

# Tanques UL-2085 para almacenamiento y distribución de combustible de aviación en México

## Características, Ventajas y su Aplicación en Aeropuertos

José Antonio Belmudez Estrada<sup>1</sup> y Carlos Alberto Vilet Espinosa<sup>2</sup>

CIATEQ Posgrados<sup>1</sup>, CIATEQ<sup>2</sup>

Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ)

Santiago de Querétaro, Qro.; México

[jose.belmudez, carlos.vilet] @ciateq.mx

**Abstract**— The objective of this research is to review the viability of using in México double-walled tanks called UL-2085, in the aeronautical sector, for the storage and delivery of fuel to civil aviation aircraft in small airports, using a comparative approach against horizontal atmospheric tanks. The UL-2085 tanks meet the standards established by the Underwriters Laboratories (UL) organization, which guarantees their resistance to fire and protection against leaks. Using UL-2085 tanks for aviation fuels will offer several benefits, ensuring increased fire protection, which is especially important considering the flammable nature of aviation fuel. Additionally, these tanks can provide peace of mind to airport operators and civil aviation companies, ensuring that fuel is stored safely and complies with applicable regulations.

**Keyword**— Tank, fuels, UL-2085, aviation.

**Resumen**— Como resultado de la presente investigación se analizó la viabilidad de utilizar en México los tanques de doble pared autoprottegidos denominados UL-2085, en el sector aeronáutico, para el almacenamiento y despacho de combustible a aeronaves de aviación civil en aeropuertos pequeños, utilizando un enfoque comparativo contra los tanques atmosféricos horizontales. Los tanques UL-2085 cumplen con los estándares establecidos por la organización Underwriters Laboratories (UL), que garantiza su resistencia al fuego y la protección contra fugas. El uso de tanques UL-2085 para combustibles de aviación ofrecerá varios beneficios, garantizando una mayor protección contra incendios, que es especialmente importante considerando la naturaleza inflamable del combustible de aviación. Además, estos tanques brindan tranquilidad a los operadores de aeropuertos, a las compañías y a los usuarios de aviación civil, ya que aseguran que el combustible se almacena de manera segura y cumple con las regulaciones aplicables.

**Palabras claves**—Tanque, combustible, UL-2085, aviación.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la aviación es un sector crítico para el transporte de personas y mercancías a nivel mundial. El combustible de aviación es crucial que se almacene adecuadamente para garantizar su seguridad y disponibilidad a los usuarios finales, lo que permite que las aeronaves operen con seguridad y eficiencia, esto implica que se desarrollen o se integren tecnologías de almacenamiento y distribución dentro de los aeropuertos.

La utilización de tanques UL-2085 para combustibles de uso en vehículos de combustión interna son una opción segura y confiable, en nuestro país se han utilizado en gasolineras y estaciones de autoconsumo para vehículos automotores. Los tanques UL-2085 están diseñados específicamente para cumplir con rigurosos estándares de seguridad y protección contra incendios, garantizando así un almacenamiento adecuado y protegido de los combustibles.

En nuestro país aún no se tienen instalado ningún tanque UL-2085 para uso de gas avión, combustible utilizado por aeronaves, principalmente dentro de sector de la aviación civil, por lo que el propósito de la investigación es confirmar su uso en otros países y su implementación en algunos

aeropuertos nacionales para suministro de combustible a aeronaves de aviación civil, así como conocer las principales características, diseño, instalación, pruebas y aplicaciones actuales de los tanques UL-2085 y sus ventajas ante los tanques atmosféricos utilizados actualmente para el almacenamiento de combustibles de aviación general (gas avión).

## II. CRITERIOS Y NORMATIVAS PARA TANQUES HORIZONTALES DE COMBUSTIBLE.

Definición de tanque atmosférico tipo horizontal: Son tanques diseñados con niveles de presión desde atmosférica hasta 1.033 Kg/cm<sup>2</sup> (1 atm). Estos tanques no admiten almacenamiento de líquidos en temperaturas mayores a su punto de ebullición. La presión máxima del vapor es de 0.914 kg/cm<sup>2</sup> a nivel de mar.



Fig. 1. Tanques atmosféricos de tipo horizontal con sus sistemas de seguridad auxiliares (Fuente Google Maps).

Diseño de tanques atmosféricos horizontales: Para el diseño de los tanques atmosféricos de acero para contener combustible de aviación, se consideran varios aspectos para garantizar la seguridad, la integridad estructural y la funcionalidad del tanque. Aquí se presentan algunos elementos clave del diseño:

- A. Capacidad y dimensiones: El diseño se determina en base a la capacidad de almacenamiento requerida, considerando la demanda de combustible de aviación y los requisitos operativos. Además, se deben definir las dimensiones del tanque para adaptarse al espacio disponible en la instalación.
- B. Selección de materiales: Los tanques atmosféricos de acero se construyen típicamente utilizando acero al carbono o acero inoxidable.

- C. Diseño estructural: El tanque debe tener un diseño estructural adecuado para soportar la carga del combustible y las fuerzas externas. Esto incluye considerar la resistencia de la pared del tanque, los refuerzos estructurales y la estabilidad del tanque.
- D. Accesorios y conexiones: El diseño debe incluir la ubicación y el tamaño adecuado de las entradas y salidas de combustible, así como las conexiones para sistemas de suministro, medición y control. Esto puede incluir tuberías, válvulas, medidores de nivel y dispositivos de seguridad.
- E. Protección contra incendios: Se deben considerar medidas de protección contra incendios, como sistemas de extinción de incendios, sistemas de detección de fugas y protección contra sobrepresión.
- F. Aislamiento y revestimiento: Dependiendo de los requisitos específicos de la instalación, el tanque puede requerir aislamiento térmico para mantener la temperatura del combustible y revestimientos protectores para prevenir la corrosión.

