

Annex F: Manual of the program

EQWIGUST

El programa EQWIGUST genera rachas de viento equivalente a partir del espectro de ese proceso. El programa tiene varias solapas en las cuales se seleccionan los parámetros del viento que se quiere analizar. A continuación se presentan las secciones del programa.

Para poder utilizar el programa interactivo para visualizar datos de estaciones meteorológicas mundiales, es necesario tener instalado en el ordenador el visor gratuito Mathematica Player™ o bien la versión 7 del programa de pago Mathematica™. El proceso para instalar el visor gratuito Mathematica Player™ se puede consultar en el anexo B

F.1. Espectro del viento equivalente

En esta pestaña se caracteriza el viento en el emplazamiento a estudiar. Un proceso normal está caracterizado totalmente por el espectro, por lo que este apartado consiste en fijar el tipo de espectro a utilizar (Kaimal, Karman, Davenport,...) y sus parámetros asociados. En general, los parámetros originales de cada espectro se han convertido a la nomenclatura utilizada en la norma IEC 61400-1. En vez de las longitudes de escala utilizadas en los espectros de Kaimal, Karman, Davenport,... se ha utilizado la escala espacial de la turbulencia Λ_1 . La turbulencia se obtiene multiplicando el viento a la altura de la turbina por la intensidad de turbulencia.

Selección del tipo de espectro según las características del emplazamiento

Wind spectrum type: Comparing Von Karman, Kaimal & IEC 61400

Wind at hub height U_{∞} : 10

Intensity Turbulence at 15 m/s, $I_{15 \text{ m/s}}$: 0.14

Length Λ_1 ($\Lambda_1 = 42 \text{ m}$ in IEC 61400-1): 42

Rotor Filter Utilizar viento equivalente

Rotor radius R: 41

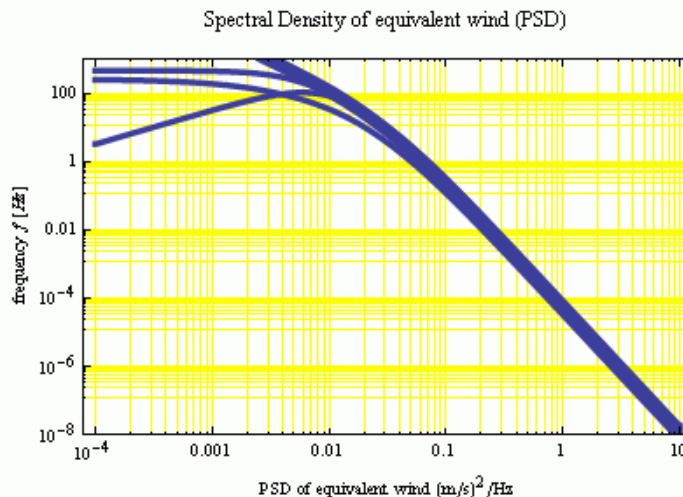
Velocidad U_{∞} aguas arriba del parque eólico

Intensidad de turbulencia $I_{15 \text{ m/s}}$ según IEC 61400-1

Escala espacial de la turbulencia Λ_1

Radio de la turbina

Rotor filter => first order low pass filter with $f_{\text{cut}} = 0.1224 U_{\infty} / R = 0.0298537 \text{ Hz}$.



