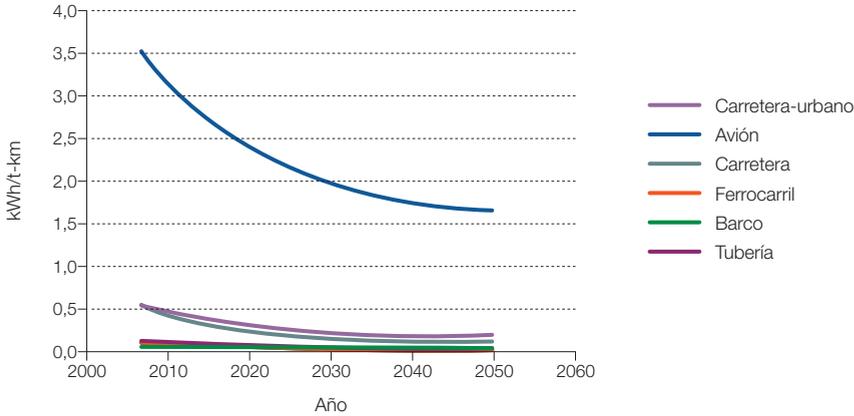
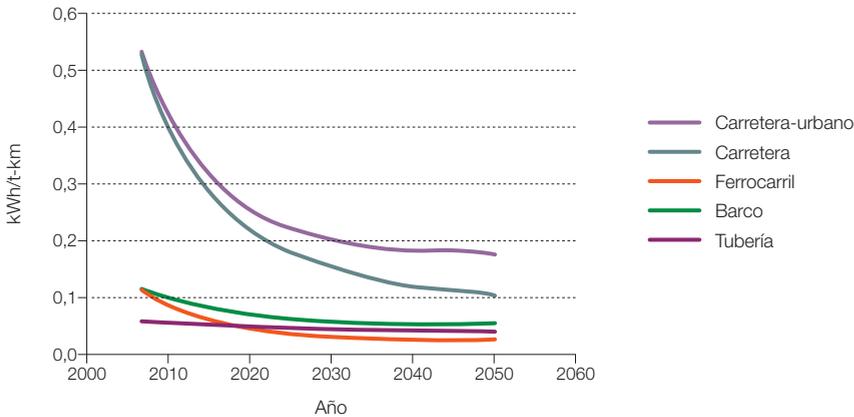


**Figura 171.** Escenarios de consumo específico por unidad de movilidad para los distintos modos de transporte de mercancías de la tecnología E3.0.



**Figura 172.** Escenarios de consumo específico por unidad de movilidad para los modos de transporte de mercancías de la tecnología-E3.0 excluyendo el modo dominante (avión).



### 3.6.4 Escenarios de demanda total en el sector transporte

En este punto juntamos los escenarios de demanda de movilidad, reparto modal y consumo específico modal, para configurar los escenarios de demanda energética del sector transporte. Presentamos, en primer

lugar, los resultados desagregados por movilidad de pasajeros y mercancías, para posteriormente analizar los valores totales, bajo los contextos BAU y tecnología E3.0.

Hay dos puntos que es preciso tener presente al analizar estos resultados, y cuyas implicaciones serán tratadas en apartados posteriores:

- La demanda energética aquí presentada procede de un análisis de abajo arriba, que parte de la estimación de la demanda de servicios (movilidad), y de la estimación de las prestaciones de las distintas tecnologías de transporte. La ventaja de este planteamiento es que permite establecer un modelo que relaciona de forma directa y causal la demanda del servicio y sus implicaciones energéticas, y proporciona información detallada sobre la estructura de la demanda energética, además de otorgar las herramientas para establecer una proyección de esta demanda en base, tanto a la evolución de la demanda de servicios, como la de las tecnologías empleadas para cubrirlas. Sin embargo, dada la falta de precisión y consistencia de las evaluaciones históricas de demanda de movilidad, y de consumos específicos de las tecnologías empleadas para cubrirla, que se han empleado para elaborar los escenarios, el resultado de este análisis no reproduce adecuadamente el consumo energético del sector edificación en el inicio del escenario, y requiere, por tanto, un calibrado inicial que se abordará en un apartado posterior. Sin embargo, a medida que avanza el periodo del escenario considerado, la incertidumbre del inicio del escenario que requirió ese calibrado inicial se va diluyendo, y queda la capacidad del modelo elaborado para establecer una relación causal directa, entre la demanda del servicio de movilidad y sus implicaciones energéticas para las tecnologías empleadas en la cobertura de la demanda de movilidad.
- Los escenarios recogidos en este punto corresponden a las trayectorias BAU y de tecnología E3.0. La transición desde la trayectoria BAU a la que nos ofrece la tecnología E3.0 puede seguir distintos caminos, y depende fundamentalmente de la velocidad a la que consigamos activar el proceso de

cambio a los inicios del periodo de tiempo considerado. En un apartado posterior analizaremos distintos escenarios de transición con sus implicaciones asociadas.