Cumplimiento normativo para el diseño e instalación: El diseño del tanque atmosféricos de acero para combustible de aviación debe cumplir la normatividad vigente aplicable. A continuación, se mencionan las normas y regulaciones vigentes utilizadas en la industria:

Para los criterios de diseño y fabricación de los tanques de almacenamiento de tipo atmosféricos horizontales, se tienen la Norma API 650 [1], esta norma del American Petroleum Institute (API) establece los requisitos para el diseño, construcción y ensayo de tanques de almacenamiento de acero soldados, para productos petrolíferos, incluido el combustible de aviación. Dentro del alcance de este código están incluidos aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y diseñados para soportar una presión de operación atmosférica.

El alcance de la API 650 [1], no se limita al almacenamiento de petróleo y sus derivados, es aplicable para almacenamiento de agua, productos químicos y otras sustancias a temperatura ambiente y presión atmosférica, en su contenido también tiene en sus distintas secciones, los requerimientos para facilitar la compra y la fabricación de tanques de almacenamiento.

En cuanto al diseño y construcción de las estructuras adyacentes y complementarias a los tanques atmosféricos horizontales, se tienen las Normas NFPA 407 [2], la cual proporciona los lineamientos específicos para la ubicación, la protección contra incendios, la ventilación y otras consideraciones de seguridad.

En cuanto a los lineamientos que integran los aspectos de seguridad dentro de los aeropuertos, se cuenta con la Norma ICAO Doc 9774 [3], importante para revisar aspectos relacionados con el diseño de los sistemas de suministro, la seguridad y el manejo de derrames.

Otras normas que pueden ser complementarias a la API 650 [1] en materia de diseño y fabricación de tanques atmosféricos horizontales, es la Norma ASME Section VIII [4], que contiene la Sección VIII, y establece los requisitos para el diseño, la fabricación, las pruebas y la inspección de los tanques atmosféricos de acero utilizados para almacenar combustible de aviación en específico.

Criterios para la procura e instalación de tanques atmosféricos de acero para combustible de aviación: En tanques atmosféricos horizontales la procura e instalación implica varias consideraciones por lo que a continuación, se describen los aspectos clave involucrados en esta etapa:

- A. Evaluación de los parámetros: Determina las necesidades de almacenamiento de combustible de aviación, incluyendo la capacidad requerida y los requisitos operativos. Considera factores como la demanda de combustible, el espacio disponible y los plazos de entrega.
- B. Selección del fabricante: Investiga y selecciona un proveedor confiable y experimentado que ofrezca tanques atmosféricos de acero para combustible de aviación civil general. Considera aspectos como la calidad del producto, el cumplimiento normativo, las certificaciones y la reputación del proveedor.
- C. Diseño y especificaciones: Trabajar con el proveedor para determinar los criterios de diseño del tanque, incluyendo la capacidad, las dimensiones y los accesorios requeridos. Asegúrate de que el diseño cumpla con las normas y regulaciones aplicables, como las mencionadas anteriormente.
- D. Proceso de procura: Negociar los términos comerciales y el precio con el proveedor del tanque. Definir las fechas de entrega, los plazos de pago y otros aspectos contractuales relevantes. Asegurarse de obtener toda la documentación necesaria, como certificados de calidad y garantía.
- E. Preparación del sitio: Prepara el sitio de instalación de acuerdo con los requisitos y las normas nacionales e internacionales. Esto puede incluir la preparación de la base de cimentación y la realización de trabajos de excavación y nivelación, según sea necesario.
- F. Instalación: Supervisar y coordinar la instalación del tanque atmosférico de acero junto con el proveedor. Asegurarse de seguir los procedimientos de instalación recomendados por el fabricante y las normas nacionales e internacionales. Esto incluye la conexión adecuada de las tuberías, válvulas y accesorios, y la implementación de medidas de seguridad durante la instalación.
- G. Pruebas y certificaciones: Realiza pruebas de integridad y asegurarse de que el tanque cumpla con los requisitos de funcionamiento y seguridad establecidos.
- H. Capacitación: Proporcionar la capacitación adecuada al personal encargado del manejo y mantenimiento del tanque. Asegurarse de mantener registros completos de la instalación, pruebas, capacitación y mantenimiento para cumplir con los requisitos normativos y facilitar la gestión adecuada del tanque a lo largo del tiempo.

Estos criterios son importantes para los trabajos previos a la instalación de un tanque atmosférico, con el cual ya se tiene bien definido el fabricante, los procesos de negociación de plazo de entrega y procesos de pago y la capacitación del personal que operará a futuro el tanque, así como la entrega del tanque completamente terminado y puesto en el sitio donde se instalará.

**Operación y mantenimiento de tanques atmosféricos:** La operación y mantenimiento adecuados de los tanques atmosféricos de acero para combustible de aviación son fundamentales para garantizar su funcionamiento seguro y confiable. Realizar inspecciones visuales periódicas del tanque para detectar posibles daños, corrosión u otras anomalías. Prestar atención a las soldaduras, las juntas, los accesorios y las áreas expuestas al ambiente. Las inspecciones deben seguir los lineamientos recomendados por la API 650 [1], también se deben realizar pruebas de integridad, como pruebas hidrostáticas o pruebas de vacío, según lo recomendado por los fabricantes. Estas pruebas ayudan a identificar posibles fugas o fallas estructurales.

