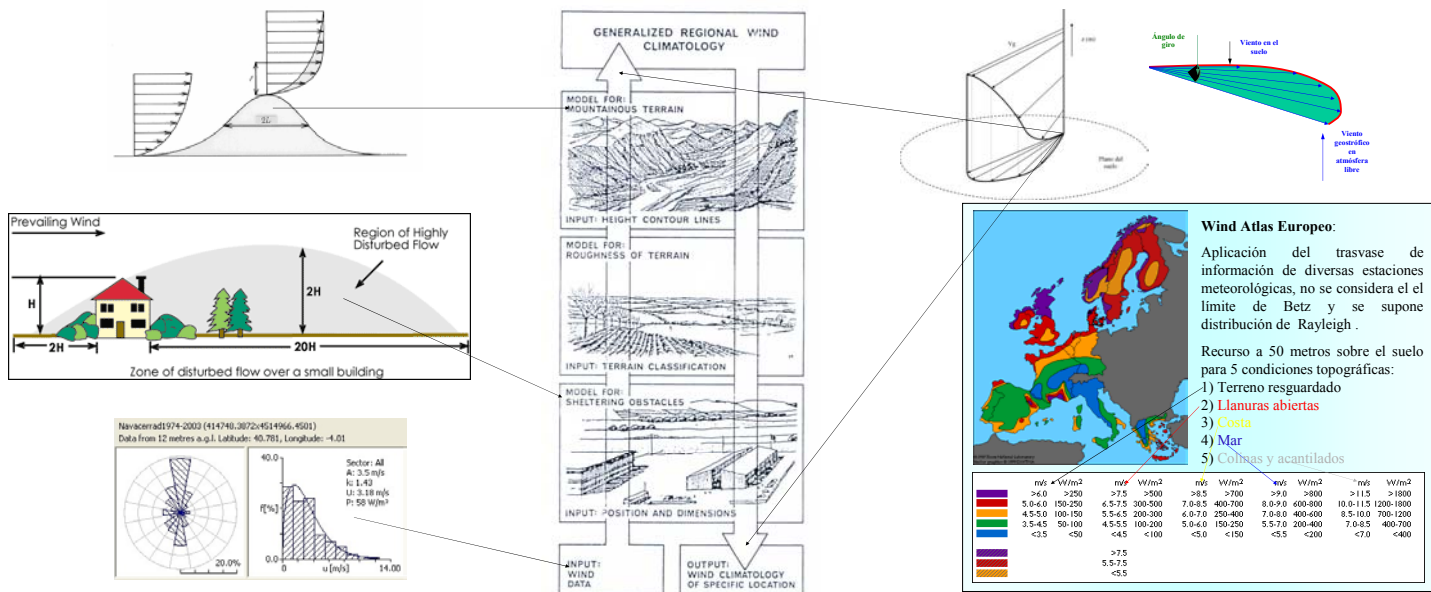


EFFECTOS TOPOGRÁFICOS EN EL RECURSO EÓLICO

Para el diseño de parques eólicos es de interés conocer la producción de energía eléctrica de las turbinas eólicas, o aeroturbinas, así como las cargas que pueden sufrir las mismas limitando su vida útil. La producción de energía está ligada a la intensidad del viento incidente, y la vida útil de las aeroturbinas al grado de agitación turbulenta del viento. El grupo de Mecánica de Fluidos Aplicado a la Ingeniería Industrial de la UPM, ha desarrollado programas informáticos para estimar la magnitud del viento y la intensidad de la turbulencia, en función de las características del terreno y de la distribución de las turbinas en el parque eólico, utilizando para ello modelos numéricos que simulan el movimiento turbulento de los fluidos.

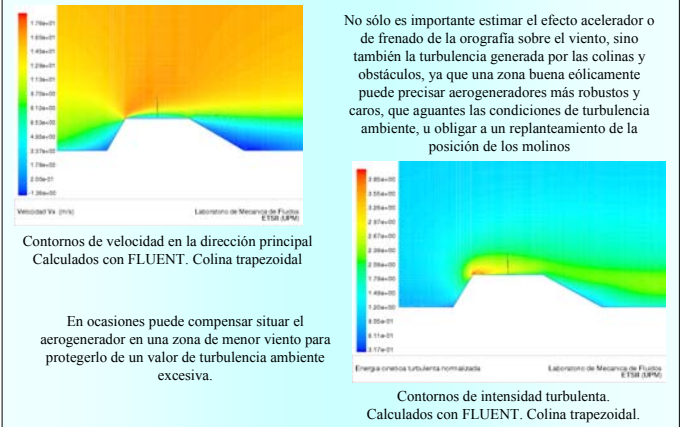
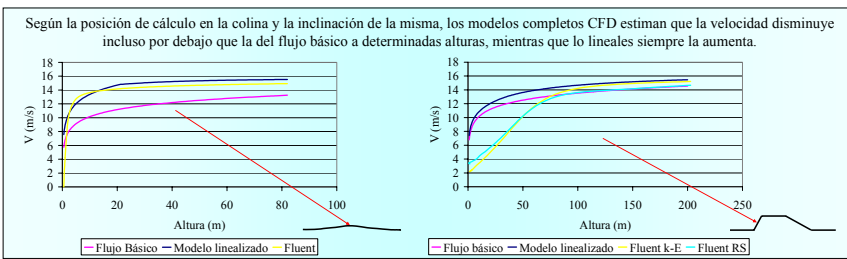
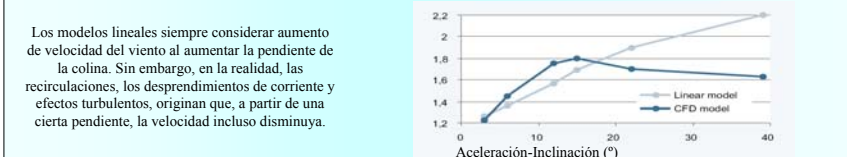
Para el estudio del recurso eólico debe partirse de los datos de una estación meteorológica, los cuales se tratarán adecuadamente para obtener el viento regional a cotas altas que no está afectado por orografía, usos del terreno u obstáculos. Dicho viento será el que se aplicará a la zona de interés, modificándolo con su orografía, uso del terreno y obstáculos concretos.



