

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

### **PROF: MACEDO, Silvana**

---

#### **CLASIFICACION DE LAS TORRES.**

Existen diversos tipos de torres de celosía construidas para soporte de antenas de televisión, soporte de tanques elevados de almacenamiento de agua, antenas celulares, microondas etc.

Estas pueden definirse de acuerdo a su estructura por diversos parámetros:

- Tipo estructural
- Sección transversal
- Elementos constructivos

#### **TIPO ESTRUCTURAL**

Las torres pueden clasificarse en 2 tipos:

- Torres autosoportadas
- Torres Atirantadas

Las torres autosoportadas se apoyan en la tierra o sobre edificios y se comportan como vigas en voladizo frente al viento y las cargas sísmicas. El peso propio actúa de forma favorable a la estructura, por lo que la torre y sus elementos requieren menor sección transversal que las vigas en voladizo. Las torres más eficientes son las construidas con elementos lineales de acero en forma de celosía. El uso de las celosías evita la exposición de una superficie llena y plana a

la acción del viento permitiendo mayor ligereza con rigidez suficiente. Las torres atirantadas permiten mayor ligereza y menor consumo de material que las torres autosoportadas. Normalmente estas se encuentran arriostradas mediante cables (vientos) en tres direcciones radiales a diferentes niveles de altura de la torre. Tienen una sección triangular en planta. Estas torres tienen el inconveniente de necesitar mucho espacio o terreno circundante a la

torre para el anclaje adecuado de los vientos y pueden necesitar grandes bloques de cimentación para el anclaje de los cables. Por otra parte el efecto de las antenas parabólicas y pantallas es más dañino en ellas que en las torres autosoportadas.

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

### **PROF: MACEDO, Silvana**

#### **SECCIÓN TRANSVERSAL**

Las torres pueden clasificarse en varios tipos:

- Sección cuadrada
- Sección rectangular
- Sección triangular

Las torres de celosía más comunes son de sección cuadrada o triangular.

Las primeras llevan más consumo de materiales que las triangulares pero tienen mayor rigidez a la torsión.

#### **ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS**

La mayoría de las torres se agrupan en dos tipos con relación a sus elementos:

- Elementos angulares
- Mixtas (usan elementos angulares y elementos en forma de tubo)

La unión entre los elementos componentes de la torre se realiza por medio de pernos y planchuelas.

En ocasiones se utilizan elementos tubulares tanto para las patas como para los elementos diagonales pues estas tienen un comportamiento frente al viento muy favorable. Esto permite a su vez menor consumo de material y por ende mayor economía, sin embargo los detalles de las conexiones suelen compensar la economía de material e incluso incrementar el costo de las torres

#### **COMPONENTES Y MIEMBROS ESTRUCTURALES DE LA TORRE METALICA.**

##### Altura de la torre

La altura de las torres se fija normalmente por los requerimientos. Para tanques elevados esta altura varía generalmente desde los 10 metros hasta los

220 metros.

##### Sección transversal

Debe decidirse de acuerdo al espacio disponible, a la altura fijada de la torre y a los requerimientos del tipo y requerimiento de las torres.

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

### **PROF: MACEDO, Silvana**

Ancho de la base. La distancia centro a centro de las patas en la base de la torre depende de la magnitud de las cargas, de la altura de la torre.

Torres de gran abertura en la base implican un menor costo de cimentación y menor dimensión de las patas de la torre sin embargo los elementos de arriostre deben ser más largos y de mayores dimensiones.

Ancho del tope. En torres triangulares puede variar entre 400 y 500 mm, mientras que en torres de sección cuadrada el ancho mínimo en el tope debe estar comprendido entre 1500 y 1750 mm. Debe tenerse en cuenta que en cualquiera de los casos en ancho mínimo debe permitir la colocación de la escalera.

En torres atirantadas debe fijarse la distancia entre vientos y los niveles de estos con el fin de lograr el mejor comportamiento estructural. La mayoría de las torres atirantadas trabaja con vientos cuyo ángulo de inclinación con respecto a la torre varía entre 30 y 60 grados. Siendo el ángulo más eficiente el de 45 grados.

#### Secciones de las barras

Las más utilizadas son las secciones angulares tanto para las patas como para los otros elementos de la estructura. Generalmente las dimensiones de los perfiles angulares varían desde 30 mm a 150 mm.

