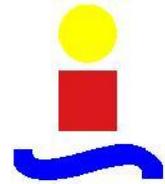




UNIVERSIDAD DE SEVILLA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIROS



PROYECTO FIN DE CARRERA

Proyecto Fin de Carrera:
IMPLANTACIÓN DE UN NUEVO
SISTEMA DE FICHAS DE
INSTRUCCIÓN PARA EL PINTADO
DEL HELICÓPTERO AS-210-LINCE

INGENIERÍA AERONÁUTICA

Departamento de ingeniería mecánica y de los materiales



En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres, por animarme no solo en este proyecto sino durante toda la carrera. A D. Luis Valentín Bohórquez Jiménez por ayudarme a realizar este proyecto. A la empresa AERNNOVA Andalucía, por tantos conocimientos sobre pintura de aeronaves.

Por último, gracias a todas las personas que en mayor o menor medida han contribuido a que este proyecto se haya hecho realidad.



Contenido

1.	OBJETO.....	9
1.1.	ANTECEDENTES.....	9
1.2.	FINALIDAD DEL PROYECTO.....	10
1.3.	ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO.....	11
2.	HELICÓPTERO.....	13
2.1.	ESICOPTER AS210 LINCE.....	13
2.2.	DIMENSIONES.....	14
2.2.1.	DIBUJO A TRES VISTAS.....	14
2.2.2.	DIMENSIONES GENERALES.....	14
2.2.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	15
2.3.	MATERIAL.....	17
2.3.1.	ALEACIONES DE MOLDEO.....	18
2.3.2.	ALEACIONES PARA FORJA.....	19
2.3.3.	TRATAMIENTO S TÉRMICOS EN ALEACIONES PARA FORJA.....	20
2.3.4.	ENDURECIMIENTO POR PRECIPITACIÓN.....	24
2.3.4.1.	SOLUBILIZACIÓN.....	24
2.3.4.2.	TEMPLE.....	25
2.3.4.3.	MADURACIÓN.....	25
2.3.5.	APLICACIONES DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO.....	27
2.3.5.1.	SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN.....	27
2.3.5.2.	SECTOR AEROESPACIAL.....	29
2.3.5.3.	SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	29
2.3.5.4.	OTROS SECTORES.....	30
2.3.6.	CORROSIÓN DEL ALUMINIO.....	31
2.3.7.	TIPOS DE CORROSIÓN DEL ALUMINIO.....	31
2.3.7.1.	CORROSIÓN POR PICADURAS.....	31
2.3.7.2.	CORROSIÓN INTERGRANULAR.....	32



2.3.7.3.	CORROSIÓN POR RESQUICIOS.	32
2.3.7.4.	CORROSIÓN UNIFORME.	32
2.3.7.5.	CORROSIÓN METÁLICA.	32
2.3.7.6.	CORROSIÓN BAJO TENSIÓN.	33
2.3.7.7.	CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN.	33
2.3.7.8.	CORROSIÓN FILIFORME.	33
2.3.8.	PROCEDIMIENTOS PARA EVITAR LA CORROSIÓN.	33
3.	INSTALACIONES DE PINTURA.	34
3.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE PINTURA.	36
3.1.1.	SISTEMA DE ILUMINACIÓN.	37
3.1.2.	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	38
3.1.3.	SISTEMA DE VENTILACIÓN.	41
3.1.4.	SALAS PARA PREPARACIÓN Y MEZCLA DE PINTURA.	42
3.2.	TERMOHIGRÓMETRO.	44
3.3.	CERTIFICACIÓN PRINADCAP.	46
3.4.	NORMAS BÁSICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA SALA DE MEZCLAS DE PINTURA.	47
3.5.	REQUISITOS DE SEGURIDAD E HIGIENE.	48
3.6.	EQUIPOS DE PINTURA.	49
3.7.	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA NAVE DE PINTURA.	50
4.	PROCESO DE PINTURA.	51
4.1.	PROCESO ESPECIAL DE PINTURA.	51
4.2.	IMPORTANCIA DEL PROCESO DE PINTURA.	52
4.3.	COMPONENTES DE LAS PINTURAS.	54
4.4.	TIPOS DE PINTURAS.	55
4.5.	SELECCIÓN DEL TIPO DE PINTURA.	61
4.6.	TRATAMIENTO DE PREPINTADO.	63
4.7.	APLICACIONES DE LA PINTURA.	64



4.8.	PINTURA DE AERONAVES.....	71
5.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI).....	74
5.1.	MÁSCARA.....	74
5.1.1.	SEMIMÁSCARA (MEDIA MÁSCARA 6000).....	74
5.1.2.	MÁSCARA COMPLETA.....	77
5.1.3.	SISTEMA RESPIRADOR CON SUMINISTRO DE AIRE S-200.....	82
5.2.	GAFAS.....	91
5.3.	GUANTES BI-COLOUR.....	92
5.4.	TRAJE (de buzo).....	93
6.	OPERACIONES DEL PROCESO DE PINTADO.....	94
6.1.	GENERALIDADES.....	94
6.2.	OPERACIONES DEL PROCESO Y SU SECUENCIA.....	95
6.3.	PREPARACIÓN Y MANEJO DE PINTURA.....	96
6.3.1.	MEZCLA Y DILUCIÓN.....	96
6.3.2.	TIEMPO DE REACCIÓN PREVIA.....	97
6.3.3.	MEDIDA DE LA VISCOSIDAD.....	97
6.3.4.	TIEMPO DE VIDA DE LA MEZCLA.....	100
6.3.5.	CONDICIONES AMBIENTALES.....	101
6.4.	PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.....	102
6.4.1.	ELIMINACIÓN DE PINTURAS, MARCAS Y RESTOS DE PROTECCIONES TEMPORALES.....	102
6.4.2.	LIMPIEZA PREVIA.....	102
6.4.3.	ACONDICIONAMIENTO DE SUPERFICIES.....	103
6.5.	OPERACIÓN DE ACABADO.....	104
6.5.1.	WASH PRIMER.....	104
6.5.1.1.	IMPRIMACIÓN.....	105
6.5.2.	TOPCOAT.....	106



7.	PROCESO DE PINTADO DE AS210-LINCE.	106
7.1.	PROCESO GENERAL.	106
7.2.	PINTURAS UTILIZADAS.	107
7.2.1.	PRIMER P05.	107
7.2.1.1.	PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.	108
7.2.1.2.	CONDICIONES DE APLICACIÓN.	109
7.2.1.3.	APLICACIÓN.	109
7.2.1.4.	SECADO Y CURADO.	110
7.2.1.5.	CONTROLES DE CALIDAD: VALIDEZ DEL PRODUCTO Y DE LA MEZCLA.	110
7.2.1.6.	TOUCH -UP (RETOQUES).	111
7.2.1.7.	DECAPADO.	112
7.2.1.8.	HIGIENE- SEGURIDAD-MEDIO AMBIENTE.	112
7.2.2.	TOPCOAT.	112
7.2.2.1.	PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.	113
7.2.2.2.	APLICACIÓN.	114
7.2.2.3.	SECADO Y CURADO.	115
7.2.3.	PINTURA CONDUCTIVA CHO-SHIELD 2002.	116
7.2.3.1.	PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.	116
7.2.3.2.	APLICACIÓN.	117
7.2.3.3.	SECADO Y CURADO.	118
7.2.3.4.	TOUCH-UP (RETOQUES).	119
7.3.	REQUERIMIENTOS DE LA INSTALACIÓN DE PINTURA PARA ESICOPTER.	119
8.	PROBETAS Y ENSAYOS DE PROBETAS.	123
8.1.	PREPARACIÓN DE PROBETAS.	123
8.2.	INSPECCIÓN VISUAL.	124



8.3.	ENSAYOS DE ADHERENCIA EN PROBETA (SOBRE RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS).....	124
8.3.1.	PREPARACIÓN SUPERFICIES.....	124
8.3.2.	ENSAYO DE ADHERENCIA EN SECO.....	124
8.3.3.	EQUIPAMIENTO.....	125
8.3.3.1.	HERRAMIENTA DE CORTE.	125
8.3.3.2.	RODILLO ALISADOR.	127
8.3.3.3.	BROCHA SUAVE.....	128
8.3.3.4.	CINTA ADHESIVA.....	128
8.3.3.5.	PAPEL DE LIJA DE SCOTH BRITE.	128
8.3.3.6.	PAÑO BLANCO LIMPIO.....	129
8.3.4.	PROCEDIMIENTO.....	129
8.3.5.	EVALUACIÓN Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS.....	131
8.3.6.	INFORME DEL ENSAYO.....	133
8.3.7.	ENSAYO DE ADHERENCIA EN HÚMEDO.....	134
8.4.	ENSAYO DE MEDICIÓN DE ESPESOR.....	134
9.	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE PINTURA.....	136
9.1.	DESENGRASE.....	138
9.1.1.	EL DESENGRASE EN FASE VAPOR.....	138
9.1.2.	PRODUCTOS PARA DESENGRASE.....	138
9.2.	TÉCNICAS DE DESENGRASE.....	139
9.2.1.	DESENGRASE MEDIANTE DISOLVENTES LÍQUIDOS.....	139
9.2.2.	DESENGRASE MEDIANTE DISOLVENTES EMULSIONANTES.....	142
9.2.3.	DESENGRASE MEDIANTE DETERGENTES.....	145
9.2.3.1.	FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS DETERGENTES.....	146
9.2.4.	DESENGRASE MEDIANTE PRODUCTOS ALCALINOS.....	150
9.2.5.	TÉCNICAS DE LAVADO.....	153



9.2.6.	TIEMPO DE TRATAMIENTO.....	154
9.3.	DESCARBONILLADO.....	155
9.3.1.	MECANISMO DEL DESCARBONILLADO.....	155
9.3.2.	PROCESO DEL DESCARBONILLADO.....	156
9.3.3.	LIMPIEZA CON ULTRASONIDOS.....	157
9.4.	DECAPADO DE PINTURA.....	157
9.4.1.	MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DE LA PINTURA.....	158
9.4.1.1.	MÉTODOS MECÁNICOS.....	158
9.4.1.2.	MÉTODOS QUÍMICOS.....	159
9.4.2.	CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN DECAPANTE DE PINTURA.....	161
9.4.2.1.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DECAPANTES DE ACTUACIÓN EN CALIENTE.....	161
9.4.2.2.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DECAPANTES DE ACTUACIÓN EN FRÍO.....	163
9.4.3.	SUGERENCIAS PARA EL USO DE LOS DECAPANTES DE PINTURA.....	164
9.5.	LIMPIEZA DE PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN.....	165
9.5.1.	LOS PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN.....	166
9.5.2.	MÉTODOS Y PROCESO DE ELIMINACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN.....	167
9.5.2.1.	ÓXIDOS ATMOSFÉRICOS.....	167
9.5.2.2.	ÓXIDOS TÉRMICOS.....	169
9.5.2.3.	SALES DE CORROSIÓN.....	171
9.6.	SELECCIÓN DEL PROCESO.....	172
	ANEXOS.....	174



1. OBJETO

1.1. ANTECEDENTES.

No fue hasta principios del siglo XX cuando se produjeron los primeros vuelos con éxito. El 17 de diciembre de 1903 los hermanos Wright se convirtieron en los primeros en realizar un vuelo en un avión controlado.

A partir de entonces, las mejoras se fueron sucediendo, y cada vez se lograban mejoras sustanciales que ayudaron a desarrollar la aviación hasta tal y como la conocemos en la actualidad. Los diseñadores de aviones se siguen esforzando en mejorar continuamente las capacidades y características de estos, tales como su autonomía, velocidad, capacidad de carga, facilidad de maniobra o la seguridad, entre otros detalles. Las aeronaves han pasado a ser construidas de materiales cada vez menos densos y más resistentes. Anteriormente se hacían de madera, en la actualidad la gran mayoría de aeronaves emplea aluminio y materiales compuestos como principales materias primas en su producción. Recientemente, los ordenadores han contribuido mucho en el desarrollo de nuevas aeronaves.

Actualmente, la Industria Aeronáutica en España se forma por pequeñas y grandes empresas del sector. Entre las grandes empresas cabe destacar: EADS CASA (Airbus Military), Airbus España, ITP, Aernnova, Aciturri y EADS-CASA Espacio (EADS Astrium).

La mayoría de las empresas se dedican a la fabricación e integración de aviones y grandes estructuras para los mismos, en menor medida hay empresas que se dedican al desarrollo y fabricación de motores (reactores) para aviones, a los grandes sistemas aeronáuticos y al mantenimiento.

En Andalucía, la industria aeronáutica ha tenido una gran importancia y desarrollo en los últimos 30 años con el proyecto del A-400M. Sin embargo, la aviación en Sevilla ha sido importante desde los comienzos del siglo XX, puesto que Sevilla es una de las ciudades pioneras en la historia de la aviación española.



1.2. FINALIDAD DEL PROYECTO.

Las empresas que se dedican al montaje de aerestructuras (de aviones y helicópteros) cuentan con una nave de pintura, donde la estructura se somete al proceso especial de pintura, que es un proceso crítico para la garantía de la calidad del producto, ya que estos procesos no pueden verificarse completamente mediante inspección y ensayo del producto, y las deficiencias del producto pueden ponerse de manifiesto después de la utilización del producto.

En este proyecto realizaremos la implantación del proceso de pintura en un helicóptero hipotético, pero de aplicación a uno real. Cuando en una empresa aparece un programa nuevo es necesario hacer un estudio detallado del mismo e implantar distintos procesos: de creación de estructuras, de su montaje y de su pintado.

El proyecto analiza el proceso de pintado de algunas zonas del helicóptero AS210 Lince (AS: Aviación Sevillana): barca delantera, barca trasera, revestimientos inferiores, cono de cola y pylone. Las características del helicóptero se presentan más adelante.

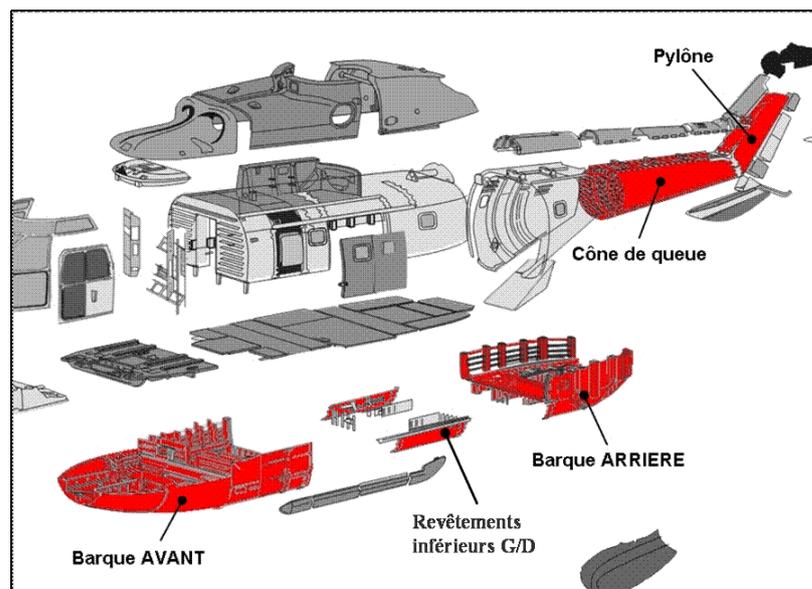


Figura1. Partes que se pintan.



1.3. ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se basa en el proceso de pintado de algunas aeroestructuras del helicóptero AS210 Lince, de la compañía ESICOPTER. El procedimiento de pintura dependerá de la normativa de ESICOPTER.

El segundo capítulo del proyecto se basa en una pequeña descripción del helicóptero AS210 Lince (A.S. Aviación Sevillana). Se presenta un dibujo a tres vistas del helicóptero, las dimensiones, las características generales y algunas de sus aplicaciones. En este primer capítulo se hace un estudio detallado de la materia prima utilizada: Aluminio y los diferentes tratamientos recibidos.

En el tercer capítulo hace referencia a las instalaciones de pintura, que dependerán del procedimiento empleado y del tamaño de las piezas a pintar. El personal que trabaja deberá ser cualificado. Estas instalaciones estarán dotadas de cuatro cabinas de pintura, que deben poseer sistemas de climatización, de iluminación, de protección contra incendios y de ventilación, que serán más exigentes que en otras instalaciones, debido a las actividades que en ellas se realizan.



Figura 2. Cabina de pintura y pintor con EPI.



En el cuarto capítulo se estudia el proceso especial de pintura, proceso crítico. La finalidad principal de la pintura es proteger y decorar las superficies a pintar. En este capítulo se hace una clasificación detallada de los componentes de pintura y de los tipos de pintura.

En el quinto capítulo se presentan los equipos de protección individual, que son muy importantes, porque algunos de los productos que se utilizan pueden ser nocivos.

En el sexto capítulo se detallan las operaciones del proceso de pintado genérico, mientras que el capítulo séptimo se describen las operaciones del proceso para la pintura del AS 210-Lince.

En el capítulo octavo se presentan los ensayos a los que se someten las probetas de pintura: inspección visual, medición de espesor y test de adherencia.

En el capítulo noveno se realiza un estudio del mantenimiento y limpieza de la pintura, este proceso puede resultar costoso y tedioso.

Por último, en los anexos se presentan las FICHAS DE INSTRUCCIÓN necesarias para llevar a cabo el proceso de pintura.

- Los tres primeros anexos (ANEXO I, II y III) son fichas para la preparación de mezclas, que contribuyen a que se realicen conforme a las normas de Esicopter, de forma que la mezcla obtenida tenga la óptima calidad.
- Los cuatro siguientes anexos (ANEXO IV, V, VI y VII) son fichas donde se establece el proceso de aplicación de la pintura a los elementos (estructuras remachadas: Barca Delantera, Barca Trasera, Cono de Cola y Pylone).



- El ANEXO VIII es la ficha para el pintado de probetas. Éstas probetas son necesarias para el control de proceso y para la obtención de la certificación del proceso por Esicopter.
- El ANEXO IX QI-PI (quality inspection) determina los ensayos a realizar a las probetas de pintura y a los productos. Estos ensayos son los explicados en el capítulo 8.

Todas estas fichas contribuyen a que el proceso de pintura de los elementos sea más eficiente, de forma que el tiempo empleado en realizar las operaciones disminuya, sin perjuicio de la calidad del producto. Lo que contribuye a la entrega del producto al cliente (Esicopter) en el tiempo establecido, caso de no ser así se debe indemnizar al cliente con unos precios muy altos, lo que eleva el coste de la producción.

Estas fichas son una herramienta fundamental para evitar errores (pintar zonas de colores distintos, dejar zonas sin pintar, aplicar productos no especificados) producidos en la aplicación de la pintura, consiguiendo un producto de calidad al menor coste posible.

Con estas fichas se mejora el proceso de pintura de los elementos del helicóptero AS210 Lince, aumentando la calidad del producto y disminuyendo el tiempo del proceso, y, en consecuencia, disminuyendo costes.

2. HELICÓPTERO.

2.1. ESICOPTER AS210 LINCE.

El AS210 Lince es un helicóptero utilitario de tamaño medio, bimotor y con rotor principal de cuatro palas. Originalmente fue fabricado por una compañía francesa, y después por el Grupo Esicopter. Realizó su primer vuelo el 13 de septiembre de 1978, y fue comercializado para ser usado tanto en el ámbito civil como en el militar. Este helicóptero tiene muchas versiones, incluyendo los adaptados para SAR (Search and rescue) y guerra antisubmarina.



2.2. DIMENSIONES.

2.2.1. DIBUJO A TRES VISTAS.

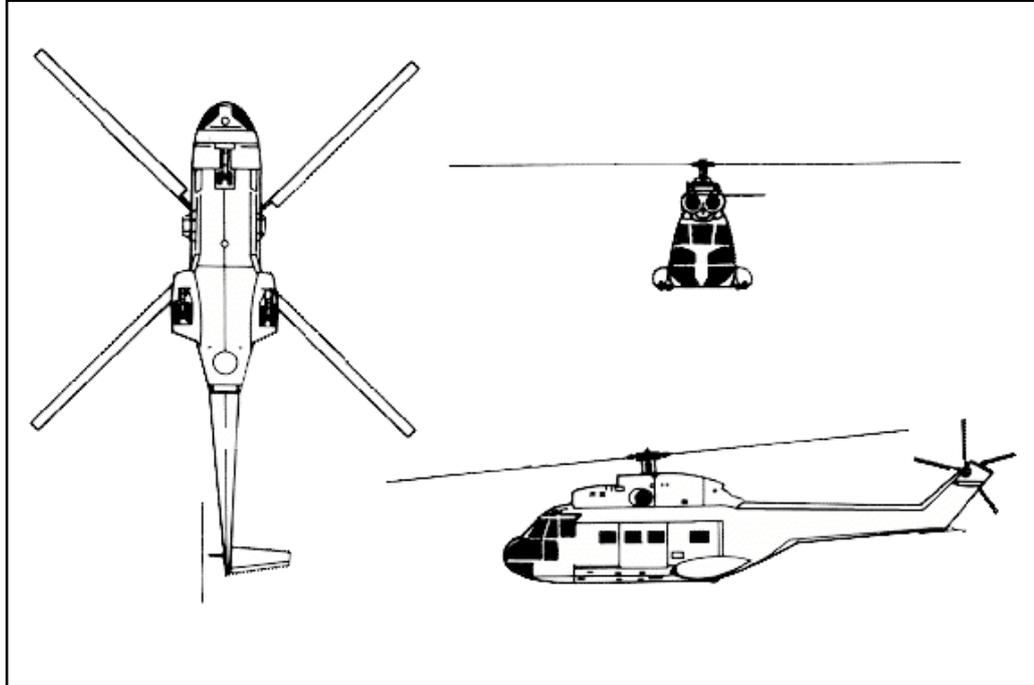


Figura 3. Vista del " AS210 Lince"

2.2.2. DIMENSIONES GENERALES.

Fuselaje:

Longitud	14.48m
Anchura	3.380m
Altura	4.95m

Dimensiones rotores:

Diámetro rotor principal	15m
Diámetro rotor cola	3,04m

Capacidad:

Compartimento de cabina, tripulación.....	2 personas
Compartimento de pasajeros	24 pasajeros
Compartimento de pasajeros	6 camillas y 9 asientos



2.2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El helicóptero AS210 Lince presenta las siguientes características:

Peso:

Peso vacío.....	4096kg
Carga útil.....	4100kg
Peso máximo al despegue.....	8000kg

Planta motriz : 2× turboshaft Turboméca Makila 1ª

Empuje normal 1.357kW (1775CV) de empuje cada uno

Velocidad:

Máxima	294km/h
Crucero	245km/h

Autonomía:

Alcance.....	502 km
Autonomía	4:30horas

Techo máximo: 20.000ft (7300m)

Reabastecimiento en vuelo: NO

Armamento: NO

Compartimento de aviónica:

- Radio altímetro Thales AHV-16
- VOR, DME, ADF y radio Collins.
- GPS Canadian Marconi CMA3024
- Sistema de piloto automático Canadian Marconi CMA9000 con modo de búsqueda SAR. Los servicios SAR son de búsqueda y rescate, operación para encontrar a alguien que se cree que está perdido, enfermo, o herido en áreas lejanas, remotas o poco accesibles. Una



operación de búsqueda y rescate militar cuando se realiza durante el combate se denomina búsqueda y rescate de combate o CSAR (del inglés Combat search and rescue).

Las principales aplicaciones del "AS210 Lince" son:

- Transporte de ejecutivos.
- Operaciones de búsqueda y rescate (SAR).
- Operaciones costeras.
- Misiones de ambulancia.
- Operaciones de apoyo a las fuerzas de la ley.
- Operaciones militares (que pueden ser servicios: CSAR).

Para las diferentes aplicaciones, existe una gran variedad de equipamiento opcional. Siendo la mayoría de dicho equipamiento de rápida instalación gracias a su diseño.



Figura 4. Maniobra realizada por el helicóptero en misión de rescate.



2.3. MATERIAL.

Dependiendo del material utilizado en la estructura, tendremos que aplicar un proceso de pintura, por eso es de vital importancia estudiar el tipo de material y sus características.

En general, la mayoría de las piezas son de **Aluminio**. El aluminio puro es dúctil y maleable, lo que representa ciertas limitaciones para la mayoría de las aplicaciones ya que, generalmente, se requiere un cierto nivel de resistencia mecánica que suele estar por encima de las propiedades que un metal puro presenta. Por esta razón, el aluminio se encuentra normalmente aleado con otros metales para poder así conseguir esa mejora en las propiedades, ya sean físicas, mecánicas, de acabado o de maquinabilidad.

La mayoría de los elementos metálicos forman aleación con el aluminio, siendo los más comunes el cobre, el silicio, el cinc, el manganeso o el magnesio, los cuales solos o en combinación, ejercen un efecto concreto sobre las principales propiedades del aluminio metálico.

Se emplean también otros elementos de aleación como cromo, zirconio o vanadio para obtener ciertas propiedades específicas, como un tamaño determinado de grano, una mayor temperatura de recristalización, para limitar los efectos de ciertas impurezas, etc.

El tipo y la cantidad de los elementos que se adicionan al aluminio constituyen el criterio para identificar las aleaciones. También hay que distinguir entre las aleaciones destinadas a moldeo, las que se usan para la producción de piezas por colada, y aleaciones para forja, adecuadas para ser conformadas por deformación mediante laminación, extrusión, forja, repujado, etc. Asimismo, las aleaciones de aluminio también se diferencian por los procesos metalúrgicos que llevan a la mejora de ciertas propiedades mecánicas, los cuales se pueden realizar tras un endurecimiento por deformación o mediante un tratamiento térmico completo.



2.3.1. ALEACIONES DE MOLDEO.

Se utilizan en fundición para la fabricación de piezas obtenidas por colada del metal líquido en moldes de arena, en moldes de acero o de fundición, o por inyección.

En la Figura 5 aparece una imagen del proceso de colada manual y algunos ejemplos de piezas obtenidas por colada así como ejemplos de piezas obtenidas a partir de aleaciones de aluminio para colada, aunque su proceso de fabricación no sea éste.

Utilizando el método de colada se pueden obtener utensilios de cocina, así como de elementos decorativos y de piezas empleadas en el sector de automóvil (pero este método apenas se usa en las piezas del helicóptero).



Figura 5. Piezas obtenidas mediante moldeo de aleaciones de Aluminio.



2.3.2. ALEACIONES PARA FORJA.

Las aleaciones para forja son aquellas producidas en forma de lingote y que se trabajan posteriormente mediante laminación, extrusión, forja u otro proceso de conformado por deformación del metal para obtener productos semiacabados a partir de los cuales se llega a los productos finales.

En la Figura 6 se muestra una imagen del proceso de forja de una pieza de aluminio así como ejemplos del tipo piezas obtenidas a partir de aleaciones de aluminio para forja. En ella destacan varios tipos de bielas, engranajes cónicos de un diferencial, varios tipos de bancadas de ejes de transmisión así como piezas de una bomba de inyección.

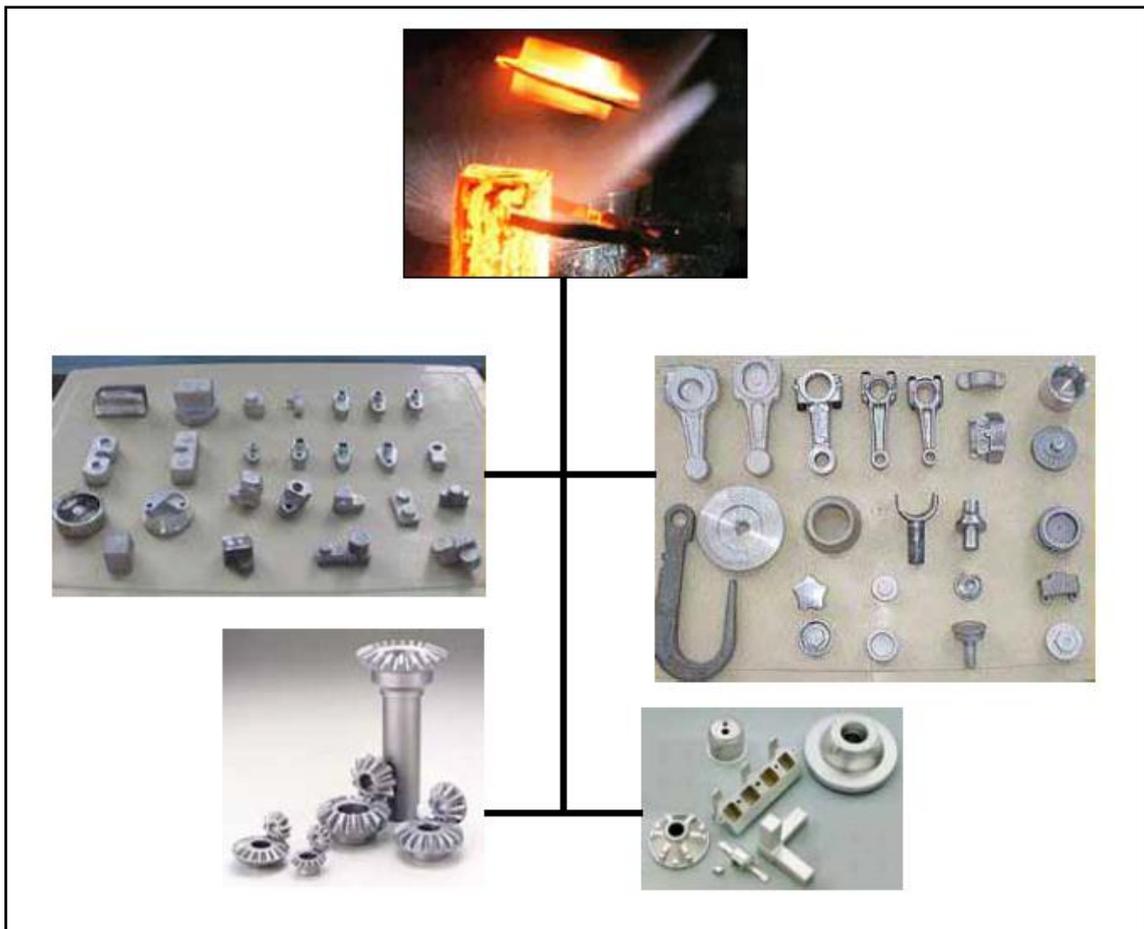


Figura 6. Piezas obtenidas a partir de aleaciones de Aluminio para forja



El sistema de designación para estas aleaciones de la Asociación de Aluminio para Forja consiste en cuatro números, incluyendo en ciertas ocasiones prefijos o sufijos alfabéticos:

- El primer dígito indica el elemento aleante mayoritario de la serie.
- El segundo dígito indica la variación con respecto a la aleación original: cero para la aleación original, uno para la primera variación, dos para la segunda variación, y así sucesivamente. Se entiende variación como la diferencia, de uno o más elementos aleantes, entre 0.15% hasta 0.5% o más, dependiendo del nivel de adición de dicho elemento.
- El tercer y el cuarto dígito designa la aleación concreta dentro de la serie, y no tienen un significado especial.

2.3.3. TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN ALEACIONES PARA FORJA.

Los tratamientos térmicos aplicados a estas aleaciones para forja se designan mediante una letra después de la numeración que corresponda a la aleación, acompañada de un número que indica las condiciones concretas en las que se ha llevado a cabo el proceso. Las diferentes letras que indican el tipo de tratamiento se comentan a continuación:

- *F, como se fabricó*

Esta designación se emplea tanto para forja como para las aleaciones de colada donde no hay un control especial sobre las condiciones térmicas durante el proceso de deformación que dará lugar a unas mejores propiedades. No hay unos límites específicos en las propiedades mecánicas de los productos obtenidos tipo F. Excepto en el caso de los productos obtenidos por colada, que es la configuración final, la mayoría de los productos F se consideran semiacabados, y se tienen que someter a etapas de acabado posteriores.



