

AEROSPACE SAFETY SERIES

EL RIESGO INVISIBLE EN LA AERONAVE.

Especialista en Seguridad en Tanques de Combustible (Fuel Tank Safety - FTS)
Normativa EASA · Mantenimiento Seguro · CDCCL · ALI

8 HORAS · FORMACIÓN PROFESIONAL INTENSIVA

EL EQUILIBRIO DE UNA ATMÓSFERA CRÍTICA.

Un tanque de combustible de aviación no es solo un depósito de líquido; es un espacio confinado donde coexisten de manera constante vapores altamente inflamables y oxígeno. Bajo condiciones normales, esta mezcla aguarda únicamente una chispa mínima para desencadenar una catástrofe.

La seguridad en tanques de combustible (FTS) no consiste en rellenar documentación burocrática ni cumplir con un checklist administrativo. Es la disciplina científica y operativa orientada a erradicar de forma absoluta la posibilidad de que una fuente de ignición se introduzca en este volumen inestable.

"En aviación, la prevención de explosiones se basa en un diseño tolerante al fallo y un mantenimiento riguroso."

EL TRIÁNGULO DEL FUEGO EN TANQUES

Para que se produzca una explosión en el interior del tanque deben coincidir tres elementos críticos:

- [1] COMBUSTIBLE (Vapores de kerosene Jet A-1)
- [2] COMBURENTE (Oxígeno del aire atmosférico)
- [3] FUENTE DE IGNICIÓN (Fallo eléctrico, arco o chispa)

Nuestra misión es aislar o eliminar por completo la fuente de ignición y controlar la concentración de oxígeno.



Riesgo Operativo: Las corrientes eléctricas de tan solo unos miliamperios en sensores de nivel o cableado de bombas pueden generar suficiente energía de ignición.

TWA FLIGHT 800: EL PUNTO DE INFLEXIÓN.

17 de Julio de 1996

Un Boeing 747-100 explota en el aire 12 minutos después de despegar de Nueva York. Las 230 personas a bordo fallecen. La investigación del NTSB se convierte en una de las más extensas de la historia.

Causa Raíz Identificada

Explosión del Tanque de Combustible de la Bahía Central (CCT) provocada por la entrada de un cortocircuito de alto voltaje exterior hacia el cableado interno del sistema de medición de combustible (FQIS).

Año 2001: Nace la SFAR 88

La FAA estadounidense emite la Regulación Federal Especial No. 88 (SFAR 88), obligando a los fabricantes a revisar el diseño de sus tanques y a certificar que no existen puntos únicos de fallo que originen ignición.

El accidente del TWA 800 desveló que la tecnología de aislamiento y el mantenimiento de los tanques eran vulnerables a la degradación por envejecimiento. Las vibraciones, los roces de cables y el desgaste de aislantes creaban conexiones directas con líneas de alta potencia (115V AC).

A partir de esta investigación, las autoridades aeronáuticas mundiales (FAA y JAA/EASA) entendieron que el mantenimiento debía enfocarse en preservar la configuración de diseño original certificada.

LECCIONES APRENDIDAS

No es suficiente que un sistema funcione eléctricamente; es imperativo garantizar que físicamente conserva las distancias de aislamiento (separation/clearance) y los dispositivos de puesta a tierra intactos durante toda su vida operativa.

REDUCIR LA INFLAMABILIDAD: INERTIZAR EL VOLUMEN.

Históricamente, la seguridad residía exclusivamente en evitar las chispas (prevención pasiva). No obstante, la SFAR 88 y los desarrollos posteriores de EASA introdujeron la necesidad de actuar sobre el segundo elemento del triángulo del fuego: el oxígeno.

Los sistemas de reducción de inflamabilidad modernos (FTIS - Fuel Tank Inerting System) extraen aire purgado de los motores, lo filtran y lo hacen pasar por un Módulo de Separación de Aire (ASM). Este módulo genera aire enriquecido con nitrógeno (NEA) que se inyecta en los tanques para desplazar el oxígeno.

