10 ESPECIFICACIÓN GENERAL DE PINTURA

En este apartado se detalla la instrucción de proceso aplicable a pintura, que recoge las instrucciones generales de aplicación y control de los diferentes sistemas de acabado orgánico, utilizados como medio de preservación de la corrosión y acabado superficial.

Los sistemas de acabado orgánico serán utilizados para las siguientes aplicaciones:

- Preservar de la corrosión causada por condiciones ambientales húmedas o salinas o ataque químico de fluidos utilizados en el avión.
- Aportar protección mecánica a las partes (arañazos, impactos, fricción...) durante el montaje y mantenimiento.
- Facilitar la limpieza y mejorar el aspecto de las áreas a ser inspeccionadas durante el mantenimiento.
- Aportar aislamiento eléctrico de ciertas partes del avión.
- Detectar defectos de producción y daños en servicio de materiales compuestos.
- Conseguir funciones específicas (por ejemplo, resistencia a la erosión, resistencia a fricción, etc.).

A parte de la especificación general de pintura existen instrucciones y condiciones específicas para la aplicación de los diferentes tipos de pinturas, a las que habría que recurrir según apliquen:

- Pintura de piezas elementales y conjuntos metálicos.
- Pintura de piezas elementales fabricadas con materiales compuestos.
- Pinturas antierosión.
- Pinturas antiestáticas sobre superficies de plástico reforzado.
- Pinturas antifricción.
- Pinturas de silicona aluminizadas resistentes al calor.
- Pinturas fluorescentes.
- Pinturas intumescentes.

- La pintura final de aviones.
- Lacas y esmaltes aluminizados.

10.1 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.

10.2 MATERIALES, INSTALACIONES Y EQUIPOS

10.2.1 Materiales

Para la aplicación de acabados orgánicos sólo se utilizarán productos incluidos en el listado de pinturas y diluyentes, anexo VII, y dentro de su plazo de vida.

10.2.2 Instalaciones

Las naves destinadas a operaciones de acabado tendrán un número suficiente de tomas de tierra controladas y los medios necesarios para la seguridad y prevención de incendios. 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.

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.

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

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.

Un adecuado sistema de iluminación, equipado con pantallas antideflagrantes, permitirá la visibilidad normal del trabajo (mínimo 500 lux a 1 m del suelo).

Se utilizará una zona anexa al taller para la preparación y mezcla de los materiales de pintura. Esta zona, deberá estar limpia exenta de polvo y otros contaminantes, disponiendo de aspiración independiente (30 - 50 renovaciones hora), estando equipada con agitadores mecánicos, probetas graduadas de plástico resistente a los disolventes y diluyentes, balanza y copas viscosimétricas.

10.2.3 Equipos

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 ITPs.

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

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

10.2.4 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 según se establece en el anexo VIII 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 o con la cadencia establecida por MPQ.

Deberá establecerse un plan de mantenimiento definido y escrito que diga qué hay que revisar y cada cuánto tiempo.

10.3 PROCESOS

10.3.1 Acondicionamiento 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:

- 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.

- Preparación superficial:

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.

- Demora entre el acondicionamiento de superficies y la aplicación de acabados orgánicos:

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 5, así como las acciones a tomar en caso de ser rebasados.

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

Tabla 5. Tiempo entre operaciones de acondicionamiento previo y operaciones sucesivas.

10.3.2 Acabados orgánicos

- **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.

- Imprimaciones:

Las imprimaciones de uso general y específico a utilizar están contenidas en el listado de pinturas y diluyentes, anexo VII.

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 la correspondientes ITPs.

- Acabados:

Los acabados orgánicos de uso general a utilizar están contenidos en el listado de pinturas y diluyentes, anexo VII.

Antes de su aplicación las superficies habrán sido imprimadas, presentándose suaves al tacto, uniformes y absolutamente limpias. Es admisible repasar con lija nº 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 ITPs.

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.

10.3.3 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.

10.3.4 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.

10.3.5 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 ITP correspondiente a cada material.

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 viscosidad 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.
- 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.

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.

10.3.6 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 del ambiente.

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

10.3.7 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-Poliámida	12 – 35	35 – 85
Imprimación Poliuretano	15 – 35	40 – 75
Esmalte Epoxi-Poliámida	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 estufas

de acuerdo a las indicaciones definidas en la ITP correspondiente. El resultado de este proceso deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos.

