



*DISEÑO Y CÁLCULO DE LA TORRE Y LA  
CIMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR*

**2. RESUMEN**

**DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO**

NOMBRE: IÑAKI  
APELLIDOS: NÚÑEZ AYALA

FDO.:  
FECHA: 06-02-2015

**DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA**

NOMBRE: PEDRO  
APELLIDOS: ARRIAGA BAYO  
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA NUCLEAR Y MECÁNICA DE  
FLUIDOS

FDO.:  
FECHA: 06-02-2015

El objeto del estudio consiste en el diseño y el cálculo de la torre y de la cimentación de un aerogenerador. El aerogenerador formará parte de un parque eólico que constará de 9 aerogeneradores ubicado en la zona de pico Bedures y Pico El peñón, en el municipio de Vegadeo, perteneciente a la comunidad autónoma de Asturias.

La torre de un aerogenerador, que oscila generalmente entre 40 y 140 metros de altura, es de vital importancia puesto que es el soporte del sistema. Esto significa que tiene que ser capaz de sostener toda la estructura, aguantando las cargas del viento y los esfuerzos que se producen en la torre a consecuencia de éste y del peso tanto de la góndola y de las palas. Esto requiere un profundo estudio en el que intervienen elecciones de altura, diámetro, espesor, y materiales. El estudio se centrará en:

- Selección del material más adecuado para el diseño de la torre.
- Cálculo y selección de la altura de la torre, que deberá soportar las cargas a las que será sometido, así como cumplir con todos los análisis establecidos por la norma.
- Cálculo y selección de los diámetros y espesores, tanto en la parte superior de la torre como en la base, de tal forma que cumplan con los estados límite últimos y de servicio.

Para la realización del dimensionamiento sea adecuado y cumpla con los requisitos necesarios, una vez se han obtenido todas las cargas y realizado las combinaciones necesarias, aplicando los coeficientes de seguridad, se deberán realizar las siguientes comprobaciones:

- La máxima resistencia de la torre ante viento extremo.
- La deformación lateral o flecha de la torre.
- Pandeo de la torre debido al peso de sus componentes.

- La rigidez de la torre (frecuencia natural de vibración) para evitar problemas de frecuencia debida a la resonancia con la velocidad de giro de otros elementos.
- Resistencia a fatiga de la torre debida al cambio de dirección del viento.

Una vez realizadas todas las comprobaciones y seleccionadas las dimensiones que se estimen oportunas de tal forma que respeten todos los análisis y se encuentren dentro de los límites tanto de transporte como de montaje, se realizará una comprobación más realista mediante la aplicación de elementos finitos del programa SOLIDEDGE.

Las comprobaciones que se realizarán mediante elementos finitos serán:

- La máxima resistencia de la torre.
- La deformación lateral o flecha de la torre.

Y los pasos a seguir en el programa para la realización de las comprobaciones serán:

- Identificar el problema, geometría y propiedades de los materiales
- Definir la geometría del modelo
- Mallar el modelo con elementos finitos
- Aplicar condiciones de contorno al modelo
- Aplicar cargas
- Definir las propiedades del material
- Representar, interpretar y evaluar gráfica y numéricamente los resultados del análisis
- Modificar el modelo si fuera necesario, y repetir el análisis

Una vez determinadas las dimensiones de la torre se deberán calcular tanto las dimensiones de la zapata así como la cantidad de armadura necesaria en la cimentación para soportar los esfuerzos que se crean en ella.

La cimentación deberá garantizar la estabilidad de la estructura y asegurar una transmisión de cargas al terreno con la adecuada intensidad para que esta no colapse. A pesar de no existir un consenso sobre el tipo de cimentación idónea para los aerogeneradores, para nuestro aerogenerador se realizará un estudio sobre la cimentación de geometría circular con el fin de calcular y determinar las dimensiones de la misma que asegurando la estabilidad de la torre contenga menor cantidad de volumen de acero por lo que el gasto económico sea el menor posible.

Así para determinar las dimensiones de la zapata, se deberán realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobación para evitar el vuelco
- Comprobación para evitar el deslizamiento
- Comprobación para evitar el hundimiento de la zapata.

Además según se especifica en la “instrucción de hormigón estructural (EHE-08), aprobado por el real decreto 2661/1998 del 11 de diciembre, se calcularán las cantidades de armadura necesaria para asegurar que la cimentación soportará las tensiones a las que será sometida, y serán:

- Armadura anular y radial inferior
- Armadura anular y radial superior
- Armadura a cortante
- Comprobación a punzonamineto

Una vez calculadas las dimensiones tanto de la torre como de la cimentación, se diseñaran ambas de forma que queden totalmente especificadas sus geometrías.

A parte de los elementos principales también se han diseñado los elementos de unión que consistirá, en los siguientes elementos:

- Virola de cimentación: Servirá de unión entre la torre y la cimentación
- Bridas: Servirán de unión entre los tres tramos de la torre
- Tornillos, arandela y tuercas: Se utilizarán para unir las bridas de tal forma que los tramos de las torres queden totalmente anclados unos a otros.