ESPECIFICACIÓN DE INERTIZACIÓN

Gas inyectado	NEA (Nitrogen Enriched Air)
---------------	-----------------------------

Límite operativo de O2	< 12% Vol. (Normal)
------------------------	------------------------

Límite de diseño (Airbus)	9% Vol. (Crítico)
---------------------------	----------------------

Componente separador	ASM (Filtro de Membrana)
----------------------	--------------------------

EL LÍMITE DEL 12% DE O2

Al reducir la concentración de oxígeno en el aire del tanque por debajo del 12% en volumen, la combustión se vuelve químicamente imposible, eliminando el riesgo de explosión incluso ante la presencia directa de una chispa de alta energía.

Evolución Tecnológica: A320neo, A350 y B787 integran estos sistemas de forma nativa. Su mantenimiento requiere la verificación de filtros de ozono, sensores de temperatura y estanqueidad de las líneas de inyección.

AEROMETRIX: INGENIERÍA EN FORMACIÓN.

AeroMetrix nace con el objetivo de elevar el estándar de formación técnica especializada en el sector aeroespacial. No nos limitamos a transmitir contenidos teóricos; nos enfocamos en transferir destrezas operativas de alta precisión bajo el rigor de los estándares exigidos por los fabricantes de equipos originales (OEM).

Como socios tecnológicos oficiales de Hexagon Manufacturing Intelligence, integramos tecnologías de metrología 3D y digitalización avanzada en nuestros planes de estudio. Esto capacita a los técnicos para comprender la física real detrás de los límites dimensionales y las tolerancias geométricas de aeronavegabilidad.

METODOLOGÍA DE ÉLITE

Nuestra formación se basa en instructores activos con amplia experiencia en mantenimiento pesado de aerolíneas, líneas de ensamblaje (FAL) y oficinas de calidad Parte 145.



AeroMetrix



HEXAGON

8h **100%** **P145**

Formación Práctica

EASA Compliant

Exigido MRO

Entrenamos a profesionales bajo las mismas exigencias técnicas que los grandes fabricantes de aeronaves y las aerolíneas líderes globales.

EL RETO OPERATIVO Y REGULATORIO EN PARTE 145.

Las organizaciones de mantenimiento aprobadas (Parte 145), aerolíneas y empresas de ingeniería operan bajo una presión constante de seguridad y tiempo. Un error en un tanque de combustible no genera un retraso operativo; puede comprometer directamente la aeronave.

01 Identificar Riesgos Ocultos

Capacidad para reconocer de inmediato daños por frotamiento en cableados, corrosión galvánica en conectores y degradación en juntas de bombas de combustible.

02 Respetar CDCCL y ALI

Aplicación rigurosa de las especificaciones de diseño certificadas (distancias mínimas entre haces de cables y tuberías de metal, aprietes de par específicos).

03 Certificar Trabajos Conformes

Registrar de forma correcta, trazable e inequívoca que cada tarea en el tanque se ha ejecutado según las directrices aprobadas de aeronavegabilidad.

¿POR QUÉ ES EXIGIDA LA FORMACIÓN?

Las directrices EASA exigen de forma expresa que todo el personal involucrado en el mantenimiento, planificación, gestión de aeronavegabilidad continuada y aseguramiento de la calidad de aeronaves comerciales posea formación acreditada en Fuel Tank Safety (FTS).

EASA

Normativa europea
vinculante para Parte 145
y CAMO.

FTS

Formación de obligada
verificación en auditorías.

FICHA TÉCNICA Y ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA.

Esta formación intensiva ha sido estructurada en colaboración con ingenieros mecánicos de plantas de ensamblaje final aeronáutico y expertos en aseguramiento de calidad (QA). El enfoque es eminentemente procedimental y está respaldado por prácticas simuladas y físicas de inspección.

El programa se dirige tanto a técnicos mecánicos en activo que buscan especialización en sistemas críticos de combustible como a profesionales de departamentos de inspección de calidad aeronáutica (FAA/EASA) y personal CAMO.