Se debe realizar mantenimiento de recubrimientos para identificar y hacer periódicamente el mantenimiento del recubrimiento exterior del tanque. Los recubrimientos ayudan a prevenir la corrosión y deben ser inspeccionados y renovados según sea necesario. Se deberá realizar limpiezas periódicas del

tanque para eliminar sedimentos, agua u otros contaminantes que puedan afectar la calidad del combustible. También es importante purgar el tanque para eliminar cualquier acumulación de gases.

“Se realiza un monitoreo regular de la calidad del combustible almacenado en el tanque. Realiza análisis de muestra para detectar la presencia de agua, sedimentos u otros contaminantes. Si se detecta algún problema, toma las medidas necesarias para solucionarlo. NOM-006-ASEA-2017 [5]”

“Se Implementan procedimientos y equipos adecuados para la gestión de derrames y fugas de combustible. Esto incluye la disponibilidad de kits de contención, barreras absorbentes, sistemas de drenaje y capacitación del personal en los protocolos de respuesta ante emergencias” NFPA 407 [2].

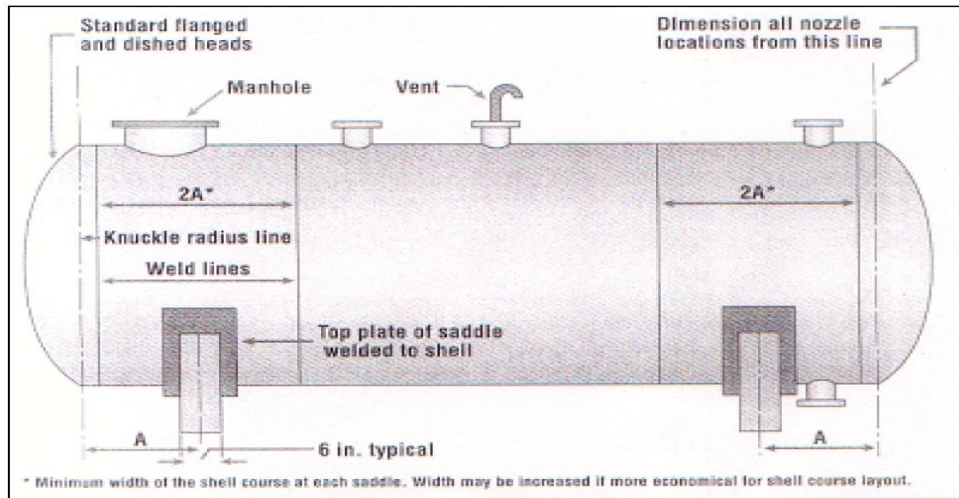


Fig. 2. Componentes de un tanque atmosférico horizontal (ASME Section VIII [4]).

### III. CRITERIOS Y NORMATIVAS DE TANQUES UL-2085 DE ALMACENAMIENTO.

Definición de tanque UL-2085: Son tanques superficiales de acero de doble pared con protección térmica, certificados, que se utilizan para el almacenamiento superficial y seguro de combustibles y otros líquidos inflamables. Son utilizados en lugares donde se necesita un tanque protegido contra incendios debido a limitaciones de espacio o por restricciones locales del sitio. Estos tanques están etiquetados por los estándares UL y cumplen o exceden los requisitos de la Norma UL-2085 [6], incluyendo:

- Prueba de charco de fuego de escala completa de dos horas.
- Prueba de flujo de manguera.
- Prueba de balística / proyectil.
- Prueba de impacto de vehículo.
- Prueba de comunicación intersticial.

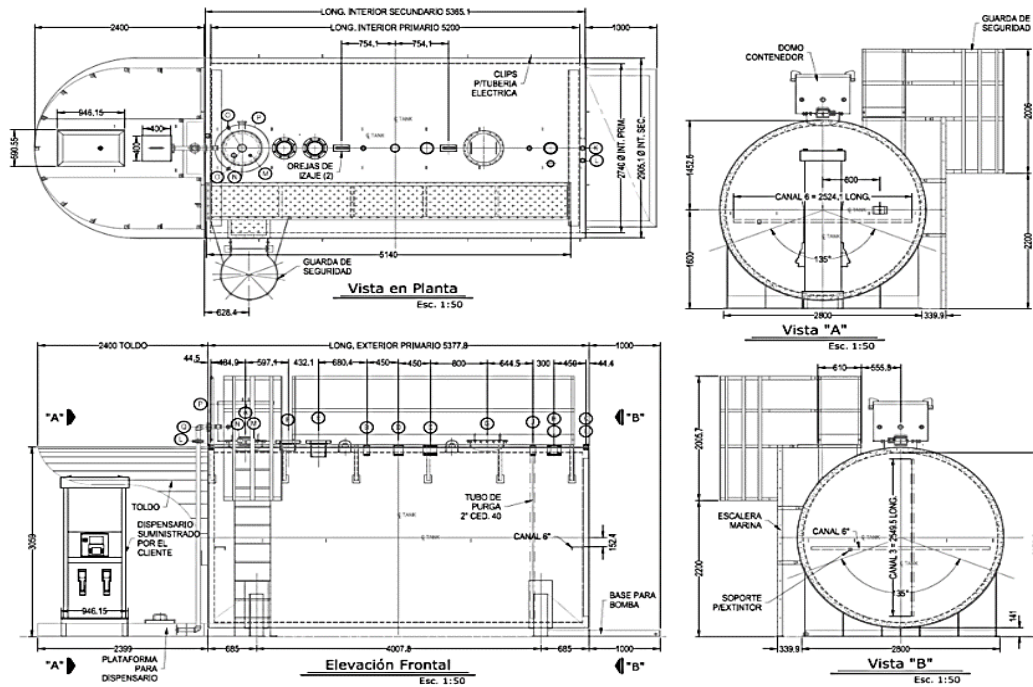


Fig. 3. características de tanque autoprotegido UL-2085 (Fuente: Inernet[8]).