- *O, recocido*

En algún momento de la fabricación del producto éste ha sido sometido a un recocido, que podría ser un tratamiento de recristalización a alta temperatura, suficiente para eliminar los efectos del trabajo en frío. Los tratamientos de recocido se emplean para llegar a las condiciones de menor resistencia para la aleación en concreto. La razón principal para usar estos tratamientos en las aleaciones de forja es generalmente maximizar su maquinabilidad o para aumentar su tenacidad y ductilidad.

- *H, endurecido por deformación*

Esta terminología se emplea en las aleaciones para forja que no son tratables térmicamente y cuya resistencia ha sido aumentada por deformación tras ser trabajadas generalmente a temperatura ambiente. Esta designación se puede aplicar, pero no es obligatorio, a productos que hayan recibido tratamientos térmicos posteriores para alcanzar algún tipo de estabilización a nivel de resistencia. Este tipo de tratamientos va siempre seguido de dos números, que indican la cantidad de trabajo en frío que han recibido y la naturaleza del tratamiento térmico que le ha seguido.

- *W, tratamiento térmico para solubilizar*

Esta designación se emplea para las aleaciones que envejecen de manera natural y espontánea después de un tratamiento de solubilización (se mantiene una temperatura elevada y luego se enfría relativamente rápido hasta alcanzar temperatura ambiente). Se añaden números para caracterizar el tiempo desde que el enfriamiento tuvo lugar, pero no es obligatorio.

- *T, tratado térmicamente para producir resultados más estables que con F, H u O*

Esta letra se emplea para las aleaciones que son tratables térmicamente, y se aplica a los productos que hayan sido sometidos a tratamientos térmicos de solubilización seguidos de un enfriamiento rápido hasta temperatura ambiente y un envejecimiento ya sea natural o artificial. Siempre se acompaña de dígitos para indicar, en términos generales, los tratamientos a los que ha sido sometido. Los más empleados son:



- *T1*, engloba temple desde la temperatura de extrusión y maduración natural (hipertemple).
- *T2*, enfriado desde una temperatura muy elevada, proceso de conformado, deformación en frío y envejecimiento natural.
- *T3*, hipertemple, deformación en frío y envejecimiento natural.
- *T4*, engloba la solubilización, el temple y la maduración natural. Se emplea para aquellas aleaciones cuyo proceso de maduración requiere horas o como mucho días a temperatura ambiente. Proporciona una buena resistencia con una ductilidad máxima.
- *T6*, se diferencia del anterior en que, una vez realizada la solubilización y el temple, la aleación es sometida a un proceso de maduración artificial a una temperatura controlada. Se utiliza para aquellas aleaciones donde la maduración natural requiere un periodo de tiempo elevado, de manera que no resulte posible llevarlo a cabo de manera industrial. Es el tratamiento térmico más empleado y el que proporciona los valores máximos de resistencia.
- *T7*, sobremaduración, hipertemple y sobremaduración.

Los tratamientos térmicos de endurecimiento estructural son típicos en la industria aeronáutica, la gran parte de las piezas del helicóptero tendrán una aleación de aluminio-cobre 2024 con un tratamiento T3, mientras que los herrajes tendrán una aleación 2024 seguida de un tratamiento T6. Esto no será ni la única aleación, ni el único tratamiento, pero si será el que se de a la mayoría de las piezas.

La mejora en las propiedades que presentan las aleaciones de aluminio está basada en la variación de la solubilidad de los elementos de aleación en el aluminio con la temperatura. Teniendo en cuenta que casi todos los elementos de aleación de las distintas series son solubles en la matriz de aluminio,



prácticamente todas las aleaciones podrían mejorar sus propiedades aplicando este tipo de tratamiento.

Para que la aleación pueda ser tratada térmicamente, la aleación tiene que tener una fase α con mucha solubilidad del material a alear en el aluminio y la solubilidad tiene que disminuir significativamente al disminuir la temperatura. El diagrama de equilibrio genérico se presenta en la Figura 7, tiene la siguiente forma:

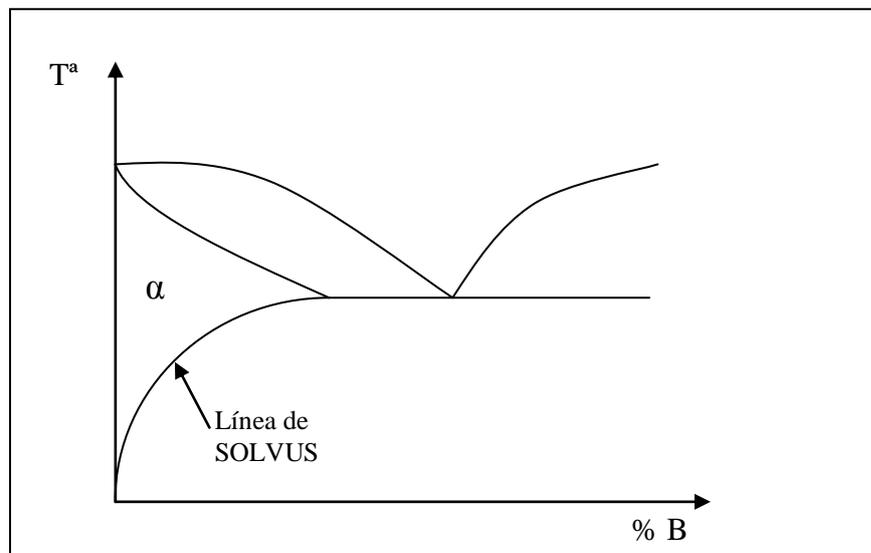


Figura 7. Diagrama de equilibrio de una aleación tratable térmicamente

En la realidad esto no se cumple siempre en las aleaciones de aluminio, por tanto, se clasifican en:

a. Aleaciones tratables térmicamente

Tras obtener la pieza en la forma deseada, como chapa o lámina, barra, cable o tubo, se tratan térmicamente, es lo que se conoce como el endurecimiento por precipitación. Dependiendo de la composición y de la aplicación, las variables tiempo y temperatura del tratamiento térmico son diferentes.

b. Aleaciones no tratables térmicamente

Son las aleaciones en las que la mejora no es muy destacada, y en las que la única forma de mejorar su resistencia es mediante procesos de deformación en frío, como por ejemplo laminado o extruido.



2.3.4. ENDURECIMIENTO POR PRECIPITACIÓN.

El tratamiento térmico de maduración, también conocido como endurecimiento por precipitación, se lleva a cabo en tres fases: solubilización, temple y maduración.

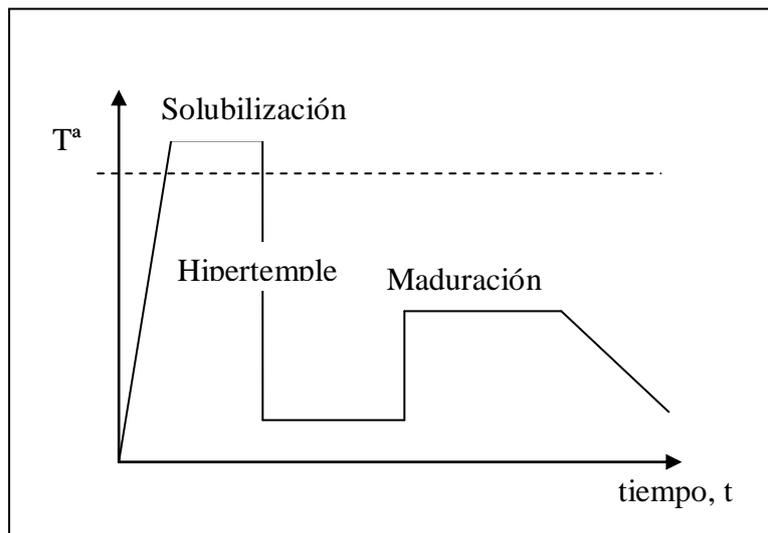


Figura 8. Diagrama endurecimiento por precipitación

2.3.4.1. SOLUBILIZACIÓN.

Esta etapa se basa en el calentamiento de la aleación a una temperatura y durante un tiempo concreto. El fin es conseguir una solución sólida total del elemento endurecedor en la matriz de aluminio. Esta temperatura depende del tipo de aleación, pero lo que es común para todas las aleaciones es el aumento de la solubilidad con la temperatura. Para llegar a unos máximos en resistencia a tracción, límite elástico y alargamiento, interesa que la temperatura a la que se va a llevar a cabo la solubilización sea la más elevada posible, ya que así se consigue la máxima disolución del soluto.

No obstante, hay que tener en cuenta que no se debe sobrepasar una temperatura límite, a partir de la cual las propiedades de la aleación comienzan a descender bruscamente. Por tanto, la temperatura óptima se haya entre una temperatura que daría lugar a una solubilización incompleta, y



otra que daría lugar a una fusión parcial del eutéctico en los límites de grano (el eutéctico se forma en casi todas las aleaciones de aluminio), que traería como consecuencia una descohesión fragilizante e incluso la aparición posterior de grietas.

Una vez seleccionada la temperatura óptima, ha de buscarse el tiempo óptimo, adecuado de solubilización, que es dependiente del tipo de producto, aleación, proceso de fabricación de la pieza y espesor de la misma.

2.3.4.2. TEMPLE.

Una vez llevada a cabo la solubilización, la aleación tiene que ser sometida a un descenso brusco de la temperatura para que la solución sólida quede sobresaturada a temperatura ambiente.

La inmersión de la pieza en un fluido, que proporcione la velocidad de temple adecuada, tiene como finalidad conseguir que las características sean máximas tras la maduración, lo que implica que la concentración de la solución sólida tras el temple sea la misma que a la temperatura de solubilización. El objetivo de someter a la pieza a un enfriamiento no es sólo tratar de retener los átomos de soluto en solución sólida, sino tratar también de mantener un cierto número de vacantes en la red que favorezcan la difusión a baja temperatura que es necesaria para la formación de los precipitados.

2.3.4.3. MADURACIÓN.

En este punto la pieza se encuentra sobresaturada y, por tanto, hay cierta tendencia a que precipite el exceso de soluto. De esta precipitación dependen las propiedades mecánicas finales y lo hacen asociadas al tamaño, la dispersión y la morfología de los precipitados dispersados.

La maduración consiste en someter a las piezas a unas condiciones de temperatura y tiempo de manera que la solución sobresaturada dé lugar a una



estructura de precipitados que proporcione las propiedades mecánicas deseadas.

En la Tabla 1 se muestra la designación y elementos de aleación de las series principales donde la serie 1000 corresponde al aluminio puro comercial, con un pequeño grado de impurezas que debe ser eliminado dependiendo de la aplicación y la serie 9000 está sin asignar.

En cuanto a las características de estas aleaciones para forja, a continuación se resumen las más interesantes, diferenciándose entre tratables y no tratables térmicamente.

Aleación	Elemento aleante mayoritario	Algunas características
1xxx	Aluminio puro (99.9%), sin aleantes	No tratable térmicamente
2xxx	Cobre	Tratable térmicamente
3xxx	Manganeso	No tratable térmicamente
3xxx	Silicio	Algunas aleaciones son tratables térmicamente y otras no, según contenido en Si y del resto de los aleantes
5xxx	Magnesio	No tratable térmicamente
6xxx	Magnesio y Silicio	Tratable térmicamente
7xxx	Cinc	Tratable térmicamente
8xxx	Otros elementos: Ni y Fe	Las características dependen del elemento mayoritario
9xxx	Sin asignar	

Tabla 1. Designación y aleantes mayoritarios de las aleaciones de aluminio para forja.

El endurecimiento por precipitación se descubrió en la aleación 2014. Estas aleaciones no tienen tan buena resistencia a corrosión como otras aleaciones y, en ciertas condiciones, pueden ser propensas a sufrir corrosión



intergranular. Por consiguiente, en forma de chapa, estas aleaciones suelen ser revestidas con un aluminio de alta pureza o con una aleación de la serie 6xxx para darle una protección galvánica. Estas aleaciones se encuentran en piezas que requieren una alta resistencia específica. Se utilizan para fabricar ruedas de aviones y camiones, piezas de suspensión de camiones, fuselajes de aviones, forros de ala y piezas estructurales, así como en objetos que requieren cierta resistencia por debajo de 150°C. Salvo la aleación 2219, estos materiales tienen una soldabilidad limitada.

La aleación usada en la fabricación del helicóptero AS 210 Lince (de la mayor parte de las piezas) es 2420, se trata de una aleación de la serie 2xxx, de Aluminio y Cobre, que puede ser tratada térmicamente, mediante un endurecimiento por precipitación.

2.3.5. APLICACIONES DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO.

Las características del aluminio lo hacen un material idóneo para su aplicación en una gran variedad de campos. Entre estas características cabe destacar su ligereza y resistencia específica, su conformabilidad, su resistencia a corrosión así como la posibilidad de obtener piezas que posteriormente puedan ser soldadas, donde además destacan su creciente fiabilidad y el ahorro en el mantenimiento y conservación.

Entre las aplicaciones de las aleaciones de aluminio se distinguen principalmente tres grandes ámbitos o sectores:

2.3.5.1. SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN.

La industria del automóvil trabaja en la actualidad fuertemente presionada por la sociedad y las normativas gubernamentales, buscando satisfacer demandas que surgen de una preocupación medioambiental creciente que les obliga a afrontar nuevos retos como son la producción de coches más fáciles de reciclar, con menores emisiones de gases al medioambiente sin perjuicio de valores como seguridad y confort. Todo esto,



además, en el marco de una competitividad creciente para mantener la producción y los costes. Un factor clave dentro de esta carrera es el peso de los vehículos. Por cada 100 kg de reducción de peso se produce un ahorro de 0.6 l /100 km en el consumo de combustible, reduciéndose proporcionalmente las emisiones de CO₂ a la atmósfera a un 20%. Y es que, aunque el acero es el material favorito de la mayoría de los fabricantes de coches, en los últimos años las regulaciones y normativas en consumo energético y de combustibles así como el reciclado están cambiando, intensificando sus directrices hacia la reducción de peso. El aluminio ofrece por ello la solución ingenieril ideal; su densidad, un tercio de la del acero y mucho menor que la de las aleaciones de cobre, permite llegar a reducciones de peso de hasta 300 kg en un coche familiar medio (1400 kg) lo que representa un ahorro aproximado del 20% del peso total del vehículo sin sacrificar otras demandas como seguridad y confort ya que satisface los requerimientos en rigidez y torsión de la industria automovilística. Su capacidad de absorción de energía es muy elevada, lo que garantiza la seguridad en el caso de colisión. Y es en este aspecto donde el aluminio juega un papel clave.

Como resultado de esto, un coche europeo contiene aproximadamente 65 kg de aluminio en componentes como piezas de transmisión, bloque de motor, las cabezas de los cilindros, ruedas, etc. Los fabricantes de coches y componentes están uniendo sus esfuerzos con el objetivo común de ir sustituyendo tanto componentes estructurales como de conseguir un coche entero de aluminio.

Como se acaba de comentar, son numerosos los vehículos, tanto coches como motocicletas, que incorporan en su estructura aleaciones de aluminio. Entre los más destacados están el Mazda Acura NSX, los modelos A4 y A8 fabricados por Audi, el Ferrari Modena y Mercedes class, que se caracterizan por integrar en su chasis aleaciones de aluminio, consiguiendo así la disminución del peso total del vehículo, entre otras ventajas. En la Figura 9 se muestran algunos de estos vehículos.

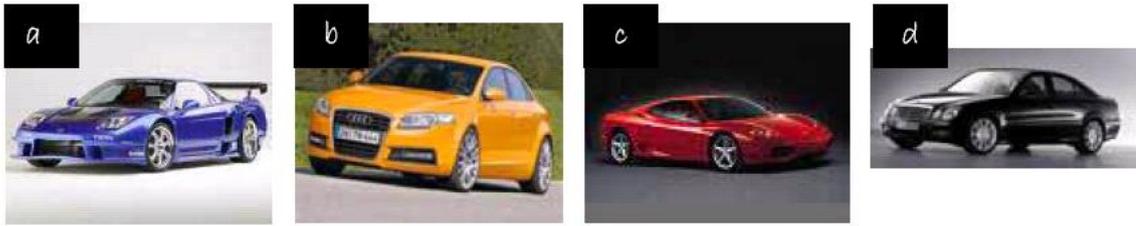


Figura 9. (a) Mazda Acura NSX, (b) Audi A4, (c) Ferrari Modena, (d) Mercedes e-class.

2.3.5.2. SECTOR AEROESPACIAL.

En el sector aeroespacial son numerosas sus aplicaciones debido a la combinación de excelentes propiedades, ya que su baja densidad implica una elevada resistencia específica.

Son muchos los aviones y naves diseñadas para la exploración espacial que incorporan en sus estructuras aleaciones de aluminio o materiales compuestos base aluminio. En la Figura 10 se muestran dos ejemplos de aeronaves que incorporan en su estructura aleaciones de aluminio, que son el Boeing 787 y A380 fabricados por Airbus.



Figura 10. (a) Boeing 787 y (b) A380.

2.3.5.3. SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

Son diversos los edificios en los que se pueden encontrar estructuras de aluminio, demostrando así que la utilidad de este tipo de materiales no se ciñe a las ya conocidas industrias automovilística y aeroespacial. Entre ellos



destacan el edificio Cambier Park Car Shell en Naples, Florida (Estados Unidos), el museo Guinness de los Records, situado en Orlando (Estados Unidos) y el arco móvil que se utilizó como fondo de escenario para la inauguración en los Juegos Olímpicos de Invierno en Sun Lake City, que ahora se encuentra en el Liberty Science Centre en New Jersey (Estados Unidos).

En la Figura 11 se muestran los edificios que destacan por incluir en su diseño novedosas estructuras basadas en aleaciones de aluminio.

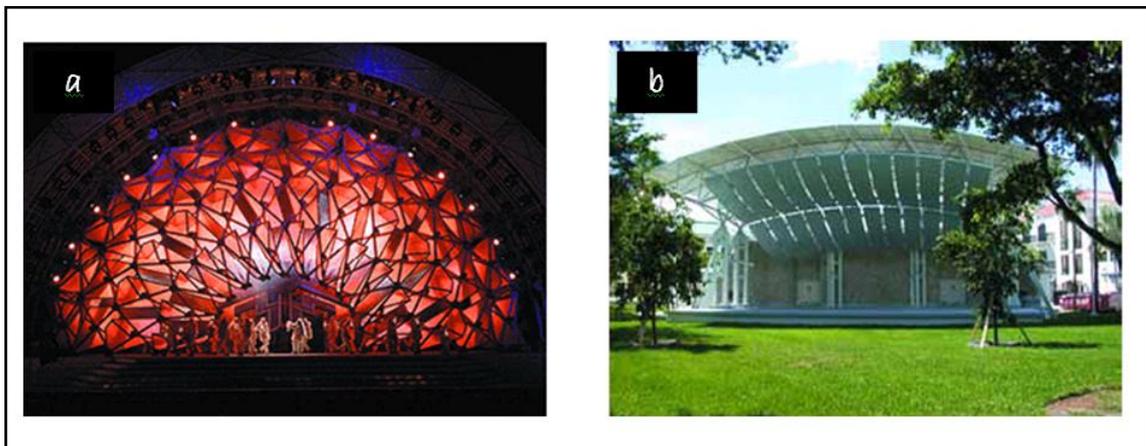


Figura 11. (a) Arco empleado para la inauguración de los Juegos Olímpicos de Invierno en Sun Lake City, (b) Cambier Park Band Shell (Florida), (c) Museo Guinness de los Records (Orlando) y (d) Medical College of Georgia Children's Medical Center (Georgia).

2.3.5.4. OTROS SECTORES.

La aplicación de productos fabricados con aleaciones de aluminio se extiende más allá de estos usos más generales.

Por ejemplo y tal y como se muestra en la Figura 12, el aluminio se emplea en productos de uso cotidiano, como son los blister de medicamentos, utensilios de cocina, latas y envases, etc.



Figura 12. Diversos productos de uso cotidiano fabricados a partir de aleaciones de aluminio.

2.3.6. CORROSIÓN DEL ALUMINIO.

El principal problema que presentan las aeronaves cuando su tiempo de vida útil ha transcurrido es el problema de la corrosión.

Cuando el aluminio es expuesto al aire (a temperatura ambiente) se forma una capa de alúmina de 10^{a} de espesor en solo unos segundos de exposición. Esta capa de alúmina va creciendo con una relación logarítmica inversa durante períodos de hasta 5 años. Es una capa compacta y por la tanto es difícil que el oxígeno la atraviese y lo vuelva a oxidar. La capa protege al aluminio de nuevas oxidaciones. La velocidad de oxidación depende del medio en el que se encuentre el aluminio, no es lo mismo un medio neutro, que uno básico o ácido.

2.3.7. TIPOS DE CORROSIÓN DEL ALUMINIO.

2.3.7.1. CORROSIÓN POR PICADURAS.

El aluminio es un metal pasivo, que forma una capa protectora de óxido. La capa de óxido se puede romper en un punto. En presencia de cloruros y



elementos polivalentes esa capa pasiva no se puede reactivar, por lo que aparece un proceso autocatalítico que va penetrando en la capa pasiva cada vez más, y se corroe.

2.3.7.2. CORROSIÓN INTERGRANULAR.

Es de tipo galvánico. Si se ha hipertemplado muy rápido y la maduración se hace a baja temperatura no ocurre nada, pero si se hace lo contrario aparece corrosión por picadura alrededor del límite de grano como consecuencia del distinto potencial electroquímico de los intermetálicos precipitados en el límite de grano. Puede darse independientemente del elemento precipitado.

2.3.7.3. CORROSIÓN POR RESQUICIOS.

Se produce cuando hay dos piezas muy unidas una a la otra de tal forma que apenas entre nada en las dos. Si entra un electrolito o fluido hidráulico, se produce intensa corrosión allí donde no llega el oxígeno.

2.3.7.4. CORROSIÓN UNIFORME.

Se da en medios ligeramente ácidos o ligeramente básicos. En ellos todo el material se corroe de forma homogénea.

2.3.7.5. CORROSIÓN METÁLICA.

Se produce cuando ponernos en contacto dos metales con distinto potencial electroquímico. Siempre uno de ellos será más noble (menos positivo) y no se corroerá, mientras que el otro se corroe más rápidamente que si no estuviera en contacto con ese metal.

Esta corrosión afecta al Aluminio en contacto con el Cu, Pb, acero, acero inoxidable, Ti, etc. El medio en el que se produce es de gran importancia.



2.3.7.6. CORROSIÓN BAJO TENSIÓN.

Es muy importante en las aleaciones de alta resistencia. Se necesita un ambiente corrosivo y que la pieza esté sometida a tensión. Si además hay una tensión residual que no controlamos se empeora la situación. Si no hubiese uno de los dos casos se produciría el agrietamiento.

La cantidad de metal a disolver es pequeña pero penetra mucho (intergranular).

2.3.7.7. CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN.

Es de carácter intergranular, es muy rápida y afecta a materiales que están laminados o extruidos. La corrosión avanza por el límite de grano y el grano desaparece.

2.3.7.8. CORROSIÓN FILIFORME.

Es muy rara y se produce debajo de un material plaqueado. Es como un hilo. Si existe una rozadura que rompe la laca, debajo de ella se forma un electrolito que penetra el fondo del agujero, y entonces avanza la corrosión.

2.3.8. PROCEDIMIENTOS PARA EVITAR LA CORROSIÓN.

- Shot-peening (introduce tensiones de compresión en la superficie)
- Recubrimientos (pintura impermeable)
- Alodizado (aluminio puro)
- Anodizado (alúmina artificial, capa protectora más gruesa)
- Recubrimientos de conversión (cromatos, fosfatos)
- Modificaciones al procesado (tratamiento específicos de homogeneización, hipertemple...)

El procedimiento empleado en todas las piezas de **AS210 Lince** es el **anodizado**: técnica utilizada para modificar la superficie de un material. Se



conoce como anodizado a la capa de protección artificial que se genera sobre el aluminio mediante el óxido protector del aluminio, conocido como alúmina. Esta capa se consigue por medio de procedimientos electroquímicos, de manera que se consigue una mayor resistencia y durabilidad del aluminio. Con estos procedimientos se consigue la oxidación de la superficie del aluminio, creando una capa de alúmina protectora para el resto de la pieza. La protección del aluminio dependerá en gran medida del espesor de esta capa (en micras). El nombre del proceso deriva del hecho que la pieza a tratar con este material hace de ánodo en el circuito eléctrico de este proceso electrolítico.

3. INSTALACIONES DE PINTURA.

Para llevar a cabo el proceso especial de pintura será necesario disponer de las instalaciones necesarias, además de mano de obra cualificada.

Las instalaciones necesarias para la realización del proceso deben cumplir:

- Las instalaciones térmicas correspondan a la clase y tipo requeridos
- La instrumentación esté instalada adecuadamente y libre de perturbaciones externas o internas que afectan a sus indicaciones.
- La instrumentación está debidamente calibrada.
- Los elementos exteriores , tales como tomas de tierra, suministro de energía, fuentes de presión, canalizaciones u otras, son adecuados.
- Otras comprobaciones específicas dependiendo de la naturaleza de la instalación, que aseguren el funcionamiento correcto.

La nave de pintura de la empresa está constituida por cuatro cabinas de pintura:

-2 cabinas de preparación: para limpieza y pretratamiento: chorreados, emplastecidos, lijados y enmascarados (protección de zonas que no deben pintarse).



-2 cabinas de pintura: para aplicación de pintura, esta zona se caracteriza sobre todo en aplicaciones por atomización de la pintura, por la necesidad de establecer sistemas de filtrado de aire y eliminación de polvo, captación de los excesos de pintura y disolventes mediante cortinas de agua (esto es necesario cuando las cabinas son muy grandes, y se pintan dos colores a la vez) y sistemas de aspiración con los consiguientes sistemas de filtrado tanto del agua como del aire devuelto a la atmósfera, habiéndose de tener en cuenta que el contenido de disolventes obliga a hacer las instalaciones eléctricas antideflagrantes.

Las instalaciones de secado requieren también características de ausencia de polvo, filtrado y eliminación de disolventes y propiedades de la instalación eléctrica antideflagrantes. Estas cabinas de pintura tienen un sistema de control de las condiciones ambientales, y además están conectadas a una caldera, por lo que en ellas tiene lugar el secado, bien por aire caliente o en configuración de horno.

A continuación en la Figura 13 se presenta un boceto de la distribución de la nave de pintura.

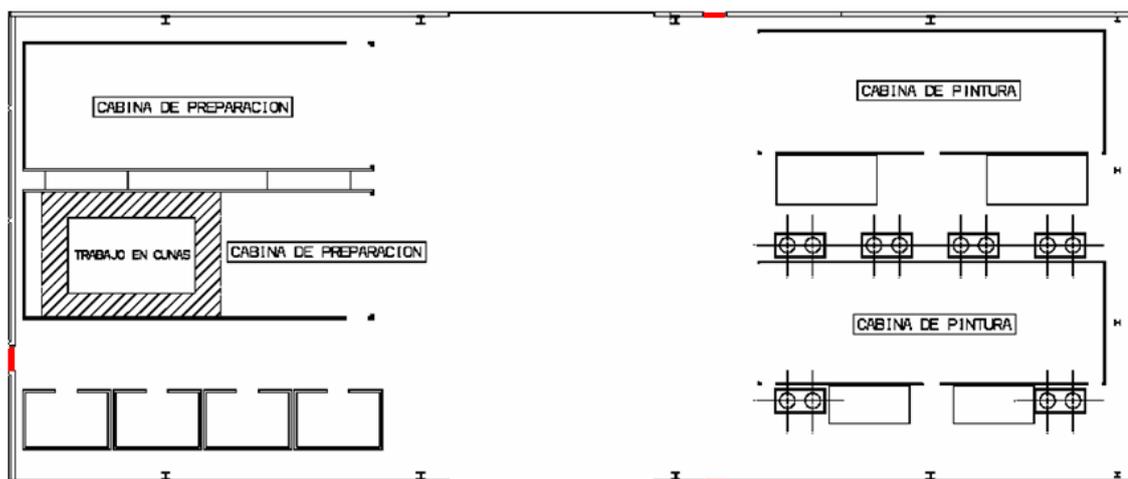


Figura 13. Distribución de la nave de pintura.



3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE PINTURA.

La nave de pintura constará de:

- Tomas de tierra
- Medios de seguridad
- **Instalaciones de climatización**
- **Termohigrómetros**
- **Sistema de protección contra incendios** (que es de vital importancia, debido a que los productos que se encuentran en la nave pueden ser inflamables)
- **Sistema de iluminación**
- Las puertas y ventanas se mantendrán cerradas, y el acceso será restringido a las personas autorizadas.
- El aire para renovación general será introducido en la nave sin turbulencias o excesivas corrientes de filtrado (**sistema de ventilación** de vital importancia, debido a que los productos suelen tener olores muy intensos, que en su inhalación excesiva pueden ser tóxicos)
- Debido a los productos usados los operarios deben tener una correcta protección para realizar su trabajo de forma segura y cuentan con los equipos de protección individual (EPI). En la Figura 14 se presentan las señales de los EPIS :
 - guantes
 - protección en ojos y cara: mascarilla y gafas
 - ropa adecuada: traje de buzo



Figura 14. Equipos de protección.

- **Zona anexa al taller para preparación y mezcla de materiales de pintura.** Se presentan varias salas pequeñas donde únicamente tienen



acceso los operarios cualificados para trabajar con los productos de pintura (BOX DE PINTURA) y con los productos de sellantes (BOX DE SELLANTE).

3.1.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Para que se realice el proceso de pintado de forma adecuada, la nave de pintura tiene que tener el nivel de iluminación determinado.

El nivel de iluminación o la iluminancia en el Sistema Internacional de Unidades se mide en lux (símbolo lx) que equivale a un lumen/m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, teniendo en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

El sistema de iluminación de las cabinas estará equipado con pantallas antideflagrantes, serán tubos de 58 watios, que irán agrupados de 5 en 5. Estos grupos estarán distribuidos longitudinalmente en los laterales, 7 grupos en cada lateral, es decir en total 14 grupos de 5 tubos. En la parte superior de la nave se tendrá 12 grupos de 5 tubos, que serán de 58 watios.

En la Figura 15 se muestra una imagen de la cabina donde se puede ver el sistema de iluminación.

Este sistema de iluminación permite una visibilidad que supera la que se determina en la norma de trabajo, que es de 500 lux a 1m. del suelo. En el interior de la cabina, a una altura de 1.2m podemos medir una iluminación equivalente a 950lux.



Figura 15. Sistema de iluminación.

3.1.2.SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

La instalación de los elementos de protección de la nave de pintura se detalla a continuación:

Extintores portátiles

Nuestro recinto según el reglamento de protección contra incendios en establecimientos industriales, está clasificado como riesgo alto de tipo B. Como consecuencia adoptaremos distintos tipos de extintores para cada zona, atendiendo al tipo de sustancias, materiales y equipos que se manejan.



Se colocarán 4 extintores de polvo ABC en la nave de pintura, 2 a cada lado, en la zona común (dos a los lados de los cuadros eléctricos), y un quinto extintor de tipo 55B cercano a las salas de mezcla de pintura y sellante.

Con esta distribución está asegurada la condición de que no se superen los 15m desde cada punto de evacuación al extintor más cercano.



Figura 16. Extintor

El extremo superior de todos los extintores se encuentra a una altura sobre el suelo menor que 1.7m, que es el tope máximo que impone la norma.

Instalación de BIES

La distribución de Bies no afecta al interior de la nave, porque las Bies se encuentran en la zona del taller de montaje de estructuras, pero están distribuidas según la norma, lo cual exige las siguientes condiciones:

La separación máxima entre cada BIE y la más cercana de la propia planta no puede superar los 50 metros. Y la distancia de recorrido desde cualquier origen de evacuación a la BIE más próxima no puede superar los 25 metros.

El diámetro de las bocas debe de ser de 45 mm. En la Figura 17 se puede ver una BIE.