Las patas a veces se construyen con elementos circulares que presentan muy buen comportamiento y se combinan con angulares para los tranques y diagonales.

Los elementos deben cumplir requerimientos de esbeltez máxima para garantizar un trabajo eficiente. Estos valores oscilan entre 120 y 350 para diferentes códigos.

#### Índice de área expuesta al viento o relación de solidez

El índice de área expuesta al viento viene dado por la relación entre el área neta de una cara de la torre y el área bruta, entendiendo por área neta la suma de las áreas determinadas a partir de la sombra que proyecta la estructura y el área bruta el área de la cara como si fuera maciza. Estos valores oscilan entre 0.1 y 0.6 para la mayoría de las torres.

#### Efecto de protección sobre la cara a sotavento

En las estructuras reticuladas conformadas por varias cerchas y en el caso de las torres de celosía, se produce un efecto de protección de la cara expuesta directamente al viento sobre la cara opuesta. Este efecto se tiene en cuenta a través del coeficiente de forma global. Este valor depende de la distancia entre las caras, de la relación de solidez y de la forma de la sección transversal de la torre.

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

### **PROF: MACEDO, Silvana**

Para torres de sección cuadrada este valor es mayor que en torres de sección triangular.

Angulo de incidencia del viento con respecto a los elementos El ángulo de incidencia se tiene en cuenta a través de los coeficientes de forma aplicados a cada elemento de acuerdo a su geometría. Los elementos de aristas vivas ofrecen mayor resistencia al viento que los de aristas redondeadas.

Estos valores se obtienen por medio de estudios experimentales en túnel de viento y se recogen en la mayoría de las normas de viento.

#### Orientación de la estructura con relación a la dirección de viento

La variación de la fuerza de viento sobre la estructura de acuerdo a la dirección del viento se tiene en cuenta a través de un coeficiente de forma global.

Para torres de sección cuadrada se considera el viento en dos direcciones fundamentales: normal a una cara y en dirección diagonal. Para torres de sección triangular se consideran tres direcciones: normal a una cara, paralela a una cara y en la dirección de la bisectriz.

#### Presencia de cables, antenas y accesorios en la torre.

La presencia de antenas, cables y accesorios puede afectar de forma notable la acción del viento sobre la torre. Aquellos elementos que no forman parte de la estructura de la torre pero que son elementos de agarre, balcones, escalera, etc. deben tenerse en cuenta sumando el área neta por el correspondiente coeficiente de forma al igual que con los elementos de la torre En el caso de cables debe tenerse en cuenta cuando su arreglo dentro de la torre pues puede llegar aumentar considerablemente el área expuesta y por tanto el índice de área expuesta o relación de solidez

#### CONEXIONES Y UNIONES DE LOS MIEMBROS.

##### **SOLDADURAS**

Según el caso, los electrodos y fundentes para soldadura, cumplirán con la última edición de una de las siguientes normas que se consideren para el diseño. Electrodos de acero al carbono, recubiertos para soldadura por arco eléctrico. Electrodos de acero de baja aleación, recubiertos, para soldadura por arco eléctrico. Electrodos de acero al carbono para soldadura, por arco con electrodo tubular continuo. La certificación del fabricante constituirá suficiente evidencia de conformidad con las especificaciones.

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

### **PROF: MACEDO, Silvana**

#### **PERNOS**

Los pernos conectores de cortante, cumplirán con los requisitos de los artículos relativos del Código de Soldadura Estructural, AWS D1.1 de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS). La certificación del fabricante constituirá suficiente evidencia de que el material cumple con el código.

#### **NORMAS Y CÓDIGOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL ESPECIFICACIONES LRFD Y REQUISITOS DE RESISTENCIA.**

Un diseño satisface los requisitos de esta Especificación cuando la resistencia de cálculo de cada uno de los componentes estructurales es mayor o igual que la resistencia requerida determinada en base a las cargas nominales, multiplicadas por los factores de carga correspondientes, para todas las combinaciones de cargas aplicables.

El diseño se debe satisfacer la siguiente ecuación:

$R_u \leq \phi R_n$  Dónde:  $R_u$  = Resistencia requerida  $R_n$  = Resistencia nominal

$\phi$  = Factor de resistencia

$R_n$  = Resistencia de cálculo.

