

*Capítulo* **9**  
**Conclusiones**

---

Los beneficios de una red eléctrica mallada son indiscutibles desde el punto de vista de la continuidad en el flujo de potencia generada, una red mallada es sin duda una red segura. El beneficio económico que nos reporta esta continuidad en la evacuación de potencia debe ser sustancialmente mayor que el desembolso económico que requiere la configuración mallada. Un balance neutro o ligeramente rentable no justificaría la inversión de una red mallada de conexión. Esto es así, porque el análisis con la herramienta RECOENERGY está basado en datos estadísticos en cuanto al número de fallos anuales de los equipos y componentes de un parque eólico. Las tasas de fallos en las instalaciones están basadas en los datos históricos de distintas empresas de mantenimiento de parques eólicos. La tendencia mostrada por estos datos no tiene porque reflejar la realidad de nuestro parque en cuestión. Ante beneficios ligeramente por encima de la recuperación de la inversión, se aconseja no acometer la obra de adecuación del parque eólico a configuración mallada.

Se observa de los resultados obtenidos que cuanto mayor es la potencia instalada del parque eólico en estudio, más rentable es la configuración mallada. El desembolso inicial para la instalación de las líneas de reserva, se pueden dividir en costes fijos y coste variables de la longitud de las líneas.

Una fuerte parte de la inversión la absorben los costes fijos, como son los nuevos cubículos en las celdas de media tensión y toda su aparamenta, los terminales de conexión, etc. Los costes fijos serán similares para una línea que reconecte 2 MW de producción y para una línea que consiga reconectar 20 MW. La segunda línea por pertenecer a un parque de mayor potencia instalada tiene la posibilidad de reconectar bolsas de mayor potencia, con lo cual esta mayor energía que colocamos en el mercado hará recuperar los costes fijos mucho antes que en el primer caso.

El diseño de la red de media tensión afecta sensiblemente a la economía del proyecto tanto en términos de inversión como de pérdidas energéticas por efecto Joule. El diseño mayormente extendido responde a una red radial con secciones crecientes a medida que nos acercamos a la subestación de transformación, dado que cuanto más cerca de la misma mayor intensidad circula por el conductor ya que más aerogeneradores están aportando su potencia.

Este hecho nos restringe de golpe el campo de aplicación, ya que no es posible adecuar un parque ya existente, para su configuración mallada, añadiéndole solo y exclusivamente líneas de reservas. Si a una línea que en la fase de diseño se calculó para conducir una determinada corriente, se le conecta la producción de otras máquinas aportando potencia, estaríamos sobrecargando el conductor.

En el diseño se ajustan los cálculos a la distribución de Weibull del parque con el fin de no sobredimensionar los conductores, incrementando innecesariamente la inversión.

Una forma de disminuir la inversión inicial en cables, es la compra por grandes cantidades, así resultará más rentable la compra de varias bobinas de un cable de gran sección, que comprar todo el abanico de secciones de cable, que se extraen del cálculo ajustado de conductores. Por esta razón se podrían encontrar líneas, en un parque ya existente, que estén sobredimensionadas y sean capaces de transportar la potencia extra de la reconexión de bolsas de potencia.

Acometer la sustitución de conductores es inviable, más aún si las características del terreno permiten que se usen cables directamente enterrados.

La explotación haciendo uso de las líneas de reserva no es la situación normal, y en caso de ser necesaria no es prolongada en el tiempo. Por tanto podría esperarse entonces que los conductores fueran capaces de soportar la sobrecarga, pero no es una práctica que recomendamos aquí, solo citarlo para cada cuál valore esta opción.

Según lo anteriormente expuesto, la planificación mallada de parques eólicos conviene acometerla desde la fase de diseño, donde cambiar un conductor no es más que sustituir valores en un programa o en un papel.

La nueva implantación de parques mallados implica un reajuste en el cálculo de las secciones de las líneas de media tensión. Los circuitos que se conecten por medio de líneas de reservas, verán mayorada su sección en función del número de máquinas que se pretenda reconectar.

Este incremento de sección afecta sensiblemente a la inversión inicial. Por tanto los resultados económicos calculados por el programa, como beneficios, VAN, etc. se ven afectados por este hecho, abogando en algún caso a la inviabilidad del proyecto de red mallada.

Líneas de reserva que conecten finales de circuitos, implican que ante un fallo toda la producción de un circuito se evacue desde la última maquina del otro circuito. Se está incurriendo aquí en un sobrecoste en secciones mayores, en todo el segundo circuito. Diseñar las líneas de reserva para que conecten puntos intermedios de dos circuitos minora la inversión dado que se mejoran las secciones de los conductores solo aguas abajo de la conexión, sacrificando algunas opciones de reconexión.

Los puntos donde la red de MT se ramifique son buenos candidatos para la conexión a ellos de líneas de reserva, dado que las líneas desde estos puntos a la subestación suelen tener grandes secciones debido a la potencia que transportan.

Los resultados del programa son sensibles a dos parámetros principalmente, las tasas de fallo y los tiempos de intervención. Un incremento de un punto porcentual en la tasa de fallo, puede cambiar el panorama de resultados, convirtiendo el proyecto mallado en una garantía para nuestro parque eólico. El tiempo de reposición y el tiempo de reparación pueden oscilar en un amplio abanico temporal, sujetos principalmente a la accesibilidad al terreno y la disponibilidad de recambios. El promotor, socios o inversores deben de estudiar que peso tienen estos dos parámetros en el proyecto. Así, en una zona con difícil acceso, (o especialmente costoso, off-shore), puede estar justificado de antemano el sobrecoste de la red mallada en aras de una mayor fiabilidad.

Atendiendo a todo lo anterior, cabe destacar que más allá de los resultados obtenidos en los casos estudiados, el programa RECOENERGY es una potente herramienta de decisión que se les brinda a los ingenieros de diseño de parques eólicos. En algunos casos dará lugar a la inviabilidad del proyecto mallado, pero en proyectos donde se tenga un matiz distintivo la configuración mallada puede aportar beneficios importantes a lo largo de la vida útil del parque. Por tanto es interesante tomarse unos minutos en la fase de diseño y plantearse la mejor red susceptible de ser mallada y ejecutar RECOENERGY.