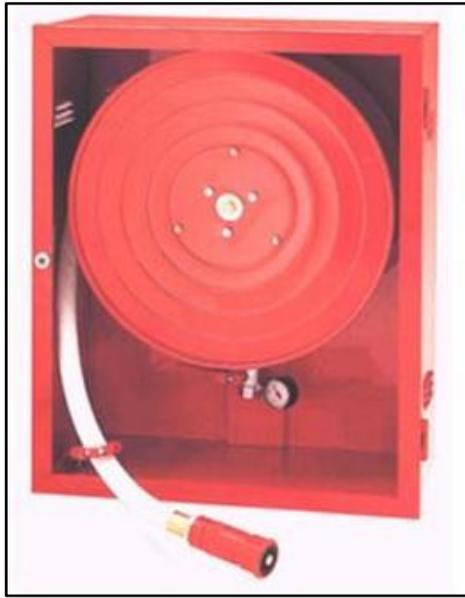


Figura 17. B.I.E.



Figura18. Depósito.

Se ha considerado para cada BIE un radio de acción de 25 metros formado por la longitud reglamentaria de la manguera extendida y por la longitud del chorro, tomada de 10 metros, quedando así garantizada la distancia de protección a todos los orígenes de evacuación.

Cabe la posibilidad de introducir las BIES dentro del área de pintura.

En el exterior de la nave de la empresa habrá un gran depósito, de elevada capacidad, que puede ser utilizado por las Bies en caso de incendio. En la Figura 18 se presenta el depósito.

Instalación de alumbrado de emergencia

Se distribuirá luminarias con autonomía propia de forma que la iluminancia sea de cinco lux o superior.



3.1.3. SISTEMA DE VENTILACIÓN.

Las naves estarán equipadas con instalaciones de climatización, capaces de mantener la temperatura y humedad relativa dentro de los límites exigidos.

La instalación tendrá el número necesario de termohigrómetros para el control permanente de temperatura y humedad relativa. Al menos uno de los equipos existentes dispondrá de registro continuo.

Es decir, habrá una cabina de pintura que servirá de horno y donde se tendrá control de las condiciones climáticas: temperatura y humedad. Pero además será capaz de controlar la presión del interior de la cabina. Para ello, podremos programar los valores requeridos en el panel de control de una máquina como muestra la Figura 19.



Figura 19. Panel de control de la Cabina de pintura.

Para tener una idea real de los datos de temperatura y humedad, habrá distribuidos por el interior de la cabina varios sensores, de forma que nos dará la medida de esos valores en 5 puntos.



Un sistema de extractores permitirá renovar, como mínimo, el siguiente número de veces el volumen total de aire de la nave según el caso de que se trate:

- 10 veces por hora para naves o cabinas de pintura de piezas elementales o subconjuntos.
- 6 veces por hora para naves de pintura final del avión.

El aire para renovación general será introducido en la nave de forma que no se produzcan turbulencias o excesivas corrientes y debe ser previamente filtrado a través de elementos que impidan el paso de partículas de tamaño superior a 10 μm .

Las puertas y ventanas se mantendrán cerradas, para impedir la entrada de polvo y suciedad, durante la aplicación y secado de las pinturas.

Un suministro adicional de aire filtrado, con un circuito adecuado de captadores y extractores, debe producir un flujo lineal de aire que se recomienda sea de 0.2 - 0.5 m/s, sobre las superficies que se están pintando.

El aire extraído de la nave no podrá ser recirculado.

3.1.4. SALAS PARA PREPARACIÓN Y MEZCLA DE PINTURA.

Estas serían las 4 salas pequeñas que aparecen de color en la Figura 20:

- 2 BOX DE PINTURA (color azul)
- 2 BOX DE SELLANTE (color rosa)

Estas salas tienen un área aproximadamente de 5m². Son salas donde solo tienen acceso los operarios cualificados y donde se realizan las mezclas y preparación de productos.

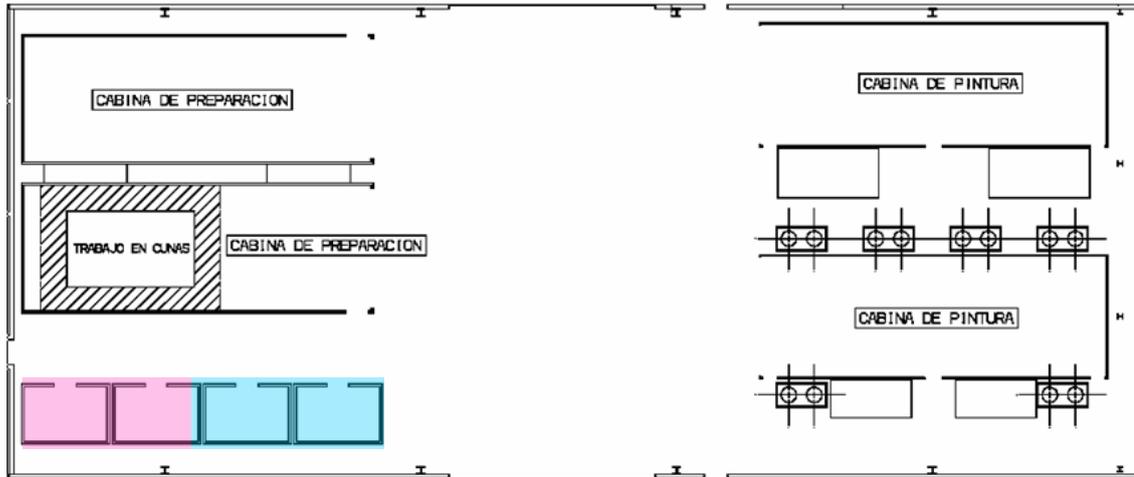


Figura 20. Zona para preparación y mezcla de pintura.

Esta zona, deberá estar limpia, exenta de polvo y otros contaminantes, disponiendo de aspiración independiente (30 - 50 renovaciones hora), debido a los intensos olores de estos productos.

La Figura 21 muestra la sala de mezcla de pintura, donde se puede ver los filtros del aire, así como la mesa de mezcla.

Las salas están equipada con agitadores mecánicos, probetas graduadas de plástico resistente a los disolventes y diluyentes, balanza y copas viscosimétricas, estos equipos se muestran en la Figura 22.



Figura 21. Sala de mezcla de pintura.



Figura 22. Copas viscosimétricas, recipientes de mezcla y equipos.

Es importante destacar que las baldas de las estanterías donde se encuentran las pinturas deben estar conectadas a tierra, al igual que la mesa donde se realizan las mezclas. Esto es una medida de seguridad requerida en la norma en algunos productos y también requerida por el organismo Nadcap. En la Figura 23 se muestra la toma de tierra de las estanterías.



Figura 23. a) Estantería del box de pintura. b) Toma de tierra de la estantería.

3.2. TERMOHIGRÓMETRO.

Es en estas salas donde serán usados los termohigrómetros, para conocer las condiciones en las que se realiza la mezcla.

Los termohigrómetros son instrumentos para determinar la humedad ambiental, la temperatura ambiental, el punto de rocío, y la temperatura superficial de productos, por medio de un sensor de temperatura externo que lleva consigo. Este instrumento se puede recalibrar in situ con la ayuda del



equipo de calibración o puede enviarse para que se realice una recalibración acreditada DIN ISO de laboratorio (cada 6 meses).



Figura 24. Termohigrómetro

Rangos de medición (interno)	
Temperatura	- 20 ... + 50 °C
Humedad relativa	0 ... 100 % H. r.
Temperatura de esfera	- 21,6 ... + 50 °C
Temperatura de rocío	- 78,7 ... + 50 °C
(sensor externo)Temperatura	- 20 ... + 70 °C
Resolución Temperatura	0,1 °C
Humedad relativa	0,1 %
Precisión Temperatura	± 1 K
Humedad relativa	± 3 %
Tiempo de respuesta	aprox. 60 s
Tipo de sensor de humedad	sensor de resistencia
Sensor de temperatura externo	con cable de 1,1 m adaptable por medio de enchufe de jacks de 2,5 mm; longitud con asidero incluido: 15 cm
Alimentación	2 baterías AAA de 1,5 V
Condiciones ambientales	- 20 ... + 50 °C / 0 ... 100 % H.r.

Tabla 2. Características y rangos de medición del termohigrómetro.



3.3. CERTIFICACIÓN PRINADCAP.

En los casos en los que por interés del cliente sea necesaria la certificación Nadcap del proceso de pintura sin existir una acreditación Nadcap previa, será condición indispensable, para poder autorizar provisionalmente el proceso, que el suministrador tenga planificada la auditoría Nadcap. La fecha de autorización será la obtenida de restar 90 días naturales a la fecha de auditoría Nadcap.

A partir de la auditoría Nadcap el suministrador dispone de una prórroga de 3 meses en la aprobación preliminar para el cierre de las posibles NC (no conformidades).

La certificación no se emitirá hasta el cierre de todas las NC generadas en la auditoría Nadcap y la emisión del certificado Nadcap. Una copia de este Certificado deberá incluirse en el informe de certificación.

NADCAP realizará auditorías en las instalaciones del suministrador con el fin de mantener en el tiempo el nivel de calidad alcanzado en la certificación inicial del proceso.

Estas auditorías de control de proceso, en principio, se llevarán a cabo con una periodicidad anual, salvo que el análisis de los indicadores de calidad, resultado de auditorías anteriores, cierre e implementación de acciones correctoras aconseje otra periodicidad, que no será superior a tres años en ningún caso.

Nadcap: Marca registrada que representa al programa mundial líder de cooperación entre las principales empresas aeronáuticas diseñado para llevar a cabo un consenso eficiente en procesos especiales y productos y así proporcionar una mejora continua en las industrias aeroespaciales. En el programa Nadcap están representadas la mayoría de las empresas tractoras o "Prime" del sector aeronáutico mundial.



Performance Review Institute (PRI): Organización sin ánimo de lucro creada en 1990 bajo el control de la organización SAE (Society of Automotive Engineers). Es la única entidad autorizada para emitir la acreditación Nadcap.

3.4. NORMAS BÁSICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA SALA DE MEZCLAS DE PINTURA.

Para mantener el nivel de calidad alcanzado en la certificación de Pri-Nadcap es necesario establecer unas normas de funcionamiento de la sala de mezcla de pintura, que son las siguientes:

- 1) Sólo puede realizar mezclas el personal certificado.
- 2) Antes de mezclar es necesario tener cumplimentada la ficha de solicitud de pintura por parte del jefe de equipo.
- 3) Comprobaciones a realizar antes de empezar a mezclar:
 - Fecha de caducidad de los productos a utilizar.
 - Documentación aplicable del conjunto afectado.
 - Normas e ITP aplicables.
 - Temperatura y humedad relativa adecuada.
 - Estado de limpieza de los recipientes de mezclas.
 - Copa viscosimétrica aplicable.

Si no se cumple alguna de estas condiciones se interrumpirá el proceso y se avisará al departamento de calidad y al jefe de equipo.



4) Cumplimentar los registros de mezclas:

- Registro de mezclas.
- Registro de control de aplicación de pintura.

3.5. REQUISITOS DE SEGURIDAD E HIGIENE.

Las medidas a adoptar desde el punto de vista de Salud, Seguridad y Condiciones de trabajo, deberán cumplir los requisitos de la normativa local aplicable.

- Tomas de tierra

Antes de iniciar cualquiera de las operaciones preparatorias o de acabado, todas las masas estáticas de los aviones o grupos sueltos de gran tamaño serán conectadas a las tomas de tierra.

- Prevención de incendios

Como precaución preliminar a la aplicación de los acabados orgánicos, se comprobará que están cumplimentados todos los requisitos de la normativa de seguridad.

- Almacenamiento y manejo de disolventes y diluyentes

Se realizará en recipientes metálicos herméticos, de seguridad, debidamente etiquetados y con tomas de tierra. Se comprobará que cumplen los requisitos de la normativa de seguridad.

- Protección de conjuntos susceptibles

Pantallas de radar, plásticos transparentes de ventanas y cabinas, superficies de gomas (ruedas, perfiles), bordes de ataque con instalaciones



antihielo, de goma o de metal poroso, en algunos cordones de sellado, cables flexibles, mecanismos, piezas cadmiadas, aceros de alta resistencia y aceros no resistentes a la corrosión, serán protegidos de la acción de disolventes y reactivos usados en los procesos de pintura.

- Equipos de protección personal

Los operarios deberán utilizar las prendas de protección (guantes, gafas, petos, máscaras, etc.) que determine el técnico de seguridad. Evitar la inhalación prolongada de los gases y vapores desprendidos durante las distintas operaciones del proceso.

El contacto accidental con cualquier producto químico, disolución o electrolito con la piel u ojos, requiere un lavado prolongado con agua corriente y, en caso necesario, asistencia médica.

3.6. EQUIPOS DE PINTURA.

Se utilizarán equipos que permitan la aplicación de las pinturas de manera uniforme y continua. Los equipos específicos de aplicación, para cada una de las diferentes imprimaciones y acabados finales, estarán referenciados en las correspondientes normas de cada cliente.

Los equipos auxiliares, tales como compresores, conducciones del aire a presión, filtros, reguladores, etc., serán seleccionados por Ingeniería de planta.

Las estufas para el secado y curado acelerado de las imprimaciones y acabados, estarán previamente calificadas.



3.7. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA NAVE DE PINTURA.

Con objeto de asegurarse que las instalaciones y equipos se mantienen en la clase asignada o para verificar las posibles variaciones de su estado se realizarán las pruebas (ensayo, calibraciones, comprobaciones, etc.) con la periodicidad indicada en las especificaciones correspondientes a cada instalación/equipo.

En el box de pintura será necesario tener las fechas límite de calibración de los instrumentos como copas de viscosidad, cronómetro, medidor de espesor y termohigrómetro. En la figura 25 se muestra la siguiente información. Esto es un requerimiento de PRI-Nadcap.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA				
Rojo Negro Rojo		PUESTO BOX PINTURA		FECHA: 06/2010
CÓDIGO	DESIGNACIÓN	RANGO MEDIDA	PRÓXIMA CALIBRACIÓN	OBSERVACIONES
6694-AEA	COPA DE VISCOSIDAD	ISO 2431	08/09/2010	Sección - 13
6382-AEA	COPA DE VISCOSIDAD	ZAHN	11/06/2011	CRJ
7329-AEA	COPA DE VISCOSIDAD	AFNOR CUP N°4	19/03/2011	Super Puma
6322-AEA	COPA DE VISCOSIDAD	FORD-4 N°4 S/ASTM D 1200	10/12/2010	
7169-1-AEA	CRONÓMETRO	59MIN., 59SEC.	21/12/2010	
6385-AEA	MEDIDOR ESPESOR DE CAPAS	-	18/08/2010	
7066-AEA	TERMOHIGROGRAFO	5-50°C / 10-90%HR	25/03/2011	

Figura 25. Fechas de la próxima calibración.

Por ejemplo los termohigrómetros serán enviados a laboratorios cada 6 meses y las cabinas de pintura se calibraran "in situ" al menos una vez al año.



Deberá establecerse un plan de mantenimiento definido y escrito que diga qué hay que revisar y cada cuánto tiempo. El plan de mantenimiento preventivo tiene nivel I y nivel II, dependiendo si la revisión es realizada por los pintores o por el personal de mantenimiento de la empresa.



Figura 26. Documentación de la nave de pintura.

4. PROCESO DE PINTURA.

4.1. PROCESO ESPECIAL DE PINTURA.

El proceso de pintura es un proceso especial porque puede ser considerado crítico para la garantía de la calidad del producto, por lo que requiere un tratamiento especial. Estos procesos que se denominan especiales son sometidos a un proceso de calificación mucho más exhaustivo, llamado certificación.

El proceso especial de pintura debe ser acreditado por PRINADCAP, y para ello deberá ser sometido a una auditoría realizada por este organismo independiente. Es necesario obtener este certificado porque en la actualidad hay mucha competencia entre empresas y el cliente puede solicitar la certificación.



La calificación consiste en una evaluación técnica mediante ensayos y/o comprobaciones específicas en la que se demuestra que una determinada instalación de fabricación cumple los requisitos del proceso.

4.2. IMPORTANCIA DEL PROCESO DE PINTURA.

El pintado de objetos se realiza para satisfacer dos necesidades funcionales que son las de: protección y decoración.

Los distintos tipos de pintura que ofrecen los fabricantes deberán en mayor o menor medida ser capaces de cumplir esos objetivos sin perjuicio que realicen los dos a la vez.

Por ello y en función del resultado esperado, la selección del tipo correcto de pintura adquiere una gran importancia.

La protección que se pretende que realice la pintura sobre los metales es la de evitar la oxidación y corrosión, y sabiendo que estos fenómenos se inician por la superficie de las piezas cuando están en contacto con distintos agentes (aire y agua), parece claro que si se consigue una separación efectiva de ellos, se habrá alcanzado el objetivo buscado.

Pues bien este efecto que se denomina barrera es lo que realiza la pintura, naturalmente esto implica impermeabilidad y adherencia.

La impermeabilidad será tanto mayor cuanto lo sea el espesor de la capa de pintura.

Otra forma de protección es la conseguida por la composición de la propia pintura, por ejemplo pinturas o imprimaciones ricas en zinc al estar en contacto íntimo con el acero, actuando éste como cátodo protegerá al acero. Este tipo de pintura en el momento de su aplicación es muy porosa pero en presencia de humedad se produce óxido de zinc que es insoluble en agua y se acumula entre las partículas de zinc de la pintura actuando como elemento de



unión entre ellas y haciendo impermeable a ésta. Si por cualquier razón la capa de pintura se destruye en algún punto, la penetración de humedad al contacto con el zinc reinicia el proceso de formación de óxido, regenerando la capa de protección.

Es importante resaltar que bajo la capa de pintura no deben de existir trazas de oxígeno y humedad para evitar el inicio de la corrosión. Si la superficie de la pieza tiene muestras de oxido, su combinación con el aire contenido en las bolsas que se forman al aplicar la pintura, da lugar a una nueva corrosión que avanzará de adentro hacia afuera rompiendo la capa de pintura dando lugar a un proceso que acabará por destruir la pieza.

De lo anteriormente expuesto se deduce la importancia que tienen los tratamientos de limpieza y de aplicación de imprimaciones que aparte de evitar la formación de óxido en el tiempo transcurrido entre la limpieza y la aplicación de la pintura, actúen como inhibidores de corrosión y agentes que faciliten la adherencia de ésta. Debe tenerse en cuenta que el coste de estos tratamientos es de alrededor de seis veces el de la pintura y la duración de ésta sobre acero es de 4 a 10 veces mayor con un tratamiento de chorreado abrasivo.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la rugosidad de la superficie, siendo el ideal en piezas de acero, valores de Ra entre 30 y 50 micras perfectamente obtenibles con chorro abrasivo. Superficies muy pulidas dificultan la adherencia, mientras que las muy bastas obligan a la aplicación de capas muy gruesas para poder tapar las asperezas.

Cuando las superficies son muy rugosas y/o presentan arañazos profundos e interesa dejar acabados muy lisos, el procedimiento empleado consiste en rellenar los defectos con emplastecedores, lijar para conseguir la uniformidad deseada y aplicar la pintura.



Como resumen se puede decir que el éxito en la aplicación de un proceso de pintura está en la limpieza, aplicación de imprimación, aplicación de pintura y secado con control de temperatura y polvo.

Como función decorativa, es claro que la principal característica es el color y su definición ya que la posibilidad de tonalidades no puede ser definida simplemente por las denominaciones: rojo, azul, verde claro, etc.

La necesidad de uniformidad requerida en fabricaciones en serie para intercambiabilidad, imagen, etc., ha obligado a la aparición de distintas normas que mediante códigos establecen los colores y tonos de forma precisa.

4.3. COMPONENTES DE LAS PINTURAS.

Las pinturas son compuestos de distintos productos que se pueden clasificar como:

- Pigmentos
- Cargas
- Ligantes
- Disolventes
- Secantes y aditivos

Los **pigmentos** proporcionan el color, opacidad, viscosidad y la capacidad de cubrir de la pintura, también fortalecen la pintura, le dan consistencia y tienen especial importancia en la protección contra el óxido al conferirle impermeabilidad.

Las **cargas** se puede decir que son un tipo especial de pigmentos de tamaños y formas irregulares, se agregan para dar el aspecto y consistencia



adecuado a la pintura a fin de hacerla apta para su aplicación por pulverización, rodillo, brocha, etc. La adición de cargas permite aplicar la pintura en capas gruesas sin que se ésta se descuelgue. También se pueden agregar para mejorar las condiciones de secado, actuar como agentes emulsificadores, o para absorber las radiaciones ultravioletas.

El **ligante** es el ingrediente más importante en las propiedades de la pintura. Las pinturas se agrupan de acuerdo con los tipos de ligantes ya que pinturas con exactamente el mismo color dependiendo del tipo y proporción de ligante empleado resultan completamente distintas.

El **disolvente** es el líquido que contiene al resto de los componentes de la pintura, proporciona y mantiene las condiciones de viscosidad de la pintura antes de su aplicación y tiene gran influencia en el proceso de secado.

Los **secantes y aditivos** son componentes especiales para facilitar el secado o proporcionar alguna característica específica.

4.4. TIPOS DE PINTURAS.

Esmaltes:

Son pinturas caracterizadas por su capacidad para formar superficies suaves, que habitualmente presentan un alto brillo, aunque también pueden ser mates en distinto grado. Los esmaltes pueden secar al aire o en horno, realizándose este proceso por oxidación de forma que las cadenas moleculares de corta longitud se enlazan al contacto con el oxígeno al evaporarse el disolvente.

El hecho de que curen con el contacto con el aire significa que lo hacen por el exterior por lo que el endurecimiento evita la difusión del oxígeno hacia las capas interiores, siendo por tanto desaconsejable el dar capas de espesores gruesos.



Estas pinturas también se las conoce como pinturas al aceite, alquídicas o sintéticas.

Lacas:

Son composiciones basadas en termoplásticos naturales o sintéticos cuyas cadenas moleculares más largas que las anteriores, se encuentran disueltas en disolventes orgánicos. El secado es físico al evaporarse el disolvente produciéndose entonces la unión de las cadenas realizándose de una forma rápida siendo ésta una de las características de estas pinturas. Las lacas típicas están compuestas de nitrocelulosa y derivados celulósicos, resinas vinílicas y acrílicas.

Una ventaja de estas pinturas es la de poderse aplicar capas de pintura nueva sobre capas viejas (siempre que se encuentren exentas de polvo y aceite), ya que el disolvente de la nueva actúa sobre la primitiva fusionándose con ella y creando una nueva capa homogénea.

Pinturas al agua:

Los problemas ambientales y contaminación con productos tóxicos derivados de la evaporación de los disolventes orgánicos, ha obligado la búsqueda de otros tipos de pinturas, apareciendo las denominadas pinturas al agua, que probablemente en un futuro inmediato desplazarán a buena parte de los otros tipos de pintura.

Existen tres tipos de pinturas al agua:

- Soluciones
- Dispersiones coloidales
- Emulsiones.



Las soluciones están basadas en ligantes solubles en agua. Muchos de los ligantes convencionales tales como los alquídicos, acrílicos o epoxys pueden hacerse solubles en agua con la adición de componentes fuertemente hidrófilos.

Las dispersiones coloidales están formadas por partículas muy pequeñas de ligantes, menores de $0,1\mu\text{m}$ de diámetro dispersas en agua.

Las emulsiones son dispersiones en agua que difieren de las anteriores en que las partículas son mucho mayores que las anteriores. Se realizan por precipitación en agua y por tanto no necesitan ser dispersadas.

Los pigmentos son compatibles con el agua tomando las precauciones necesarias para evitar la reacción química con el agua.

Las ventajas de estos tipos de pinturas son:

- Baja inflamabilidad.
- Baja toxicidad y olor.
- Facilidad de limpieza con agua.
- Buena continuidad de la capa de pintura similar a las que contienen disolventes orgánicos.
- Buena estabilidad mecánica. Se puede bombear igual con los equipos de uso habitual.

Las desventajas más significativas son:



- Dificultades de aplicación con equipos electrostáticos debido a la conductividad del agua.
- La temperatura de curado debe de controlarse en la subida para evitar que la evaporación del agua produzca ampollas en la pintura.
- Durante el curado la pintura es más susceptible para la captación de polvo.
- El control de humedad y temperatura es vital ya que temperaturas bajas y humedades altas pueden hacer que la pintura se descuelgue.

Pinturas electroforésicas:

Son pinturas particulares al agua, para aplicación en cubas especiales en las que se sumergen las piezas y donde las partículas de pintura se cargan eléctricamente, siendo atraídas por la pieza dejando la solución y adhiriéndose a ella.

Las pinturas se pueden preparar para depositarse bien en el ánodo o el cátodo. Cuando la pieza sale del baño es enjuagada con agua para quitar la pintura sobrante, quedando una capa de pintura uniforme y firmemente adherida, procediéndose a continuación al secado en horno.

Las resinas y pigmentos son almacenados como concentrados y añadidos al tanque según necesidad para mezclarse con agua desionizada y pequeñas cantidades de solubilizantes y desespumantes. La concentración de no volátiles en el baño varía de un 10 a un 20%. Las resinas utilizadas con mayor frecuencia son epoxys o acrílicas.



Pinturas para autoforesis:

Son pinturas al agua depositadas sobre el metal por una acción catalítica en baño. Solo las piezas ferrosas son susceptibles de ser tratadas por este procedimiento. Tienen especial aplicación en el tratamiento de estructuras tubulares de automóviles.

Pinturas de alto contenido sólido:

Son pinturas que contienen un 70% o más de sólidos por volumen, incorporan polímeros de bajo peso molecular para que con menos disolvente puedan alcanzar la densidad necesaria para una aplicación correcta. Pueden ser de uno o dos componentes.

Las de un solo componente pueden ser: epoxy, acrílicas, poliéster y alquídicas.

Las de resinas de dos componentes pueden ser: uretanos, acrílico- uretanos o epoxy-aminas. El curado lo realizan por la acción de un catalizador que se mezcla con la pintura en el momento de su aplicación, si esta unión se realiza en la pistola en el momento de la aplicación se acelera el proceso de curado. Al ser éste consecuencia de una reacción química no deben de aplicarse los componentes por separado ni mantenerse juntos antes del proceso de pintura.

Las ventajas de estas pinturas son:

- El control del color es más fácil que el de las pinturas con disolventes.
- Las propiedades de brillo, dureza, adherencia, resistencia al desgaste pueden ser superiores a las convencionales.
- El coste de aplicación por metro cuadrado es más bajo.



- El coste de energía para el secado es más bajo.
- El cumplimiento de los límites legales impuestos para el control de evaporación de disolventes es más fácilmente alcanzable.

Las desventajas son:

- Requieren equipo de aplicación especializado.
- La limpieza es más difícil, así como el repaso de piezas ya pintadas.
- La toxicidad de los isocianatos empleados con los uretanos y las aminas con los epoxys, puede causar problemas.
- Los tiempos de secado o curado es considerablemente más largo a menos que se empleen hornos.

Pinturas en polvo:

Consisten en polvos formados por polímeros y resinas con pigmentos iguales a las pinturas líquidas, mezclados y pulverizados de forma homogénea, fundidos y vueltos a pulverizar en partículas extremadamente finas.

La aplicación se realiza como polvo seco con procedimientos electrostáticos. La capa se forma al fundirse el polvo sobre la pieza calentando ésta por encima del punto de fusión de la pintura.

Este procedimiento es ampliamente empleado en productos domésticos, cestas de alambre, equipamiento de laboratorio, y componentes aeronáuticos y de automóviles.



Las ventajas en su utilización son las derivadas de la baja toxicidad y aprovechamiento del material y las desventajas las dificultades en el control de color, aplicación de capas delgadas y la temperatura necesaria para alcanzar la fusión.

4.5. SELECCIÓN DEL TIPO DE PINTURA.

La selección del tipo de pintura estará de acuerdo con los requerimientos del producto a pintar y debe de realizarse teniendo conocimiento de las características favorables y desfavorables, las formas de suministro, costo relativo y forma de aplicación, secado, condiciones de servicio, regulaciones ambientales. En las tablas siguientes, se hacen comparaciones entre los distintos tipos de resinas.

Resina	Forma disponible	Método de secado	Características favorables	Características desfavorables	Costo	Utilización
Acrílica	Disolvente y al agua	Secado al aire y horno	Dureza, adherencia, aplicación para exteriores, resistencia ligera a ácidos, álcalis, disolventes	Tendencia a ser frágil	Moderado-alto	Aplicaciones de acabado para automóviles
Alquídicas	Disolvente y al agua	Secado al aire y horno	Alto brillo, flexibilidad, buena duración, versatilidad	Poca resistencia a álcalis, poca dureza, tendencia a amarillear	Bajo-moderado	Pinturas de anuncios, exterior sobre piezas metálicas
Cloro-caucho	Disolvente	Secado al aire	Resistencia al agua, álcalis y ácidos	Poca dureza y resistencia a la abrasión, poco brillo, sensible a los disolventes.	Moderado	Fondos de depósitos o elementos sumergidos en agua.
Epoxy	Disolvente, agua y polvo	Secado al aire y horno	Excelente adhesión y resistencia química, flexibilidad, resistencia a la abrasión y	Deslucido rápido en exteriores, poca resistencia a los ácidos oxidantes, amarillea en colores claros	Moderado-alto	Pinturas de mantenimiento, primeras capas en automóviles, metales



			dureza			
Fluorcarbon	Disolvente y polvo	Horno	Excelente resistencia en exteriores y a productos químicos	Moderada adhesión, difícil repintado, altas temperaturas de curado	Alto	Pintado de muelles, serpentines
Nitrocelulosa	Disolvente	Secado al aire y horno	Secado rapidísimo, buena dureza y resistencia al desgaste	Bajo contenido de sólidos, de débil a buena duración en exteriores, peligro de inflamabilidad	Bajo-moderado	Acabado de muebles, lacados
Fenólicas	Disolvente, agua	Secado al aire y horno	Resistencia química, y a la corrosión, dureza, adhesión	El obscurecimiento solo se puede realizar sobre pinturas oscuras	Alto	Recubrimientos de latas y depósitos, mantenimiento
Poliéster	Disolvente, agua, polvo	Secado al aire y horno	Alto brillo, resistencia química, dureza, capas gruesas	Adhesión débil	Alto	Acabados para madera
Poliuretano	Disolvente, agua, polvo	Secado al aire y horno	Resistencia química, a la abrasión y dureza, duración en exteriores	Algunos tipos amarillean y se deslucen bajo ciertas condiciones	Moderado-alto	Acabados en aviones y sobre piezas metálicas
Siliconas	Disolventes, agua	Secado al aire y horno	Alta resistencia al calor, duración en exteriores, retención de color y brillo	Tendencia a fragilizar	Alto	Cualquier acabado con para alta resistencia en exteriores
Vinílicas	Disolvente y polvo	Secado al aire y horno	Resistencia química, flexibilidad, secado rápido, resistencia a ácidos alcalís y a la abrasión	Bajo contenido en sólidos, riesgo de inflamabilidad	Moderado	Latas de envase y depósitos, mantenimiento y decoración

Tabla 3. Comparaciones entre los distintos tipos de resinas



Atendiendo a la resistencia mecánica o acción química, podemos hacer la siguiente clasificación de resinas:

Acción	Pintura
Abrasión	Vinilos, poliuretanos
Impacto	Epoxy, vinilos, poliuretanos
Adherencia	Acrílicas, vinílicas
Flexibilidad	Epoxy, vinílicas
Ácidos	Cloro-caucho, vinílicas epoxy
Disolventes	Epoxy, fenólicas
Detergentes	Acrílicas, epoxy
Manchas	Fenólicas
Gasolina	Alquídicas, epoxy
Álcalis	Fenólicas
Calor	Alquídico- amins,

Tabla 4. Clasificación de resinas atendiendo a la resistencia mecánica o acción química

4.6. TRATAMIENTO DE PREPINTADO.

Adicionalmente a las operaciones de limpieza y acondicionado en cuanto a rugosidad de la superficie y con objeto de aumentar la resistencia a la corrosión y adherencia de la pintura se efectúan tratamientos de prepintado inorgánicos (fosfatado) y orgánicos (imprimaciones). La elección de uno u otro depende de la naturaleza del material y el tipo de protección deseada.