Diseño de los tanques UL-2085: El diseño de los tanques UL-2085 cuenta con una serie de características y especificaciones clave para garantizar la seguridad y la protección contra incendios. Por lo tanto, se describen los aspectos más destacados del diseño de los tanques UL-2085 [6]:

Cuentan con una construcción de doble pared, lo que significa que tienen una pared interna y una pared externa. Esta doble pared actúa como una barrera adicional para prevenir fugas y derrames de combustible. El espacio entre las dos paredes, conocido como espacio intersticial, sirve como una cámara de protección y permite la detección temprana de fugas.

Son diseñados para resistir el fuego durante un período específico de tiempo. El diseño incluye materiales aislantes térmicos y retardantes de fuego que ayudan a proteger el contenido del tanque de altas temperaturas y posibles incendios externos. Esta característica es especialmente importante en caso de incendios cercanos o en situaciones donde se necesite contener y controlar el fuego.

Incorporan un sistema de ventilación adecuado para evitar la acumulación de vapores inflamables. Esto ayuda a mantener un ambiente seguro dentro del tanque y minimiza el riesgo de ignición o explosión.

Incluyen una serie de accesorios de seguridad, como válvulas de alivio de presión, indicadores de nivel, sistemas de detección de fugas, conexiones para extinción de incendios y sistemas de control de acceso. Estos accesorios adicionales contribuyen a la seguridad y el monitoreo efectivo del tanque.

Cumplen con los estándares y regulaciones establecidos por la Administración Federal de Aviación (FAA) y la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA). Estas normativas establecen requisitos específicos de diseño, construcción, materiales y pruebas para garantizar la seguridad y la calidad del tanque.

Están fabricados con materiales resistentes y duraderos, como acero de alta resistencia o materiales compuestos avanzados. Esto les permite resistir condiciones ambientales adversas, como cambios de temperatura, corrosión y otros factores que podrían afectar su integridad estructural.

Instalación de los tanques UL-2085: La instalación de los tanques UL-2085 para combustibles de aviación requiere seguir una serie de pasos y consideraciones importantes para garantizar un proceso seguro y efectivo [6].

Antes de comenzar la instalación, es necesario realizar una planificación adecuada y obtener los permisos requeridos por las autoridades competentes. Esto implica estudiar los códigos y regulaciones locales, obtener los permisos de construcción y cumplir con los requisitos específicos de la zona donde se instalarán los tanques.

Es fundamental seleccionar un sitio adecuado para la instalación de los tanques UL-2085. El área debe ser lo suficientemente amplia para acomodar los tanques y permitir un acceso seguro para su mantenimiento y operación. Además, se deben considerar factores como la distancia a otras estructuras, la topografía del terreno, las restricciones ambientales y las necesidades de drenaje.

Antes de la instalación, se debe preparar el sitio de acuerdo con las especificaciones requeridas. Esto puede incluir la nivelación del terreno, la remoción de obstáculos, la construcción de bases de hormigón adecuadas y la implementación de sistemas de drenaje adecuados para prevenir inundaciones o acumulación de agua alrededor de los tanques.

La instalación de los tanques UL-2085 debe seguir las instrucciones y recomendaciones del fabricante. Esto puede implicar el uso de equipos de elevación adecuados para colocar los tanques en su posición final, la conexión de las tuberías de entrada y salida, la instalación de las válvulas y accesorios correspondientes, y la conexión a los sistemas de monitoreo y control.

Una vez instalados, los tanques UL-2085 deben someterse a pruebas y verificaciones para asegurar su correcto funcionamiento. Esto puede incluir pruebas de fugas, pruebas de presión, pruebas de sistemas de protección contra incendios y verificación de la correcta conexión de los sistemas de monitoreo y control.

Es importante capacitar al personal encargado de la operación y el mantenimiento de los tanques UL-2085 [6]. Esto implica proporcionar información sobre los procedimientos de seguridad, la operación adecuada de los equipos y los protocolos de mantenimiento. Además, se debe establecer un programa de mantenimiento regular que incluya inspecciones, limpieza, pruebas y reemplazo de componentes según las recomendaciones del fabricante, esta capacitación la imparte el fabricante.

Pruebas y mantenimiento de los tanques UL-2085: Las pruebas y el mantenimiento regular de los tanques UL-2085 son fundamentales para garantizar su funcionamiento seguro y confiable a lo largo del tiempo.

Se deben realizar pruebas periódicas para detectar y prevenir posibles fugas en los tanques UL-2085. Esto implica inspeccionar visualmente las paredes internas y externas, las juntas, las conexiones y los accesorios en busca de signos de fugas, corrosión o daños. Además, “se pueden realizar pruebas de presión o pruebas de detección de fugas utilizando técnicas como la prueba de vacío o la prueba de presión hidrostática” [6].

Es importante realizar inspecciones regulares para verificar la integridad estructural de los tanques UL-2085. Se deben examinar las paredes internas y externas en busca de corrosión, abolladuras, grietas o cualquier otro daño. Además, se deben inspeccionar las válvulas, los sistemas de tuberías, los dispositivos de protección contra incendios y los sistemas de monitoreo para asegurarse de que estén en buen estado de funcionamiento.

Se debe llevar a cabo un mantenimiento regular de las válvulas, los indicadores de nivel, las válvulas de alivio de presión y otros accesorios asociados con los tanques UL-2085 [6]. Esto puede incluir la

limpieza, la lubricación y el reemplazo de sellos o juntas según sea necesario. También es importante asegurarse de que todas las válvulas y accesorios estén correctamente cerrados y sellados cuando no estén en uso.

