

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

1 Introducción

Índice

1.1	Origen de las estructuras de aluminio.....	3
1.2	Aluminio vs Acero.....	6
1.3	Objeto del proyecto.....	7
1.4	Estructura del documento.....	9

1.1 Origen de las estructuras de aluminio

El aluminio es un metal que posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería mecánica, tales como su baja densidad (2.700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica. Se mecaniza con facilidad y es relativamente barato. Por todo ello es desde mediados del siglo XX el metal que más se utiliza después del acero.

El uso de las aleaciones de aluminio en las estructuras de ingeniería es reciente ya que esta familia de materiales es relativamente nueva.

El caso más significativo fue el de la industria aeronáutica, dónde la madera fue gradualmente sustituida por el nuevo material ligero, dando lugar al incremento en el uso de este material y la base de los actuales aviones.

Posteriormente, el uso de las aleaciones de aluminio rápidamente creció hacia otros campos tanto estructurales como no estructurales: ventanas, puertas, industria química, armamento...

Años después de la Segunda Guerra Mundial, estos materiales fueron satisfactoriamente empleados en el campo de los transportes, especialmente en la industria de la automoción. En paralelo proliferó el uso del aluminio en estructuras ingenieriles donde comenzó la competencia con las estructuras de acero.

A comienzos de los años 50, la primera estructura fabricada de aleación de aluminio apareció en Europa en forma de sistema prefabricado. En la década de los 70 apareció el primer código de diseño de este tipo de estructuras, habiendo hasta la fecha un vacío en este respecto. En el año 1978 se publicó el documento *European Recommendations for Aluminum Alloys Structures*.

Este hecho representó el primer paso a nivel internacional para unificar los métodos computacionales de diseño de construcciones de aluminio en la ingeniería civil y en otras aplicaciones estructurales. Inmediatamente después, en la década de los años 80, los principales códigos europeos, tales como el inglés (BS 8118), italiano (UNI 8634), suizo (SVR), francés (DTU), alemán (DIN 4113) y australiano (ON), fueron publicados o revisados. Durante los años 60 se publicó un documento siendo ahora la base del nuevo estándar canadiense.

En los Estados Unidos, el documento *Aluminum Association Recommendations* fue adaptado y se introdujo el diseño basado en los estados límites últimos anteponiéndose al diseño tradicional basado en tensiones. En los años 90, surgió la primera versión de *Eurocódigo 9: Diseño de Estructuras de Aluminio*.

Una probable influencia negativa es la falta de información del potencial de estos materiales en aplicaciones estructurales, por ello sus peculiares ventajas son escasamente consideradas por los ingenieros de estructuras, quienes están mucho más familiarizados con las estructuras de acero, a pesar de la publicación de ciertos volúmenes de diseño de estructuras de aleaciones de aluminio y su divulgación en proyectos académicos europeos.

Para reducir este vacío, una comparación entre los dos materiales metálicos es necesaria para enfatizar las características específicas y las ventajas, y en su caso los inconvenientes ocasionales, de las aleaciones de aluminio como material estructural. Esto provocaría el uso del aluminio atractivo y actualmente competitivo con el acero en el rango del diseño estructural.

Los principales campos de aplicación del aluminio en estructuras se listan a continuación:

- Tejados y cubiertas
- Estructuras situadas en lugares inaccesibles
- Estructuras ubicadas en ambientes húmedos y/o corrosivos
- Estructuras con partes móviles



Fig.1.1: Epcot Center, Florida

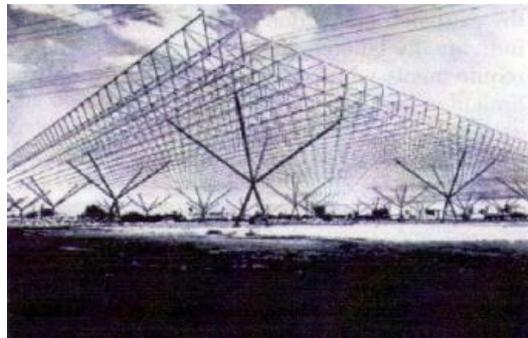


Fig.1.2: Interamerican Center, Sao Paulo

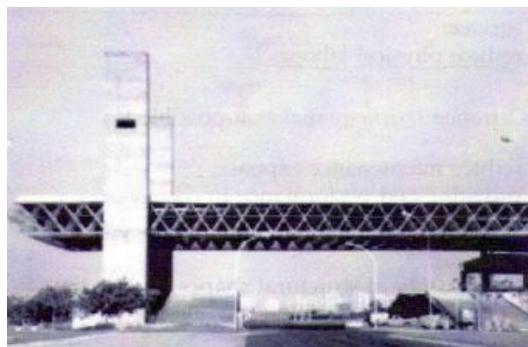


Fig.1.3: The Internacional Congress Center, Río de Janeiro

1.2 Aluminio vs Acero

Existen muchas razones para la selección del material en las aplicaciones estructurales, pero el aspecto determinante es que el producto debe ser asequible. Generalmente el aluminio es atractivo en numerosas aplicaciones por el favorable coste del ciclo de vida: suma del coste inicial, coste de operación o mantenimiento del producto y coste del reciclaje después de su vida útil. Además el uso del aluminio se ha incrementado en distintos campos, particularmente porque el precio del aluminio ha decrecido gradualmente.