Fosfatado:

Es un tratamiento consistente en la formación de una capa protectora no metálica y aislante formada sobre la superficie del metal al sumergirlo en una solución de fosfato.



Imprimaciones:

Son aplicaciones de productos orgánicos que proporcionan al metal una capa inhibidora.

Los componentes de las imprimaciones son resinas polivinílicas, cromatos y ácido fosfórico, siendo éste el encargado de favorecer la adherencia de las posteriores capas de pintura, su aplicación se realiza en capas muy delgadas. Entre las denominaciones más conocidas están:

- **Wash primer:** para piezas de aluminio, metal galvanizado y toda aquella superficie chorreada previamente.
- **Shop primer:** proporciona protección temporal inmediatamente después del tratamiento de la chapa, seca muy rápido y admite encima cualquier tipo de pintura.
- **Imprimaciones ricas en zinc:** como prevención de la corrosión.

En el proceso de pintado del Lince210 de ESICOPTER, se utiliza las imprimaciones para proteger el aluminio contra el metal, todas las piezas tienen una capa de PRIMER, antes de la pintura final, excepto en aquellas zonas donde se requiere una metalización.

4.7. APLICACIONES DE LA PINTURA.

La aplicación de la pintura puede realizarse por múltiples medios más o menos sofisticados y cuya elección viene condicionada por el tipo de pintura, cantidad de piezas, acabado deseado, aprovechamiento de la pintura, contaminación ambiental admisible. Además de los conocidos métodos manuales de aplicación sobradamente conocidos tales como brocha y rodillo se utilizan aplicaciones consistentes en el rociado de la pintura mediante una pistola con las siguientes variantes:



Pulverizado aerográfico:

El pulverizado de la pintura se realiza con una pistola por la que se hace pasar una corriente de aire que por efecto Venturi aspira la pintura del depósito que la contiene, creando una niebla también impulsada por la corriente de aire que se dirige contra la pieza a pintar.

Es un procedimiento barato, de calidad aceptable y válido donde se requiera buena uniformidad y apariencia.

Sus inconvenientes se derivan del alto consumo de pintura que se produce en la atomización y en la aspiración del local donde se realiza el pintado, el aire empleado debe ser seco y exento de aceite.

Este es el método utilizado para realizar el pintado de las piezas del helicóptero Lince 210, excepto aquellas zonas de difícil acceso que serán pintadas con pincel. Para el pulverizado aerográfico se utiliza una pistola: SAGOLA 4100, que es una pistola de gravedad y que tiene las siguientes características:

- Sistema Media Presión con mayor transferencia que sistemas convencionales.
- Pistola idónea para la aplicación de acabados con rapidez.
- Pistola de poco peso y muy ergonómica.
- Un sólo eje mecánico y reducción en el número de piezas.
- Prensaestopas automático de 1 sola pieza.
- Consumo de aire en versión estándar: 350 l/min.
- Presión de trabajo de entrada 3,5 bar/máx.



Figura 27. Pistola SAGOLA 4100G

Anteriormente se utilizaba la pistola SAGOLA 490G (que es de baja presión, y por tanto supone un menor gasto de pintura), pero debido a los requerimientos de presión de las normas de ESICOPTER; al tamaño de las piezas y al tamaño del depósito de la pistola se realizó el cambio de pistola SAGOLA 490G a SAGOLA 4100G.

Es importante que después de cada aplicación se limpie la pistola con disolvente, pero se debe utilizar el mínimo posible, porque el disolvente es un material tóxico, que contamina el medio ambiente y que es perjudicial para la salud.

Pulverizado airless:

Es un sistema que mediante una bomba de alta presión impulsa la pintura hasta una pistola difusora en la que se realiza la atomización, pudiéndose controlar el chorro con distintos tipos de boquillas acoplables en la salida de la misma. La formación de niebla es muy pequeña o nula siendo por tanto mucho más alto el aprovechamiento de la pintura, perdiéndose sólo aquella parte que no incide sobre la pieza a pintar.



Pulverizado airmix:

Es un sistema intermedio entre el aerográfico y el airless con menor consumo de aire que el primero, sin alcanzar las altas presiones del segundo. La formación de niebla es considerablemente más pequeña que en el aerográfico.

Pulverizado electrostático:

Es un sistema de proyección de pintura con o sin aire, con pistolas especiales donde en el momento del atomizado, las partículas de pintura se cargan eléctricamente de forma que si la pieza a pintar se conecta a tierra, es decir se mantiene a un potencial eléctrico más bajo que el de las partículas de pintura, estas son atraídas por la pieza. Esto permite por ejemplo en estructuras tubulares, que aun dirigiendo el chorro a la parte frontal y al envolver la niebla a toda la pieza también se produzca adherencia por la parte posterior.

La principal desventaja se encuentra en el hecho de que en piezas con aristas, las más próximas a la pistola, son las que en mayor medida atraen a la pintura produciéndose acumulaciones sobre ellas, esto hace este procedimiento inadecuado para piezas con superficies que presenten concavidades o zonas de difícil acceso. Otra desventaja es que en montajes debe de existir contacto eléctrico entre todos los componentes.

Con este método el aprovechamiento de pintura es mucho mayor que en los procedimientos anteriores donde las pérdidas de pintura pueden llegar a un 70% quedando con éste procedimiento en un 10%.

Inmersión:

Es un procedimiento donde el pintado se produce al sumergir la pieza en un depósito conteniendo la pintura en un estado de agitación.



El exceso de pintura adherida se devuelve al depósito soplando con aire la pieza en el momento de su extracción.

Es un procedimiento útil en aquellos casos en que la totalidad de la pieza debe quedar pintada y para grandes producciones utilizando cadenas de transporte de las que cuelgan cestas o soportes adecuados para las piezas. El aprovechamiento de pintura es prácticamente total.

Sus desventajas se derivan de la dificultad en el control de la capa de pintura ya que se producen mayores espesores en las superficies inferiores que en las superiores como consecuencia del descolgamiento de las aristas y partes agudas, con el consiguiente riesgo de formación de goterones y ampollas en el secado.

Rodillos automáticos:

Es un procedimiento similar al de las rotativas de imprenta donde las piezas (chapas planas) se hacen pasar entre dos rodillos impregnados de pintura. Este procedimiento es adecuado para grandes producciones por su economía y calidad de pintura. Permite la creación de letreros, figuras y detalles similares a los creados en una imprenta.

Cortina de pintura:

Es un procedimiento utilizado para pintura de chapas a gran velocidad, basado en el movimiento de chapas planas o curvas radiadas, a una velocidad adecuada bajo una cortina de pintura de muy pequeño espesor, con lo que se consigue el recubrimiento de la pieza con una capa de pintura de espesor constante.

Las pérdidas de pintura son mínimas siendo por tanto adecuado para grandes producciones ya que requieren al igual que en los dos procedimientos anteriores instalaciones automáticas relativamente complicadas.



Pintado en tambor:

Es uno de los procedimientos más económicos para el pintado de pequeñas piezas con pesos inferiores a medio kilo tales como tornillos, tuercas, botones, pequeños volantes, etc., Siendo también un buen procedimiento para el prepintado.

Está basado en la introducción en un tambor giratorio de las piezas con una cantidad predeterminada de pintura en forma similar a la de una lavadora doméstica. El aire de secado se introduce por un extremo del eje central y forzado a través de las piezas en movimiento continuo, escapando por el otro extremo del eje arrastrando los vapores de los disolventes.

Electropintado:

Es un procedimiento también conocido como electroforesis en el que las piezas son sumergidas en un tanque en el que las partículas de pintura en este caso disueltas en agua, está sometida a una corriente eléctrica que las carga, siendo éstas atraídas por la pieza que mantiene una carga contraria, cuando alcanzan la pieza abandonan la solución y cubren su superficie.

El espesor de la capa depende de la complejidad de la pieza, tiempo de permanencia, voltaje, temperatura, contenidos sólidos y capacidad para penetración en zonas escondidas, el crecimiento de la capa se produce más rápidamente en las zonas de más fácil acceso pero a medida que va aumentando la creciente resistencia eléctrica de la pintura va disminuyendo el régimen de deposición en las zonas, de forma que al final se obtiene una buena uniformidad pudiendo llegar a ser de 38 μm .



Una vez se ha realizado el recubrimiento, la pieza se extrae del tanque, se enjuaga con agua para eliminar los excesos de pintura y se seca en horno.

Las ventajas de este procedimiento son:

- Posibilidad de total automatización.
- Posibilidad de introducir en el tanque a la vez piezas de formas y tamaños distintos.
- Uniformidad de capa.
- Buen recubrimiento de bordes y zonas ocultas con el consiguiente aumento de resistencia a la corrosión.
- Ausencia de descolgamientos.
- Ahorro de pintura en hasta un 30%.
- Ausencia de riesgos de incendio.

Las desventajas son:

- Coste elevado de instalaciones.
- Se necesita un cuidadoso control de temperatura, pH de la solución y del material de la pintura.
- El pretratamiento debe ser más cuidadoso.
- Los defectos de substrato son visibles a través de la pintura.
- Solo se puede dar una capa de pintura.
- Los cambios de color son difíciles y caros.



4.8. PINTURA DE AERONAVES.

El pintado de aviones se realiza para satisfacer alguno o todos los requerimientos indicados a continuación:

- Protección contra la corrosión.
- Protección contra los agentes químicos (combustible, líquidos hidráulicos, líquidos de deshielo, detergentes de limpieza, etc.).
- Protección contra los agentes físicos que pueden dañar los revestimientos de aluminio (partículas de polvo, granizo).
- Decoración en caso de aviones civiles y camuflaje en los militares.
- Facilitar operaciones de localización en caso de accidentes.



Figura 28. Aviones civiles con logotipos de compañías.

Como consecuencia de lo anterior a las pinturas se les requieren las siguientes características:



- Resistencia a la erosión, abrasión y pequeños impactos.
- Flexibilidad para soportar los cambios dimensionales del material originados por los cambios de temperatura sin cuartearse.
- Resistencia al medio ambiente: temperatura (variaciones entre -60°C y 180°C), humedad, agua, nieve, granizo.
- Adherencia a la superficie estructural.
- Impermeabilidad.
- Duración de las características anteriores.

Para cumplir los requerimientos anteriores se aplican distintos productos que combinados proporcionan los efectos deseados, un proceso típico es el señalado a continuación:

- Limpieza y desengrase.
- Washprimer: consiste en la realización de un ataque químico con la aplicación de pintura de la superficie del substrato generalmente aleaciones ligeras de aluminio, acero o titanio, para facilitar la adherencia de los tratamientos posteriores.
- Primer: pintura base, para la protección contra la corrosión y hongos.
- Intermediate coat: capa de pintura para refuerzo de la protección contra la corrosión, por el establecimiento de un efecto barrera y facilitando así la adherencia de la capa final.
- Top coat: capa final de pintura que confiere las cualidades de resistencia exterior y aspecto.

Las pinturas utilizadas generalmente en aeronaves son:

- Epoxy: son pinturas formadas por resinas que poseen una buena flexibilidad, proporcionan una excelente adherencia, resistencia a la abrasión y a los agentes químicos. Por el contrario proporcionan poca resistencia frente a los ácidos oxidantes y cuando están expuestas directamente a la intemperie se deterioran rápidamente.



- Poliuretano: Son muy flexibles, resistentes a la abrasión y a los agentes químicos.
- Acrílica. Poseen una buena resistencia química, son duraderas y resistentes al calor. Su adherencia no es muy buena por la tendencia a cuartearse y romperse.

Pretratamientos de las superficies:

Como tratamientos previos de las superficies de las piezas de aleación ligera y con el objeto de mejorar la adherencia de la pintura, retardar la aparición de la corrosión, o como decoración en el supuesto de que no se pinte, se realizan procedimientos de conversión de las superficies mediante la aplicación de alguno de los productos siguientes, bien por inmersión en baño o directamente: Alodine 1200, Alochrome, Bonderite o Iridite.



Figura 29. Alodine 1200.



5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

5.1. MÁSCARA

5.1.1. SEMIMÁSCARA (MEDIA MÁSCARA 6000).

Los respiradores de media máscara 3M serie 6000 son una alternativa de calidad a bajo coste. Se utilizan en combinación con dos filtros ligeros que se acoplan a la pieza facial mediante un ajuste tipo bayoneta. Esta pieza facial puede también utilizarse con el sistema de suministro de aire 3M serie 200 proporcionando de esta manera una mayor flexibilidad y confort.

- Equipo ligero.
- Sistema flexible: filtros para gases, vapores y partículas, y suministro de aire.
- Pieza facial no alergénica.
- Facilidad de uso.
- Peso balanceado.
- 3 tamaños (6100-pequeño, 6200-mediano, 6300-grande).
- Mantenimiento mínimo.
- Económico.

Estas máscaras tienen unos filtros, que pueden ser de distintos tipos dependiendo de las aplicaciones y los riesgos. El tipo de filtro que se usa para vapores orgánicos, que son los relacionados con las siguientes aplicaciones en la industria:

- Utilización de pinturas convencionales (sujeto a las condiciones de utilización).
- Fabricación de vehículos.
- Fabricación y mantenimiento de aeronaves.
- Construcción de buques.
- Fabricación y utilización de tintes y pigmentos.
- Fabricación y utilización de adhesivos.



- Fabricación de pinturas y barnices.
- Fabricación y utilización de resinas.

Para este tipo de aplicaciones se utiliza filtro tipo 6051/6055 A1/A2.

Estos filtros se instalan en los laterales y tienen que cambiarse periódicamente, para que estén limpios y para que la respiración no sea dificultosa.



Figura 29. Filtro que se instala en la media máscara 6000.

UTILIZACIÓN

Las piezas faciales de media máscara 3M serie 6000 combinadas con los filtros de gases y vapores de la serie 6000 pueden utilizarse en concentraciones hasta 10 veces el límite de exposición o 1000ppm. Los filtros para gases y vapores no deben utilizarse para contaminantes con bajas propiedades de advertencia (ausencia de sabor u olor).

CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO

La máscara debe limpiarse después de cada periodo de utilización: para ello retirar los filtros de partículas y los filtros para gases y vapores.

Limpiar la pieza facial (a excepción de los filtros) con la toallita limpiadora 3M 105 o sumergiendo la pieza facial en una disolución limpiadora con agua templada que no exceda una temperatura de 50°C, frotar



suavemente con un cepillo. Añadir un detergente neutro si fuese necesario. No utilizar limpiadores que contengan lanolina u otros aceites.

- Aclara con agua templada y secar al aire en una atmósfera no contaminada.
- Los componentes, especialmente las válvulas de exhalación y asiento de los filtros, deben inspeccionarse al principio de cada uso. Los componentes dañados o deteriorados deben reemplazarse.
- Una vez limpio el equipo debe almacenarse alejado de áreas que puedan contener contaminantes.

INSTRUCCIONES DE AJUSTE

Las instrucciones de ajuste deben seguirse cada vez que usa el respirador (Figura 30):

- a) Coloque la máscara sobre la boca y la nariz y el arnés sobre la parte superior de la cabeza.
- b) Coja los extremos de las bandas inferiores, llévelas a la parte posterior del cuello y engánchelas a la altura de la nuca por debajo de las orejas.
- c) Tire de las bandas superiores para ajustar el arnés sin apretar demasiado.
- d) Tire de las bandas inferiores utilizando tanto los ajustes anteriores como posteriores (la tensión de las bandas puede disminuirse presionando hacia fuera la parte posterior de las hebillas).
- e) Compruebe el ajuste mediante una prueba de presión positiva y/o negativa. La comprobación de presión positiva es más recomendable.



Figura 30. Instrucciones de ajuste de media máscara 6000.

5.1.2. MÁSCARA COMPLETA.

La máscara Completa 3000 serie 6000 es una alternativa económica y versátil. Se utiliza con dos filtros ligeros que se acoplan lateralmente mediante un ajuste tipo bayoneta.

- Reutilizable y de bajo mantenimiento,
- Ligera y bien equilibrada, con pieza buconasal interior que ofrece gran confort incluso en períodos prolongados de uso.
- Sistema versátil (filtros para partículas y/o gases y vapores).
- Su diseño de dos filtros proporciona baja resistencia a la respiración, un buen ajuste y amplio campo de visión.
- Conexión de bayoneta simple y segura.
- Amplio campo de visión con pantalla de policarbonato de gran resistencia química y al rayado.
- Ajuste sencillo y seguro.



- 3 tallas (pequeña-6700, mediana-6800, grande-6900)
- Kit de gafas disponible.
- Peso máximo del equipo (con filtros): 678g

La máscara serie 6000 se puede utilizar con una gran variedad de filtros:

Filtros de gases y vapores: los filtros generalmente protegen frente a uno o varios tipos de contaminantes químicos y frente a partículas cuando se combinan con un filtro de partículas.

Filtros de partículas: Estos filtros proporcionan protección frente a partículas sólidas y líquidas no volátiles.

El tipo de filtro que se usa para vapores orgánicos, que son los relacionados con las siguientes aplicaciones en la industria:

- Utilización de pinturas convencionales (sujeto a las condiciones de utilización).
- Fabricación de vehículos.
- Fabricación y mantenimiento de aeronaves.
- Construcción de buques.
- Fabricación y utilización de tintes y pigmentos.
- Fabricación y utilización de adhesivos.
- Fabricación de pinturas y barnices.
- Fabricación y utilización de resinas.

UTILIZACIÓN

Cuando la Máscara Completa Serie 6000 se utiliza con los filtros para gases y vapores de la serie 6000:



- Se puede utilizar en concentraciones de gases y vapores (según especificaciones de 3M) hasta 200 veces el Valor Límite Ambiental o 1000ppm.
- Los filtros para gases y vapores de la Serie 6000 no deben utilizarse frente a gases y vapores con escasas propiedades de aviso (olor o sabor)

LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO

Se recomienda limpiar la máscara después de cada uso.

- Retirara filtros, pieza buconasal, adaptador central, pantalla arnés y ajuste facial.
- Limpiar y desinfectar la máscara (sin filtros) usando una toallita 3M, sumergiéndola en una disolución de agua tibia con jabón doméstico y frotando con un cepillo suave. La temperatura del agua no debe exceder de 50°C. No utilice detergentes que contengan lanolina u otros aceites. No emplee autoclave.
- Desinfecte la máscara sumergiéndola en una disolución de un desinfectante de amoníaco cuaternario, hipoclorico sódico u otro desinfectante.
- Enjuague con agua tibia limpia y deje secar en un ambiente al aire en una atmósfera no contaminada.

LIMITACIONES DE USO

- Este equipo no suministra oxígeno y no debe utilizarse en atmósferas que contengan menos del 19,5% en oxígeno.
- No utilizar este equipo como protección en atmósferas con contaminantes con escasas propiedades de aviso, desconocidos o inmediatamente peligrosas para la salud o la vida. Los productos químicos susceptibles de generar calores de reacción elevados al contacto con filtros de carbón activado.



- No altere o modifique este equipo.
- No utilizar con barba o vello facial que limite el contacto directo entre la cara y el sellado del equipo.
- No utilizar frente a concentraciones desconocidas de contaminantes.
- no utilizar como protección en situaciones de escape.
- Abandonar inmediatamente el área de trabajo, comprobar la integridad de la máscara y sustituir por otra si:
 - i) Se ha dañado alguna parte del sistema
 - ii) La respiración se hace difícil o aumenta la resistencia a la respiración.
 - iii) Siente mareos o molestias
 - iv) Se detecta olor, sabor o irritación debida al contaminante.
 - Entre períodos de uso, almacenar este equipo en un recipiente sellado y alejado de las zonas contaminadas.
 - Usar de acuerdo con las instrucciones de uso de la pieza facial y de los filtros.

INSTRUCCIONES DE AJUSTE

Antes de comenzar a usar la máscara se recomienda realizar pruebas de ajuste cualitativo o cuantitativo.

Las instrucciones de ajuste deben seguirse siempre que se utilice el equipo (Figura 31):

- a) Colocar el arnés con las tiras en su posición más extendida por detrás de la cabeza y con la máscara sobre la cara.
- b) Tire de las cuatro tiras de arnés hasta conseguir un buen ajuste, empezando por las tiras inferiores y después las superiores; no tense las tiras en exceso

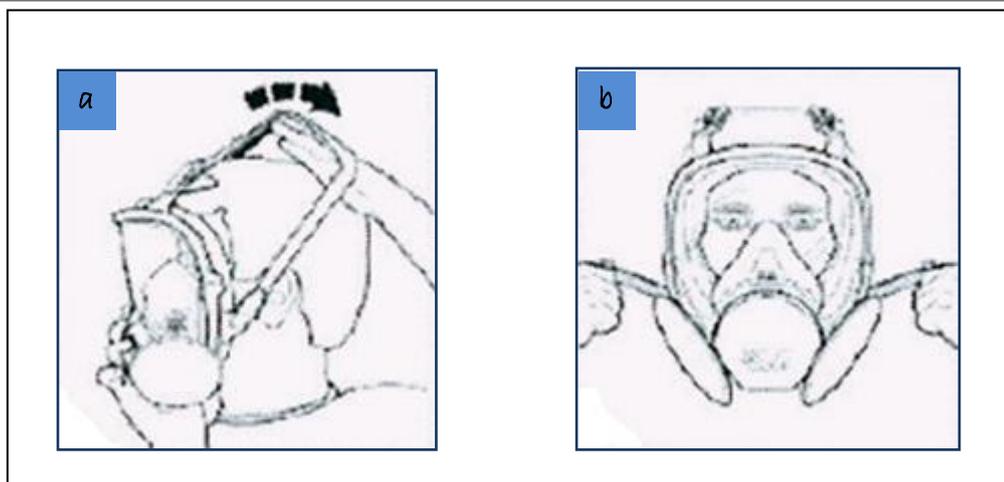


Figura 31. Instrucciones de ajuste de máscara completa 6000.

Comprobación de ajuste facial. Realice una prueba de ajuste de presión positiva y/o negativa siempre que utilice el equipo.

Prueba de ajuste de **presión positiva** (Figura 32a):

1. Cubra con la palma de la mano la válvula de exhalación y espire suavemente.
2. Habrá conseguido un buen ajuste si la máscara se hincha ligeramente y no detecta fugas de aire entre la pieza facial y la cara.
3. Si detecta alguna fuga de aire, vuelva a colocar la máscara reajustando la tensión de las bandas para eliminar la fuga.
4. Repita nuevamente la prueba de ajuste facial.
5. Si no puede conseguir un ajuste adecuado no entre en la zona contaminada. Contacte con su supervisor.

Prueba de ajuste de **presión negativa** (Figura 32b):

1. Presione con los pulgares la zona central de los filtros o la parte superior e inferior en el filtro 6035, y mantenga la respiración durante 5-10s.
2. Si la pieza facial se colapsa, se ha conseguido un buen ajuste.
3. Si se detecta alguna fuga de aire, coloque de nuevo la máscara y/o reajuste las tiras para eliminar la fuga.
4. Repita de nuevo la prueba de ajuste facial.
5. Si no puede conseguir un ajuste adecuado no entre en la zona contaminada. Contacte con su supervisor.

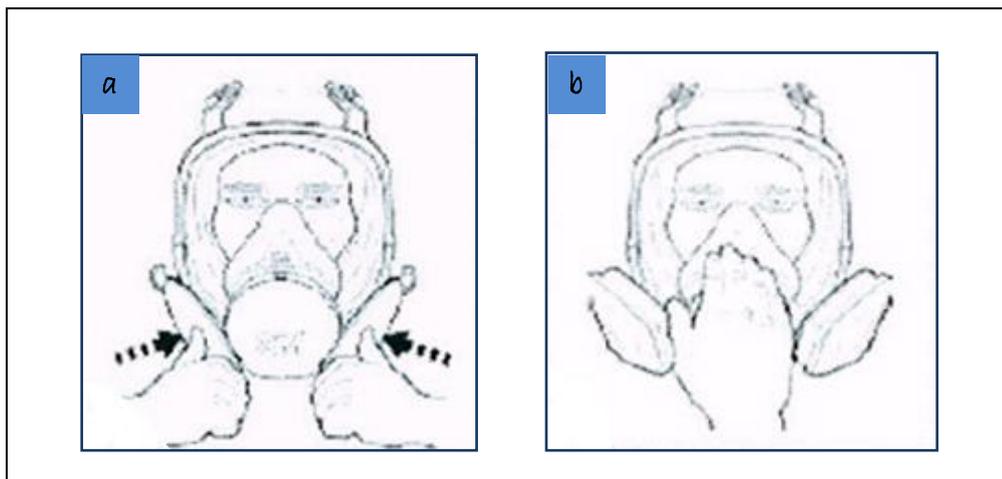


Figura 32. Comprobación de ajuste facial.

5.1.3. SISTEMA RESPIRADOR CON SUMINISTRO DE AIRE S-200.

El sistema respirador con suministro de aire 3M S-200 puede utilizarse con cualquiera de las piezas faciales de 3M con ajuste tipo bayoneta, y utilizando una fuente de aire comprimido de calidad respirable.

El S-200 es un sistema cómodo, práctico y ligero:

- **Seguro:** Garantía de protección, máximo y mínimo en el caudal de aire, sistema dual.
- **Cómodo:** Suave entrada del caudal de aire a través de dos puntos.
- **Ligero:** Sistema ergonómico y bien balanceado.
- **Fácil utilización**
- **Económico:** Sistema con un bajo mantenimiento y que ofrece un ahorro de tiempo.

El sistema de suministro de aire S-200 puede utilizarse de dos formas: en modo dual o bien como suministro de aire.



MODO DUAL

En esta opción, los filtros de partículas, gases y vapores se acoplan al tubo de respiración y a la pieza facial. Estos filtros proporcionan protección cuando se desconecta el suministro de aire. Mediante el modo dual el equipo proporciona protección en todo momento, incluso cuando la conexión del suministro de aire no es posible (por ejemplo, entrada y salida de las zonas contaminadas).

MODO DE SUMINISTRO DE AIRE

En este modo el S-200 funciona como un respirador de suministro de aire convencional. Para el modo de suministro de aire deben utilizarse las válvulas de sobreflujo (C-340) acopladas al tubo de respiración S-221.

APLICACIONES

Los respiradores con suministro de aire se recomiendan como protección respiratoria en las siguientes situaciones:

- Condiciones de calor y humedad: el caudal de aire en la cara mejora la comodidad.
- Contaminantes con bajas propiedades de advertencia, por ejemplo isocianatos.
- Contaminantes en los que los filtros tienen una baja duración o cuando existen mezclas complejas de contaminantes.

Una de las aplicaciones principales donde se utiliza es al aplicar pintura en spray. Las industrias típicas donde se utiliza son: transporte, Automoción y construcción, trabajo del metal y astilleros.



NORMAS

El equipo de suministro de aire S-200 ha sido ensayado de acuerdo con la Norma Europea EN139 y cumple los siguientes requisitos especificados en dicha norma:

- Fuga total hacia el interior
- Resistencia a la llama
- Eficacia de protección
- Tubo de respiración: resistencia a estrangulamientos y a aplastamientos
- Resistencia de las conexiones
- Manguera de suministro de aire: resistencia al enrollamiento y al colapso, flexibilidad, resistencia de las conexiones
- Caudal de aire máximo y mínimo
- Resistencia a la respiración: inhalación y exhalación
- Contenido en dióxido de carbono

USO CORRECTO Y LÍMITES DE UTILIZACIÓN

1. Cuando se usa una pieza facial de media máscara, y cuando se utiliza el aire comprimido, protege hasta 50 veces el límite de exposición ocupacional (LEP o TLV). Cuando el aire comprimido está desconectado, el factor de protección es el mismo que el de la media máscara y los filtros correspondientes. Así por ejemplo, si se utilizan filtros A1, el factor de protección es 50 cuando se utiliza con aire y 10 si el aire está desconectado.



Cuando se usa una máscara completa, conectada al suministro de aire comprimido, el equipo protege hasta 200 veces el límite de exposición ocupacional (LEP o TLV). Cuando el aire comprimido está desconectado, el factor de protección es el mismo que el de la máscara y los filtros correspondientes.

1. Utilice este respirador siguiendo estrictamente las instrucciones contenidas en:

- el folleto de instrucciones que acompaña al equipo S-200
- el folleto de instrucciones que acompaña a otros componentes del sistema como por ejemplo piezas faciales y filtros. Si tiene alguna pregunta sobre la idoneidad del producto para su puesto de trabajo, recomendamos que consulte con un especialista en Salud y Seguridad Ocupacional, o que contacte con el Servicio Técnico de 3M.

2. La utilización de este sistema respirador debe estar de acuerdo con la legislación local en salud y seguridad laboral.

3. Si el ritmo de trabajo es muy elevado, la presión en la pieza facial puede ser negativa cuando se produce el pico de inhalación (ver especificaciones técnicas). En este caso asegúrese de que la presión de entrada al equipo está entre 5 y 7 bares, para alcanzar al menos un caudal de 300 l/min. El equipo puede también utilizarse entre 3 y 5 bares, sin embargo en este rango de presión no se alcance el caudal máximo del equipo.

4. No utilice como protección respiratoria contra contaminantes desconocidos o cuando las concentraciones sean inmediatamente peligrosas para la salud o la vida. No utilizar en atmósfera con deficiencia de oxígeno (3M considera deficiencia de oxígeno a niveles inferiores a 19,5%).

5. Antes de su utilización asegúrese de que:

- se conoce la fuente de suministro de aire
- se conoce la calidad del aire



- el aire es de calidad respirable de acuerdo con prEN12021 o con la normativa local en caso de que exista.

6. Antes de su utilización, asegúrese de que la presión y el caudal de aire están de acuerdo con las especificaciones técnicas.

7. No utilizar aire enriquecido en oxígeno.

8. Este equipo está aprobado para su utilización solamente con las mangueras de suministro de aire de 3M: C-251, C-252 & C-253.

9. Si desea conectar una pistola de pulverización al conjunto regulador S-211, debe tener en cuenta que 3M proporciona como accesorio un conjunto de pistola pulverizador C-231. Una vez que se desconecta la pistola de pulverización, la conexión se cierra automáticamente.

10. Debe tenerse especial cuidado si se conectan a la válvula del regulador otros accesorios accionados con aire comprimido.

11. El sistema de aire comprimido debe disponer de una válvula de seguridad por si se produce un exceso de presión en el sistema.

12. La temperatura mínima de operación para este sistema es de 0°C.

13. Debe utilizarse solamente por personal formado y cualificado.

14. Abandone inmediatamente la zona contaminada si:

- a) Se daña cualquier parte del sistema
- b) El caudal de aire al respirador disminuye o cesa
- c) La respiración se hace dificultosa
- d) Se notan mareos o molestias
- e) Se nota el olor, sabor o la irritación producida por las sustancias contaminantes.



15. Si el usuario tiene barba o vello facial no debe utilizar este equipo puesto que no proporciona un ajuste satisfactorio.

16. NUNCA DEBE MODIFICARSE EL EQUIPO Y DEBE REEMPLAZARSE SIEMPRE CON PIEZAS 3M.

17. Cuando exista la posibilidad de una inmersión accidental en agua no deben utilizarse los filtros acoplados al tubo de respiración y a la pieza facial.

18. El sistema debe comprobarse y los filtros deben reemplazarse si el equipo ha sido expuesto a la llama.

MONTAJE DEL SISTEMA

Montaje del sistema según las instrucciones que se indican a continuación (Figura 33):

- c) Si el sistema de suministro de aire S-200 va a utilizarse en el modo de suministro de aire, deben acoplarse las válvulas de sobreflujo C-340 al tubo de respiración.
- d) Si el sistema de suministro de aire s-200 va a utilizarse en el modo dual, entonces deben acoplarse los filtros adecuados al tubo de respiración.