10.3.8 Aplicación de acabados orgánicos

Los sistemas generales para el acabado, mediante protección orgánica, se resumen en la tabla 7.

Wash Primer	Imprimación	Acabado
OPCIONAL	Epoxi	Epoxi
	Poliuretano	Poliuretano

Tabla 7. Sistemas generales de acabados orgánicos.

No obstante, el esquema de aplicación de los acabados orgánicos vendrá definido en los planos o documentación aplicable en cada caso.

10.3.9 Espesor de la película seca

Los espesores de la película seca de los acabados orgánicos vendrán indicados en las correspondientes ITPs. No obstante y de modo general en la tabla 8 se indican los espesores en función de su naturaleza, de los distintos tipos de acabados orgánicos.

Los datos contenidos en las ITPs prevalecerán sobre los contenidos en la tabla 8.

MATERIAL		Espesor en μm	
		Mínimo	Máximo
Wash Primer		5	12
IMPRIMACIÓN	Epoxi-Poliamida	15	25
	Poliuretano	15	25
ACABADOS DE INTERIOR	Epoxi-Poliamida	20	30
	Poliuretano	20	30
ACABADOS DE EXTERIOR	Poliuretano	50*	130*

(*) Distintos colores podrán necesitar distintos espesores de acuerdo a lo especificado en la ITP.

Tabla 8. Espesores de película.

La medida del espesor sobre la película completamente seca al tacto, con una precisión de $\pm 10\%$, debe hacerse según se expone en el anexo XII.

10.3.10 Demora entre operaciones en la aplicación de acabados orgánicos

En la tabla 9 se establecen los tiempos de demora entre las distintas aplicaciones de los acabados orgánicos, y la acción a tomar en caso de rebasarse estos tiempos.

OPERACIÓN EFECTUADA			DEMORA HASTA LA OPERACIÓN SUCESIVA		OPERACIÓN SUCESIVA	ACCIÓN SI SE REBASA EL TIEMPO MÁXIMO
			MÍN	MÁX		
Wash Primer			1 h	4 h	Imprimir	Eliminar Wash Primer y repetir aplicación
IMPRIMACIÓN	Epoxi Poliamida	1ª mano	15 min	1 h	2ª mano	Lavado con IPA
		2ª mano	2 h	3 h	Esmalte Epoxi-Poliamida	Hasta 48 h, lavado con IPA. Más de 48 h, lijado suave y lavado con IPA.
			2 h	24 h	Esmalte Poliuretano	
	Poliuretano	1ª mano	10 min	2 h	2ª mano	Hasta 48 h, reactivar con IPA. Más de 48 h, lijado suave y lavado con IPA.
		2ª mano	2 h	24 h	Esmalte Poliuretano	
	ACABADO	Esmalte Epoxi Poliamida	1ª mano	30 min	8 h	2ª mano
2ª mano			48 h	8 días	Secado	-
Esmalte poliuretano		1ª mano	30 min	8 h	2ª mano	Hasta 24 h, ninguna. De 24 a 48 h, lavado con IPA. Más de 48 h, lijado suave y lavado con IPA.
		2ª mano	24 h	3 días	Secado	-

Tabla 9. Demora entre aplicaciones de acabados orgánicos

En caso de existir discrepancias entre los tiempos de demora establecidos en la tabla 9 y las definidas en otras especificaciones específicas de pintura o las ITPs, prevalecerán siempre los datos de éstas últimas.

10.4 REQUISITOS DE CALIDAD

10.4.1 Extensión del control

El control abarcará las siguientes áreas:

- a) Control de los materiales, instalación y equipos.
- b) Control del proceso.
- c) Control sobre piezas, conjuntos o aviones.
- d) Registro de los resultados.

10.4.2 Control de los materiales, instalaciones y equipos

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar que los materiales empleados son los contemplados en el punto 9.4 y se utilizan dentro de su período de vida, controlándose igualmente las condiciones de mezcla y las viscosidades de aplicación.

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar que, al menos una vez al mes, que las instalaciones y los equipos utilizados para la aplicación de acabados orgánicos, cumplen todos los requisitos establecidos en el punto 9.5.

10.4.3 Control del proceso

Con la cadencia establecida por MPQ, o al menos o una vez al mes, se realizarán ensayos sobre probetas para comprobar la eficacia del proceso.

