



Central termosolar de torre central Gemasolar (Sevilla), propiedad de Torresol Energy, con una potencia de 15 MW. Su sistema de almacenamiento de 16 horas en sales fundidas permite suministrar energía durante las 24 horas del día.

Conclusiones

- El modelo Energía 3.0 (E3.0) caracterizado por el despliegue de eficiencia e inteligencia por el sistema energético y por la cobertura del 100% de la demanda de energía con energías renovables, no solo es técnicamente viable, sino muy favorable respecto a una alternativa de seguir como hasta ahora (BAU), desde todos los puntos de vista: técnico, económico, ambiental y de ocupación del territorio.
- La transición desde el contexto BAU al E3.0 debería producirse tan rápidamente como sea posible, pues cualquier retraso en el proceso de transición conlleva importantes penalizaciones ambientales y económicas.
- Si bien existen recursos renovables suficientes para cubrir la demanda BAU del conjunto del sistema energético en el horizonte considerado (año 2050), la eficiencia e inteligencia resultan elementos imprescindibles para garantizar la sostenibilidad a largo plazo y para limitar los recursos (económicos y de ocupación del territorio) necesarios para proporcionar la cobertura de la demanda.
- La integración y electrificación del sistema energético constituyen elementos fundamentales del despliegue de eficiencia e inteligencia, y permiten reducir de forma muy importante la demanda de energía final y optimizar el aprovechamiento de la generación basada en energías renovables.
- Además del despliegue de inteligencia por el sistema energético, para alcanzar el potencial del contexto E3.0 se necesita también el despliegue de inteligencia por los sistemas político, económico, social y administrativo. En concreto, es fundamental la articulación de los mecanismos que permitan evolucionar de un metabolismo social completamente dependiente de la venta de productos a otro completamente apoyado en la prestación de servicios.
- La cobertura de la demanda con sistemas de generación basados en energías renovables se garantiza con más facilidad gracias a la integración del sistema energético y a la disponibilidad de mecanismos de flexibilidad por el lado de la demanda (gestión de la demanda), que se añaden a los mecanismos de flexibilidad desde el lado de la oferta.
- Para sustituir a los combustibles fósiles en los casos en que la electrificación no es viable o no es la alternativa más apropiada, existen dos opciones disponibles: biomasa e hidrógeno. La elección de la combinación entre ellas debe tener en cuenta distintas consideraciones:
 - La biomasa es un recurso relativamente escaso con muchas aplicaciones posibles, por lo que hay que asignarlo con precaución. En el sistema eléctrico, la aplicación de la biomasa más eficiente es la regulación del sistema eléctrico mediante la hibridación de las centrales termosolares. Pero esta opción se hace mucho menos necesaria cuando se trata de cubrir la demanda total del sistema energético, ya que en este caso hay un exceso de capacidad de generación disponible, debido a las necesidades de producción de hidrógeno.
 - Para asignar la participación de la biomasa en el sistema energético, en este estudio se tienen en cuenta dos criterios. Uno de ellos es minimizar las emisiones de CO₂, priorizando el mayor tiempo de retención del carbono en forma sólida de la biomasa residual, para evitar que al quemarla se produzca la emisión de todo ese CO₂ a la atmósfera; este criterio favorece el uso de las biomásas procedentes de cultivos energéticos. El otro criterio considerado es minimizar la ocupación del territorio, criterio que favorece al hidrógeno

El modelo Energía 3.0 se caracteriza por el despliegue de eficiencia e inteligencia por el sistema energético y por la cobertura del 100 % de la demanda de energía con energías renovables. Demuestra que no solo es técnicamente viable, sino muy favorable respecto a la alternativa de seguir como hasta ahora, desde todos los puntos de vista: técnico, económico, ambiental y de ocupación de territorio.

procedente de electricidad renovable y/o las biomásas residuales o marinas.