#### **CARGAS DE CONSTRUCCIÓN**

Consiste en la determinación de todas aquellas acciones que pueden afectar la estructura durante su vida útil, ocasionando en ella efectos significativos. Resulta la parte más importante y difícil que enfrenta un proyectista de estructuras, pues de la estimación de las cargas depende el diseño. No debe obviarse la posibilidad de actuación de cualquier carga para permanecer del lado de la seguridad, además con el tiempo podría cambiarse el uso de la estructura y podría estar sometida a otro tipo de solicitaciones, todo esto debe tenerse en cuenta, a más de una adecuada combinación de cargas, con el fin de determinar la condición más desfavorable de actuación de las mismas y a las que podría estar sometida la estructura en algún momento.

#### **EL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL**

##### **VENTAJAS:**

##### **ALTA RESISTENCIA**

Su resistencia por unidad de peso es relativamente baja, es decir las estructuras son más ligeras, lo cual puede ayudar mucho en la construcción.

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

**PROF: MACEDO, Silvana**

### **ELASTICIDAD**

En relación con otros materiales el acero se comporta de manera más parecida a las hipótesis de diseño que siguen la ley de Hooke, además se pueden calcular ciertas propiedades exactamente como es el caso de momentos de inercia, que para otros materiales son imprecisos.

### **DURABILIDAD**

El avance en cuanto a la metalurgia nos ha demostrado que el acero en condiciones adecuadas puede durar indefinidamente, pudiendo así reducir el costo e incluso eliminar el uso de pinturas protectoras.

### **DUCTILIDAD**

Un material dúctil tiene la capacidad de resistir grandes deformaciones ante la presencia de tensiones sin fallar, es así que el acero con bajo contenido de carbono, puede resistir dichas tensiones alargándose y disminuyendo su sección en el punto de falla, antes de que ocurra la fractura.

Estas grandes deformaciones además son indicadores de los puntos donde se pueden producir las fallas, dando tiempo suficiente para la prevención de accidentes.

### **TENACIDAD**

El acero estructural es capaz de resistir grandes fuerzas a pesar de encontrarse ya deformado, lo cual es muy importante debido a que permite su manipulación en el momento de montaje y elaboración, un material tenaz se define como el que tiene la capacidad de absorber energía en grandes cantidades.

### **RESISTENCIA A LA FATIGA**

La respuesta del acero ante ciclos de carga y descarga es muy alta, por lo que el acero se convierte fácilmente en un material resistente a la fatiga.

### **RAPIDEZ DE MONTAJE**

En obras metálicas, el tiempo de construcción se ve disminuido gracias a que este es de fácil y rápida colocación.

### **AMPLIACIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES**

Las estructuras de acero son fácilmente ampliables, ya que se puede añadir partes a una estructura ya existente.

# **ESTRUCTURA Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES**

## **1° AÑO CICLO SUPERIOR**

**PROF: MACEDO, Silvana**

### **CONEXIONES**

Para la unión de los miembros de acero, existen una gama de conexiones, atornilladas, soldadas, remachadas, etc. Las cuales además son de rápida realización.

**FABRICACIÓN.** Tiene una gran capacidad de laminarse y fabricarse dando lugar a una gran gama de tamaños y formas.

**RECICLABLE.** El acero es reutilizable en algunos casos, e incluso tiene la posibilidad de venderlo como chatarra.

### **DESVENTAJAS:**

**COSTO DE MANTENIMIENTO** Muchos de los aceros son fácilmente sensibles al medio ambiente, si están expuestos al agua, aire, etc., por lo que deben protegerse continuamente por medio de pinturas especiales, lo que agranda el costo de la obra.

**VULNERABILIDAD ANTE EL FUEGO** Aunque los miembros estructurales son incombustibles, muchas de sus propiedades se ven disminuidas ante la presencia de calor generadas por posibles incendios, además de que el acero es un excelente conductor de calor lo que causa que este incremento de temperatura se distribuya a través de todo el miembro y sus adyacentes.

**SUSCEPTIBILIDAD AL PANDEO** Mientras más largos y esbeltos son los miembros que están sujetos a compresión, más posibilidades tienden a pandearse, es por esto que el acero no

es muy económico al usarse como un miembro a compresión, es decir como una columna.

### **FRACTURA FRÁGIL**

En el acero estructural se puede presentar fallas frágiles, predominando así en lugares en donde predominan temperaturas bajas. Haciéndolo no un material recomendado para esas zonas