Recogemos, por tanto, a continuación la estructura de los escenarios de demanda energética tanto en contexto BAU como para la tecnología E3.0 que se desprenden del modelo elaborado, sin correcciones por calibrado inicial y sin introducción de escenarios de transición.

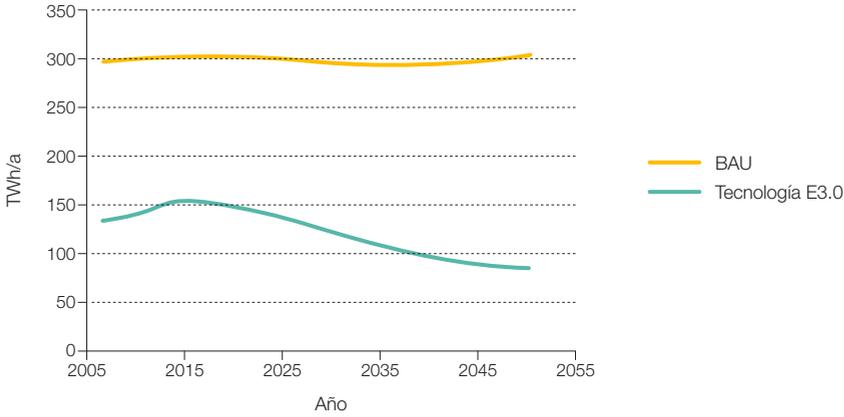
#### 3.6.4.1 Movilidad de pasajeros

En la figura 173 presentamos los escenarios resultantes de demanda de energía para cubrir la demanda total de movilidad de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0 según los inputs de demanda de movilidad y consumos específicos en el modelo del sector transporte. Como podemos ver, al final del escenario la demanda de energía de la tecnología E3.0 es del orden de un tercio de la BAU. En el caso del contexto BAU, la demanda de energía resulta aproximadamente constante<sup>338</sup> a lo largo del periodo considerado, y contrasta el incremento de demanda de movilidad con la creciente eficiencia planteada<sup>339</sup> para los distintos modos de transporte. En las figuras 174 y 175 mostramos estos escenarios desagregados en sus componentes urbana e interurbana.

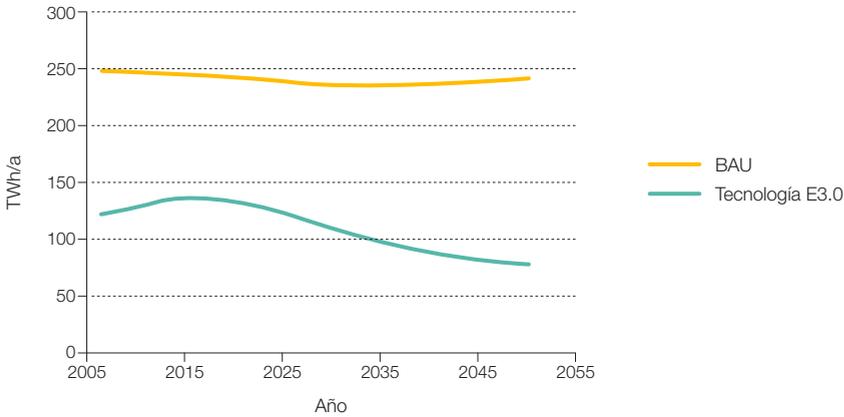
<sup>338</sup> Como veremos más adelante.

<sup>339</sup> Como ya comentamos anteriormente, se trata de escenarios BAU bastante más progresistas que los habitualmente planteados, que si bien no llegan a evolucionar hacia la contracción, por lo menos sí hacia la contención de la demanda.