Están equipados con sistemas de protección contra incendios, como extintores automáticos, sistemas de rociadores o sistemas de supresión de espuma. Estos sistemas deben ser probados y mantenidos regularmente de acuerdo con las normativas y las recomendaciones del fabricante.

A menudo están conectados a sistemas de monitoreo y control que supervisan el nivel de combustible, la presión, las fugas y otros parámetros importantes. Estos sistemas deben ser monitoreados regularmente para asegurarse de que funcionen correctamente. Se deben revisar las alarmas, los indicadores y los registros del sistema para identificar cualquier anomalía y tomar las medidas correctivas correspondientes.

Es esencial proporcionar capacitación adecuada al personal encargado del mantenimiento y la operación de los tanques UL-2085. Esto incluye brindar información sobre los procedimientos de seguridad, los protocolos de mantenimiento, la identificación de posibles problemas y la correcta operación de los equipos.

Funcionamiento detallado de los tanques UL-2085: Los tanques UL-2085 están diseñados para proporcionar un almacenamiento seguro de combustibles de aviación, con características especiales que los hacen adecuados para entornos exigentes.

“Cuentan con una estructura de doble pared que consiste en una pared interna y una pared externa. Esta construcción de doble pared proporciona una barrera adicional de protección contra fugas y derrames de combustible. El espacio entre las dos paredes, conocido como espacio intersticial, actúa como una cámara de protección que permite la detección temprana de fugas y proporciona una capa de aislamiento térmico” [6].

Están fabricados principalmente con acero de alta resistencia. El acero utilizado cumple con los estándares de calidad y resistencia para resistir condiciones ambientales adversas y ofrecer una mayor durabilidad. También se utilizan recubrimientos especiales para proteger el acero contra la corrosión y el deterioro.

Son diseñados para ofrecer una protección adicional contra incendios. “La doble pared, combinada con materiales aislantes térmicos y retardantes de fuego, ayuda a proteger el contenido del tanque de altas temperaturas y posibles incendios externos” [6]. Esto permite que los tanques UL-2085 mantengan la integridad estructural durante un período de tiempo específico en caso de un incendio cercano.

Se le integran una variedad de accesorios de seguridad. Estos pueden incluir válvulas de alivio de presión, indicadores de nivel, sistemas de detección de fugas, conexiones para sistemas de extinción de incendios y sistemas de control de acceso. Estos accesorios adicionales contribuyen a la seguridad y el monitoreo efectivo del tanque.

Cumplen con los estándares establecidos por la Underwriters Laboratories (UL), una organización reconocida en la industria de la seguridad. Estos estándares incluyen pruebas y certificaciones rigurosas para verificar la capacidad del tanque para resistir incendios, fugas y otros riesgos. Cumplir con estos estándares garantiza que los tanques UL-2085 cumplan con los requisitos de seguridad necesarios.

Cuentan con un sistema de ventilación adecuado para prevenir la acumulación de vapores inflamables en el espacio intersticial. El sistema de ventilación ayuda a mantener un ambiente seguro dentro del tanque y minimiza el riesgo de ignición o explosión.



**Operación de tanques UL-2085:** La operación de los tanques UL-2085 implica una serie de actividades y procedimientos para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente.

Incluye la carga y descarga de combustible. Esto implica utilizar sistemas de bombeo adecuados para transferir el combustible desde y hacia los tanques. Se deben seguir los procedimientos de seguridad establecidos y utilizar equipos de protección personal durante estas operaciones. También es importante asegurarse de que las conexiones y las válvulas estén correctamente aseguradas para prevenir fugas o derrames.

Es esencial realizar un monitoreo regular del nivel de combustible en los tanques UL-2085. Esto se puede lograr utilizando sistemas de medición de nivel, como indicadores visuales, medidores electrónicos o sistemas de telemetría. El monitoreo constante del nivel de combustible permite realizar un seguimiento preciso del inventario y programar las operaciones de carga y descarga de manera adecuada.

Se deben realizar inspecciones visuales regulares de los tanques UL-2085 para detectar posibles daños, corrosión o fugas. Se deben inspeccionar las paredes internas y externas, las juntas, las conexiones y los accesorios en busca de signos de deterioro. Además, se deben llevar a cabo actividades de mantenimiento preventivo, como limpieza, lubricación y reemplazo de componentes según sea necesario. El mantenimiento adecuado garantiza el funcionamiento confiable de los tanques a lo largo del tiempo.

Es recomendable realizar pruebas periódicas de funcionamiento de los tanques UL-2085. Esto puede incluir pruebas de fugas, pruebas de presión y pruebas de sistemas de protección contra incendios. Estas pruebas ayudan a verificar la integridad y el rendimiento del tanque, identificar posibles problemas y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Es importante llevar un registro detallado de las actividades de operación, mantenimiento y pruebas realizadas en los tanques UL-2085. Esto incluye registrar las fechas de carga y descarga, los niveles de combustible, las inspecciones realizadas, las actividades de mantenimiento y las pruebas realizadas. El registro y documentación adecuados permiten mantener un historial completo de las operaciones y facilitan la identificación de patrones o problemas recurrentes.

Todo el personal encargado de la operación y el mantenimiento de los tanques UL-2085 debe recibir capacitación adecuada. Esto incluye la comprensión de los procedimientos de seguridad, el conocimiento de los equipos y sistemas asociados, la capacidad para interpretar los registros y la capacidad para tomar medidas adecuadas en caso de emergencias o situaciones inusuales.



Fig. 4. Tanque autoprotegido UL-2085 (Fuente: Misegades [9]).