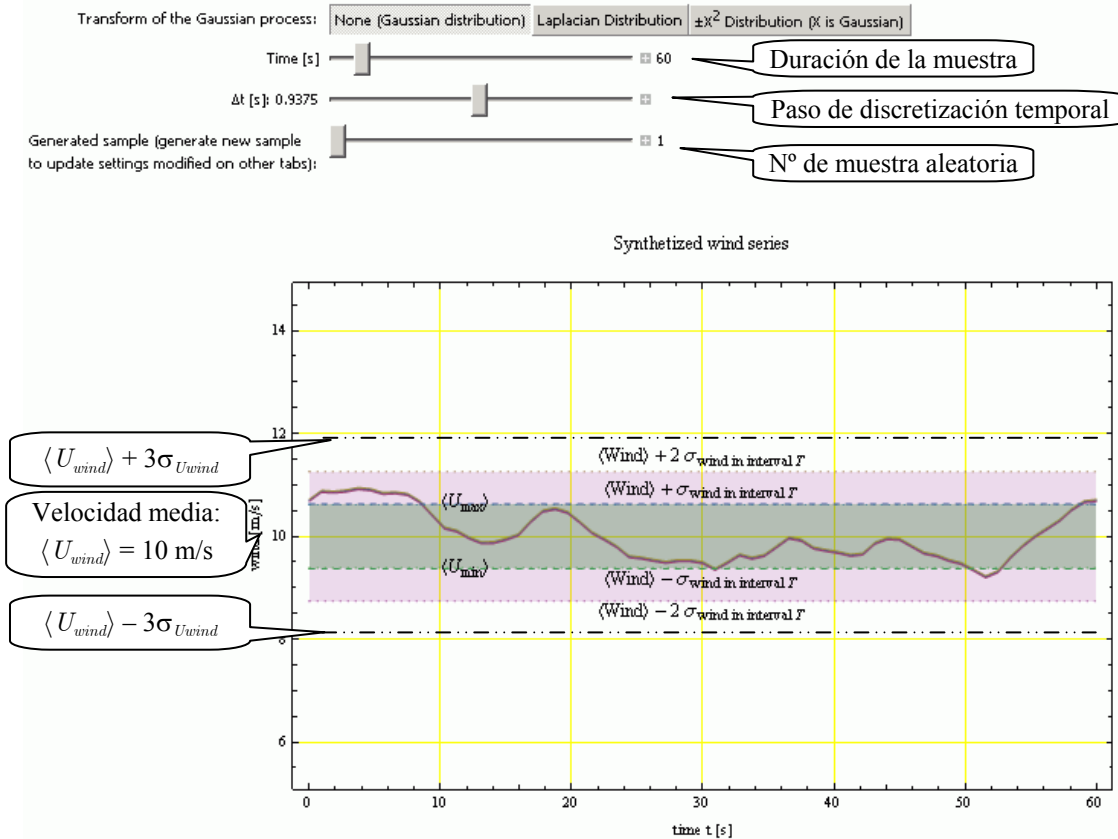
Cuando en el programa se escoge aplicar el filtro rotórico, el espectro del viento se filtra para representar la diversidad espacial en el área rotórica. Actualmente, el programa aplica un filtro paso-bajo de primer orden, pero en un futuro próximo se habilitará la selección de un filtro de primer (el referido por la literatura y que implica

un promediado a lo largo de las palas) o de segundo orden (más de acuerdo con los datos experimentales obtenidos y que representaría un filtrado a lo ancho del área barrida).

F.2. Generación de serie aleatoria de viento equivalente

En esta pestaña se sintetizan rachas de viento equivalente sin imponer ninguna condición especial. Es decir, correspondería a un intervalo cualquiera de los que se miden con un anemómetro.

Los controles sirven para ajustar la transformación del proceso normal, la duración de la muestra sintetizada, el paso de discretización temporal. El control del número de muestra aleatoria sirve para generar rachas distintas.