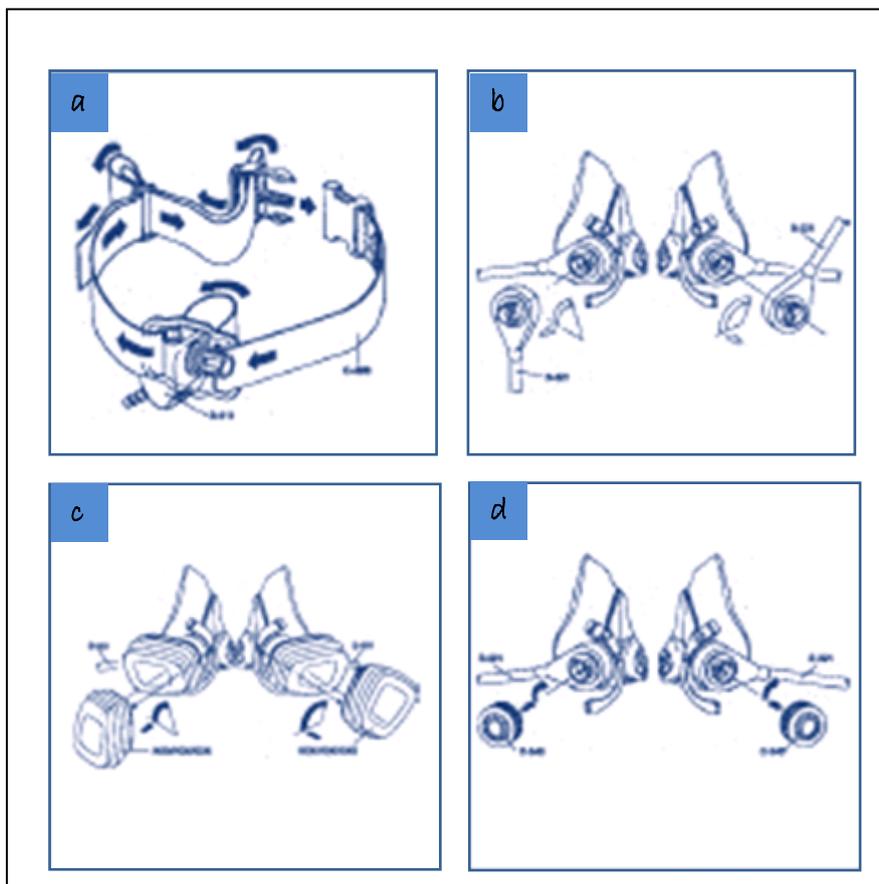


Figura 33. Montaje del sistema.

INSPECCIÓN Y AJUSTE DEL SISTEMA

Antes de utilizar el equipo, el usuario debe leer todas las instrucciones incluidas en el folleto de instrucciones del S-200, y las instrucciones que se adjuntan con el resto de los componentes, tales como pieza facial y filtros. Colóquese la pieza facial siguiendo las instrucciones correspondientes, y colóquese el sistema S-200 según los pasos siguientes (Figura 34):

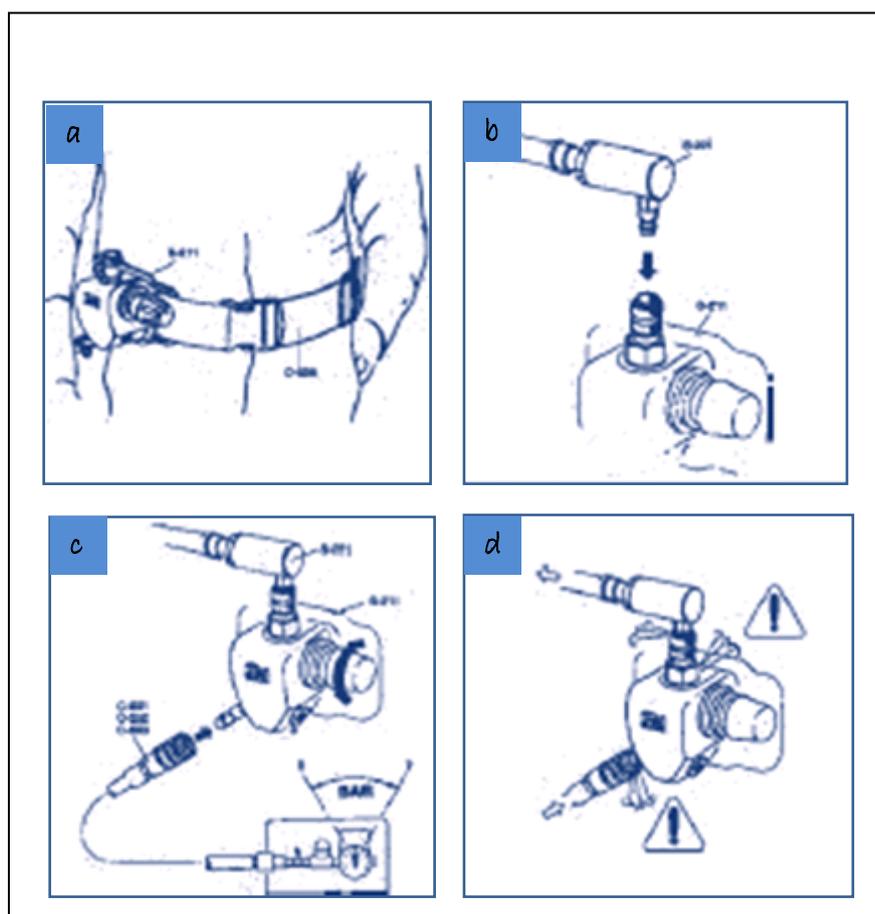


Figura 34. Inspección y ajuste del sistema.

LIMPIEZA, MANTENIMIENTO Y ALMACENAJE

1. Se recomienda la limpieza del equipo después de cada uso. Para esto deberá desmontarse el equipo en sus componentes:

- Pieza facial
- Filtros (si se utilizan) o válvulas de sobreflujo
- Tubo de respiración
- Regulador y cinturón
- Manguera de suministro de aire

2. Limpiar la pieza facial (excluyendo los filtros) de acuerdo con las instrucciones dadas en el libro de instrucciones correspondiente.



3. Limpiar de acuerdo con las instrucciones el cinturón C-326, tubo de respiración S-221, válvulas de sobreflujo C-340. Asegurarse de que el interior de los componentes está seco antes de volver a utilizarlo.
4. Limpiar el regulador S-211 utilizando la toallita limpiadora 3M 105. No sumerja el regulador en agua.
5. La manguera de suministro de aire debe limpiarse con un detergente neutro y no debe sumergirse en agua.
6. Los componentes del respirador deben revisarse antes de su ensamblaje y de su reutilización.
7. Este respirador está diseñado para tener un mantenimiento mínimo. Si alguno de los componentes del sistema se dañan, debe desecharse y reemplazarse.
8. Una vez limpio, el respirador debe almacenarse a temperatura ambiente, en una zona seca y no contaminada.
9. No utilice aire comprimido para la limpieza de los componentes.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Almacenamiento:

Piezas faciales: ver el folleto de instrucciones

Filtros: ver el folleto de instrucciones

Tubo de respiración S-221: hasta cinco años después de su fabricación

Regulador S-211: hasta cinco años después de su fabricación

Cinturón C-326: hasta cinco años después de su fabricación

Mangueras de suministro hasta cinco años después de aire C-251,2 o 3: de su fabricación

Válvulas de sobreflujo C-340: hasta cinco años después de su fabricación



2. Temperatura mínima de operación: 0°C.
3. Longitud máxima de la manguera de suministro de aire: 30 m.
4. Intervalo de presión de suministro de aire al aparato: 3-7 bar.
5. Presión de trabajo de la manguera de aire comprimido: 10 bar máx.
6. Caudal mínimo de aire a la pieza facial: 140 l/min.
7. Caudal máximo de aire a la pieza facial: superior a 300 l/min.
8. Caudal máximo de aire a la pieza facial en el rango de 3 a 5 bares: 250 - 300 l/min. (ver límites de utilización).

5.2. GAFAS.

Se distinguen dos tipos de gafas, dependiendo de la operación a realizar. Pero sería suficiente con disponer de la gafa de mayor protección.

Las gafas a utilizar tienen:

- Una montura estanca anti-gas específica para la lucha contra incendios
- Gran campo de visión
- Puente nasal anatómico ajustable
- Montura, lente y elástico realizados con materiales incombustibles (no propagación a la llama)
- Banda elástica de ajuste ancha
- Superponible a las gafas correctoras.

- Antivaho.
- Peso: 117gramos

El material utilizado es policarbonato de 2mm anti rayado.



Figura 35. Gafas de protección.

5.3. GANTES BI-COLOUR.

Las principales características de los guantes son:

- Compuesto pesado de látex y neopreno.
- Doble revestimiento: protección doblemente eficaz.
- Compuesto de látex y neopreno que ofrece una protección eficaz contra numerosos productos químicos.
- Un guante muy resistente a las sales, los detergentes y las acetonas



Uso recomendado

- Montaje en la industria aeronáutica
- Fabricación de baterías
- Procesos químicos
- Electrónica

Guante robusto sin soporte, con textura en rombos.

Resistencia y duración. Agarre firme de objetos secos o mojados.

Flocado interior de algodón de primera calidad

Menor riesgo de irritación de la piel.

Embalaje

144 pares por caja.



Figura 36. Guantes Bi-Colour.

5.4. TRAJE (de buzo).

EL traje que se utiliza es desechable, apropiado para trabajos con pintura a pistola, amianto, tratamientos de madera y metales, equipos



médicos de primeros auxilios, fabricación farmacéutica, costuras dobles ribeteadas.

Las características del traje (descripción):

- Buzo con capucha
- Elásticos en la cintura, puños y tobillos.
- Cremallera de doble cursor cubierta con tapeta.
- Color blanco.



Figura 37. a) pintor con buzo. b) traje de buzo con envoltorio.

6. OPERACIONES DEL PROCESO DE PINTADO.

6.1. GENERALIDADES.

El resultado de un sistema de pintura depende principalmente del cuidado, limpieza, orden y conocimiento de las condiciones de aplicación.



- Debe insistirse en la limpieza tanto de instalaciones y equipos utilizados, como de las superficies a pintar.

- La ordenación programada de las diferentes operaciones que han de realizarse es una necesidad ineludible para que la aplicación de los materiales se haga en su condición óptima, evitando costosos desperdicios y repeticiones del trabajo.

- Las operaciones de pintura deben realizarse en una sesión continuada, sin otras manipulaciones que las necesarias para su aplicación, siendo inaceptables otros trabajos simultáneos que puedan afectar la calidad del proceso.

- Durante las operaciones de preparación y pintado de las piezas, conjuntos, o aviones sólo podrán tener acceso a las naves de pintura, los pintores o personas autorizadas para estas operaciones.

6.2. OPERACIONES DEL PROCESO Y SU SECUENCIA.

Las operaciones básicas del proceso de pintura y su secuencia estarán de acuerdo con la especificación general de pintura y comprenden:

- Preparación y manejo de pinturas.
- Preparación de superficies.
- Operaciones de acabado.

La preparación y manejo de pinturas comprende:

- a) Mezcla y dilución.
- b) Tiempo de reacción previa.
- c) Medida de la viscosidad
- d) Tiempo de vida de la mezcla.
- e) Condiciones ambientales.



La preparación de superficies comprende:

- a) Eliminación de pinturas, marcas y restos de protecciones temporales.
- b) Limpieza.
- c) Acondicionamiento de superficies.

Las operaciones de acabado comprenden:

- a) Wash-primer.
- b) Imprimación.
- c) Topcoat

6.3. PREPARACIÓN Y MANEJO DE PINTURA.

6.3.1. MEZCLA Y DILUCIÓN.

Los materiales de un solo componente se llevan primero a la temperatura del taller, se remueven o agitan vigorosamente, preferentemente por medios mecánicos, y se diluyen, si es necesario, hasta conseguir la viscosidad requerida mediante el diluyente adecuado.

Los materiales de dos o más componentes se atemperarán y agitarán por separado antes de su mezcla.

La homogeneidad de la mezcla afecta considerablemente en los resultados del sistema de acabado, por lo que a esta operación se dedicará una especial atención y cuidado. Mediante el diluyente específico se ajustará la viscosidad a los valores requeridos en cada caso.

Cuando los componentes de la mezcla son nuevos, será necesario agitar por medios mecánicos las latas (recipientes de pintura). En la Figura 38 se presenta la máquina que realiza la agitación de la mezcla, puesto que después de un largo período de almacenamiento la pintura puede no ser uniforme y presentar posos en la parte inferior.



Figura 38. Máquina para agitar los componentes.

6.3.2. TIEMPO DE REACCIÓN PREVIA.

Los materiales de más de un componente, una vez mezclados en las proporciones adecuadas, hay que dejarlos iniciar la reacción de polimerización un tiempo, antes de empezar a aplicarlos. Durante este período serán agitados repetidas veces. Los tiempos de reacción previa específicos para cada producto figuran en la correspondiente ITP.

Transcurrido el tiempo de reacción previa, se procederá a medir la viscosidad, y en el caso de que sea necesaria la dilución, añadir el disolvente adecuado con objeto de ajustar la viscosidad a los valores requeridos en cada caso.

6.3.3. MEDIDA DE LA VISCOSIDAD.

Las viscosidades de las pinturas serán medidas en las copas una vez transcurrido el tiempo de reacción previa y los valores establecidos para cada pintura serán los indicados en la norma aplicable a cada proceso.

Para ajustar la viscosidad cuando sea necesario se añadirá a la mezcla el diluyente indicado por el fabricante de la pintura de acuerdo con la ITP correspondiente.

Para la medida de la velocidad de la viscosidad (la unidad de medida es el segundo) con las copas se seguirá el siguiente procedimiento:

- Agitar la mezcla.
- Colocar el viscosímetro en posición vertical y sumergirlo en la pintura.
- Elevar el viscosímetro y poner en marcha el cronómetro en el momento que la parte superior de la copa rompa la superficie del líquido (esto equivale a llenar la copa del líquido y cuando empieza a descargar poner en marcha el cronómetro).
- Parar el cronómetro en el momento de romperse la vena fluida de líquido que sale por el orificio.
- Limpiar la copa después de cada uso con el disolvente de la pintura y secar con un papel absorbente.



Figura 39. Medición de viscosidad. a) Copa Aforn^o4 b) Copa Zahn.



Tanto la mezcla como la dilución de las pinturas para adaptarlas a sus condiciones de aplicación serán realizadas por personal previamente entrenado y certificado.

Cuando se realicen mezclas de pequeñas cantidades (menos de 100 ml), no será necesaria la medida de la viscosidad, poniendo especial atención en la medición de las cantidades de los componentes de la pintura, de acuerdo a lo requerido en las ITPs.

En el programa del AS Lince 210 las normas referidas a pintura nos indican que la viscosidad hay que medirla con la copa Afnor nº4, esta copa es un modelo de copa Ford, es un recipiente metálico de bronce o latón pulido con una pequeña apertura cilíndrica en su parte inferior ($\varnothing 4$).

Sin embargo, existen tablas de equivalencias de la velocidad de la viscosidad, por si no se tiene la copa Afnor y se quiere medir la viscosidad con otra copa.

Los resultados de medición de la velocidad de la viscosidad dependen de la temperatura del producto (mezcla) a usar. La siguiente tabla es una tabla de conversión de los valores de la viscosidad dependiendo de la temperatura.



		TEMPERATURES IN °C										
		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Viscosity in seconds per AFNOR cup n°4	22	22	21	21	20	19	18	18	17	17	16	15
	26	26	25	23	22	21	20	19	18	18	17	16
	30	30	28	26	24	23	22	21	20	19	18	17
	34	34	31	29	27	26	24	23	22	21	19	18
	38	38	35	32	30	28	26	24	23	21	20	19
	40	40	36	33	31	29	27	25	23	21	20	20
	42	42	38	35	32	30	28	26	24	22	21	20
	46	46	42	39	35	32	30	28	25	24	23	21
	50	50	46	41	38	35	32	29	27	25	24	22
	54	54	50	44	40	36	34	30	28	26	25	23
	60	60	54	48	44	40	36	33	30	28	26	24
	65	65	58	52	46	42	38	35	31	29	27	24
	69	69	62	54	49	44	40	36	32	30	27	25
	75	75	66	59	53	47	42	38	35	31	28	26
	80	80	70	63	55	50	44	40	36	33	30	27
	84	84	74	65	58	52	46	41	37	34	31	27
90	90	80	69	61	54	48	43	38	35	31	28	
94	94	83	73	64	56	50	45	40	36	32	29	

Tabla 5. Tabla de conversión de viscosidad según la temperatura

EJEMPLOS:

A 20°C, la viscosidad recomendada es de 22 segundos.

Para lograr un resultado equivalente:

- A 14 ° C: una viscosidad de 26 segundos

- A 30 ° C: una viscosidad de 17 segundos

Estas viscosidades se han obtenido añadiendo disolvente a la mezcla.

6.3.4. TIEMPO DE VIDA DE LA MEZCLA.

Los materiales de dos o más componentes (los diluyentes no se consideran componentes) tienen una vida de aplicación bastante limitada que está en relación con la temperatura ambiente.



El tiempo de vida de la mezcla para cada producto específico se define en las ITPs correspondientes.

6.3.5. CONDICIONES AMBIENTALES.

La temperatura y humedad relativa de la atmósfera del taller de pintura, deberán ser tales que permitan la aplicación de cada uno de los diferentes tipos de material descritos en la tabla 6. El control de estos dos parámetros será permanente y registrado.

Las condiciones específicas para cada uno de los diferentes materiales estarán definidas en la ITPs correspondientes. No obstante, a modo de información general, en la Tabla 6 se establecen de forma orientativa dichas condiciones.

MATERIAL	Temperatura de aplicación (Límites en °C)	Humedad relativa (Límites en %)
Wash Primer	10 – 32	30 – 70
Imprimación Epoxy-Poliamida	12 – 35	35 – 85
Imprimación Poliuretano	15 – 35	40 – 75
Esmalte Epoxi-Poliamida	15 – 35	30 – 85
Esmalte Poliuretano	15 – 35	35 – 80

Tabla 6. Condiciones ambientales.

En general el secado y curado de las imprimaciones y acabados se realizará a temperatura ambiente, si bien se podrá realizar de forma acelerada mediante hornos de acuerdo a las indicaciones definidas en la ITP correspondiente.



6.4. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.

Después del mecanizado de las piezas y antes de la aplicación de la capa de pintura, las superficies se limpiarán y se acondicionarán como se indica:

6.4.1. ELIMINACIÓN DE PINTURAS, MARCAS Y RESTOS DE PROTECCIONES TEMPORALES.

Para la eliminación de pinturas se utilizará un decapante, que puede ser decapante químico turco o cualquier otro que venga especificado en la norma aplicada al producto correspondiente.

6.4.2. LIMPIEZA PREVIA.

La limpieza previa de las superficies a pintar se realizará según lo indicado en las especificaciones, que serán distintas si se trata de superficies de aluminio y sus aleaciones, superficies de titanio, superficies de aceros inoxidables o bien superficies de aceros al carbono.

Una vez limpias las superficies metálicas a pintar se aplicarán los diferentes tratamientos superficiales especificados en los planos o documentación aplicable (Anodizado del aluminio y sus aleaciones, Películas de conversión química sobre aluminio y sus aleaciones, etc.).

La preparación superficial de las piezas de materiales compuestos consistirá en la eliminación de posibles restos de desmoldeantes y matizado de la superficie, con objeto de conseguir una buena adherencia entre el acabado orgánico y el material base, que básicamente consiste en un desengrase de la superficie con alcohol isopropílico, seguido de un lijado suave con scotch brite, poniendo cuidado de no dañar la superficie. A continuación se realizará una limpieza con trapos limpios de algodón empapados en alcohol isopropílico, con objeto de la eliminación de los restos del lijado.

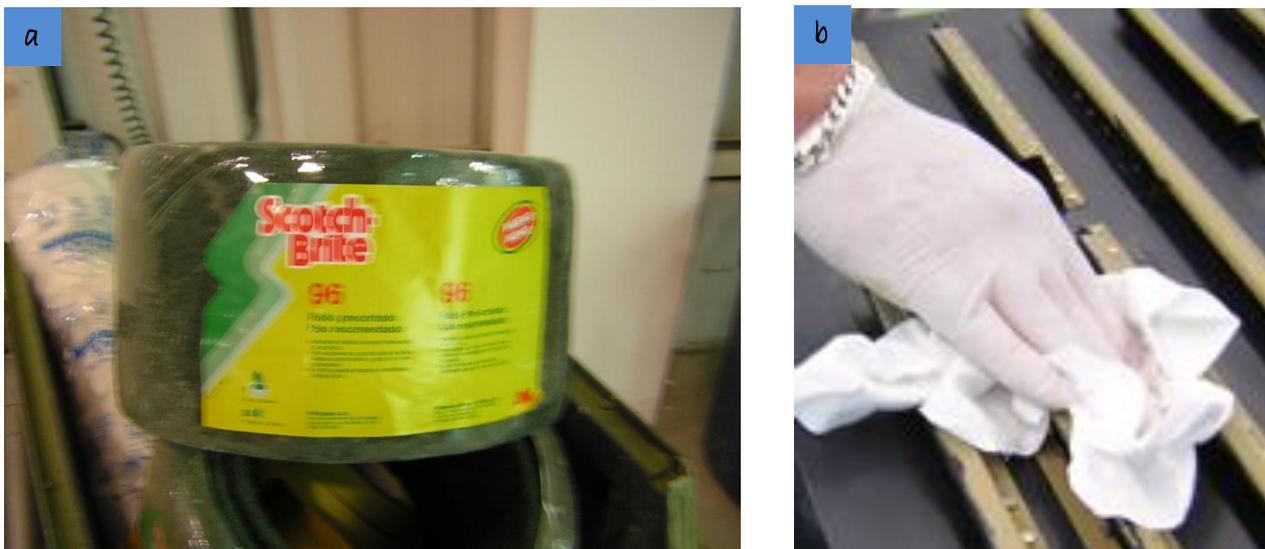


Figura 40. a) Scotch Brite. b) Trapo blanco de algodón.

6.4.3. ACONDICIONAMIENTO DE SUPERFICIES.

La activación de las superficies que han sido previamente acondicionadas se degrada con el tiempo, por lo que la adherencia de los acabados orgánicos sobre éstas estará influida por el estado de activación de la superficie de aplicación.

Los tiempos de demora, entre el acondicionamiento de superficies y la aplicación de los acabados orgánicos, están definidos en la tabla 7, así como las acciones a tomar en caso de ser rebasados.



OPERACIÓN EFECTUADA	DEMORA HASTA LA OPERACIÓN SUCESIVA		OPERACIÓN SUCESIVA	ACCIÓN SI SE REBASAE EL TIEMPO MÁXIMO	
	MÍN	MÁX			
ACONDICIONAMIENTO PREVIO	Lavado con disolvente	-	1h	Cualquiera	Repetir el lavado con disolvente
	Limpieza alcalina	-	30min	Cualquiera	Repetir la limpieza alcalina
	Desoxidado previo	-	20min	Alodine 1200	Repetir el desoxidado
	Cromatado de Al	1h	16h	Wash primer o imprimación	Repetir el cromatado
	Cromatado de Mg	1h	4h	Wash primer o imprimación	De 4 a 48h. lavar el disolvente. Después de 48 h. repetir el cromatado.
	Cromatado a broche de Mg	-	30min	Wash primer o imprimación	Repetir el cromatado
	Anodizado de Al	-	16h	imprimación	Eliminar el anodizado anterior y repetir el tratamiento.
	Lijado de reactivación (solo imprimaciones)	-	1h	Refrescar la imprimación lijada	Repetir el lijado de reactivación.

Tabla 7. Tiempo entre operaciones de acondicionamiento y operaciones sucesivas.

6.5. OPERACIÓN DE ACABADO.

6.5.1. WASH PRIMER.

El wash primer proporciona una base adherente y apropiada para la posterior aplicación de imprimaciones. Únicamente está permitida la aplicación de una capa de este producto, no siendo admisible su aplicación sin otro tipo de recubrimiento posterior. No se aplicará sobre piezas sometidas a



temperaturas de servicio superiores a 150 °C ni sobre áreas expuestas a fluidos hidráulicos sintéticos. Está prohibido el secado en horno.

Las condiciones de aplicación de los diferentes tipos de wash primer vendrán definidas en las correspondientes ITPs.

6.1.1. IMPRIMACIÓN.

Las imprimaciones de uso general y específico a utilizar están contenidas en la tabla 8.

IMPRIMACIONES / PRIMERS	
1	IMPRIMACION DE POLIURETANO / POLYURETHANE PRIMER
2	IMPRIMACION EPOXI / EPOXY PRIMER
3	IMPRIMACION DE POLIURETANO / POLYURETHANE PRIMER
4	IMPRIMACION DE POLISULFURO / POLYSULFIDE PRIMER
5	WASH PRIMER / WASH PRIMER
6	IMPRIMACION EPOXI-URETANO / EPOXY-URETHANE PRIMER
7	IMPRIMACION SIN CROMATOS / CHROMATE FREE PRIMER
8	IMPRIMACION EPOXI SIN CROMATOS / NONCHROMATED EPOXY PRIMER
9	IMPRIMACION EPOXI ALTO SÓLIDOS / HIGH SOLIDS EPOXY PRIMER
10	IMPRIMACION EPOXI BASE AGUA / EPOXY PRIMER, WATERBORNE
11	IMPRIMACION EPOXI AL AGUA / WATERBORNE EPOXY PRIMER
12	IMPRIMACION SIN CROMATOS A.S. / LOW VOC CHROMATE FREE PRIMER
13	CAPA INTERMEDIA / INTERMEDIATE COAT

Tabla 8. Imprimaciones de pinturas y diluyentes.

Las imprimaciones anticorrosivas contienen pigmentos de cromato de cinc o de estroncio y se aplican sobre wash primer o sobre superficies metálicas tratadas.

Las condiciones específicas de aplicación de los diferentes tipos de imprimaciones vendrán definidas en las correspondientes normas.



6.5.2. TOPCOAT.

Los acabados orgánicos de uso general a utilizar pueden ser de los diferentes tipos que se tratan en el capítulo 4.

Antes de su aplicación las superficies habrán sido imprimadas, presentándose suaves al tacto, uniformes y absolutamente limpias. Es admisible repasar con lija de grano 240, o más fina las zonas que presenten asperezas, debiéndose pasar un trapo limpio y sin hilachas humedecidos en el disolvente adecuado, inmediatamente antes de aplicar la capa de acabado final.

La aplicación deberá realizarse por pulverización. Las condiciones de aplicación de los diferentes tipos de acabado vendrán definidas en las correspondientes normas.

A partir del wash primer, siempre que sea aplicable, todos los productos utilizados en el esquema de pintura final deben pertenecer a un mismo fabricante. No pueden mezclarse productos de distinto fabricante en un mismo esquema de pintura.

7. PROCESO DE PINTADO DE AS210-LINCE.

7.1. PROCESO GENERAL.

Teniendo en cuenta, que el material del helicóptero Lince de "ESICOPTER" es una aleación de Aluminio "2023T3", que ha sido anodizada. Tras realizar el montaje de la estructura, hay que proceder a la aplicación de pintura. Según los requerimientos del cliente, las piezas antes del montaje vienen imprimadas y después del montaje, se le dará una capa de imprimación a las superficies exteriores y se le aplicará el topcoat a las superficies del interior.



Para realizar el proceso de pintado, es recomendable tener unas **fichas de instrucción**, donde se recoge toda la información necesaria para realizar el proceso.

Debe haber fichas de instrucción para la mezcla de las pinturas, para la aplicación de las pinturas (sería la ficha de procesos), para la realización de probetas (que serán sometidas a los requisitos de calidad).

Además para verificar que el proceso es correcto, se tendrá unas QI-PI para comprobar la calidad de la pintura en la estructura, y una QI-PI para los ensayos de las probetas.

Tanto las fichas de instrucción, como la QI-PI de probetas se adjuntan en el anexo.

7.2. PINTURAS UTILIZADAS.

7.2.1. PRIMER P05.

Es una imprimación epoxi de cromato de estroncio, identificada como P05. Esta imprimación anticorrosiva es aplicable a:

- Aleaciones de aluminio.
- Aceros y aceros inoxidable.
- Aleaciones de magnesio.
- Aleaciones de titanio.
- Aleaciones de cobre.
- Revestimiento cerámico, de óxido y metálico.

Esta imprimación sustituye la imprimación Post 4888 (pintura anticorrosiva con cromato de Zn, que se aplicaba anteriormente).

Aleaciones de aluminio



El límite de tiempo entre la preparación de la superficie y la aplicación de la primera capa de imprimación epoxi es de 16horas. Si se sobrepasa este tiempo, se lleva a cabo la reactivación de la superficie.

Si tras la aplicación de Alodine 1200 pasan 16horas antes de aplicar el PRIMER, será necesario limpiar la superficie, lijarla, limpiarla y aplicar otra vez Alodine 1200.

7.2.1.1. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.

Salvo indicaciones específicas, las mediciones de los aditivos, endurecedores, catalizadores, disolventes, se hará con una tolerancia general de $\pm 5\%$.

Realizar la mezcla en las proporciones (volumen) y el orden que se enumera a continuación:

base de resina: 1 parte

Catalizador: 1 parte

- Agitar la mezcla durante 5 minutos
- Dejar que la mezcla reposar un mínimo de 30 minutos.
- A continuación, medir la viscosidad de mezcla con la Copa Afnor n °4. (La aplicación de la medida de la velocidad de la viscosidad se describe en el punto 6.3.3.)

Los valores obtenidos de velocidad de viscosidad deben ser coherentes con las especificadas en la tabla siguiente:

Temperatura	15°C	20°C	25°C	30°C
Velocidad de viscosidad	15 \pm 1s	16 \pm 1s	16 \pm 1s	17 \pm 1s

Tabla 9. Valores de viscosidad.

- Añadir más disolvente para obtener la viscosidad adecuada.



- Agitar la mezcla durante 30 segundos.
- Medir la viscosidad de nuevo después de la mezcla.
- Antes de la aplicación, es necesario filtrar la mezcla.
- La vida útil de la mezcla es como máximo de 8 horas.

7.2.1.2. CONDICIONES DE APLICACIÓN.

La aplicación se realiza teniendo en cuenta:

- Pistola con boquilla de diámetro entre 1,4 mm y 1,6 mm.
- Presión de aire: 1,5 a 2 bares
- Condiciones de aplicación: Temperatura 10-30 °C y Humedad Relativa 30-90%. Las condiciones ideales para la aplicación de pintura son Temperatura 15-25 °C y Humedad Relativa 35-65%.
- Temperatura de Apoyo > 3 ° C del punto de rocío.

La aplicación de P05 con una brocha es posible en caso de aplicaciones en zonas de difícil acceso con la pistola. Para hacer los retoques con brocha tendremos que utilizar un espejo.

Las instalaciones de aplicación (cabinas de pintura) tienen que respetar los requisitos de velocidad del aire, luminosidad, T y HR%.

7.2.1.3. APLICACIÓN.

Antes de la aplicación hay que comprobar que el aire utilizado no esté contaminado por hidrocarburos y/o agua, y que la boquilla no esté bloqueada por impurezas.

También ajustar el caudal de alimentación y la presión del aire.

La pistola debe estar siempre perpendicular al objeto, a una distancia de unos 15/20cm de él.

Aplicar la mezcla en una sola capa cruzada (una pasada vertical, una pasada horizontal). El espesor de película seca es aproximadamente de 12 a



20 micras (μm) para una capa, es decir, 2 películas cruzadas. El peso agregado de la imprimación es de $30 \pm 5 \text{ g / m}^2$.

Nota: En aplicaciones específicas para piezas mecánicas se puede aplicar una película seca con un espesor entre 5 y 13 micras, exclusivamente si lo requiere el departamento de diseño (especialmente para respetar las tolerancias dimensionales).