#### IV. RESULTADOS

Derivado de la investigación, se obtuvieron las principales ventajas y desventajas sobre los diferentes procesos para los dos tipos de tanques.

Se realizó una investigación comparativa acerca del uso de tanques autoprotegidos UL-2085 para combustible de aviación civil general en aeropuertos de otros países y principalmente de los Estados Unidos, confirmando que este tipo de tanques ya son utilizados en aeropuertos civiles y de aviación general en aquel país, encontrando este tipo de tanques instalados en Aeropuertos como el del Condado de Hyde en Carolina del Norte, el Aeropuerto Regional de Florence en Carolina del Sur, Aeropuerto Internacional de Charleston en Carolina del Sur, Columbus County Muni Airport que se encuentra en Whiteville, Carolina del Norte. Lo cual nos indica que este tipo de tanques de almacenamiento de combustible es utilizado en aeropuertos con mayor afluencia de aviación civil general.

Ventajas y desventajas de los tanques atmosféricos.

Los tanques atmosféricos cuentan una serie de ventajas y desventajas, que deben ser consideradas en función de las necesidades y requisitos específicos de almacenamiento. Por lo tanto, se detallan algunas de estas ventajas y desventajas:

Tabla I. Ventajas y desventajas en la utilización de tanques atmosféricos horizontales.

Tanques atmosféricos	
Ventajas	Desventajas
Costo inicial más bajo	Mayor vulnerabilidad a incendios y derrames
Diseño y construcción más simples	Menor resistencia al fuego en comparación con UL-2085
Mayor capacidad de almacenamiento	Requiere mayor espacio de separación con otras instalaciones
Menos peso en vacío para su instalación en comparación con UL-2085	Posible necesidad de revestimientos protectores
Facilidad en la instalación y operación	Mayor susceptibilidad a la corrosión
Amplia disponibilidad en el mercado	Mayor riesgo de contaminación y deterioro del combustible
Mayor flexibilidad en la ubicación	Requiere mantenimiento y monitoreo regulares

Ventajas y desventajas de los tanques UL-2085.

Los tanques UL-2085 presentan una serie de ventajas y desventajas, que deben ser consideradas en función de las necesidades y requisitos específicos de almacenamiento. Por lo que a continuación se detallan las ventajas y desventajas más importantes:

Tabla II. Ventajas y desventajas en la utilización de tanques UL-2085.

Tanques UL-2085	
Ventajas	Desventajas
Mayor protección contra incendios	Costo inicial más alto
Cumplimiento con estándares UL y seguridad	Requiere mantenimiento regular
Prevención de la propagación de incendios	Capacidad de almacenamiento puede ser limitada
Posibilidad de ubicación más cercana a edificaciones	Mayor peso en vacío para su instalación debido a su doble pared
Variedad de capacidades de almacenamiento	
Mayor seguridad en áreas sensibles	
No requiere instalaciones auxiliares, diques de contención de derrames, ni sistemas contra incendios complejos	

Diferencias entre los tanques atmosféricos y UL-2085

Los tanques UL-2085 y los tanques atmosféricos tienen características y propósitos específicos. La principal diferencia entre los tanques UL-2085 y los tanques atmosféricos es su enfoque en la resistencia al fuego y los sistemas de seguridad auxiliares, así como, otras diferencias específicas para cada uno de ellos:

Tabla III. Diferencias entre los tanques UL-2085 y atmosféricos.

Principales diferencias		
Aspecto	Tanques UL-2085	Tanques atmosféricos
Diseño	Doble pared de acero con capa de aislamiento en el medio	Pared única de acero
Resistencia al fuego	Certificados para resistir el fuego durante un tiempo determinado	Menor resistencia al fuego
Protección contra fugas	Mayor protección debido a la doble pared y sistemas de detección de fugas	Riesgo de fugas más alto
Aislamiento térmico	Cuentan con capa de aislamiento para mantener la temperatura del combustible estable	Menor capacidad de mantener la temperatura constante
Certificación	Cumplen con los estándares de seguridad de Underwriters Laboratories (UL)	API 650: Esta es una norma del American Petroleum Institute (API) que establece los requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de tanques de almacenamiento de acero.
Regulaciones	Cumplen con las regulaciones aplicables para el almacenamiento de combustibles de aviación	Puede requerir medidas adicionales para cumplir con las regulaciones
Confianza y seguridad	Ofrecen una mayor confianza en la seguridad del almacenamiento de combustible	Menor nivel de confianza debido a la menor protección contra incendios y fugas
Costo	Generalmente tienen un costo de inversión mayor debido a su diseño y certificación, pero un costo de operación y mantenimiento menor.	Por lo general, son más económicos en comparación con los tanques UL-2085 en su inversión inicial, pero con costos más altos en su operación y mantenimiento
Operación y mantenimiento	Su operación es menor derivado a que al ser un equipo paquete que se coloca en el sitio donde se encuentra el usuario final, así como no requiere sistemas de protección auxiliares.	Se coloca en una estación de combustibles, lejos del usuario final, por lo tanto el combustible se tiene que llevar con autotanques al usuario final, adicional, requiere sistemas de protección auxiliares.

Otro factor importante para considerar es la diferencia el costo de instalación, operación y mantenimiento para cada tipo de tanque, por lo que se realizó un análisis comparativo:

Tabla IV. Comparativo de costos de instalación entre los tanques UL-2085 y atmosféricos.