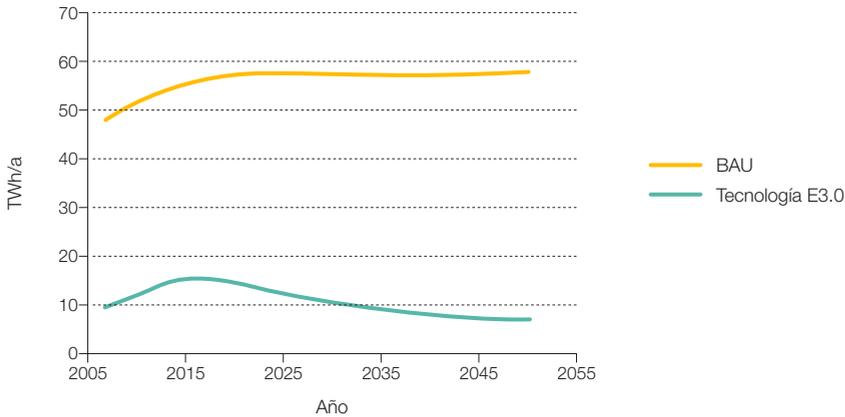
**Figura 173.** Escenarios de demanda total de energía final para cubrir las demandas de movilidad total de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 174.** Escenarios de demanda total de energía final para cubrir las demandas de movilidad interurbana de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 175.** Escenarios de demanda total de energía final para cubrir las demandas de movilidad urbana de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



Otro análisis relevante es la desagregación de la demanda de energía entre aquella que se demanda en forma de electricidad y la que es en forma de un combustible. Esta diferenciación es relevante por diversos motivos:

- La demanda eléctrica, si se da por sentado que el sistema eléctrico evolucionará hacia niveles crecientes de participación de las energías renovables tanto en el contexto BAU como en el E3.0 (aunque a distintas velocidades), va a poder acceder al grueso de recursos renovables en nuestro país.
- La demanda de combustible, en el contexto BAU, va a estar en las primeras décadas del escenario asociada al consumo de combustibles fósiles, y por tanto, directamente relacionada con las emisiones de GEI, con la dependencia energética, y con el galopante coste energético. Una vez que los costes de los combustibles fósiles se hagan prohibitivos con motivo de la gran demanda a nivel mundial y la limitación de recursos, esta demanda tendrá que abastecerse en

el contexto BAU con el uso de la biomasa, y dada la limitación de recursos en nuestro país, nos conducirá a la necesidad de importar este recurso (es decir, una vez más a la dependencia energética).

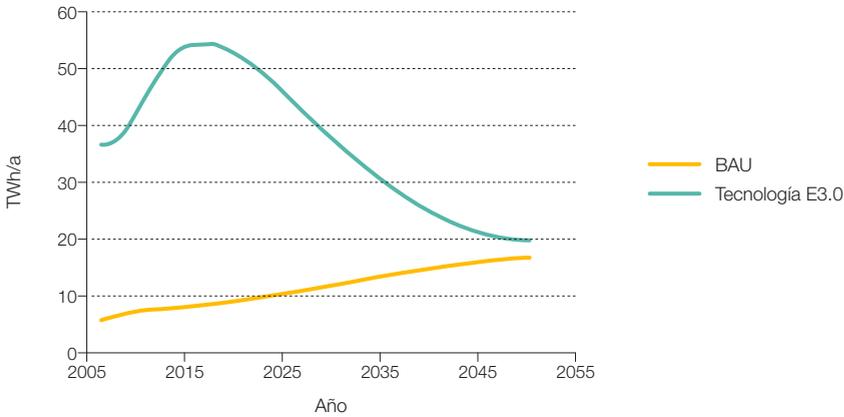
- Incluso en el contexto E3.0, la demanda de combustible habrá que compararla con el recurso disponible de biomasa, y analizar la necesidad de recurrir al vector hidrógeno con la consiguiente penalización en la eficiencia del sistema energético.

La figura 176 nos muestra la demanda de electricidad para cubrir la demanda de movilidad de viajeros. Como vemos, la tecnología E3.0, con su decidido impulso a la electrificación del transporte, demanda más electricidad, especialmente al inicio del escenario, con un pico entrono al año 2018 debido al incremento de demanda de prestaciones de los vehículos eléctricos al principio de su introducción. Este pico de demanda eléctrica puede ser relevante de cara a la planificación del sistema eléctrico. Hacia el final del escenario, las