Duración Total	8 Horas Lectivas
Modalidad de Impartición	Presencial / Mixta / Online
Idioma Técnico	Español / Inglés Técnico
Evaluación Académica	Teórica (40%) + Proyecto Integrador (60%)
Ubicación de Prácticas	Hangar de Formación AeroMetrix
Requisitos Previos	Título en Mantenimiento Aeronáutico o exp. previa
Credencial Obtenida	AeroMetrix Certified Specialist - FTS (ACS-FTS)

PROGRAMA EDITORIAL:

MÓDULOS 1 Y 2.

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN A FTS

Estudio conceptual de la seguridad en tanques de combustible, su importancia en la seguridad operacional general y la justificación técnica de la estricta vigilancia sobre estos sistemas.

- ◆ Concepto y definición de Fuel Tank Safety
- ◆ Objetivos fundamentales de prevención de ignición
- ◆ Impacto en la aeronavegabilidad y seguridad operacional
- ◆ Evolución histórica de los sistemas de combustible

MÓDULO 2: ACCIDENTES HISTÓRICOS

Análisis técnico detallado de los incidentes que transformaron la ingeniería aeroespacial y forzaron la evolución normativa.

CASOS DE ESTUDIO CRÍTICOS

Se analizan las causas de origen, la propagación de fallos y las lecciones aprendidas de accidentes clave:

- ◆ TWA Flight 800 (Combustión por FQIS)
- ◆ Pan Am Vuelo 214 (Impacto de rayo)
- ◆ Otros incidentes de mantenimiento

El análisis de fallos reales permite al técnico comprender que las desviaciones pequeñas en la colocación de un tornillo o arandela pueden tener consecuencias catastróficas.

NORMATIVA INTERNACIONAL Y REQUISITOS DE ENTRENAMIENTO.

MÓDULO 3: EL MARCO REGULATORIO

Comprensión de las directivas y normas vigentes emitidas por la FAA y EASA para garantizar la seguridad de los tanques de combustible tanto en fase de diseño como en operaciones de mantenimiento continuadas.

- ◆ Directiva estadounidense SFAR 88
- ◆ Decisiones de la Dirección Ejecutiva de EASA (ED Decisions)
- ◆ Material de Aceptación y Consulta EASA AMC 20-22
- ◆ Requisitos EASA Parte 145 y Parte M / CAMO

Nota de aplicación: La normativa concreta varía según la organización, sus manuales de procedimientos aprobados y las funciones específicas de cada profesional.

REQUISITOS DE FORMACIÓN EASA

La normativa exige dos niveles de cualificación:

- ◆ Fase 1 (Formación Inicial): Para personal directivo, planificadores, inspectores de calidad y técnicos certificadores.
- ◆ Fase 2 (Recurrente): Actualización obligatoria cada 2 años para mantener vigentes las competencias.

El programa AeroMetrix cubre de forma íntegra los contenidos de referencia recomendados por las directrices de EASA en seguridad de tanques de combustible.

CONCEPTOS CLAVE DE CDCCL: CONSERVAR EL DISEÑO ORIGINAL.

MÓDULO 4: CDCCL Y ALI

Las CDCCL (Critical Design Configuration Control Limitations) definen los elementos de diseño de una aeronave que deben preservarse estrictamente idénticos para evitar fuentes de ignición.

Por su parte, las ALI (Airworthiness Limitation Instructions) especifican las inspecciones obligatorias que deben realizarse a intervalos fijos sobre elementos críticos de los tanques.

EJEMPLOS DE CDCCL

- Separación física mínima de 50 mm entre mazos de cables eléctricos y líneas de combustible de metal.
- Par de apriete exacto e inalterable en los tornillos de fijación de las bombas de combustible.
- Integridad absoluta de las mallas y cables de puesta a tierra.

IMPORTANCIA PARA LA AERONAVEGABILIDAD

Configuración de Diseño	Inalterable
Intervalos de Inspección	Fijados por ALI
Acciones ante Desviaciones	Reversión a OEM
Marcado en documentación	Símbolo CDCCL obligatorio

Cualquier alteración inadvertida de un componente etiquetado como CDCCL invalida de forma inmediata el certificado de aptitud para el servicio (CRS) de la aeronave.