La orografía es fundamental para evaluar el recurso eólico. Por ejemplo, en la cumbre de una montaña es de esperar más viento y se producirá más potencia pero detrás de la colina los niveles de turbulencia serán mayores y sufrirán más las turbinas. Distintos métodos estiman la influencia de la orografía:

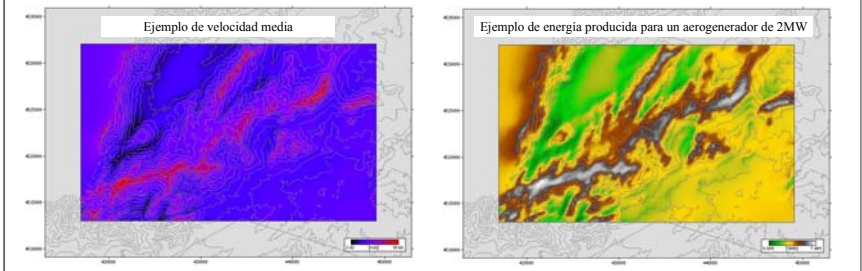
- a) Estudio de indicadores (biológicos, topográficos o geológicos)
- b) Modelos experimentales (generalmente con simulación en túnel aerodinámico)
- c) Modelos numéricos: son los más ampliamente empleados, aunque presentan muy diverso grado de complejidad.
 - c.1) CFD, los de validez más general. Resuelven las ecuaciones completas que rigen el movimiento fluido, incluyendo modelos para simular la turbulencia. Suelen requerir ordenadores de gran tamaño y mucho tiempo de cálculo.
 - c.2) Los linealizados requieren recursos informáticos más asequibles pero que son de aplicación más limitada y dan información insuficiente (nunca la turbulencia) o hasta errónea en terrenos complejos, como sucede en muchos casos en España.

El laboratorio de Mecánica de Fluidos de la ETSII ha desarrollado diversos modelos numéricos y hecho aplicación de otros existentes, aplicándolos en terrenos de diferente grado de complejidad para estimar el comportamiento del viento en lugares concretos de parques eólicos donde hay obstáculos o configuraciones de orografía complicada que afectan de forma importante al viento, en particular a la cortadura y a las características de la turbulencia. Se ha utilizado un modelo numérico, empleando el programa comercial FLUENT, que resuelve las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento con un cierre k-ε para estimar los efectos de la turbulencia; lo que implica que hay que resolver dos ecuaciones adicionales más: la ecuación de conservación de la energía cinética turbulenta, k, y la ecuación de conservación del ritmo de disipación de la energía cinética turbulenta, ε. Se suele considerar flujo incompresible, por lo que no es necesario resolver la ecuación de la energía. En conjunto, este es un sistema de 6 ecuaciones en derivadas parciales, para seis incógnitas: las tres componentes de la velocidad, la presión, k y ε. El problema se supone estacionario en media y se emplea una ley logarítmica de velocidad para poner las condiciones de contorno en el suelo y definir el flujo incidente. El modelo simplificado UPMORO supone flujo potencial a una cierta altura sobre el suelo y hace adaptación a las condiciones en el mismo a través de una serie de capas intermedias cuyo espesor depende de la rugosidad del terreno y del tamaño del obstáculo. En principio, este modelo sólo es válido para configuraciones orográficas poco complejas, que supongan una pequeña perturbación respecto a un plano horizontal. Sin embargo, al ser el modelo similar al utilizado por WAsP, programa comercial de amplia utilización aunque no siempre apropiado, se ha comparado los resultados con el modelo FLUENT más completo, en situaciones en que este último sea de dudosa aplicabilidad. Uno de los objetivos de los trabajos ha sido determinar los límites de validez de los métodos simplificados. Debe resaltarse que los costes de tiempo y recursos de cálculo son varios órdenes de magnitud superiores en el caso del modelo completo a los que se necesitarían en el simplificado, y, que por tanto, siempre que sea posible, conviene utilizar este último.



Una vez estimado el viento en una posición, empleando las características proporcionadas por el fabricante de los aerogeneradores, se puede estimar la producción de la máquina. Adicionalmente debería considerarse el efecto de las estelas del resto de aerogeneradores del parque en la reducción de la producción de cada máquina.

Los aerogeneradores típicos actuales tienen una potencia nominal de más de 2MW, altura de buje de 80m y diámetro de pala de 90m.



La energía calculada se ve afectada por una serie de factores adicionales que generalmente contribuyen a disminuirla:

- Disponibilidad :mantenimiento y reparaciones, > 95%.
- Rendimiento eléctrico: pérdidas del generador y otras componentes eléctricas, > 95 %
- Heladas y ensuciamiento de las palas que originan que el perfil cambie de forma y pierda sus características aerodinámicas 98%.
- Retardo en el tiempo de respuesta del control de orientación, para evitar cargas giroscópicas, 98%.
- Histéresis por viento mayores que la velocidad de corte, entre el 98% y 99%.