Una comparación con el acero, no sólo en términos de coste, es importante para identificar las condiciones y campos de aplicación dónde el aluminio puede ser competitivo. Los importantes prerrequisitos del aluminio son:

- Ligereza
- Resistencia a la corrosión

Desde el punto de vista de la resistencia mecánica, ésta pertenece a un rango al menos aceptable para las aplicaciones estructurales.

Sin embargo, no es siempre posible el uso de estructuras de este material, especialmente dónde el material se encuentra cargado a compresión ya que fenómenos de inestabilidad son más recurrentes que ocurren que en las estructuras de acero. Las siguientes observaciones han de tenerse en cuenta en este tipo de estructuras:

- Son más sensibles a variaciones térmicas
- Las tensiones residuales son un 30% más bajas que en las estructuras de acero
- Los componentes de aleaciones de aluminio pueden fabricarse por numerosos métodos. Son fácilmente mecanizables.

El éxito del aluminio como material de construcción y la posibilidad de una competencia con el acero se basa en distintos puntos, los cuales están conectados con las propiedades físicas, el proceso de producción y factores tecnológicos:

Ligereza

- Simplificación de la fase de erección
- Posibilidad de transporte de componentes prefabricados
- Reducción de cargas transmitidas a los cimientos

Resistencia a la corrosión

- Reducción de los costes de mantenimiento
- Proporciona una buena prestación en ambientes corrosivos

Funcionalidad

- Facilidad de fabricación en distintas formas
- Sistemas simples de conexión

1.3 Objeto del proyecto

Debido a la idoneidad para la construcción de depósitos de este material, se plantea en este presente proyecto el estudio de las distintas normativas existentes para el diseño de tanques de almacenamiento de aluminio.

Los depósitos metálicos son estructuras ampliamente utilizadas en gran número de aplicaciones en la industria. Estas estructuras de paredes delgadas ofrecen una utilización más eficiente del material empleado en la construcción, de ahí su uso generalizado.

Sin embargo, además de la problemática de cálculo de cualquier tipo de estructuras, en los depósitos se une la dificultad de cálculo de las estructuras tipo membrana o de paredes delgadas, siendo especialmente críticos los fallos debidos al pandeo de la pared.

Por consiguiente, este proyecto se basa en el estudio del estado del arte y comparativa de normativas para el cálculo de estructuras de aluminio, especialmente estructuras laminares, y el diseño de un tanque de almacenamiento de dimensiones comerciales mediante:

- ASME B96.1: Tanques de Almacenamiento de Aleaciones de Aluminio Soldadas

Se realizará el correcto dimensionado mediante *Design by Formulas* a partir de las pautas dadas en este estándar y, además, se dimensionará a través de los fundamentos teóricos de la Teoría de la Membrana (*Design by Analysis*) considerando la máxima tensión permitida en esta norma.

- Eurocódigo 9 EN 1999: Proyecto de Estructuras de Aluminio

El objeto de este proyecto es comparar los resultados obtenidos por dichos métodos y la complejidad de su desarrollo, con el fin de establecer las ventajas económicas, tanto en material como en horas de ingeniería, que puedan presentar unos sobre otros.

1.4 Estructura del documento

Este proyecto se estructura en 6 capítulos y 7 anexos de cálculos que se detallan a continuación:

Capítulos

- I. Introducción
- II. Estado del arte y estudio comparativo de normativas para el diseño de estructuras de aluminio
- III. Diseño de un tanque de almacenamiento de aluminio: Descripción del depósito
- IV. Diseño de un tanque de almacenamiento de aluminio: Cálculos basados en la norma ASME B96.1-1999
- V. Diseño de un tanque de almacenamiento de aluminio: Diseño según Eurocódigo 9-1999
- VI. Comparación de resultados y Conclusiones

Anexos

- I. Cálculos del diseño según ASME B96.1. Criterio de tensión máxima admisible
- II. Cálculos del diseño según ASME B96.1
- III. Cálculos del diseño según EC9. Hipótesis Compuestas
- IV. Cálculos del diseño según EC9. Resistencia
- V. Cálculos del diseño según EC9. Estabilidad
- VI. Cálculos del diseño según EC9. Solución Óptima. Resistencia
- VII. Cálculos del diseño según EC9. Solución Óptima. Estabilidad