El tamaño, material, número de probetas y ensayos a realizar serán definidos por MPQ en base a las instrucciones y condiciones específicas para la aplicación de los diferentes tipos de pinturas.

Una vez comprobado el buen aspecto superficial y la suavidad de las probetas pintadas, los ensayos a realizar son los que a continuación se relacionan:

- **Adherencia**

Este ensayo se realizará siguiendo el procedimiento descrito en el anexo XI. Los requisitos del ensayo serán grado cero para el ensayo en seco y grado 1 para el ensayo después de la inmersión.

- **Espesor**

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar que el espesor de las diferentes capas de acabados orgánicos debiendo cumplirse lo estipulado en las ITPs correspondientes a cada tipo de imprimación o acabado.

La medida o comprobación de los espesores se realizará según lo establecido en el anexo XII.

- **Reticulación**

Este ensayo se realizará según lo establecido en el anexo XIII.

10.4.4 Control sobre piezas, conjuntos o aviones

Para el control de piezas, conjuntos o aviones se realizarán los siguientes ensayos, con la frecuencia determinada en cada caso.

- **Estado de las superficies a pintar**

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar que el estado de limpieza de las superficies imprimadas antes de la aplicación de los acabados orgánicos, mediante el ensayo de continuidad de la película de agua, que se realizará de la siguiente forma:

La superficie sometida a ensayo se rociará con agua destilada, aplicada con un pulverizador. Si el agua se reúne en gotas o pequeñas lagunas en un período de tiempo de 30 s la limpieza no es correcta, debiendo repetirse. Si el agua se extiende rápidamente en áreas grandes debe presumirse la presencia de residuos de detergentes alcalis u otras impurezas, siendo también en este caso rechazable. Si el agua forma una película continua recogida en sus bordes en forma de lente, la superficie se considerará apta para la aplicación del acabado orgánico. Este ensayo se realizará sobre las piezas, conjuntos o aviones con la cadencia establecida por MPQ.

- **Inspección visual**

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar que el buen aspecto de la película de los acabados orgánicos, que mostrarán ausencia de ampollas, desprendimientos, cráteres u otros defectos superficiales.

En el caso de aviones los descuelgues muy localizados de espesor moderado, pequeñas áreas en estrías o piel de naranja poco acentuada y polvo adherido en la superficie no serán motivo para el rechazo, a menos que destaquen de la apariencia general al realizar la inspección a una distancia de 1,5 m.

Esta inspección se realizará sobre la totalidad de las piezas, conjuntos o aviones.

- Suavidad

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar que las superficies pintadas presenten un aspecto continuo, uniforme y libre de granulaciones, así como de otras imperfecciones destacables, siendo suaves al tacto. Esta inspección se realizará sobre la totalidad de la pieza, conjuntos o aviones.

- Adherencia

El departamento de calidad del suministrador debe efectuar el ensayo de adherencia a la cinta, en seco o en húmedo, sobre piezas, conjuntos o áreas del avión, de acuerdo con el anexo XI. Estos ensayos se realizarán sobre piezas elementales o conjuntos representativos de cada lote de producción, y en el caso del acabado final del avión, en las zonas de éste consideradas como más críticas.

- Espesor

El departamento de calidad del suministrador debe comprobar el espesor de los diferentes tipos de acabados orgánicos, debiendo corresponder los valores obtenidos con los definidos en las correspondientes ITPs.

La medida o comprobación de los espesores se realizará según lo establecido en el anexo XII.

Este ensayo se realizará al menos sobre una pieza o conjunto representativo de cada lote de producción y en el caso de aviones sobre las zonas más críticas.

En el caso de no ser posible realizar la medición del espesor directamente sobre las piezas, conjuntos o zonas del avión, en su lugar se llevarán a cabo las mediciones sobre probetas preparadas al efecto, y que hayan sido procesadas conjuntamente con las piezas o conjuntos que representen.

- Reticulación

El departamento de calidad del suministrador debe efectuar este ensayo de acuerdo a lo establecido en el anexo XIII.

10.4.5 Registro de los resultados

Con todos los resultados obtenidos en los diferentes controles definidos a lo largo del punto 10, el departamento de calidad del suministrador llevará un registro detallado de cada uno de ellos.

10.5 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.