ENTRADA A TANQUES Y SEGURIDAD FÍSICA INDUSTRIAL.

MÓDULO 5: ATMÓSFERAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

El trabajo dentro de un tanque de combustible se clasifica como entrada en espacios confinados de alto riesgo. Exige la creación y verificación de una atmósfera respirable e incombustible.

- ◆ Desgasificación y ventilación forzada: Purga de vapores de queroseno mediante extractores e inyección de aire limpio continuada.
- ◆ Uso de explosímetros: Medición en tiempo real del límite inferior de explosividad (LEL) en volumen.
- ◆ Monitoreo de oxígeno: Garantizar una concentración constante del 20.9% para la respiración segura del técnico.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

- Trajes protectores antiestáticos (conforme a norma EN 1149).
- Sistemas de respiración asistida con suministro de aire fresco independiente.
- Dispositivos de detección de hombre caído (pass alarms).
- Arnés de extracción rápida con línea de vida unida al exterior de la escotilla.



Peligro Crítico: Los vapores de combustible acumulados son más pesados que el aire y se alojan en las partes bajas del tanque. La ventilación de flujo cruzado es fundamental.

PUESTA A TIERRA Y PREVENCIÓN DE OBJETOS EXTRAÑOS.

MÓDULO 5 (CONT.): CONTROL DEL ÁREA DE TRABAJO

Una vez creada una atmósfera segura, la ejecución de tareas de mantenimiento exige mantener permanentemente controlado el potencial electrostático y el espacio físico.

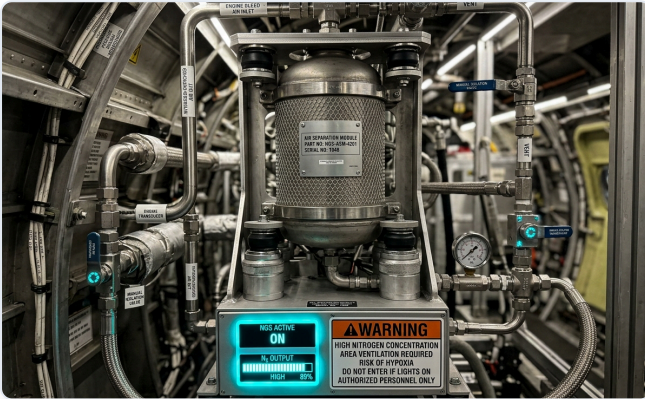
- ◆ Puesta a tierra (Grounding): Conexión eléctrica del avión y del técnico a la toma de tierra del hangar.
- ◆ Herramientas antichispas: Empleo exclusivo de utillaje de aleación de bronce o cobre berilio.
- ◆ Prevención estricta de FOD: Inventariar todas las herramientas, tornillos y trapos que entran y salen del volumen del tanque.

EL PROTOCOLO DE CIERRE DE TANQUE

El momento más propenso a dejar herramientas olvidadas (FOD) es la fase de sellado y colocación de paneles de acceso. Se establece un protocolo obligatorio de inspección visual independiente ejecutada por un técnico distinto (Double Sign-Off) antes de cerrar cualquier registro del ala.

Control Dimensional: Cada panel de acceso de combustible del ala tiene tornillos con longitudes diferentes según el CDCCL para evitar daños al cableado interno por roscado excesivo.

REDUCCIÓN DE INFLAMABILIDAD Y MECANISMO DE LOS SISTEMAS ASM.



MÓDULO 6: SISTEMA DE GENERACIÓN DE NITRÓGENO

Los sistemas NGS modernos requieren un entendimiento claro de los principios de separación de gases a alta presión y los riesgos asociados a los gases inertes.

- ◆ **Funcionamiento del ASM:** Fibras huecas semipermeables que retienen las moléculas de oxígeno.
- ◆ **Riesgos de hipoxia:** El nitrógeno desplazado puede crear zonas asfixiantes en compartimentos.
- ◆ **Filtros de carbón:** Remoción de hidrocarburos para proteger la membrana.