<b>Costos de instalación de tanque (en pesos M.N.)</b>			
	<b>Consideraciones</b>	<b>Tanque Atmosférico horizontal de 60,000 lts</b>	<b>Tanque UL-2085 de 60,000 lts</b>
Instalación	Cimentación para soporte de tanque	✓	✓
	Suministro y colocación del tanque	✓	✓
	Dique de contención	✓	✗
	Drenaje tipo industrial	✓	✗
	Actualización o integración de sistema contra incendios	✓	✗
	Sistema de monitoreo y control	✓	✗
	Sistema de carga y descarga	✓	✗
	<b>Total de costo de instalación</b>	<b>\$ 1,650,000.00</b>	<b>\$ 2,700,000.00</b>

Los costos de instalación inicial para el tanque UL-2085 son mayores a los del tanque atmosférico horizontal, por lo que se revisaron los costos por operación y mantenimiento mensual para cada uno de ellos obteniendo los siguientes datos:

Tabla V. Comparativo de costos de operación y mantenimiento entre los tanques UL-2085 y atmosféricos.

<b>Costos mensuales de operación y mantenimiento (en pesos M.N.)</b>			
	<b>Consideraciones</b>	<b>Tanque Atmosférico horizontal de 60,000 lts</b>	<b>Tanque UL-2085 de 60,000 lts</b>
Operación mensual	Traslado del combustible al usuario final	✓	✗
	Operario de vehiculo de traslado	✓	✗
	Operario para despacho de combustible	✓	✓
	Energía Eléctrica	✓	✓
	<b>Total de costo de operación</b>	<b>\$ 62,000.00</b>	<b>\$ 24,000.00</b>
Mantenimiento mensual	Revisión de sistema de monitoreo y control	✓	✗
	Mantenimiento a sistemas de carga y descarga	✓	✗
	Mantenimiento a tanque y sus componentes internos	✓	✓
	Mantenimiento a sistema contra incendios	✓	✗
	Limpieza y mantenimiento a drenaje industrial	✓	✗
	Mantenimiento a diques de contención	✓	✗
	<b>Total de costo de mantenimiento mensual</b>	<b>\$ 45,500.00</b>	<b>\$ 22,500.00</b>

En base a los resultados obtenidos en cuanto a costos, la instalación de un tanque UL-2085 de inicio tiene un costo de inversión de 61% mas que la instalación de un tanque atmosférico, los costos de operación y mantenimiento mensual son menores en un 40%, lo que demuestra que aunque el costo inicial de inversión es mayor, se tiene una reducción significativa en los costos de operación y mantenimiento, ya que al ser un tanque autoprotegido con certificación UL-2085 no requiere sistemas de seguridad adicionales a los que ya contiene y no requiere moverse al sitio donde se encuentran los usuarios finales del combustible.

En nuestro país existen 36 aeropuertos de este tipo, donde predomina la aviación civil y es factible utilizar este tipo de tanques debido a su capacidad requerida de almacenamiento de combustible (gasavión) para este tipo de aeronaves.

En general estas son las principales diferencias que se pudieron obtener en base a cada uno de los tipos de tanques analizados para el almacenamiento de combustibles de aviación civil general, por lo que en base a estos datos podemos saber cuáles son las principales características, ventajas, desventajas, costos de inversión y su costo por operación y mantenimiento, para su utilización en aeropuertos de aviación general y civil en México.

Por lo que, derivado de las comparaciones anteriores es viable colocar este tipo de tanques en los 36 aeropuertos civiles y de aviación general en México, tomando en cuenta el mayor porcentaje de venta de combustible de aviación es mayor en aviación civil y general, que venta a la aviación comercial (aerolíneas comerciales), por lo que el consumo de Gas avión (Gasolina de aviación), es mayor que el de turbosina.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los tanques atmosféricos utilizados actualmente realizan su labor de manera adecuada, teniendo mínimos problemas de puntos de fuga o derrames, teniendo un adecuado programa de mantenimiento pueden tener una vida útil larga, aunque adicional a ello también presentan varios sistemas de protección, los cuales son el contar con sistema de drenaje de tipo industrial para eliminación de aguas pluviales y drenado de combustible en caso de un derrame del tanque, diques de contención con la capacidad de contener en su totalidad el volumen del tanque, un sistema de monitoreo independiente y un sistema contra incendios robusto para la atención de un posible incendio.

Por otro lado, se detecto que los tanques UL-2085, actualmente ya se utilizan de manera regular para contener y distribuir gasolinas convencionales, teniendo instalaciones de menor tamaño, con sistemas de protección auxiliares mínimos y con espacios mucho menores a una estación de autoconsumo (gasolinera) convencional.

Al analizar la información se pudo observar que los tanques UL-2085 pueden ser instalados en aeropuertos donde no se cuente con un gran espacio disponible, ya que al instalar este tipo de tanques se reduciría en un mediano plazo, la inversión por mantenimientos en sistemas de seguridad que son muy costosos.

Por otro lado, se pudo apreciar que se puede reducir el uso de espacios para la construcción de diques de contención, drenajes de tipo industrial y zonas de amortiguamiento como se requiere en los tanques atmosféricos horizontales tipo API.

De los puntos mas relevantes de este tipo de tanques, podemos ver que debido a los Estándares Normativos que dicta la Norma UL-2085. "Standard for Protected Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids (Estándar para tanques superficiales protegidos para líquidos inflamables y

combustibles) (UL-2085, 1997)” [6]. Los requisitos mínimos que debe cumplir un tanque para considerarse de tipo autoprotegido o UL-2085 son:

- A. Tanques fabricados están destinadas a limitar el calor transferido al tanque primario cuando la construcción está expuesta a un incendio de charco de fuego de hidrocarburos por 2 horas y cuentan con protección contra daños físicos. Los tanques debidamente identificados por la marca del producto brindan protección adicional para el tanque primario contra el impacto de proyectiles y vehículos.
- B. Provistos de una contención secundaria integral destinada a evitar que cualquier fuga del tanque primario se envíe al medio ambiente.
- C. Deben ser tanques destinados a la instalación y uso estacionario de acuerdo con el “Uniform Fire Code”, publicado por el Instituto Internacional del Código contra Incendios; el Código de líquidos inflamables y combustibles, NFPA 30; y el Código de Estación de Servicio Automotriz y Marino, NFPA 30A.
- D. Son fabricados, inspeccionados y probados para detectar fugas antes del embarque desde la fábrica como unidades completamente ensambladas.