7.2.1.4. SECADO Y CURADO.

Las condiciones de secado son:

- Seco al polvo: 15 minutos a temperatura ambiente (No se requiere de tiempo máximo).
- Secado para la manipulación y tiempo de secado entre capas: 1 hora a temperatura ambiente (No se requiere de tiempo máximo).
- Posibilidad de secar durante un mínimo de 30 minutos a $60 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ si la imprimación epoxi se va a cubrir con una capa de topcoat.

Las condiciones de curado (a una temperatura de $125^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$):

- Tiempo de curado: 30 minutos ($\pm 5 \text{ min}$)

El propósito de esta operación es aumentar la resistencia a los arañazos cuando sólo la imprimación está aplicada. O en el caso de piezas instaladas (para evitar deformaciones), siguiendo el ciclo de curado se puede aplicar:

- Temperatura: $60 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tiempo de curado: 2h30 ($\pm 10 \text{ min}$)

7.2.1.5. CONTROLES DE CALIDAD: VALIDEZ DEL PRODUCTO Y DE LA MEZCLA.

El material (latas de pintura) debe ser rechazado cuando el tiempo de vida ha expirado, es decir, cuando ha caducado.

La imprimación tiene un tiempo de vida de 8 horas cuando se ha mezclado.



La vida útil de los diferentes productos es la siguiente:

- 12 meses para la base de resina, activador y disolvente en un clima templado en una habitación a una temperatura entre 10 ° C y 30 ° C (embalaje cerrado).
- 6 meses para la base, activador y disolvente para un clima tropical (30 ° C $T \leq \leq$ 45 ° C) (en envase cerrado)
- El marcado de la fecha de fabricación (debe estar en cada envase original) en una habitación a menos de 10°C.
- El marcado de la fecha de apertura es necesario, debe ser mostrado en un lado del envase.
- Evite cualquier humedad presente en el catalizador / endurecedor. Si la base y el endurecedor deben ser reutilizados, después de la reapertura, es imprescindible garantizar que los productos se cierran correctamente.

Sin embargo, el espesor de la imprimación puede ser superior al máximo indicado, siempre que al final las dimensiones requeridas sean respetadas y el espesor no exceda del 25% del espesor máximo.

7.2.1.6. TOUCH -UP (RETOQUES).

Hay 2 casos de retoques:

- El PRIMER está sin curar, se puede quitar con disolvente. Una vez que la zona a pintar esté bien desengrasada y libre de PRIMER se puede volver a aplicar.
- El PRIMER está curado:

Si retoque es \leq 10% de la superficie total, se procederá de la siguiente manera:

- se reactiva la superficie utilizando papel de lija de grano 320
- limpieza / eliminación de polvo



- reaplicación de PRIMER en la región de retoque.

Si retoque es $\geq 10\%$ de la superficie total, proceder a la extracción completa del PRIMER.

Por último, el retoque con pincel sobre una superficie no superior a 1cm^2 está permitido.

7.2.1.7. DECAPADO.

Para realizar el decapado de la imprimación se utilizará un decapante químico, que será el recomendado en la norma de nuestro programa.

7.2.1.8. HIGIENE- SEGURIDAD-MEDIO AMBIENTE.

Los pintores y los trabajadores en las instalaciones de pintura y preparación tendrán que llevar el equipo de protección personal, en particular, las máscaras durante la aplicación y la preparación de las pinturas.

Para las instalaciones, el proceso y el almacenamiento son autorizados por la orden gubernativa de funcionamiento en vigor con el título de la normativa sobre las instalaciones clasificadas para la protección del medio ambiente. Tendrán, por tanto, que cumplir con las normas aplicables.

Por último, los productos peligrosos deben ser almacenados en zonas adaptadas y equipadas con retenciones suficientes.

Debido a los peligros inherentes en las operaciones de pintura, se recomienda asistir con atención a todas las instrucciones del taller y consultar las hojas de seguridad e higiene relativas a los distintos productos empleados.

7.2.2. TOPCOAT.



Los diversos topcoat pueden ser aplicados a las imprimaciones realizadas en el siguiente período de 1h a 8 horas. Estos tiempos pueden ser aumentados hasta 72 horas en condiciones en que los elementos que se van a pintar se almacenan en una habitación sin polvo.

Más allá de este intervalo de tiempo, hacer lo siguiente:

- Desengrasar con el producto correspondiente: Diestone
- Matizar la superficie con Scott Brite o lija de grano 320 o 400.
- Desengrasar con el producto correspondiente: HYSO 99.
- Aplique una capa de imprimación epoxi.
- Aplicar una capa de Top coat.

7.2.2.1. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.

- Identificación

Descripción: FINISH PAINT 4080

Proveedor: PPG

Color: Amarillo Sahara y Azul Noche

Naturaleza: Nitrovinilo

- Condiciones de almacenaje

Base y disolvente: 24 meses en latas originales, a temperatura entre 5 y 30°C.

- Condiciones de almacenaje de la mezcla

La mezcla será almacenada en recipientes de pintura sin sobrepasar 8 horas después de su mezcla, en un medio ambiente sujeto a las condiciones de aplicación

- Mezcla



Cuidadosamente mezclar base y disolvente en las proporciones dadas (en volumen).

Base Ref: Base 4080 1 parte

Disolvente Ref: Thinner 4980 de 1 a 1.5 partes, según lo que requiera la viscosidad.

- Viscosidad

18 a 22 segundos con Copa Afnor nº. 4 a 20°C

- Tiempo de vida

8 horas a 20°C

7.2.2.2. APLICACIÓN.

- Identificación

Descripción: FINISH PAINT 4080

Proveedor: PPG

- Tiempo entre operaciones

Tiempo entre capas: < 24 h

Tiempo de repintado: de 1h a 24 h; si el período es largo reactivar la superficie.

- Desengrasar la superficie

Limpiar la superficie aplicando Diestone con un trapo limpio de algodón, que no desprenda hilachas y secar sin dejar evaporar el Diestone, para que en la superficie no queden restos de grasa.

- Procedimiento de aplicación

Para aplicar la pintura se puede utilizar brocha o pistola:

BROCHA	PISTOLA
--------	---------



posible	Tipo	Gravedad	Succión
	Tobera Ø (mm)	1.2 a 1.4	1.6
	Presión	2 a 3 bares	2.5 a 3 bares

Tabla 10. Método de aplicación de topcoat

- Aplicación

Temperatura: 15 a 25°C

Humedad relativa: 40 % a 70 %

Temperatura del sustrato > punto de rocío + 3°C

Espesor de la película de pintura: máximo 25 µm.

Numero de capas: película lisa (una)

Antes de la aplicación hay que comprobar que el aire utilizado no esté contaminado por hidrocarburos y/o agua, y que la boquilla no esté bloqueada por impurezas.

También ajustar el caudal de alimentación y la presión del aire.

La pistola debe estar siempre perpendicular al objeto, a una distancia de unos 15/20cm de él.

7.2.2.3. SECADO Y CURADO.

Temperatura	20°C
Seco al polvo	15min
Seco al tacto	30min
Seco para enmascarar	2h30min
Seco para matizar	1h
Completamente seco	7 días

Tabla 11. Tiempo de secado.

OBSERVACIONES



Teóricamente el topcoat tiene capacidad para cubrir con un litro de pintura mezclada de 7 a 8 m².

Peso en seco de de la película de pintura: $\sim 2 \text{ g / m}^2$ y por micras de espesor.

7.2.3. PINTURA CONDUCTIVA CHO-SHIELD 2002.

7.2.3.1. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.

- Identificación

Descripción: pintura CONDUCTIVA, CHO-SHIELD 2002

Proveedor: CHOMERIC

Color: marrón claro

Naturaleza: Poliuretano

Acabado: satinado

Máxima temperatura de operación: 85°C

- Condiciones de almacenaje

Periodo de validez en el envase original para la base, endurecedor y diluyente:

2 años a 18 ° C

6 meses a 4 ° C

9 meses a 20 °

- Condiciones de productos

Los componentes (base, endurecedor y disolvente) se almacenarán en la sala de pintura por lo menos 8 horas antes de utilizar, en un medio ambiente adecuado para su aplicación.

- Mezcla

Los componentes (base, endurecedor y diluyente) se entregan como kit. No mezcle varios kits.

Agitar componente A (BASE) durante 3 minutos. Vierta el componente C (DISOLVENTE) en el componente A y mezclar de nuevo durante 3 minutos.



Añadir el componente B (CATALIZADOR) y mezclar durante 3 minutos más.

- Proporciones

Base Reference: A 100 g

Hardener Reference: B 10 g

Thinner Reference: C 42 g

- Viscosidad

16 a 19 segundos con AFNOR copa N° 4 a 20°C

- Tiempo de vida

2 horas a 20°C

- Higiene y seguridad

Se recogen en las hojas de las diferentes pinturas utilizadas:

Base SC 227

Hardener SC 227

Thinner CB 072

7.2.3.2. APLICACIÓN.

- Identificación

Descripción: CHO-SHIELD 2002

Proveedor: CHOMERIC

Aplicar a: Aleaciones de aluminio

- Preparación de superficies

En metales: aplicar Alodine 1200

- Tiempo entre operaciones

Tiempo entre capas: 15 minutos

- Procedimiento de aplicación



BROCHA	PISTOLA		
Puede ser usada en retoques	Tipo	Gravedad	Succión
	Tobera Ø (mm)	1.2 a 1.6	1.4 a 1.8
	Presión	3 a 5 bares	3 a 5 bares

*entre cada capa, mover la pintura que queda en la pistola

Tabla 12. Método de aplicación de CHO-SHIELD 2002

- Aplicación

Temperatura: 15 a 25°C

Humedad relativa: 40 % a 70 %

Espesor de la película de pintura: 60 a 120 µm.

Número de capas: 2

Antes de la aplicación hay que comprobar que el aire utilizado no esté contaminado por hidrocarburos y/o agua, y que la boquilla no esté bloqueada por impurezas.

También ajustar el caudal de alimentación y la presión del aire.

La pistola debe estar siempre perpendicular al objeto, a una distancia de unos 15/20cm de él.

7.2.3.3. SECADO Y CURADO.

Temperatura	20°C(AMBIENTE)	45±5 °C(HORNO)
Seco al polvo	30min	
Seco al tacto	1h	
Seco para enmascarar	24h	
Seco para matizar	/	
Completamente seco	7 días	3h

Tabla 13. Tiempo de secado.

Nota: antes de aplicar secado en horno, debemos esperar 2horas a temperatura ambiente (20°C)

OBSERVACIONES



Teóricamente la capacidad de cubrir con pintura: 18.5 Kg/m²

Peso de la capa de pintura: 3 g/m² y por μm de espesor

Teóricamente la resistencia de la superficie: $< 0.15 \Omega$

Máxima resistencia de la superficie admisible: $< 3.5 \Omega \boxtimes$

7.2.3.4. TOUCH-UP (RETOQUES).

Los retoques en el aluminio:

El material a retocar debe estar rayado con lija de grano 120, pero si la superficie es extensa, se puede utilizar lija de grano 280.

Después del desengrase, proteger una parte aplicando Alodine 1200. La aplicación de pintura debe ser llevada a cabo antes de que pasen 16 horas de la aplicación del Alodine.

Los retoques de materiales compuestos:

El material a retocar debe estar bien matizado con lija de grano 120 o 280. Después del desengrasado y la eliminación de disolvente (10 min), la pintura se puede aplicar.

Nota: Un cepillo puede ser usado para los retoques, siempre y cuando las siguientes medidas cautelares se observen:

- Revuelva constantemente pintura en el bote para evitar la decantación
- Que se atenga estrictamente a la vida de la mezcla: 2 horas a 20 ° C
- No aplique una capa gruesa de pintura, sino más bien 2 a 3 capas finas, para obtener una capa final de espesor entre 60 y 120 micras
- No enmascara o poner pegatinas antes de 24horas.

7.3. REQUERIMIENTOS DE LA INSTALACIÓN DE PINTURA PARA ESICOPTER.



En general, los dos casos deben ser considerados:

- pintura del avión completo, en este caso una gran cabina es necesaria.
- pintura de piezas: en este caso, las habitaciones pequeñas son suficientes, cabinas con cortinas de agua y un sistema de una buena succión.

En las salas, es esencial disponer de suelo de succión muy fuerte para impedir la realización de niebla (la velocidad mínima del aire 0,4 m / s). Por otra parte, un sistema de control de temperatura y humedad relativa es necesario para todas las cabinas.

La cabina de pintura debe estar correctamente iluminada (al menos 800 Lux).

Es de vital importancia determinar y verificar las condiciones actuales del ambiente antes de aplicar la pintura. Estas condiciones son humedad relativa, temperatura ambiente y punto de rocío.

La humedad relativa (o higrometría) no debe ser inferior al 40% o superior al 70%. La temperatura ambiente no debe ser inferior a 10 ° C o superior a 30 ° C. El área central de la figura 41 se representa las condiciones óptimas ambientales para aplicación de pintura.



PAINT APPLICATION FIELD

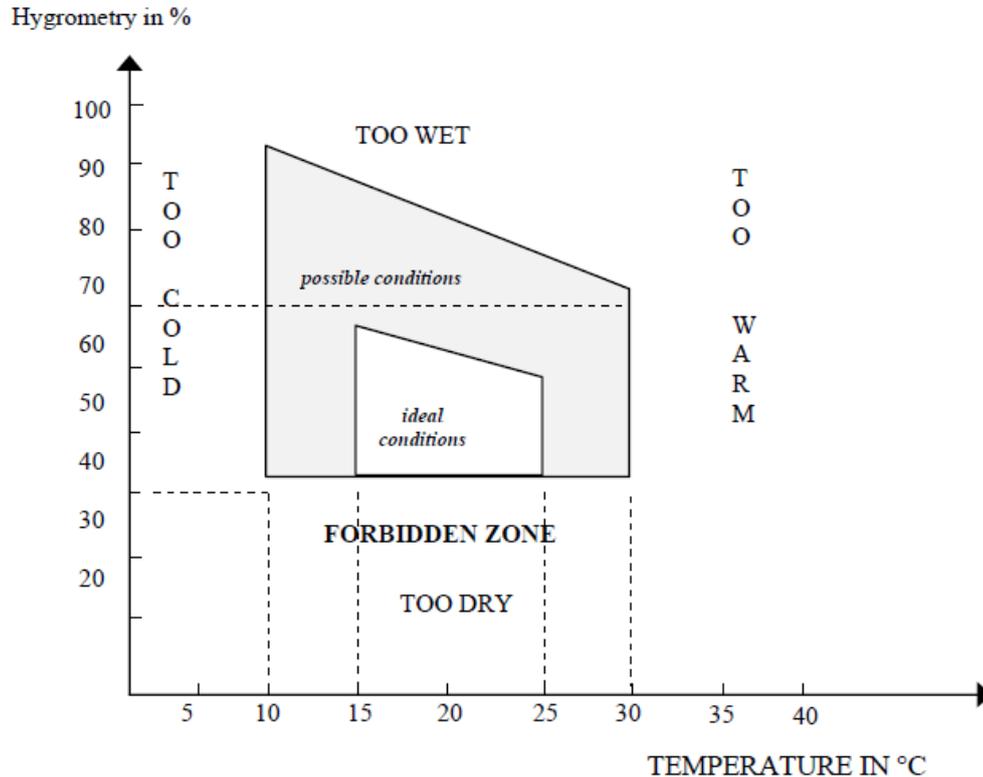


Figura 41. Determinación del punto de rocío

Para una aplicación exitosa, es importante mantener el sustrato a una temperatura de 3 ° C por encima de la del punto de rocío durante la aplicación de pintura y secado. (Véase el método de cálculo y tabla).

Campo de aplicación de pintura.

Para determinar el punto de rocío, es necesario tener en cuenta:

- La temperatura ambiente usando un termómetro
- La humedad relativa mediante el uso de un higrómetro
- La temperatura del sustrato mediante el uso de un termómetro de contacto
- La tabla de puntos de rocío de cómputo (ver ejemplo) o una tabla de cálculo.

A continuación, se presenta la Tabla 14 para el cálculo del punto de rocío y dos ejemplos gráficos.



Temperatura del aire (°C)	Humedad relativa del aire (%)					
	40	50	55	60	65	70
14	0.2	3.7	5.1	6.4	7.5	8.6
15	1.1	4.7	6.1	7.3	8.5	9.5
16	2.0	5.6	7.0	8.3	9.5	10.5
17	2.9	6.5	7.9	9.2	10.4	11.5
18	3.8	7.4	8.8	10.2	11.4	12.4
19	4.8	8.3	9.7	11.1	12.3	13.4
20	5.7	9.3	10.7	12.0	13.3	14.4
21	6.6	10.2	11.6	12.9	14.2	15.3
22	7.5	11.1	12.5	13.8	15.2	16.3
23	8.3	12.0	13.5	14.8	16.1	17.2
24	9.1	12.9	14.4	15.7	17.0	18.2
25	9.9	13.8	15.3	16.7	17.9	19.1
26	11.0	14.8	16.2	17.6	18.8	20.1
27	11.9	15.7	17.2	18.6	19.8	21.1
28	12.8	16.6	18.1	19.5	20.8	22
29	13.6	17.5	19.1	20.5	21.7	22.9
30	14.5	18.4	20.0	21.4	22.7	23.9

Tabla 14. Humedad relativa del aire.

EJEMPLO 1	
Temperatura ambiente en la cabina	23°C
Humedad Relativa	65%
Temperatura del sustrato	20°C
Punto de rocío	16.1°C
La temperatura del sustrato está 3°C sobre la del punto de rocío, el helicóptero se puede pintar	



EJEMPLO 2	
Temperatura ambiente en la cabina	23°C
Humedad Relativa	65%
Temperatura del sustrato	16°C
Punto de rocío	16.1°C
La temperatura del sustrato no está 3°C sobre la del punto de rocío, el helicóptero NO se puede pintar	

8. PROBETAS Y ENSAYOS DE PROBETAS.

8.1. PREPARACIÓN DE PROBETAS.

Las dimensiones de las probetas dependerán de los requerimientos del cliente, pero lo normal es que tengan unas dimensiones mínimas de 120x40mm o 125x80mm y un espesor de 1mm aproximadamente.

Las probetas serán del mismo material que las piezas (en el programa del helicóptero AS210-Lince el material es aleación de aluminio 2024-T3).

La probeta deberá ser sometida al mismo tratamiento térmico que el producto, y deberá ser pintada con el mismo procedimiento del producto, siguiendo las normas e indicaciones del producto.

Las probetas deberán ser sometidas a los siguientes ensayos:

- inspección visual
- ensayo de adherencia
- medición del espesor de la capa



8.2. INSPECCIÓN VISUAL.

En la inspección visual de las probetas tendremos que mirar que la superficie esté perfectamente libre de partículas, al tacto suave, libre de poros, burbujas y que no tenga piel de naranja.

Todas las piezas y probetas serán sometidas a la inspección visual de apariencia, cuando esté seca la capa de pintura debe presentar un color uniforme, un aspecto suave y continuo, con ausencia de poros, burbujas, granos y debe estar libre de suciedad o cualquier tipo de partícula.

8.3. ENSAYOS DE ADHERENCIA EN PROBETA (SOBRE RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS).

8.3.1. PREPARACIÓN SUPERFICIES.

Para la realización de los ensayos de adherencia, es condición indispensable que los recubrimientos que componen el sistema de pintura estén totalmente secos o curados, de acuerdo con los tiempos establecidos en las especificaciones correspondientes.

La superficie donde vaya a realizarse el ensayo deberá estar perfectamente limpia y seca. Para la limpieza superficial se utilizarán trapos de algodón, limpios y secos, empapados en un disolvente general de limpieza (HYSO 99), según la naturaleza de la protección, hasta hacer desaparecer cualquier resto de suciedad, secando a continuación con trapos limpios y secos.

8.3.2. ENSAYO DE ADHERENCIA EN SECO.

Para la realización de la prueba se utilizará una cinta (dentro de su período de vida) de una pulgada de ancho. La adhesividad de la cinta está comprendida entre 6 y 10 N/cm.

Cortar una tira de 200mm de largo aproximadamente (este tamaño podrá variar dependiendo del tamaño de la probeta) y adaptar una longitud aproximada de 150 mm de ésta sobre la superficie sobre la que se desea realizar el ensayo, que habrá sido previamente preparada de acuerdo a lo especificado en el punto 2.

Presionar sobre la cinta adherida a la superficie con un rodillo de goma de aproximadamente 2 kg de peso, haciendo dos pasadas sucesivas. Sujutando firmemente el extremo no pegado. Tirar bruscamente de la cinta con un ángulo comprendido entre 45° y 90° .

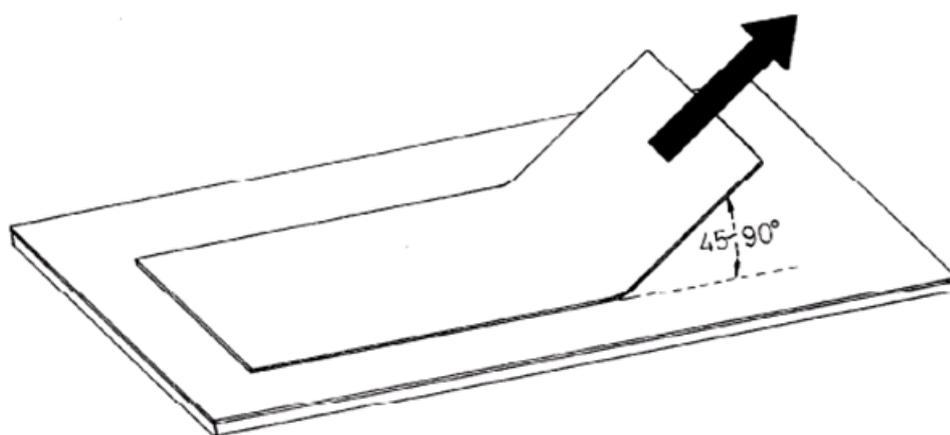


Figura 42. Ensayo de adherencia.

Examinar cuidadosamente la zona. Cualquier levantamiento de la capa de acabado indicará que la adherencia del sistema no es satisfactoria.

8.3.3. EQUIPAMIENTO.

Para la realización de esta prueba se utilizará:

8.3.3.1. HERRAMIENTA DE CORTE.

Requisitos generales: es particularmente importante garantizar que la herramienta de corte tiene una forma definida y que los bordes de corte están

en buenas condiciones. Las herramientas adecuadas se describen a continuación y se muestran Figuras 43 y Figura 44.

Una herramienta de corte de una hoja es la herramienta preferida en todos los casos, es decir, para todo tipo de recubrimiento en forma impresa y sustratos blandos.

La herramienta de corte de cuchillas múltiples no es adecuada para espesor >120 micras o recubrimientos duros o donde el recubrimiento se aplica sobre sustratos blandos.

Las herramientas de corte descritas son adecuadas para uso manual y, aunque éste es el método más usual de uso, la herramienta puede ser montada en un aparato con motor que da el corte más uniforme. El procedimiento de aplicación último estará sujeto a un acuerdo entre las partes interesadas.

Herramienta de corte de una sola hoja (Single-blade cutting tool)

Una herramienta de corte de una sola hoja deberá tener un borde de 20° a 30° y una hoja de espesor $0,43 \pm 0,03$ mm, tal como se muestra en la Figura 43.

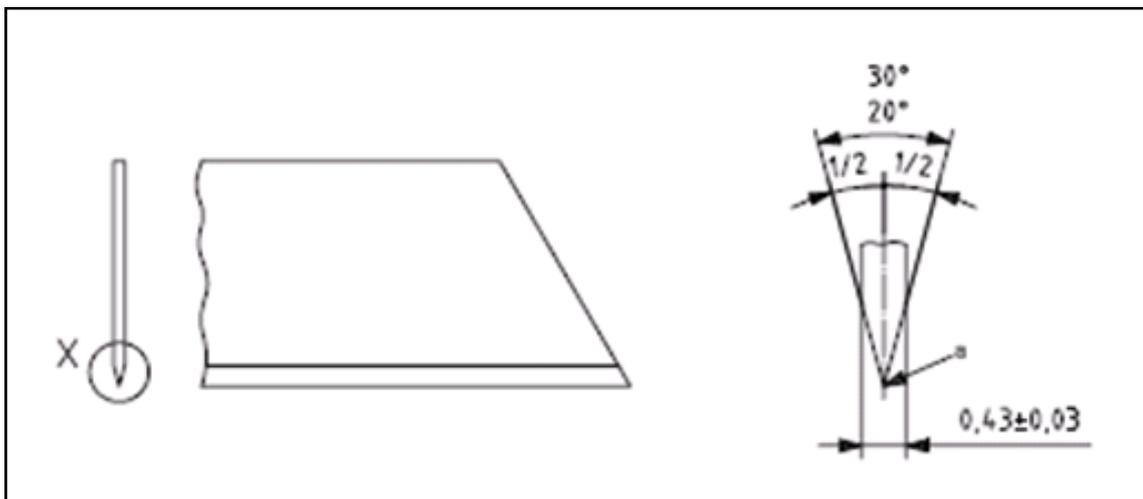


Figura 43. Herramienta de corte de una sola hoja.

Herramienta de corte multi-hoja (multi-blade cutting tool)

Una herramienta de corte multi-hoja deberá tener seis filos situados a 1mm, 2mm o 3mm entre sí (véase Figura 44)

La anchura a través de los seis filos de corte será de 5 mm para una herramienta que tiene un espacio entre filos de 1 mm, y 10 mm para una herramienta que tiene un espacio entre filos de 2 mm. Los bordes de orientación y los bordes de corte se encuentran en el mismo diámetro.

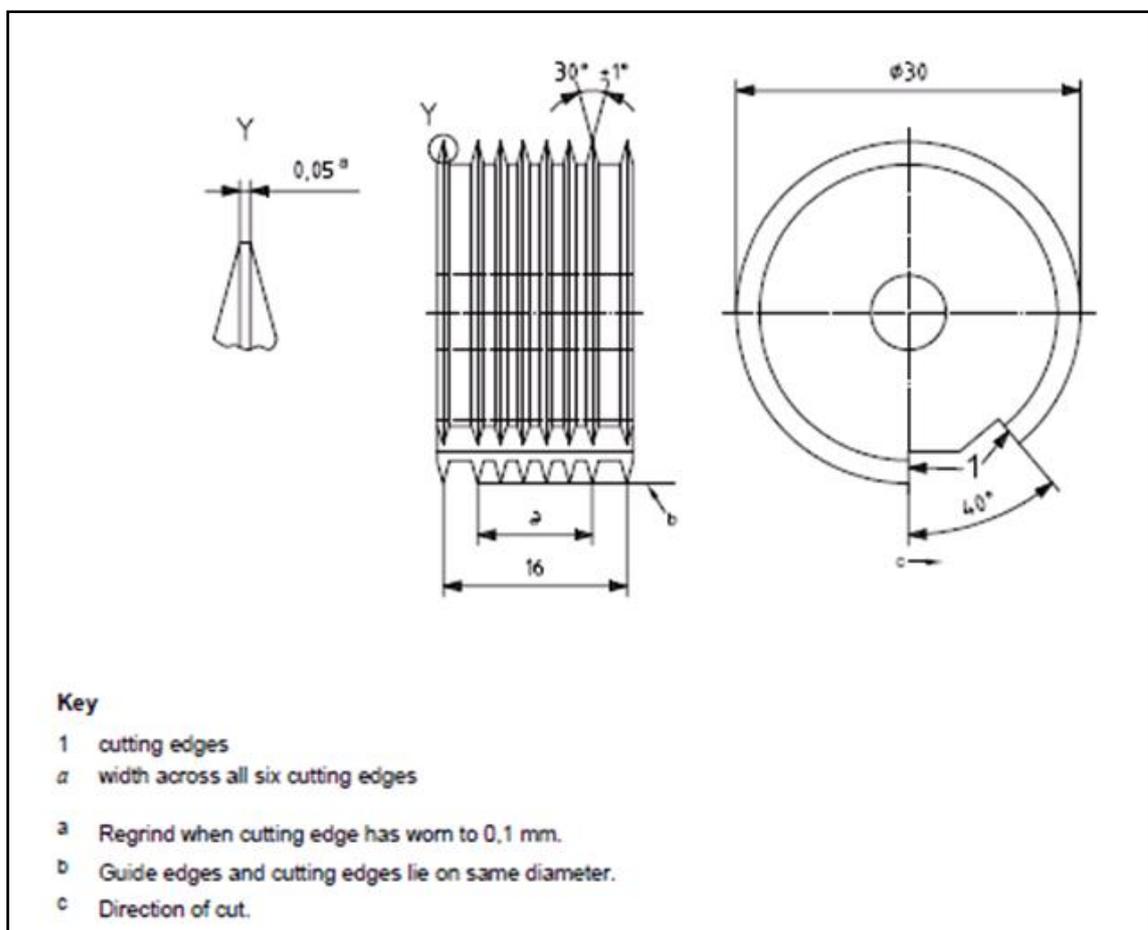


Figura 44. Herramienta de corte multi-hoja.

8.3.3.2. RODILLO ALISADOR .

Este consiste en un cilindro de acero pulido y un mango. Este conjunto tendrá un peso por unidad de longitud de aproximadamente 2kg/cm.

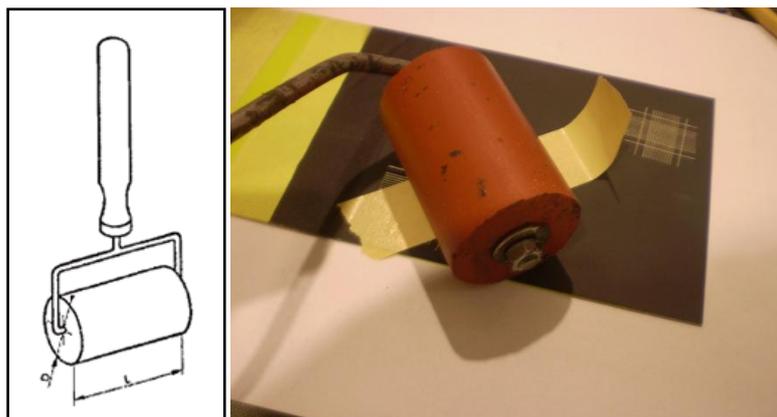


Figura 45. Rodillo alisador.

8.3.3.3. BROCHA SUAVE.

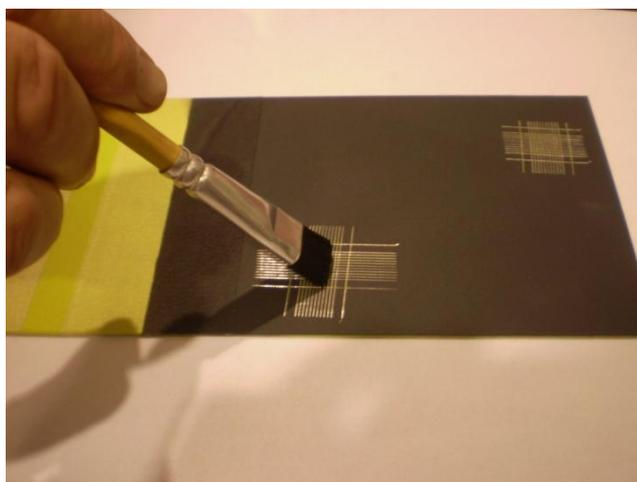


Figura 46. Brocha suave.

8.3.3.4. CINTA ADHESIVA.

Cinta adhesiva con una fuerza adhesiva entre 6 N por 25 mm de ancho y 10 N por cada 25 mm de ancho. La cinta será de al menos 50 mm de ancho.

NOTA: se recomienda cinta transparente.

Usar preferiblemente cinta SCOTH 3M.

8.3.3.5. PAPEL DE LIJA DE SCOTH BRITE.

Papel de lija de SCOTH BRITE o un tipo equivalente, que sea fino.



8.3.3.6. PAÑO BLANCO LIMPIO.

Paño blanco limpio, de algodón, que no se deshilache.

8.3.4. PROCEDIMIENTO.

La herramienta de corte siempre se mantendrá perpendicular a la superficie, la cuchilla se mantiene firmemente en contra de la superficie. Deberá ser posible observar un ligero rayado sobre el metal de la superficie.