MANTENIMIENTO DEL NGS

El mantenimiento preventivo incluye:

- Reemplazo periódico del filtro de partículas de entrada.
- Monitorización del sensor de oxígeno del tanque (O2 sensor calibration).
- Inspección del cambiador de calor de aire purgado (Bleed Air Heat Exchanger).

⚠ **Peligro Asfixiante:** El nitrógeno enriquecido (NEA) desplaza el aire respirable sin advertencia visual u olfativa. La detección de oxígeno en hangares con NGS activo es un requisito.

TRAZABILIDAD Y REGISTROS: LA FIRMA DEL TÉCNICO CERTIFICADOR.

MÓDULO 7: DOCUMENTACIÓN DEL TRABAJO

En aeronáutica, una tarea de mantenimiento no se considera finalizada hasta que su documentación está correctamente firmada y archivada. In elementos CDCCL, el control documental es extremo.

- ◆ Registros CDCCL específicos: Hojas de firmas diferenciadas que indican que se respetó la configuración certificada.
- ◆ Trazabilidad de componentes: Registrar número de parte y número de serie de bombas o sensores sustituidos.
- ◆ Auditorías internas y de EASA: Verificación periódica de que las tareas FTS han sido firmadas por personal cualificado.

BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

Durante las auditorías oficiales de aeronavegabilidad, el mayor foco de hallazgos (findings) es la falta de registros que certifiquen el apriete de par correcto o la inspección del cableado CDCCL con herramientas calibradas vigentes.



El técnico entrenado en AeroMetrix comprende la responsabilidad legal asociada a cada firma y sabe interpretar la simbología en los manuales de mantenimiento (AMM/SRM).

LA EVOLUCIÓN DE TUS COMPETENCIAS TÉCNICAS.

PERFIL GENERALISTA

ANTES DEL CURSO

Técnico Generalista

- ◆ Conoce el sistema de combustible solo como depósito de fluido.
- ◆ Realiza trabajos eléctricos o mecánicos ignorando las limitaciones CDCCL.
- ◆ Desconoce las tolerancias de separación e interferencias eléctricas.
- ◆ Carece de acreditación para certificar tareas FTS en hangares MRO.

VS

AEROMETRIX CERTIFIED

DESPUÉS DEL CURSO

Especialista en Tanques

- ◆ Comprende la física de atmósferas y el triángulo de fuego.
- ◆ Aplica de forma rigurosa las limitaciones CDCCL y las tareas ALI.
- ◆ Verifica los tendidos de cables según especificaciones del AMM.
- ◆ Acreditación documentada requerida por organizaciones Parte 145.

El entrenamiento transforma la percepción del técnico: lo que antes era un simple mazo de cables, ahora se comprende como una barrera de seguridad crítica que exige total precisión.

EL PROYECTO FINAL: SIMULACIÓN EN ENTREGABLE REAL.

El curso de Especialización en FTS de AeroMetrix concluye con una práctica obligatoria integradora donde el alumno asume el rol de inspector de calidad en un entorno real de mantenimiento de aeronaves.

Se simula una tarea real de sustitución de una bomba de combustible del tanque de ala izquierda de un Airbus A320. El alumno debe realizar las siguientes fases críticas de seguridad:

1. **Análisis del escenario:** Identificar limitaciones CDCCL aplicables.
2. **Condiciones de entrada:** Evaluar las mediciones de la atmósfera del tanque.
3. **Verificación física:** Inspección de la puesta a tierra e interferencia de cables.
4. **Registro técnico:** Redacción del informe final CRS justificando las decisiones.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Cumplimiento estricto del orden del checklist.
- Precisión en la detección de desviaciones CDCCL.
- Uso correcto y calibrado de equipos explosímetros.
- Trazabilidad y rigor formal en el registro documental final.

El entregable no se limita a un examen tipo test; el alumno debe resolver de forma autónoma y justificar por escrito la seguridad del cierre del tanque de la aeronave.

ENTRENAMIENTO PROFESIONAL, NO CLASES TRADICIONALES.

