura del abrasivo
- Recuperación del abrasivo
- Riesgos asociados con el uso de los abrasivos
- Área en la que el abrasivo se usará y los daños que causará al equipo

9. CONCLUSIONES

Se ha visto que la cantidad de contaminación sobre el sustrato, produce una marcada diferencia en cuanto a las características adhesivas de los recubrimientos anticorrosivos. Los sistemas iniciales a base de pintura de aceite, que se aplican mediante brocha, presentan una penetración mayor debido a que sus vehículos son de bajo peso molecular, y por lo tanto, son capaces de adaptarse, a mayor contaminación, sobre la superficie de lo que son los actuales recubrimientos cuyos vehículos son de alto peso molecular, ya que a causa del tamaño de sus moléculas, existen menor oportunidad para que estos materiales funcionen adecuadamente dentro de cualquier contaminación aun cuando se apliquen con medios mecánicos como la brocha. Esto nuevamente realza la necesidad de una preparación de superficie adecuada. En otras palabras un “metal blanco” ofrece la mejor oportunidad para la adhesión, puesto que presenta el máximo número de sitios de unión para el recubrimiento. El grado “cercano a blanco” proporciona casi la misma superficie, ya que la cantidad de contaminación dejada sobre ella, es extremadamente pequeña. La limpieza “comercial” deja rastros de contaminación sobre la superficie, y como tal, existe un menor porcentaje de área para que se realicen las uniones. Mientras que el grado “ráfaga” deja una cantidad sustancial de contaminación sobre la superficie; por lo tanto, se reduce considerablemente la posibilidad de la adhesión química y la polar.

Sin embargo, existen circunstancias donde este procedimiento no es práctico o económico, por lo que se emplea un método sustituto. En estos casos el método mas practico depende de la exposición, el tipo de recubrimiento de acabado y las condiciones presentes de la superficie. Cada caso puede ser analizado por separado; pero por ningún motivo se debe permitir otra preparación que no sea a metal blanco para servicios de inmersión.



10. BIBLIOGRAFÍA

- Corrosion prevention by protective coatings, Second edition Munger, C.G. ; Vincent, L.D.
- Recubrimiento de los metales, Pere Molera Solá
Alfaomega grupo editor
- <http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/normas.php>
- http://www.sandblast.net/?page_id=230
- http://www.adiproco.comkonkersoporte_aplicacionguia_preparacion_superficies.pdf
- http://www.mail.consulmar.esguia_usuario_devcon51.pdf