Una vez rayado quitar las partículas del producto utilizando una brocha suave. Cepillar en el mismo sentido.

Aplicar una cinta adhesiva longitudinal sobre el área donde están trazados los cuadros, frotando con el dedo con el fin de eliminar cualquier burbuja que pueda estar formada entre la cinta y la película de pintura. Entonces pasar sobre la cinta un rodillo alisador, realizando dos pasadas y cuatro movimientos con una velocidad de 10mm/s.

Antes de quitar la cinta de adherencia, dejar la probeta con la cinta de adherencia 5 minutos a temperatura ambiente.

Retirar la cinta sujetando el extremo libre y tirando hacia fuera, formando la cinta con la superficie un ángulo lo más cercano a 60° (véase la Figura 46).

Examinar la superficie de la probeta y el lado pegajoso de la cinta para ver cuánto se ha dañado el recubrimiento de pintura (véase Figura 50).

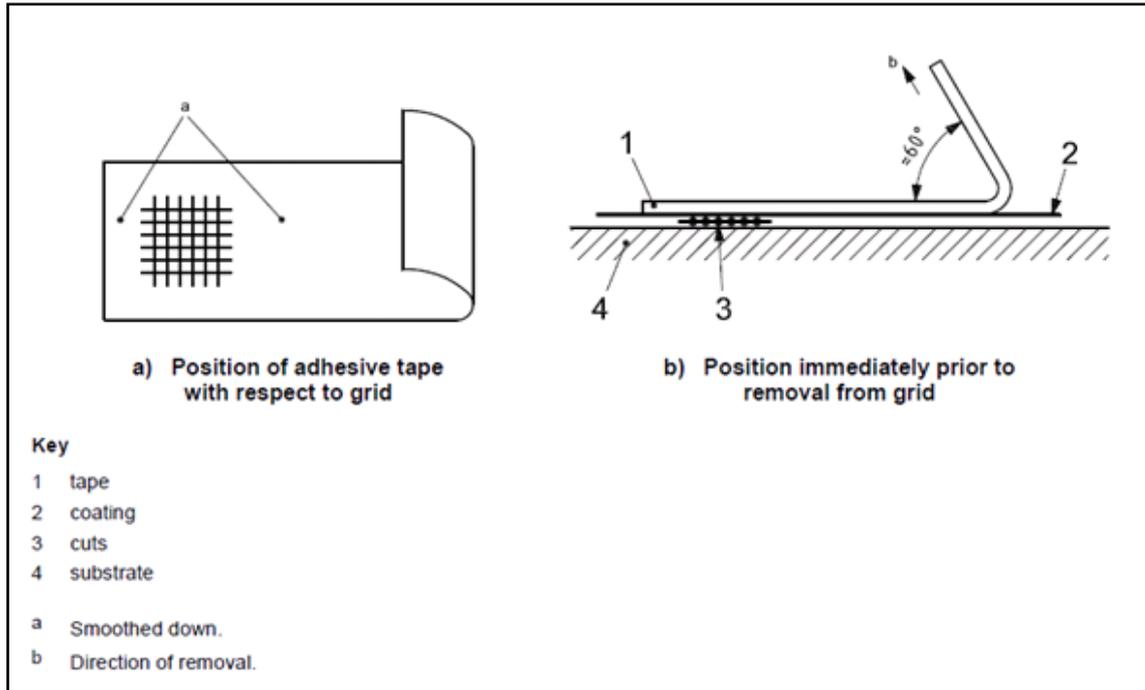


Figura 48. Posicionamiento de la cinta adhesiva

Número y espacio de cortes

El número de cortes es 6 y el espacio entre los mismos depende del espesor de la capa de pintura y de la dureza del sustrato:

- hasta 60 micras: 1 mm de distancia, para probetas de material duro (metales);
- hasta 60 micras: 2 mm de distancia, para probetas de material blando (por ejemplo: madera y yeso) los sustratos;
- de 61 micras a 120 micras: 2 mm de distancia para sustratos duros y blandos;
- 121 a 250 micras micras: 3 mm de distancia para sustratos duros y blandos.

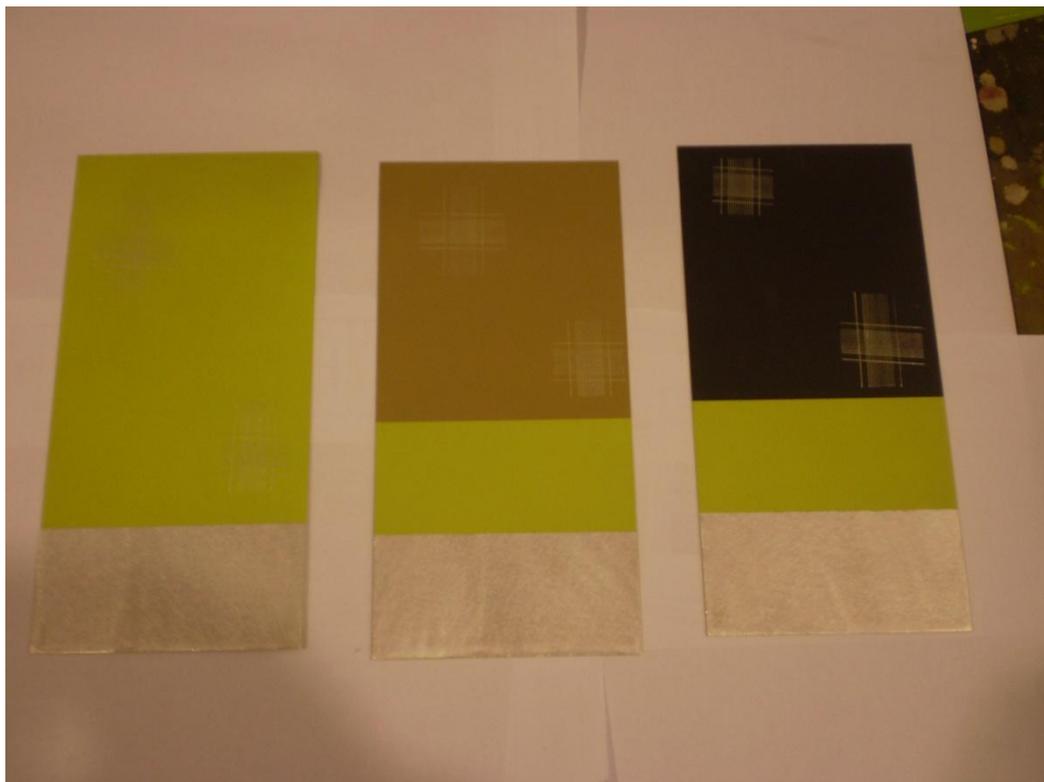


Figura 49. Probetas de pintura.

8.3.5. EVALUACIÓN Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS.

Evaluar los resultados de la siguiente manera:

- sustratos blandos: inmediatamente después de cepillarse.
- sustratos duros y de madera: Inmediatamente después de la eliminación de cinta adhesiva.

Examine cuidadosamente el área de corte de la capa de prueba en una buena iluminación con una visión normal o corregida o, si es acordado entre las partes interesadas, utilizando una lente de visión. Durante el proceso de visualización, gire la probeta de modo que la visión y la iluminación de la zona de pruebas no se limiten a una sola dirección. Puede ser útil examinar la cinta adhesiva de una manera similar.



Clasificar la zona de ensayo de conformidad con la Tabla 15, en comparación con las ilustraciones.

En el Tabla 15, una clasificación de seis posibilidades. Las tres primeras posibilidades son suficientes para la clasificación general. En ocasiones es necesario tener en cuenta las 6 posibilidades.

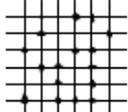
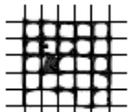
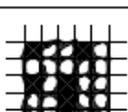
Classification	Description	Appearance of surface of cross-cut area from which flaking has occurred (Example for six parallel cuts)
0	The edges of the cuts are completely smooth; none of the squares of the lattice is detached.	—
1	Detachment of small flakes of the coating at the intersections of the cuts. A cross-cut area not greater than 5 % is affected.	
2	The coating has flaked along the edges and/or at the intersections of the cuts. A cross-cut area greater than 5 %, but not greater than 15 %, is affected.	
3	The coating has flaked along the edges of the cuts partly or wholly in large ribbons, and/or it has flaked partly or wholly on different parts of the squares. A cross-cut area greater than 15 %, but not greater than 35 %, is affected.	
4	The coating has flaked along the edges of the cuts in large ribbons and/or some squares have detached partly or wholly. A cross-cut area greater than 35 %, but not greater than 65 %, is affected.	
5	Any degree of flaking that cannot even be classified by classification 4.	—

Tabla 15. Clasificación de los resultados del ensayo de adherencia

Para un recubrimiento de pintura multi-capa, será necesario el informe de la interfaz en la que se produce cualquier descamación. El informe tendrá cada resultado de la prueba.

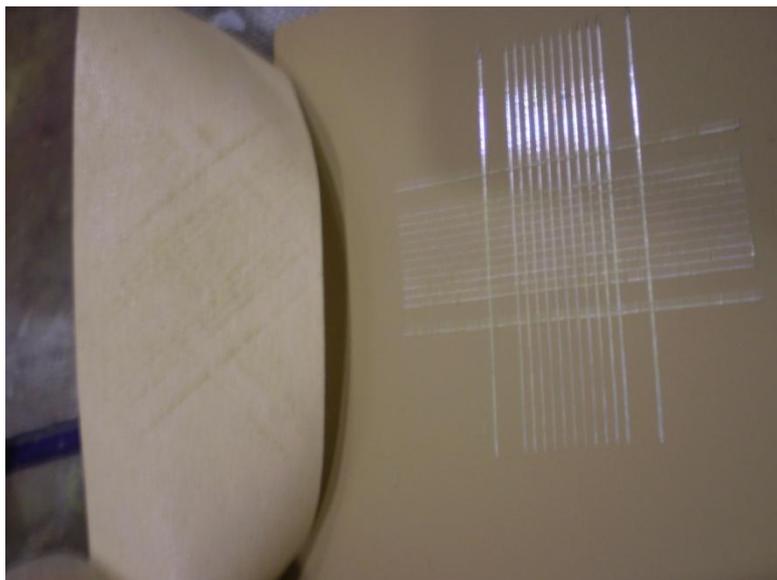


Figura 50. Ensayo de adherencia en probeta de topcoat.

8.3.6. INFORME DEL ENSAYO.

El informe del ensayo incluirá, como mínimo, la siguiente información:

- a) toda la información necesaria para identificar el producto en cuestión;
- b) las características de la probeta (dimensiones, tipo, preparación de superficie);
- c) la referencia y el lote de pintura;
- d) las condiciones de aplicación y curado de la película;
- e) el tipo de herramienta de corte utilizada y el tipo de PATRÓN RETICULAR rayado;
- d) la referencia de la cinta adhesiva;
- f) el peso por unidad de longitud del rodillo;
- g) los resultados de la prueba;



- h) cualquier desviación del procedimiento establecido;
- i) todas las características inusuales (anomalías) observada durante la prueba;
- j) la fecha del ensayo.

8.3.7. ENSAYO DE ADHERENCIA EN HÚMEDO.

La probeta es inmersa en agua destilada durante 24 horas. Cuando se saca se limpia la superficie de la capa de pintura con el disolvente HYSO 99, y cuando el disolvente se evapora se procede a realizar el rayado de la pintura, El número de cortes es 6 y el espacio entre los mismos depende del espesor de la capa de pintura

e < 100 μm : 11 cortes perpendiculares con 1mm de espacio, formando 100 cuadrados.

e > 100 μm : 6 cortes perpendiculares con 2mm de espacio, formando 25 cuadrados.

Aplicar una tira de cinta, procediendo de la misma forma que se especifica en el punto 8.3.4.

Examinar cuidadosamente la zona. Cualquier levantamiento de la capa de acabado indicará que la adherencia del sistema no es satisfactoria (hacer la clasificación de la adherencia según la tabla 15).

8.4. ENSAYO DE MEDICIÓN DE ESPESOR.

Teniendo en cuenta los requerimientos de la correspondiente norma de pintura, debemos medir el espesor en varios puntos de la estructura, así como



en todas las probetas que se realicen, tanto en las de imprimación como en las de TOPCOAT.

Para realizar este ensayo necesitaremos

- Aparato medidor de espesor
- Plaquita férrea y no férrea para calibración
- Plaquita de plástico para el rango de calibración.



Figura 50. Ensayo de medición de espesor.

Procedimiento:

En todos los productos y probetas se medirá el espesor.

Para medirlo se utilizará el medidor de espesor, que tendrá que estar preparado para medir en el rango de valores concreto.

Para calibrarlo utilizaremos la plaquita roja y la plaquita de plástico, que deben estar en perfecto estado.



Figura 51. Plaquetas para calibración.

Para medir el espesor de pintura en los productos se mide el espesor en el mismo punto 2 veces, y se utiliza la media. Si los valores de las mediciones varían demasiado, se tomará una tercera medida.

Los valores de espesores se recogerán en el **registro de aplicación**.

9. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE PINTURA.

Antes de proceder a la realización de un recubrimiento, es necesario eliminar los contaminantes que se han adherido a las piezas.

La eliminación de las contaminaciones existentes en las piezas no es, por lo general, un proceso sencillo, ya que suelen presentarse las piezas con dos o más tipos de contaminantes que normalmente no pueden eliminarse con los mismos tipos de productos o procesos debido a su diferente naturaleza.

Esta combinación de contaminaciones hace que se requieran procesos de complicación creciente y que se apliquen dichos procesos en una determinada secuencia a fin de que tengan el éxito deseado.

La razón de lo anteriormente expuesto es muy sencilla, ya que como es fácilmente comprensible los contaminantes se adhieren a las piezas en un determinado orden, salvo excepciones, secuencia que se debe de mantener en



la realización de los procesos de eliminación o limpieza aunque en sentido inverso.

Por lo general, los contaminantes se adhieren a las piezas en el siguiente orden, empezando por la superficie de las mismas:

1. Oxidaciones y corrosiones
2. Capas de protección superficial tales como protectores, pinturas y tratamientos galvánicos.
3. Carbonillas y depósitos carbonosos.
4. Aceites y grasas

Por lo tanto, la limpieza o eliminación de los contaminantes se realizará en sentido inverso, es decir:

1. Operaciones de desengrase.
2. Descarbonillado y eliminación de depósitos de transformación orgánica.
3. Eliminación de capas de protección superficial, tales como protectores anticorrosivos, pinturas y tratamientos galvánicos.
4. Eliminación de oxidaciones y corrosiones.

A veces hay procesos en los que falta uno de los contaminantes, por lo que el proceso de eliminado de ese tipo de contaminación no deberá realizarse.

También es frecuente que un proceso pueda eliminar con razonable efectividad dos o más contaminaciones, por lo que podemos utilizar estos procesos múltiples para realizar tratamientos de limpieza que nos ahorren tiempo.



9.1. DESENGRASE.

9.1.1. EL DESENGRASE EN FASE VAPOR.

El desengrase en fase o forma de vapor es un método físico que elimina los aceites y grasas solubles que se encuentran depositados en la superficie de los elementos o piezas a tratar.

Los productos que se utilizan para este tipo de tratamiento son los disolventes clorados de alto punto de ebullición y entre ellos el Tricloroetileno, Tricloroetano y Percloroetileno.

Se puede tratar por este procedimiento cualquier metal, excepto el titanio, y bajo ciertas circunstancias algunos aceros, en particular los considerados de alta resistencia, ya que pueden ser atacados y producirse en ellos bien corrosión intercrystalina o intergranular, o fragilidad por oclusión de hidrógeno, así como materiales no metálicos resistentes a la acción química de los disolventes clorados y al calor; en particular aquellos que no sufran deformaciones térmicas en el rango de temperaturas de 75 a 121 ° C aproximadamente.

9.1.2. PRODUCTOS PARA DESENGRASE.

Los productos para desengrasar pertenecen a la familia de los disolventes clorados y dentro de ellos, concretamente se suelen utilizar tres de ellos:

- Tricloroetileno

- Tricloroetano

- Percloroetileno



Estos disolventes tienen una muy alta tensión de vapor por lo que pasan a forma de vapor fácilmente, incluso a temperatura ambiente, por lo que a la temperatura de ebullición se forma una nube de vapor que se mantiene de forma sencilla bajo esta forma física. El menos reactivo de los tres es el Tricloroetano, que deriva de un hidrocarburo saturado.

9.2. TÉCNICAS DE DESENGRASE.

9.2.1. DESENGRASE MEDIANTE DISOLVENTES LÍQUIDOS.

Este método consiste en solubilizar las grasas mediante su puesta en contacto con un producto disolvente de la misma familia química que los productos contaminantes a eliminar y que se puedan suprimir fácilmente de la superficie a tratar mediante drenaje y secado.

En otras palabras, un disolvente es un producto orgánico que se pone sobre la superficie del material a tratar. Este producto se mezcla de la misma manera que hace el agua con el azúcar, por ejemplo, mediante solubilización con las grasas que contaminan las superficies.

En una segunda etapa se hace drenar, o salir de la superficie, de la pieza en cuestión a dicha mezcla de disolvente y grasa y se sustituye por una capa de disolvente limpio, procediendo, como etapa final, a secar este disolvente, bien sea por sí solo, bien mediante la ayuda de una corriente de aire. Así pues este método consta de tres etapas que son:

Etapa 1	Aplicación del disolvente y solubilización de las grasas o aceites por contacto entre ambos durante un determinado tiempo.
Etapa 2	Enjuague de la mezcla disolvente - grasas con disolvente limpio.
Etapa 3	Drenaje y secado del disolvente sobrante que hay en la superficie tratada, bien por si solo en un tiempo determinado, bien mediante aire comprimido.

Tabla 16. Desengrase mediante disolventes líquidos



Hay dos tipos de disolventes que pueden aplicarse:

A.- Disolventes Clorados

B.- Disolventes Petrolíferos

Los **disolventes clorados** son de la misma familia y tipo que los que se emplean en la fase de vapor que ya se ha indicado, y presentan sus mismas limitaciones, además de algunas adicionales que se resumen en:

No pueden tratarse ni titanio ni, por lo general, aceros de alta resistencia, ni tampoco plásticos ni cauchos.

No pueden utilizarse por inmersión, dado su alto poder de evaporación, porque les haría antieconómicos.

Algunos de estos productos pueden presentar problemas de seguridad e higiene, sino se utilizan de forma controlada (equipos con extracción, zonas de ventilación adecuada, medios de protección específicos, etc.)

Se está limitando su uso, debido a posibles problemas medioambientales (capa de ozono).

Como ventajas se señalan:

- Son altamente efectivos sobre todo tipo de grasas.
- Secan y drenan muy fácilmente.
- No son inflamables.
- Se pueden reciclar fácilmente.

Los **disolventes petrolíferos** desengrasan de la misma forma que lo hacen otros disolventes, mediante disolución de las grasas, que ya se ha visto antes.



Además de estas características generales, los disolventes petrolíferos presentan otras características particulares.

Como limitaciones se destaca que:

- Pueden afectar a los plásticos y cauchos.
 - Pueden resultar molestos por su olor aunque el contenido en aromáticos sea relativamente bajo.
 - Pueden producir alergias y dermatitis, a personas sensibles a ello.
 - Son inflamables, aunque a veces su punto de inflamación sea tan elevado que no sean considerados como tales.
 - Su eficacia limpiadora es tanto mayor cuanto mayor sea el contenido en aromáticos.
 - Son de difícil reciclado.

Entre las ventajas se señala que:

Se aplican a cualquier tipo de superficie metálica.

Además de limpiar dejan las superficies con un ligero grado de protección anticorrosiva.

Se pueden utilizar tanto en tanque por inmersión, excepto los más ligeros, como el keroseno, debido a su alto poder de evaporación, como por pulverización.

Son de eliminación fácil por incineración, recuperando energía.

Los procesos de limpieza con disolvente suelen ser muy sencillos y su realización no suele presentar dificultades. Los procesos generales esquematizados Se muestran en la siguiente tabla:



Etapa 1	Aplicación del disolvente por pulverización o por inmersión (solo en el caso de los disolventes tipo petrolífero). En el caso de inmersión se recomienda un tiempo de contacto mínimo de 5 min, y si es factible y el disolvente lo permite, con una ligera agitación del mismo.
Etapa 2	Aclarado de las superficies. Este aclarado debe realizarse con disolvente nuevo en el caso de haber tratado las piezas por inmersión. Todos los aclarados suelen realizarse mediante pulverización. Se debe utilizar la menor cantidad posible de disolvente, manteniendo en buen estado el equipo y colocando las piezas en las posiciones más favorables para que drenen fácilmente los disolventes.
Etapa 3	Drenado final de los disolventes y secado de los mismos bien al aire libre, bien mediante aire a presión. Se debe hacer este secado en zonas o áreas con buena ventilación y renovación de aire.

Tabla 17. Los procesos de limpieza con disolvente

9.2.2. DESENGRASE MEDIANTE DISOLVENTES EMULSIONANTES.

El desengrase mediante disolventes emulsionables, complementa y completa la modalidad del desengrase mediante disolventes, ya que aprovecha las ventajas de éstos y además añade la de los detergentes.

Los productos que se formulan para este tipo de desengrase son básicamente compuestos que tienen una base de disolventes a los que se les ha añadido un detergente.

Como de todos es conocido, los disolventes al igual que los aceites no son miscibles con el agua. Si a los disolventes o a los aceites les añadimos un detergente compatible con los mismos, lo que hacemos es que inmediatamente podemos unir, mezclar y hacer miscible esos disolventes o



aceites con el agua ya que el detergente actuará de "puente de unión" entre ambas moléculas.

Así pues el desengrase se realiza mediante disolución de la grasa en cuestión, realizada por la base disolvente y emulsión de dicha mezcla más las grasas no disueltas por la base que el producto incorpora.

El producto final se puede eliminar fácilmente o lavar con agua.

Así pues se concluye que este proceso, al combinar otros dos, es uno de los métodos de desengrase más eficaces que se conocen, aplicándose fundamentalmente a aquellos procesos primarios en los que sea preciso eliminar grandes cantidades de contaminantes o que éstos sean de un tipo difícil.

Normalmente estos productos no se utilizan puros sino que se diluyen en disolventes o en agua, en proporciones variables, concentrándose más o menos de acuerdo al tipo de contaminaciones que se requieran eliminar.

Se pueden tratar todo tipo de aleaciones metálicas con este tipo de productos, no debiéndose utilizar sobre plásticos y cauchos debido a que los disolventes que tienen en su base o con los que se diluyen pueden afectar a los mismos.

Tanto el tipo de disolvente con el que se va a diluir, como la concentración de uso, hacen que el proceso sea más eficaz, bajo todos los aspectos.

Los disolventes en los que se puede diluir son cualquiera de los disolventes petrolíferos existentes, aunque por lógica no deben utilizarse para este fin los disolventes de bajo punto de inflamación o de alto poder de evaporación, como los kerosenos, recomendándose disolventes del tipo medio, e incluso los de tipo parafínico, exentos de aromáticos, que no presentan olores, siendo más aconsejables bajo los puntos de vista de seguridad y



medioambiental, dado que el producto base va a suplir la posible ausencia de aromáticos en cuanto a eficacia limpiadora.

Los disolventes recomendados especialmente para la industria aeronáutica, son los definidos en la especificación americana: FED SPEc. PD 680, tipos I, II y III.

Pueden también usarse disolventes pesados, tipo gasoil o fueloil, limitándose su uso sobre aceros inoxidable o aleaciones ricas en níquel, en función de su contenido en azufre. Debido a que podría producirse corrosión intercrystalina o intergranular.

Algunos de estos productos incluyen en su formulación pequeñas cantidades de productos fenólicos u otros activadores que transforman estos desengrasantes además en descarbonillantes ligeros.

Este tipo de desengrase es posiblemente el desengrase más efectivo de los conocidos y es el que se recomienda siempre que sea posible su uso, para eliminar grandes cantidades de grasa.

A continuación se exponen los disolventes emulsificables y sus características más importantes:

TIPO	CONCENTRACIÓN	DILUYENTE	USOS
General. No Fenólico	30 %	Disolvente petrolífero o agua	Limpieza de ruedas. Bulonería. Desengrase y limpieza de conjuntos
Fenólico ligero	30 %	Disolvente petrolífero	Desengrase de piezas muy contaminadas.
Fenólico ligero	30 %	Disolvente petrolífero	Desengrase y descarbonillado en una operación. Eliminación de restos de cauchos.

Tabla 18. Disolventes emulsificables y sus características más importantes



9.2.3. DESENGRASE MEDIANTE DETERGENTES.

El desengrase mediante detergentes consiste básicamente en una emulsificación que se realiza mediante un producto que se añade sobre la superficie a limpiar, llamado detergente, que hace de puente entre la molécula de grasa o disolvente orgánico que trata de eliminarse y la molécula del vehículo de arrastre, que llevará a ambos fuera de la superficie, esto es por ejemplo, agua.

Un detergente por lo tanto, tiene que tener por un lado una buena afinidad con las moléculas orgánicas que trata de eliminar, y por lo tanto una capacidad de miscibilidad con ellas total, y por otro lado debe de ser soluble en agua a fin de que pueda ser arrastrado fácilmente por ella.

Los detergentes realizan esta función por modificación de la tensión superficial, de los productos que se quieren eliminar y por ello se les denomina tensoactivos, al ser activos frente a dicha tensión.

Los detergentes o tensoactivos se soportan sobre un disolvente que generalmente es el agua, aunque pueden hacerlo sobre otro tipo de disolventes como son los petrolíferos. En el primer caso, dichos detergentes se les denomina hidrófilos o hidrofílicos, y en el segundo caso se les denomina lipófilos o lipofílicos.

Los más usados son generalmente los hidrófilos esto es, los que tienen como base el agua, ya que pueden utilizarse disueltos en ella con lo que su costo operativo es sensiblemente más barato que en los lipófilos con los que se debe utilizar concentrados y no se pueden en ningún caso disolver en agua.



9.2.3.1. FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS DETERGENTES.

La versatilidad de los detergentes como ya hemos indicado anteriormente es total, no solo por que admiten diferentes disoluciones o concentraciones en agua, lo que les hace tremendamente interesantes para un tratamiento general de desengrase al poder ser aplicados sobre distintas cantidades de contaminación en diferentes concentraciones, sino que admiten un amplio espectro de formas de aplicación, lo que les hace enormemente útiles.

La primera forma de aplicación o aplicación básica es la inmersión. Esta forma de aplicación consiste en que la pieza o superficie es tratada introduciéndola en una cuba que contenga detergente en una disolución prefijada, normalmente una disolución intermedia que garantice que el tratamiento sea fácil de repetir.

La ventaja más importante de la inmersión es que se pueden tratar multitud de piezas simultáneamente, lo que beneficia la rapidez, siempre que sean de materiales electroquímicamente compatibles, esto es de materiales que no produzcan pilas galvánicas entre sí, lo que implicaría que podría producirse ataque electroquímico, corrosión y/o inutilización del material.

En este punto hay que prestar atención al titanio y en segundo lugar al magnesio que son los dos metales con mayor peligro de ataque por éste efecto y que la mayoría de las órdenes técnicas y procesos recomiendan tratar por separado.

Las soluciones de detergentes pueden agitarse a fin de acelerar los tratamientos, pero debe de tenerse cuidado a la formación de espuma que aunque útil en algunos casos, como son los tratamientos por aplicación, puede resultar molesta e indeseable en otros, en particular si ésta es consistente o aparece en grandes cantidades.



La aplicación de detergente puede efectuarse por cualquiera de los métodos clásicos conocidos, brocha, mopa, máquina de lavado por agua a presión o por aplicación en forma de espuma. Para definir la idoneidad de uno u otro procedimiento se debe valorar el resto de los factores que implican el tratamiento y que son, por ejemplo, extensión y forma de la superficie a tratar, disponibilidad de servicios y equipos y medios auxiliares para su aplicación etc. Si se tiene que tratar una superficie localizada y pequeña, no estará justificado el tratamiento con máquina a presión o por espuma, debiéndose recurrir a brocha o mopa.

La aplicación por brocha o cepillo garantizará no solo el cubrimiento de la zona a tratar sino que el efecto mecánico de la aplicación facilitará la puesta en contacto de la contaminación con el paquete tensoactivo ahorrando tiempo que en otro caso sería necesario emplear a fin de garantizar la rotura de la adherencia de la contaminación con la superficie.

Esta modalidad de aplicación está restringida a superficies de tamaño pequeño o a zonas relativamente poco extensas.

La aplicación por mopa está recomendada en aquellos lugares donde no hay disponible agua de aclarado o no se puede efectuar éste. En estos casos se emplea la aplicación mediante mopa del detergente, pasando una mopa limpia a modo de aclarado. Esta técnica se conoce en inglés con el nombre de "wipe on - wipe off".

La técnica de aplicación por mopa no debe aplicarse a grandes superficies o zonas amplias porque implicaría un costo elevado en mano de obra, ni a zonas con cantidades grandes de contaminación pues requerirían múltiples aplicaciones para que quedaran a un nivel aceptable.

La aplicación mediante máquina de lavado a presión se emplea para el tratamiento de grandes superficies, como es el lavado externo de aviones, que no estén excesivamente contaminadas. La razón de esta última afirmación es que el tiempo de contacto contaminación - detergente es mínimo por lo que el



efecto predominante en la limpieza no es la disolución y emulsificación sino el arrancado de la contaminación por efecto de la presión del lavado. Este, es un procedimiento de uso general cuya eficacia limpiadora no es excesivamente elevada.

Por último está la aplicación en forma de espuma. La espuma es una mezcla de detergente y aire. Generalmente existe la espuma que un detergente forma fácilmente y tiene un gran poder de limpieza, esto es de desengrase.

Por otra parte, la espuma puede ser perjudicial ya que al ser arrastrada se deposita en los cauces de agua, evitando la entrada de oxígeno en ellos y perjudicando seriamente al medioambiente. Además está comprobado que la espuma no favorece, sino al contrario, evita, la precipitación de los metales pesados existentes en el agua de lavado, entorpeciendo los procesos de depuración.

Por todo ello los detergentes más avanzados, desde hace años se fabrican con tensoactivos de baja espuma, por ejemplo en los de uso en lavadoras domésticas.

Aún así, es importante que los detergentes hagan espuma fácilmente.

Bajo el punto de vista que nos ocupa es importante que algunos detergentes se apliquen en forma de espuma, a fin de conseguir que, una película tensoactiva, esté el mayor tiempo posible en contacto con la contaminación para que emulsifique fácilmente.

Esto es imprescindible en el tratamiento de superficies verticales o invertidas como son las superficies del fuselaje del avión, en particular las de la parte baja del avión, flaps, góndolas de alojamiento del tren, estabilizadores horizontales y verticales, timones, etc. Además la aplicación en forma de espuma evita la penetración del detergente entre las chapas remachadas y pegadas.



Por todo ello es a veces imprescindible la aplicación de detergentes en forma de espuma, ya que ésta es la encargada de mantener el contacto, o dicho de otra manera adherir el detergente a la pieza. En estos casos es importante la estabilidad de la espuma. Normalmente precisamos que permanezca activa, el mayor tiempo posible.

Para conseguirlo, es necesario ensayar con diferentes caudales de detergente, diluido a la concentración de uso recomendada por el fabricante, y aire, que se mezclarán en el equipo apropiado obteniéndose diferentes tipos de espuma.

La aplicación de la espuma se realiza de abajo a arriba y nunca al revés pues aunque liviana, la capa de espuma tiene un peso y se irá descolgando por efecto del mismo.

Una vez transcurrido el tiempo de tratamiento o contacto contaminación - detergente, se elimina éste de la superficie mediante un lavado con agua a presión.

Hoy en día y debido al problema de la espuma antes citado, se fabrican detergentes viscosos, esto es con un grado de viscosidad estudiado para que se apliquen fácilmente y se peguen adecuadamente a la superficie, incluso mejor que la espuma, para facilitar el contacto de la contaminación con el detergente, se pueda modificar la tensión superficial líquido - superficie metálica, se moje la superficie y se pueda emulsificar la contaminación aceitosa o grasa existente.