- La demanda total de energía final en el contexto E3.0, a pesar del crecimiento de la población y del PIB, para el año 2050 se reduce a un 28,3 % de la del contexto BAU, y a un 44,5 % de la del año 2007. Por sectores, se reduce en el sector edificación al 19,5 % respecto al BAU y al 35,8 % respecto a 2007; en el sector industria, al 47,8 % respecto al BAU y al 60,2 % respecto a 2007; en el sector transporte, al 19,7 % respecto al BAU y al 34,9 % respecto a 2007; en el sector primario, al 68,9 % respecto al BAU y al 81,2 % respecto a 2007; en el sector servicios públicos, al 37,7 % respecto al BAU y al 34,3 % respecto a 2007; y en el sector usos no energéticos, al 80,0 % respecto al BAU y al 62,9 % respecto a 2007.
- Gracias a la eficiencia e inteligencia, la gran electrificación planteada en el contexto E3.0 no conlleva un crecimiento importante de la demanda de electricidad total: la demanda de electricidad directa en el contexto E3.0 para el año 2050 es tan solo un 14 % mayor que la del año 2007 y es tan solo el 57 % de la demanda de electricidad que correspondería al contexto BAU para el año 2050. Por tanto, no haría falta un gran incremento de infraestructuras del sistema eléctrico, aunque deberán adaptarse a un sistema de generación basado en renovables. Y gracias a esta gran electrificación, la demanda de combustibles para el contexto E3.0 es tan solo el 18 % de la correspondiente al contexto BAU en 2050.
- En términos de emisiones de CO₂, el contexto E3.0 permite evitar la emisión de 493 MtCO₂/a en el año 2050, mientras el contexto BAU conduce a un incremento del 24,3 % en las emisiones totales (respecto a 2007). Desde el punto de vista de la compatibilidad con el sistema climático, la opción de un contexto BAU con un mix de generación BAU no es compatible.
- De las tres trayectorias tipo de transición del contexto BAU al E3.0 que se han considerado (retardada, lineal y responsable), el escenario retardado conduce a unos grandes picos del consumo de energía (33,6 % por encima del valor en el año 2007) y emisiones (24,6 % por encima del valor en el año 2007) en torno al año 2030, totalmente incompatibles con la disponibilidad de recursos energéticos y con los límites de emisiones

para evitar un cambio climático catastrófico.

- La transición al contexto E3.0 proporciona un gran potencial de reducción de costes del sistema energético:
 - El coste total del sistema energético en el año 2050 para el contexto E3.0 es tan solo de un 9 % del coste correspondiente al contexto BAU con mix BAU, y un 22 % del correspondiente al contexto BAU con mix 100 % renovable. Entre las dos opciones de demanda del contexto BAU, el coste de la energía con el mix 100 % renovable sería un 49 % del correspondiente al mix BAU en el año 2050, y un 88 % en el periodo 2007–2050.
 - El valor promedio del coste absoluto del sistema energético en el periodo 2007–2050 para el contexto E3.0 es del orden del 30 % del coste correspondiente al contexto BAU con mix BAU. Como comparación, el coste de las primas concedidas para las energías renovables en el régimen especial del sistema eléctrico en el año 2009 constituyen un 1,2 % del ahorro anual promedio que nos proporciona la transición desde el contexto BAU con mix BAU al contexto E3.0.
 - El coste específico de la energía (en promedio de todo el sistema energético) para el año 2050 para el contexto E3.0 es un 30 % del correspondiente al contexto BAU con mix BAU (y un 74 % del correspondiente al contexto BAU con mix 100 % renovable).
 - Si se tienen en cuenta los costes del sistema energético para el año 2050, los recursos económicos liberados para medidas de eficiencia e inteligencia serían de 29 c€/2007/kWh-ahorro, y de 18 c€/2007/kWh-ahorro durante el periodo de transición, muy superior al coste promedio de las medidas de eficiencia que se necesitan para materializar el contexto E3.0.
- Acelerar el proceso de transición proporciona un gran ahorro económico:
 - En una trayectoria de transición retardada, el coste anual del sistema energético alcanza en torno al año 2035 un valor de más del doble (2,35 veces) del coste correspondiente al año 2007. Al seguir la trayectoria del escenario de transición lineal, el coste anual del sistema energético alcanza su máximo en torno al año 2027, con un 54 % por encima del

coste correspondiente al año 2007. La situación más deseable corresponde a seguir la trayectoria del escenario de transición responsable, que alcanzaría en torno al año 2016 un coste máximo de tan solo un 12% por encima del coste correspondiente al año 2007, decreciendo a partir de entonces.

- En términos de costes promedios del sistema energético en el periodo 2007-2050, el escenario de transición retrasado conduciría a un coste de 2,11 veces el correspondiente a un escenario de transición responsable, mientras que un escenario de transición lineal conduciría a un coste promedio del sistema energético del 49% por encima del correspondiente a un escenario de transición responsable.

- La ocupación del territorio asociada al sistema energético resulta muy inferior en el contexto E3.0 (para cualquiera de las opciones de mix energético empleadas para cubrir la demanda con energías renovables, según sea la participación de la biomasa procedente de cultivos energéticos), a la huella ecológica del sistema energético en un contexto BAU, e incluso muy inferior a la huella ecológica actual del sistema energético. Por tanto, la transición hacia el contexto E3.0 resulta en cualquier caso tremendamente eficiente en relación a la reducción del impacto del sistema energético sobre el territorio, proporcionando además una internalización completa de la huella ecológica actual totalmente externalizada.