Casos Reales

Estudio profundo de fallos industriales de mantenimiento y su resolución mediante manuales OEM oficiales.

Documentación AMM

Lectura e interpretación real del Manual de Mantenimiento de Aeronaves (AMM) y del Manual de Reparación Estructural (SRM).

Simulación Operativa

Puesta en escena de los procedimientos de entrada y aislamiento eléctrico en maquetas a escala real.

El objetivo no es que el alumno memorice la normativa; el objetivo es que al día siguiente de finalizar el curso sepa aplicar de forma autónoma los estándares en su puesto de trabajo de mantenimiento.

DEMANDA Y SECTORES DE CONTRATACIÓN DIRECTA.

Organizaciones

Parte 145

Talleres y hangares de mantenimiento de línea y base en Europa y a nivel global.

Aerolíneas

Departamentos de ingeniería y mantenimiento en rampa de compañías aéreas comerciales.

Centros de MRO

Instalaciones de mantenimiento pesado (D-Check) donde el acceso a tanques es continuo.

Fabricantes (OEMs)

Líneas de ensamblaje (FAL) y subcontratas Tier 1 de fabricantes como Airbus.

Organizaciones CAMO

Gestión y auditoría de la aeronavegabilidad continuada de flotas de operadores comerciales.

Ingeniería y Soporte

Empresas de soporte técnico para el desarrollo de modificaciones y reparaciones de tanques.

La formación en Fuel Tank Safety constituye una competencia complementaria de alta valoración que incrementa la versatilidad de los técnicos y la empleabilidad en organizaciones de mantenimiento aprobadas.

EL VALOR ADICIONAL QUE ACREDITA TU CAPACITACIÓN.

Profesores de Airbus y MRO

Instructores en activo con amplia trayectoria en inspección de calidad Parte 145 y oficinas técnicas de aeronavegabilidad.

Enfoque Práctico Real

Lejos de lecturas monótonas de PDFs normativos, trabajamos de forma interactiva con casos reales y manuales de aeronaves comerciales.

Grupos Reducidos

Garantizamos una excelente interacción y atención al alumno limitando el grupo a un máximo de 8 técnicos por sesión.

Formamos profesionales bajo los estándares de precisión y control dimensional que exige la aviación moderna.

CREDENCIAL PROFESIONAL QUE ACREDITA TU INTEGRIDAD EN EL TRABAJO CON TANQUES DE COMBUSTIBLE.



AMX-FTS-2026-XXXXX

verify.aerometrix.es

AeroMetrix Certified Specialist

FUEL TANK SAFETY (EASA FTS)

- ◆ Código único e intransferible de certificado
- ◆ Registro público verify.aerometrix.es
- ◆ Competencias de control CDCCL acreditadas
- ◆ Competencias de preparación de atmósferas
- ◆ Dossier de prácticas y proyecto final integrador
- ◆ Formación conforme a directrices de EASA

Nota de cumplimiento normativo: La formación se imparte en consonancia con el marco regulatorio y los manuales de referencia aeronáuticos oficiales aplicables. La credencial emitida corresponde de forma exclusiva a AeroMetrix, y no sustituye bajo ningún concepto las habilitaciones oficiales de tipo, autorizaciones internas de mantenimiento o los requisitos formales de formación obligatoria que cada organización Parte 145 o Parte CAMO deba exigir a su personal de acuerdo con sus manuales aprobados de procedimientos o la normativa EASA aplicable.

La seguridad operacional reside en comprender
y aplicar los procedimientos con total precisión.
Domina el mantenimiento crítico de tanques de
combustible.

CONVIÉRTETE EN EL ESPECIALISTA **FTS.**

Entrena en AeroMetrix.

609 111 985

LLÁMANOS O ESCRÍBENOS POR WHATSAPP · RESPUESTA INMEDIATA

aerometrix.es

info@aerometrix.es

C/ Vereda de Chapatales 3

41300 San José de la Rinconada · Sevilla

IG @aero.metrix | I Aerometrix Formación



OFFICIAL TECHNOLOGY PARTNER