Los detergentes que contienen en su formulación silicatos, por ser unos magníficos inhibidores de la corrosión y de la oxidación del aluminio, requieren un esmerado lavado con agua ya que en otro caso, dejarán las superficies con un mal aspecto.



9.2.4. DESENGRASE MEDIANTE PRODUCTOS ALCALINOS.

El desengrase mediante productos alcalinos es quizás el proceso más utilizado universalmente. Se aplica por inmersión, pulverización, bajo forma de vapor, circulación, bombos, etc.

Estos compuestos generalmente contienen, productos alcalinos básicos, tensoactivos, emulsificadores e inhibidores de la corrosión. Además del desengrase pueden tener otros usos, como son la desoxidación y el decapado de pintura.

En función del uso predominante que se quiera dar a estos productos, dada su gran variedad de aplicaciones, se utilizan en diferentes concentraciones, que varían desde muy pocos gramos por litro (30-40) a concentraciones importantes, como son 720 gramos por litro en el caso de la desoxidación, previa a la soldadura del titanio.

En cuanto a la aplicación de este tipo de productos en los diferentes materiales tenemos que tener en cuenta que no son de aplicación universal, sino que cada tipo de material requiere y admite, en muchos casos, solo un tipo de alcalino, ya que otros pueden ser perjudiciales para los mismos.

Así por ejemplo, a modo de resumen, se establecen los siguientes criterios generales:

Aluminio: Es muy sensible a los alcalinos de tipo medio que pueden atacarle, y a los alcalinos fuertes que francamente le atacan.

Los productos para tratamiento del aluminio son pues de alcalinidad baja, normalmente inhibidos con silicatos.

Zinc: Se ataca fuertemente con los alcalinos fuertes y de tipo medio. Se utilizan solo alcalinos suaves inhibidos, reduciendo además el tiempo de tratamiento con este tipo de productos al mínimo posible.



Bronce: Se ataca y matea con los alcalinos fuertes y medios, debido a su contenido en zinc, debe tratarse con alcalinos suaves inhibidos con silicatos o con otros inhibidores específicos, reduciendo al mínimo posible los tiempos de tratamiento.

Cobre: Puede matearse con el tratamiento con alcalinos fuertes, dependiendo de concentraciones y tiempo de tratamiento, pero normalmente soporta bien el tratamiento con productos alcalinos medios y suaves.

Magnesio: Soporta normalmente bien el tratamiento con alcalinos fuertes. En particular los tratamientos que se recomiendan para los aceros con bajo contenido en carbono son adecuados para tratar magnesio. No debe de tratarse con alcalinos débiles, pues pueden corroerle.

Estaño: Es sensible y se ataca con alcalinos fuertes, aunque menos que el aluminio y zinc. Los silicatos son unos magníficos inhibidores para el estaño en las formulaciones para tratamiento de estaño.

Plomo: Se atacan con los alcalinos fuertes, en particular con los que contengan cloruros. Los alcalinos que se utilicen para el tratamiento del plomo deben de estar inhibidos con silicatos o con otros inhibidores específicos.

Titanio: Normalmente no se ataca con los alcalinos fuertes.

Hierro y Acero: No se atacan por soluciones alcalinas cualquiera que sea su potencia. Debe de tenerse una cierta precaución con los tratamientos de larga duración con alcalinos de tipo medio ya que puede manifestar una tendencia a la aparición de oxidaciones en particular en los aceros y hierros no aleados.

Acero Inoxidable: Puede tratarse en alcalinos cualquiera que sea su potencia.



El mecanismo de desengrase es un mecanismo sencillo que consiste en una saponificación o neutralización del aceite o grasa, que es un ácido, con un producto alcalino, formando un típico jabón, fácilmente eliminable de la superficie mediante lavado con agua.

Los agentes humectantes se añaden a la formulación para facilitar el contacto entre la base alcalina y la contaminación grasa actuando frente a la tensión superficial de la interfase pieza-producto.

Los agentes secuestrantes tienen por objeto eliminar mediante neutralización los iones de los metales pesados o de calcio o magnesio (aguas duras) que puedan estar presentes en el baño y que puedan interferir el tratamiento de desengrase.

A veces, en particular en los procesos en que se requiere un muy alto estándar de limpieza, se emplea el desengrase electrolítico. El proceso de desengrase es el mismo, esto es, un desengrase químico efectuado por saponificación, pero el contacto de la superficie contaminada con el ión alcalino neutralizador se efectúa mediante atracción eléctrica.

Para ello se hace que la pieza actúe como electrodo de una pila y este electrodo se pone en inmersión en una solución alcalina. Los cationes, normalmente iones sodio (Na^+) o iones potasio (K^+) son rápidamente atraídos por el cátodo o pieza donde se produce la reacción de neutralización.

Debido a la atracción electroquímica que se produce en todos y cada uno de los cationes presentes, este procedimiento es muy eficaz, y dado su total aprovechamiento, las concentraciones que se precisan del producto desengrasante suelen ser pequeñas. Por contra requiere un gasto energético elevado debido a la corriente eléctrica que se precisa.

Este procedimiento no es aplicable a grandes cantidades de contaminación ya que en este caso la pieza al estar totalmente recubierta de



una capa de aceite o grasa, está eléctricamente aislada, por no ser los aceites o grasas conductores, por lo que el proceso no es realizable.

En estos casos lo que se hace es efectuar primero un desengrase químico, por disolventes emulsionables, detergentes o por desengrase alcalino. A continuación se completa el proceso efectuando un desengrase completo por medios electroquímicos.

El desengrase electroquímico es el proceso de desengrase más perfecto existente, pero dado su costo en instalaciones y energía, debe limitarse sólo a los procesos que realmente lo requieran como son los procesos galvánicos, anodizados o fosfatados, donde una preparación previa lo más perfecta posible de la superficie garantizará una transformación química o una deposición correcta de la capa metálica en cuestión.

El desengrase electroquímico no puede aplicarse a superficies o piezas pintadas, o recubiertas de capas no conductoras de la corriente eléctrica.

El desengrase alcalino debe efectuarse en caliente, para que la reacción de saponificación o formación de jabón tenga lugar de forma efectiva. Esto representa uno de los mayores inconvenientes del proceso ya que requiere equipos e instalaciones con calentamiento y un gasto de energía importante, lo que hace que no sea un proceso de los considerados económicos.

9.2.5. TÉCNICAS DE LAVADO.

Es de particular importancia el efectuar correctamente el lavado de las piezas tratadas con productos químicos, para conseguir, por un lado, la máxima eficacia en cuanto al proceso de tratamiento y, por otro, el ahorrar producto, recuperando el máximo posible y evitando que la mayor cantidad posible de éste pase a las aguas de lavado, lo que abaratará el proceso de eliminación de residuos y mejorará sustancialmente el área medioambiental.



Por ello este procedimiento es de la máxima importancia y se aplica a todos los procesos que se utilizan en el tratamiento superficial.

Si los productos se han dado por aplicación, el lavado se efectuará normalmente por pulverización a alta presión. No debemos olvidar que la presión arranca la suciedad, que este incrustada, o fuertemente adherida en la superficie, por ejemplo en los decapados de pintura, pero que no disuelve mejor que el agua aplicada por un sistema de pulverización a baja presión ya que lo que disuelve es el agua y no el sistema de aplicación o la presión.

Normalmente es más eficaz el aplicar caudales elevados de agua que altas presiones, a la hora de eliminar los contaminantes, además de esta forma los contaminantes llegan altamente diluidos a los sistemas de recogida de aguas de lavado, por lo que será más fácil su tratamiento como residuos y su posible depuración.

El inconveniente que presenta éste sistema proviene de que el agua empieza a ser un bien escaso y por lo tanto, caro, por lo que debe de utilizarse la menor cantidad posible, lo que indefectiblemente lleva a utilizar un sistema combinado, que consiste en efectuar un primer lavado con agua a alta presión, que consume menor cantidad y seguidamente y a modo de aclarado un lavado por pulverización con un volumen de agua adecuado que haga que se efectúe una buena disolución de los contaminantes existentes en la superficie que se esté tratando.

Debe de tenerse cuidado con la agitación, cuando se laven restos de productos que contengan tensoactivos de los no considerados de baja espuma, ya que pueden producirse cantidades importantes de ésta.

9.2.6. TIEMPO DE TRATAMIENTO.

El tiempo de tratamiento para el desengrase en condiciones normales de una pieza es variable, dependiendo de la cantidad y tipo de contaminación



así como del producto y sistema empleado, el intervalo de tiempos estándar está comprendido entre 5 y 30 minutos.

9.3. DESCARBONILLADO.

La carbonilla es el segundo de los contaminantes que se pueden presentar en una superficie, aunque no necesariamente siempre se encuentre en ella.

La carbonilla no es más que aceite o grasa polimerizados, esto es aceite o grasa que por efecto de la temperatura, producida por el funcionamiento de los subconjuntos o bien por efecto de los rozamientos o de cualquier otra causa, se transforman en un producto plástico que se adhiere fuertemente a la superficie. En el peor de los casos, el aceite o la grasa pueden quemarse produciendo una capa endurecida.

La carbonilla es una capa plastificada de productos orgánicos, por lo que esta contaminación, a efectos de eliminación, puede considerarse como una capa de pintura y de hecho se elimina prácticamente de la misma forma. La gran diferencia entre la pintura y la carbonilla es que esta última normalmente presenta capas de gran tamaño, mucho mayor que las de pintura, por lo que se requieren productos de alta actividad, esto es, productos de actuación por inmersión en caliente, que son los que se presentan como más efectivos.

9.3.1. MECANISMO DEL DESCARBONILLADO.

Como ya se ha dicho, la carbonilla y la pintura presentan una gran similitud en cuanto a su disposición superficial y por lo tanto su eliminación.

Normalmente el sistema de descarbonillado, consiste en la entrada de producto por los poros o huecos de la capa de carbonilla hasta la superficie y la rotura de la adherencia de esta capa con aquella.



Además el producto complementa esta actuación con un efecto de disolución, que en el caso de la carbonilla no tiene gran efecto, ya que las capas son normalmente muy gruesas, y este efecto es lo suficientemente lento como para que sea despreciable.

Por la razón antedicha, grosor de las capas de carbonilla, no pueden emplearse productos similares a los decapantes de pintura ya que su efecto sería prácticamente nulo dado el grosor de capa y el tiempo tan corto de evaporación de los disolventes base.

9.3.2. PROCESO DEL DESCARBONILLADO.

El proceso de descarbonillado, consiste en:

Poner las piezas a tratar por inmersión dentro del descarbonillante elegido y mantenerlo en dicha posición durante un tiempo que estará comprendido entre 30 minutos y varias horas dependiendo de la cantidad y del tipo de carbonilla.

Debe de cuidarse que no se produzcan bolsas de aire en la introducción de las piezas en los baños, debido a geometrías complicadas de las mismas, huecos etc., ya que en esas áreas no se eliminará la contaminación al no haber podido entrar producto para su tratamiento.

Transcurrido el tiempo de tratamiento, deben de lavarse las piezas, efectuando un repaso manual a las piezas si así se requiriera, al haber zonas que puedan estar defectuosamente acabadas debido a que el espesor de carbonilla sea desigual.

Las piezas a continuación se secarán siguiendo el procedimiento que se describe en los procesos de tratamiento establecidos.



9.3.3. LIMPIEZA CON ULTRASONIDOS.

La limpieza con ultrasonidos es un procedimiento por inmersión en un tanque, que contiene el líquido de limpieza, siendo la acción de éste reforzada por el efecto de una agitación muy enérgica del líquido, proporcionada por un transductor piezoeléctrico.

Esta acción mecánica que empuja el líquido sobre cualquier parte de la pieza, hace que sea un procedimiento especialmente eficaz para objetos con cualquier tipo de contaminación y que tengan formas complicadas, incluidos huecos y agujeros. El tipo de producto a emplear depende de la naturaleza del contaminante.

9.4. DECAPADO DE PINTURA.

El decapado de pintura es una de las etapas importantes de la limpieza química. La importancia radica del hecho de que la pintura, no es sólo una capa decorativa que se pone en piezas o estructuras y que de alguna forma da idea de la marca o de la imagen de la compañía si no que es la responsable máxima de la protección anticorrosiva de los materiales a los que se aplica y protege.

La pintura al igual que cualquier otro sistema, se degrada con el tiempo, por efecto del cambio de temperaturas, de la radiación ultravioleta, roces, arañazos, etc.

Esta degradación supone que la superficie que se encuentra debajo de la pintura se puede corroer al disminuir o desaparecer la capa de protección que la protege.

Esta corrosión que empieza por un punto puede extenderse en superficies importantes debajo de dicha capa, por lo que es imprescindible la eliminación de dicha capa de pintura para inspeccionar la superficie, determinar la existencia de corrosión, evaluar su extensión y reparar, si es posible, las zonas afectadas o sustituirlas.



Una vez efectuada esta reparación las piezas deben de volverse a pintar para aplicar la protección anticorrosiva que dichos elementos deben de llevar.

Así pues es básico que se efectúe correctamente cada uno de los pasos de esta importante etapa, ya que de ella va a depender en gran medida que el componente esté en utilidad óptima o no, durante el tiempo que se requiera.

9.4.1. MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DE LA PINTURA.

Existen dos métodos de eliminación de pintura universalmente aceptados:

Métodos Mecánicos

Métodos Químicos

Se enumeran a continuación los métodos mecánicos de decapado, y se describen en profundidad los métodos químicos que se están utilizando universalmente en mayor medida.

9.4.1.1. MÉTODOS MECÁNICOS.

1. Chorreado con arena o perla de vidrio. Métodos secos y húmedos.
2. Chorreado con abrasivos incluyendo corindón, semillas y plástico.
3. Chorreado con hielo seco (Anhídrido Carbónico sólido).
4. Chorreado con agua a alta presión.
5. Chorreado con vapor de agua sobrecalentado.
6. Aplicación de sistemas criogénicos, que consisten en refrigerar las capas orgánicas a eliminar de las piezas con nitrógeno líquido,



chorreando posteriormente la capa quebradiza resultante con un sistema no abrasivo.

7. Lijado y raspado

8. Quemado. Este procedimiento se emplea con modernos sistemas que incluyen el uso de postquemadores y a veces de recuperadores, para ahorrar energía.

9. Quemado en lecho fluidizado. Este procedimiento consiste en introducir las piezas en un lecho fluidizado en el que hay arena caliente. Se requiere un sistema de postquemadores.

Todos estos sistemas tienen ciertas ventajas y ciertos inconvenientes. En cualquier caso hoy en día los inconvenientes, en la mayoría de los casos, son mayores que las ventajas, por lo que el uso de estos sistemas está limitado a pocas piezas, generalmente de acero de alta resistencia.

9.4.1.2. MÉTODOS QUÍMICOS.

Los decapantes químicos más comúnmente utilizados, se clasifican en:

Decapantes de actuación en caliente

Decapantes de actuación en frío.

Los **decapantes de actuación en caliente** son generalmente fuertemente alcalinos, teniendo como base la sosa cáustica (NaOH).

Como excepción hay una familia de decapantes orgánicos que actúan en caliente y que además de emplear productos alcalinos de baja fuerza, emplean disolventes orgánicos de actuación en caliente.



Los **decapantes de actuación en frío** se basan en disolventes orgánicos, generalmente cloruro de metileno, cetonas, ésteres, alcoholes u otros disolventes halogenados. Estos decapantes además pueden ser alcalinos, neutros o ácidos.

Algunos de estos decapantes se presentan bajo forma de emulsión y son lavables con agua. La especificación más usual entre los decapantes en emulsión es la MIL-R-25134.

Además estos decapantes pueden incluir en su formulación productos fenólicos, que entran a formar parte de las emulsiones lavables.

Esencialmente, los decapantes de pintura tienen cuatro mecanismos diferentes de actuación:

- a) El vehículo de la pintura puede disolverse y formar una solución con el disolvente
- b) El disolvente o compuesto químico puede reaccionar químicamente con la capa o película de pintura y destruirla.
- c) El decapante puede penetrar físicamente a través de la capa de pintura y destruir la adhesión y cohesión de esta película, facilitando su eliminación.
- d) El decapante puede penetrar físicamente a través de la capa de pintura, vía agujeros, raspaduras, etc. y destruir la adhesión del substrato.

Cualquier decapante de pintura debe de eliminar la película de pintura de forma rápida y eficaz. Los mecanismos completos, normalmente combinan dos o más de los mecanismos individuales antes citados, aunque uno de ellos es el que predomina de forma general particularmente los indicados en los puntos c y d, ya que el o los otros mecanismos suelen ser muy lentos.



9.4.2. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN DECAPANTE DE PINTURA.

Los decapantes de pintura por vía química deben cumplir alguno, sino todos, los criterios que a continuación se exponen:

- 1) Capacidad para el decapado. Eficacia.
- 2) No ser corrosivos para el sustrato.
- 3) No producir ni contribuir al ataque galvánico en la zona de unión de metales diferentes.
- 4) En lo posible, estar libres de cresoles, fenoles, bencenos o de cualquier otro producto químico considerado tóxico o peligroso.
- 5) Poseer una dilatada vida activa.
- 6) Poder ser tixotrópico si fuera necesario.
- 7) Poseer sellos internos de ceras o externos de agua o aceites para prevenir una rápida evaporación.
- 8) Tener la propiedad de dejar la superficie lo más preparada posible para un repintado de la misma.

9.4.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DECAPANTES DE ACTUACIÓN EN CALIENTE.

En los decapantes de actuación en caliente, que siempre se utilizan por inmersión se presentan las ventajas y desventajas que a continuación se citan:



Ventajas:

1. El calor es una tremenda ayuda en el decapado de pintura, debido a que puede, en ciertos casos, "degradar" la capa de pintura, en particular con algunos decapantes basados en productos alcalinos de actuación en caliente, con los que es posible sobrepasar el punto de ebullición del agua y alcanzar los 115° C.
2. Cuando los baños de decapado se sobre contaminan con pintura, los tanques pueden ser decantados y eliminados los lodos, ahorrando aproximadamente las partes del producto químico en lugar de cambiar todo el baño.
3. De acuerdo con la experiencia no hay pérdidas por evaporación, de producto, solo de agua.
4. La carga original inicial en los decapantes alcalinos, tiene un bajo costo por litro de baño.

Desventajas

1. El costo del equipo o instalación requerida es considerable.
2. Los decapantes alcalinos de actuación en caliente no pueden utilizarse para decapar pintura en aluminio, zinc y algunas aleaciones de cobre. Debe de consultarse siempre con el fabricante del decapante las restricciones de uso del mismo.
3. Los decapantes alcalinos en caliente deben de utilizarse extremando las medidas de protección personal para evitar riesgos debidos a los productos alcalinos y a la temperatura de trabajo de los baños.
4. El costo energético es relativamente alto.



5. Debido a su actuación en caliente, el tanque no se puede utilizar mientras no se haya alcanzado la temperatura de trabajo adecuada. Por contra los decapantes de actuación en frío se pueden utilizar en cualquier momento.

6. Algunos de los acabados, como los epoxys o epoxídicos, se han diseñado para poder resistir la temperatura y los productos alcalinos, por lo que imperativamente deben de tratarse con decapantes en frío.

7. En los decapantes alcalinos, la pintura se elimina por una gradual degradación de la misma. Este proceso continúa hasta que todo el polímero se haya roto y convertido en simples jabones. Esto trae como consecuencia un aumento del consumo de producto cáustico y de la contaminación del baño.

9.4.2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DECAPANTES DE ACTUACIÓN EN FRÍO.

Ventajas:

1. Un decapante de actuación en frío puede actuar en cualquier momento. No se precisa, y es más, no se debe, nunca, precalentar el baño o el decapante, ya que el único efecto conseguido será la evaporación de los disolventes.

2. En algunos metales, como el aluminio, este tipo de decapantes son los únicos que se deben de utilizar ya que cualquier otro puede producir ataques al material base.

3. No se requieren disoluciones ni mezclas. Se utilizan como se suministran.

4. No hay gasto energético.

5. Si se utiliza un decapante por inmersión, la pintura desprendida puede eliminarse del tanque por filtrado.

6. No suelen perder fuerza por reacción química o esta es mínima si se filtra de forma adecuada.



Desventajas:

1. El precio de estos decapantes es mayor que los alcalinos de actuación en caliente.
2. No se pueden diluir en agua, deben de usarse tal cual se suministran.
3. La evaporación de los disolventes en este tipo de decapantes puede ser muy alta, incluso aunque dispongan de sellos de agua.
4. Estos decapantes tienen en sus formulaciones disolventes clorados. Algunos de éstos, en contacto con el agua pueden acidificarse y producir ataques al metal base.
5. Puede ser necesario utilizar un sello antievaporación en un decapante de actuación en frío por inmersión. Este sello se obtiene añadiendo agua, con inhibidores de la corrosión, para evitar ataques al substrato metálico, en la parte alta del tanque de decapante. Este sello deberá flotar sobre el resto del baño de decapante.

9.4.3. SUGERENCIAS PARA EL USO DE LOS DECAPANTES DE PINTURA.

A fin de mejorar los procesos de utilización de los decapados de pintura deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Deben de ensayarse y evaluarse los decapantes frente a los diferentes tipos de pintura a fin de determinar la escala o intervalos de tiempos de decapado estándar en cada caso.
2. Debe de tenerse en cuenta que siempre es más fácil decapar una pintura nueva que otra envejecida, por lo que si un trabajo de pintura ha salido defectuoso, debe decaparse lo antes posible, pues será más fácil eliminar la pintura.



3. Si se pretende decapar una pieza que tenga capas de pintura muy gruesas, o muchas capas, a veces es práctico precalentar las piezas antes del decapado, para ayudar a degradar las pinturas por efecto de la temperatura, y mejorar su decapado.

4. Debe de evitarse el lavar las piezas decapadas y en particular las tratadas con decapantes alcalinos, con aguas duras ya que pueden aumentar los lodos en el tanque y en cualquier caso pueden dar problemas en el repintado, debido a compuestos insolubles que pueden formar, dado su contenido en Ca^{++} y Mg^{++} .

9.5. LIMPIEZA DE PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN.

Los metales y los materiales en general sufren continuas agresiones del medio ambiente en el que trabajan.

Este medio ambiente suele contener una serie de subproductos, tales como anhídrido sulfuroso, óxidos nitrosos, etc., que provienen de los procesos industriales que tienen lugar en talleres y ambientes fabriles, tales como combustión de gasóleos, kerosenos, etc.

Además a estos productos hay que añadir el agua y el anhídrido carbónico que existen en la naturaleza y la temperatura ambiente, que a veces es relativamente elevada.

Todos estos factores, convenientemente unidos, pueden producir ataques a los materiales de las piezas o componentes que se encuentren expuestos a esos ambientes.

Estos ataques consisten en la formación de productos y subproductos, mecánicamente frágiles, y pueden ser tremendamente importantes tanto por su extensión como por sus consecuencias, ya que su fragilidad puede hacer inservibles a las piezas en cuestión o incluso, y en el mejor de los casos,



puede hacer variar dimensionalmente a éstas, de tal forma que pueden producir serios accidentes a las piezas en uso.

La corrosión es, metafóricamente, el cáncer de los metales y de los materiales y por lo tanto, el problema más serio que éstos pueden llegar a tener. Su corrección no es fácil y siempre, se tiende a prevenirla antes que tratarla, de ahí las enormes cantidades de dinero que se gastan en sistemas protectores de la corrosión, tales como sistemas de pinturas, transformaciones superficiales y electrodeposiciones, sistemas de protección temporal etc.

9.5.1. LOS PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN.

Los productos o subproductos derivados de la corrosión son de diversos tipos y afectan a diferentes bases metálicas.

Los principales productos son:

Sales

Óxidos atmosféricos

Óxidos térmicos.

Los más famosos son los óxidos y popularmente y erróneamente a todos los productos derivados de la corrosión se les suele designar como oxidación.

La realidad es que los metales férreos y el titanio suelen presentar generalmente oxidaciones, mientras que otros metales como son los metales ligeros, aluminio, magnesio, etc. suelen presentar sales.

Los óxidos, por lo general, presentan una fuerte adherencia y en particular los óxidos térmicos.



Estos óxidos no presentan apenas porosidades por lo que los procesos de eliminación deben de basarse más en la disolución o transformación, mediante reacción química, que en rotura de la adhesión de la capa de óxido.

Las sales por el contrario, presentan por lo general una mala y floja adherencia a la superficie, por lo que su eliminación es más sencilla ya que la mayoría de los productos pueden introducirse en la capa de transformación química y desprender esta de la superficie metálica sin mayores problemas.

9.5.2. MÉTODOS Y PROCESO DE ELIMINACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN.

Los procesos de eliminación de la corrosión consisten básicamente en el tratamiento de las piezas con productos que transformen los materiales derivados de la corrosión en otros con muy poca adherencia que sean fácilmente desprendibles de la superficie, mediante un lavado con agua.

Normalmente los óxidos se transforman bien en hidróxidos, que prácticamente se autodesprenden de las superficies o bien en sales, fácilmente solubles o desprendibles.

Las sales tales como carbonatos o sulfatos, etc. se tratan de forma que se transformen en otros productos o sales más solubles o con menor adherencia.

9.5.2.1. ÓXIDOS ATMOSFÉRICOS.

El proceso consiste en el tratamiento con productos alcalinos fuertes, con altos contenidos en NaOH o KOH (sosa o potasa), de forma que se transformen los óxidos en cuestión en los correspondientes hidróxidos.

A veces no es posible eliminar todos los óxidos como hidróxidos, en particular los de los elementos o metales de aleación, ya que la velocidad de transformación de aquellos en éstos es tan lenta que este proceso es



prácticamente imposible. En estos casos se debe de recurrir a la transformación de dichos óxidos en sales mediante tratamiento con ácidos adecuados.

Lo normal es realizar el proceso completo, es decir, hacer un tratamiento combinado de eliminación, como hidróxidos y como sales, de los óxidos.

El proceso será pues:

1. Tratamiento con un producto alcalino fuerte, en caliente, para transformar fundamentalmente los óxidos ferrosos y férricos, más los óxidos de algún otro metal de aleación, en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) hasta aproximadamente una hora.
2. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
3. Tratamiento, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) a una hora aproximadamente, con un producto ácido adecuado, para transformar los óxidos restantes, particularmente los óxidos de los metales de aleación, en las correspondientes sales.
4. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
5. Tratamiento con un producto alcalino fuerte, en caliente, para transformar fundamentalmente los óxidos ferrosos y férricos, más los óxidos de algún otro metal de aleación, ocluidos por los otros óxidos, en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) hasta aproximadamente una hora.
6. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.



9.5.2.2. ÓXIDOS TÉRMICOS.

Los óxidos térmicos son los formados a altas temperaturas. Estos óxidos se caracterizan por su gran adherencia y su falta de porosidad y su compacta estructura sólida, lo que hace que los procesos normales de tratamiento sean bastante ineficaces frente a estos óxidos.

El método de hacer más eficaces estos procesos, es intercalar una etapa de tratamiento con un oxidante, cuya misión es oxidar químicamente la superficie del metal en cuestión, produciendo una capa de óxido entre la superficie metálica y la capa de óxido térmico de mucha menor compacidad y adherencia que haga que ésta sea fácilmente transformable y desprendible arrastrando con ella a la de óxido térmico que está soportada sobre ella.

Así pues el proceso será:

1. Tratamiento con un producto alcalino fuerte, en caliente, para transformar fundamentalmente los óxidos ferrosos y férricos, más los óxidos de algún otro metal de aleación, en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) hasta aproximadamente una hora.
2. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
3. Tratamiento, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) a una hora aproximadamente, con un producto ácido adecuado, para transformar los óxidos restantes, particularmente los óxidos de los metales de aleación, en las correspondientes sales.
4. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
5. Tratamiento con un producto alcalino fuerte y oxidante, en caliente, para oxidar en óxidos metálicos, el metal base, y posterior transformación en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (30) hasta varias horas.



6. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
7. Tratamiento, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) a una hora aproximadamente, con un producto ácido adecuado, para transformar los óxidos restantes, particularmente los óxidos de los metales de aleación, en las correspondientes sales.
8. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
9. Tratamiento con un producto alcalino fuerte, en caliente, para transformar fundamentalmente los óxidos ferrosos y férricos, más los óxidos de algún otro metal de aleación, ocluidos por los otros óxidos, en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) hasta aproximadamente una hora.
10. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.

Este proceso se acaba en caso necesario con un repaso manual, o con un acabado mecánico de las piezas, bien en tambor roto-vibratorio, bien chorreando a las piezas con un abrasivo adecuado.

Este proceso sólo se puede aplicar por métodos o procedimientos de inmersión.

Las piezas de gran tamaño se suelen desoxidar con productos ácidos aplicables por pulverización, base generalmente ácido fosfórico, y repaso manual o acabado mecánico.

En el caso particular del titanio se realiza un procedimiento similar, salvo la oxidación que en este caso no es necesaria dado el tipo de óxido térmico, pero con una concentración de producto alcalino y una temperatura de tratamiento que pueden ser sensiblemente mayores.



El proceso en este caso sería:

1. Tratamiento con un producto alcalino fuerte, en caliente, para transformar fundamentalmente los óxidos de titanio, en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) hasta aproximadamente una hora.
2. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.
3. Tratamiento, durante un tiempo que de pocos minutos con ácido nítrico al 35% más un aditivo adecuado, para transformar los óxidos restantes, en las correspondientes sales y producir un efecto superficial que deje la superficie en perfecto estado para el proceso de acabado siguiente, generalmente soldadura.
4. Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados, acabando con un aclarado adecuado con agua desmineralizada o desionizada

9.5.2.3. SALES DE CORROSIÓN.

Las sales de corrosión, generalmente carbonatos y sulfatos, se producen sobre substratos metálicos no férricos, en concreto sobre aleaciones ligeras.

En función del tipo de aleación de que se trate el procedimiento que se emplea es completamente diferente, ya que el material base va a comportarse de forma diferente frente a los diversos agentes químicos.

Así, por ejemplo, el aluminio responderá muy bien frente a los ácidos débiles, y esta será la base de los procesos de tratamiento, mientras que el magnesio no podrá ser tratado con ellos, porque sufriría ataques serios. Por contra el magnesio se trata perfectamente con alcalinos fuertes, mientras que el aluminio no lo soporta y se producen ataques de tal grado que puede haber incluso disolución completa de las piezas.

Los procesos de tratamiento serán, por consiguiente:



Aluminio:

Tratamiento, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) a una hora aproximadamente, con un producto ácido adecuado, generalmente ácido fosfórico inhibido, para transformar los sales en las correspondientes sales solubles o de poca adherencia.

Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.

Magnesio:

Tratamiento con un producto alcalino fuerte, en caliente, para transformar fundamentalmente los óxidos y productos de corrosión, en hidróxidos, durante un tiempo que varía entre pocos minutos (15) hasta aproximadamente una hora.

Lavado con agua para eliminar de la superficie los productos transformados.

9.6. SELECCIÓN DEL PROCESO.

La selección adecuada del proceso de limpieza en su sentido más amplio se ve afectada de muchos factores entre los que se han de tener en cuenta:

- Naturaleza del contaminante y del material de la pieza a limpiar.
- La importancia de la condición de la superficie en el uso de la pieza.
- El grado de limpieza requerido.
- El tipo de producción.
- Los medios disponibles.



- El impacto ambiental de los medios empleados.
- El coste.
- La superficie total a limpiar.
- Los efectos de operaciones anteriores.
- Requerimientos de inhibición de óxido.
- Requerimientos de operaciones posteriores

Por tanto, al no existir un procedimiento único y ser múltiples las condiciones de fabricación, la valoración y ponderación de los factores anteriores conduce a la selección del proceso que conjugue la eficacia con el coste, siendo conveniente la realización de ensayos que garanticen la idoneidad del mismo antes de realizar costosas inversiones.



ANEXOS