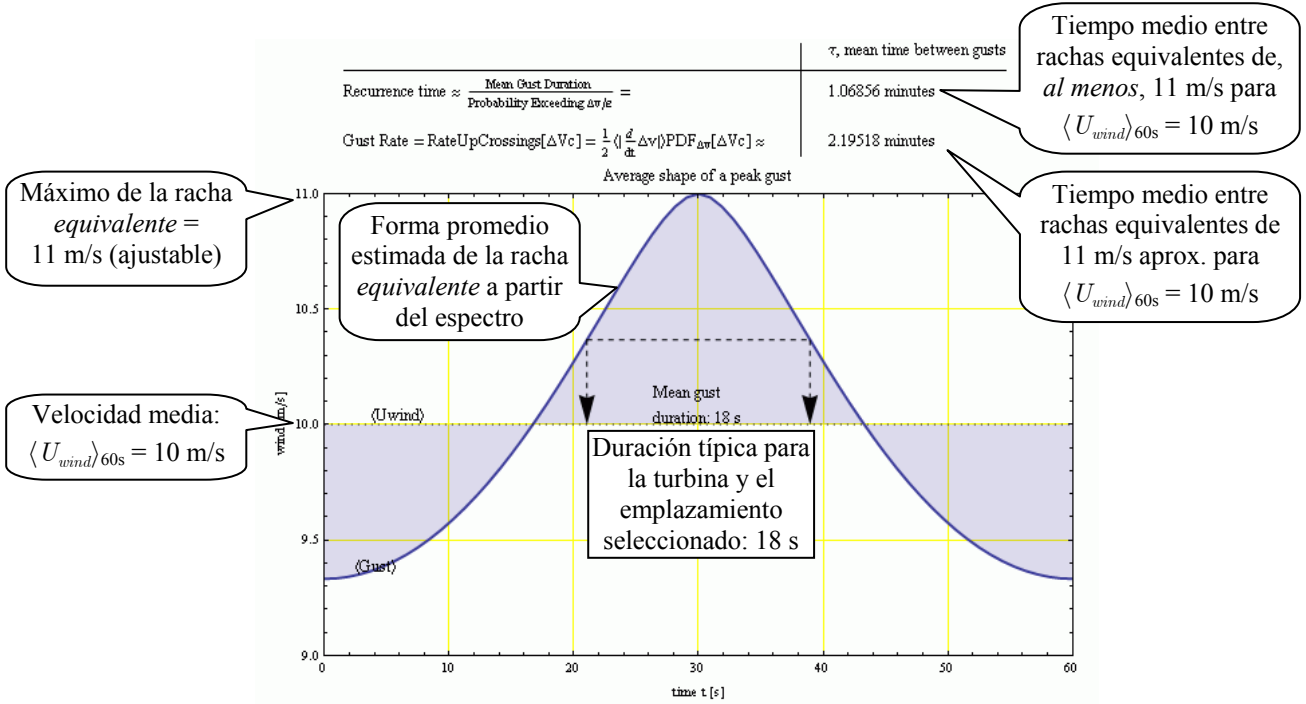
F.3. Forma promedio de racha tipo pico

La forma de una racha pico, en un proceso normal, no depende de su amplitud. Por ello resulta interesante analizar dicha racha y sus parámetros (duración típica, rampa de subida y bajada, energía contenida en la racha,...).

La solapa de la forma media de la racha pico indica no sólo cómo es la racha, sino que da la frecuencia estimada de ocurrencia. Esta frecuencia es bastante fiable para rachas convencionales, pero puede presentar errores importantes para rachas extremas, las que se producen menos de una vez a la semana. Además, el proceso es simétrico en el tiempo (la racha tiene la misma forma si se visualiza cámara adelante o atrás). Sin embargo, medidas experimentales indican que la rampa de subida es más pronunciada y la de bajada es más tendida.

Una característica interesante a citar es que la racha de viento equivalente tiene una forma bastante menos picuda que la del viento convencional. Si no se hubiera elegido aplicar el filtro rotórico, la racha correspondería a viento convencional y su forma sería considerablemente más impulsiva. Esto se debe a que el espectro del viento equivalente tiene un menor contenido de frecuencias altas (la frecuencia de corte en una turbina multimegawatio es del orden de algunas centésimas de hercio).