Los resultados encontrados durante el presente estudio indican que los tanques atmosféricos horizontales utilizados actualmente, aunque con un costo de operación y mantenimiento alto, son adecuados, cumplen con las Normas y Lineamientos mencionados y cuentan con los sistemas de seguridad adicionales, los cuales también requieren mantenimientos costosos, el almacenamiento y distribución de combustible de aviación civil general es adecuado hasta el momento, aunque con inversiones considerables de mantenimiento anual y tareas complementarias para la distribución del combustible al usuario final.

Por último, sería provechoso indicar que el cambio a una tecnología a base de tanques UL-2085 de almacenamiento ya probada en otro tipo de combustibles y utilizada en otros países en aeropuertos, puede ser encausado para realizar proyectos de almacenamiento y distribución de combustible Gas avión y poder reducir costos de operación y mantenimiento significativamente y por lo tanto se cree conveniente desarrollar un estudio que permita implementar como prueba piloto un tanque UL-2085 en un aeropuerto de la República Mexicana.

## VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos podemos constatar que los tanques atmosféricos horizontales utilizados en la actualidad cumplen satisfactoriamente con la tarea de almacenar el combustible de aviación civil general, pero no tienen la función de distribución directa al usuario final. Requiere que el combustible sea trasladado del sitio donde se tiene el tanque, al usuario final mediante autotanques, lo que genera un costo por el traslado y el despacho a las aeronaves, así como gastos de operación y mantenimiento a los autotanques.

Es importante concluir también que los sistemas de protección adicionales que tienen actualmente los tanques atmosféricos son sistemas periféricos completamente independientes y también generan un costo por operación y mantenimiento, por lo que requieren que se les tenga en óptimas condiciones, listos para operar en caso de un siniestro.

Para los tanques UL-2085 puede ser una gran oportunidad de que sean considerados para su instalación en zonas estratégicas dentro de los aeropuertos con una mayor operación de aviación civil

general, cercanas a los consumidores finales del combustible de aviación, muy próxima a la zona de hangares de aviación civil, donde los usuarios sean los que se aproximen a recibir el combustible directamente del tanque.

Es importante indicar que, al ser tanques del tipo autoprotegidos, no requieren de grandes extensiones de terreno para su instalación, ya que, al no requerir dique de contención y sistema de drenaje industrial, no requiere estar en algún sitio alejado. Adicionalmente no requiere un sistema contra incendios, por lo que no requiere casa de bombas y tanque de agua contra incendio para mitigar un posible incendio.

Otro elemento importante a comentar es que se encontró una publicación en el Diario Oficial de la Federación, donde indica el Programa Institucional de Aeropuertos y Servicios Auxiliares 2020-2024, donde se señala como prioritario [7]:

- A. Atender disposiciones emitidas por Secretaría de Energía (SENER) respecto a la capacidad de almacenamiento mínimo operativo en 5 días y 1.5 para seguridad.
- B. “Se requiere actualizar sistemas como tanques de almacenamiento, equipo de bombeo y líneas de proceso, entre otros” [10].

Lo que nos puede dar la pauta para que se puedan considerar a este tipo de tanques autoprotegidos diseñados y fabricados bajos el estándar UL-2085, para sustituir el sistema de almacenamiento y distribución actual, optimizar los recursos en operación y mantenimiento realizando una inversión inicial mayor, pero con una reducción importante en los costos de operación y mantenimiento.

## VII. REFERENCIAS

- [1] American Petroleum Institute (API), “Welded Tanks for Oil Storage,” API Standard 650, Twelfth Edition, Annex L, March 2013.
- [2] National Fire Protection Association (NFPA), “Estándar para el Servicio de Combustible de Aeronave”, Edición 2007, pp.11–21.
- [3] International Civil Aviation Organization (ICAO), “Manual on Certification of Aerodromes” First Edition 2001, Appendix 1.
- [4] American Society of Mechanical Engineers (ASME), “Reglas para la Construcción de Recipientes a Presión” Edición 2013, División 1, Recipientes a Presión.
- [5] Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), “Norma Oficial Mexicana NOM-006-ASEA-2017, Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial”. Diario Oficial de la Federación, 7.1 Almacenamiento.
- [6] Underwriters Laboratories (UL), “ UL-2085, Standard for Protected Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids”, Santa Clara: Underwriters Laboratories.
- [7] GOB, G. d. (15 de abril de 2016), “Aeropuertos y Servicios Auxiliares. Obtenido de Acciones y Programas > Promoción y Servicios de ASA”, <https://www.gob.mx/asa/acciones-y-programas/combustibles-32853>
- [8] GUMEX, SA. 2023, “Tanques superficiales para almacenamiento de combustibles”, <https://gumex.com.mx/productos/distribuidor-de-combustible/tanques-protegidos-al-fuego/>
- [9] Misegades, K. 2012 “UL2085-Listed Fuel Tanks — Are They Worth It?”, AviationPros, <https://www.aviationpros.com/airports/airports-municipalities/article/10796957/aboveground-storage-tanks>  
Secretaría de Energía (SENER), “Política Pública de Almacenamiento Mínimo de Petrolíferos”, Diario Oficial de la Federación, 2020.