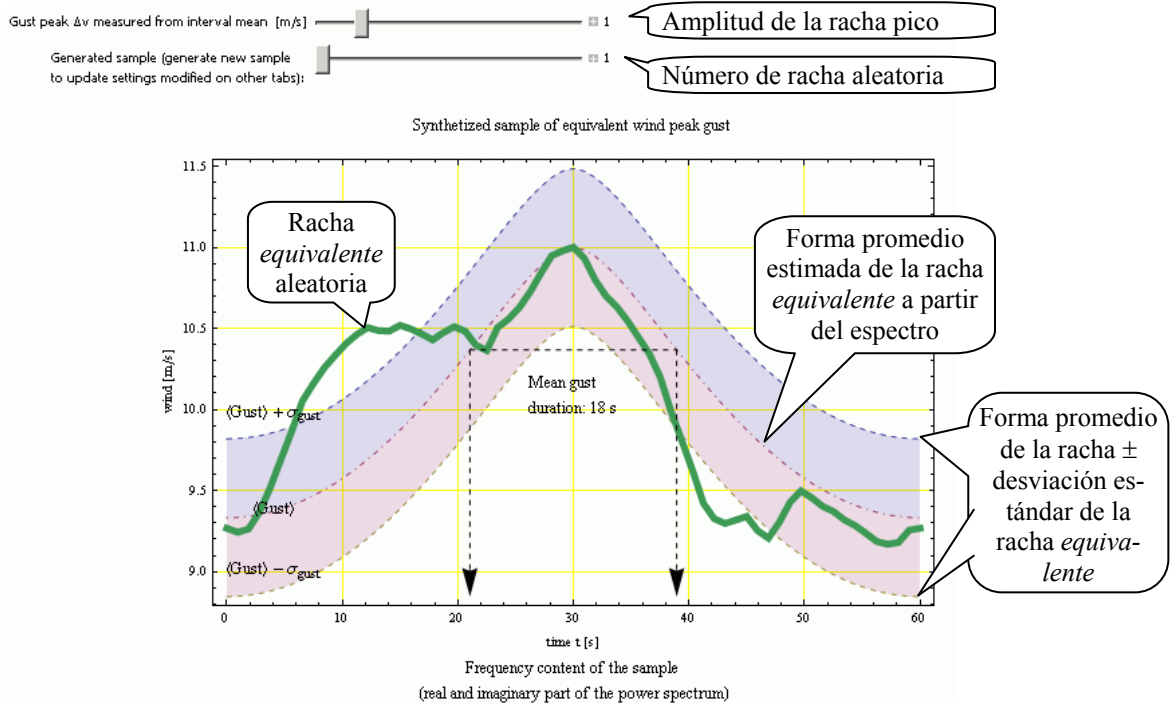
La norma IEC 61400-1, sobre la seguridad estructural de las turbinas, recomienda utilizar una racha tipo pico que se parece bastante a la racha de viento equivalente mostrada en la figura anterior. Las rachas medidas en campo son más impulsivas, pero la norma utiliza implícitamente una racha de viento equivalente para analizar la seguridad estructural de la máquina.



F.4. Generación de racha tipo pico aleatoria

En esta solapa se muestra una muestra aleatoria de una ráfaga pico, superpuesta a la forma promedio más/menos la desviación estándar del viento. El control del número de muestra aleatoria sirve para generar rachas distintas. De esta forma se puede comprobar la variabilidad en la forma de las rachas.

En la figura siguiente se puede observar que aunque la amplitud de la racha es de 1 m/s respecto la media de la racha (10 m/s), el recorrido del viento es de 1,7 m/s. Esto se debe a que el periodo utilizado para generar la racha es de solo tres veces la duración media de la misma.



F.5. Generación de racha tipo rampa aleatoria

En esta solapa se muestra una muestra aleatoria de una ráfaga tipo rampa, superpuesta a la forma promedio más/menos la desviación estándar del viento. La rampa de la racha se define por un intervalo de tiempo Δt y el salto de velocidad, Δv .

La forma de la racha depende de la rampa de la racha, $\Delta v/\Delta t$. Es decir, la racha tiene una duración típica para cada rampa. Además, la solapa da información adicional sobre la misma

El control del número de muestra aleatoria sirve para generar rachas distintas. De esta forma se puede comprobar la variabilidad en la forma de las rachas.

En la figura siguiente se puede observar que aunque se ha seleccionado una rampa de duración $\Delta t = 1$ s y amplitud $\Delta v = 0,25$ m/s, la duración típica es del orden de unos 10 s.

la amplitud de la racha es de 1 m/s respecto la media de la racha (10 m/s), el recorrido del viento es de 1,7 m/s. Esto se debe a que el periodo utilizado para generar la racha es de solo tres veces la duración media de la misma.