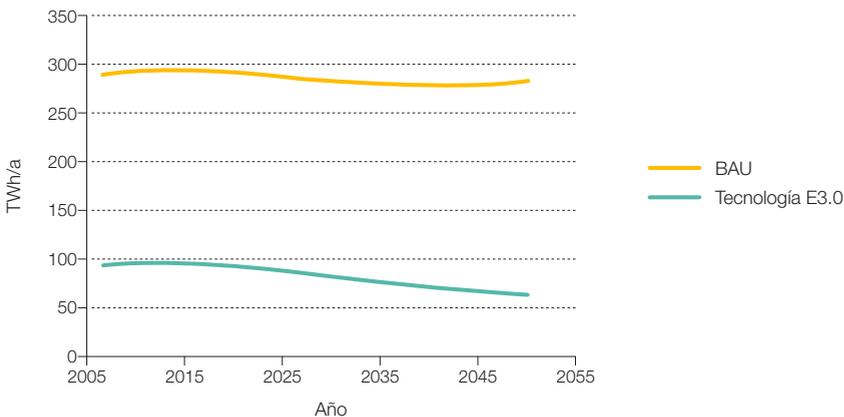
medidas de eficiencia incorporadas en el contexto E3.0 permiten que con una demanda eléctrica del mismo orden de magnitud que la del contexto BAU se alcance una cobertura eléctrica de la demanda de movilidad muy superior.

La figura 177 presenta los escenarios de evolución de la demanda energética en forma de combustible para cubrir la demanda de movilidad de viajeros. Como podemos ver, en el contexto BAU esta demanda es relativamente constante<sup>340</sup> a lo largo de todo el escenario y

**Figura 176.** Escenarios de demanda de energía eléctrica para cubrir las demandas de movilidad de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 177.** Escenarios de demanda de energía en forma de combustible para cubrir las demandas de movilidad de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**340** Como veremos más adelante en el proceso de calibrado, la demanda al principio del periodo analizado es menor, y se obtiene por tanto un escenario BAU con demanda creciente.

del orden de 283 TWh/a en 2050, un valor que ya alcanza los límites<sup>341</sup> del recurso de biomasa en la España peninsular.

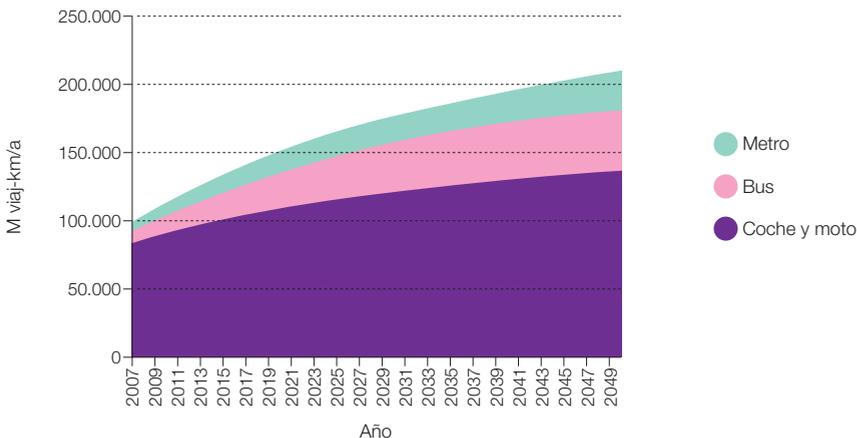
A continuación presentamos la estructura modal de la demanda energética asociada a la cobertura de demanda de movilidad de viajeros, obtenida según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte. Empezamos por presentar la estructura modal de la demanda de movilidad de viajeros absoluta. Las figuras 178 a 181 nos muestran la descomposición modal de la movilidad absoluta de viajeros, urbana e inurbana, para los contextos BAU y E3.0.

Por lo que respecta a la movilidad urbana, tanto en los contextos BAU como E3.0 vemos que es creciente a lo largo de todo el periodo considerado (aunque con tasas decrecientes), sin embargo, así como en el contexto BAU el modo dominante es el coche, que además opera basándose en combustible, en el contexto E3.0 se consigue desplazar hacia el autobús el peso dominante al final del escenario.

Pero es más, en el contexto E3.0, coches, motos y autobuses constituyen elementos integrantes de un mismo STI que ajusta el tamaño del vehículo a las características de la demanda de movilidad, y son todos ellos vehículos eléctricos.

Por lo que respecta a la demanda interurbana de movilidad de viajeros, también encontramos una tendencia creciente a lo largo de todo el escenario (aunque con tasas de crecimiento decrecientes). El contexto BAU se encuentra caracterizado por una participación creciente del modo aéreo, que acaba siendo el dominante, con el modo carretera en segundo lugar que cubre una cantidad aproximadamente constante de la demanda de movilidad total. En el contexto E3.0 el modo dominante es la carretera, creciente a lo largo del escenario, que junto al crecimiento del modo ferrocarril consiguen ir atenuando la parte de la demanda de movilidad cubierta por el modo aéreo. Con todo, el modo aéreo sigue siendo el segundo en importancia en el contexto E3.0.

**Figura 178.** Estructura modal de la demanda de movilidad absoluta urbana de viajeros para el contexto BAU.

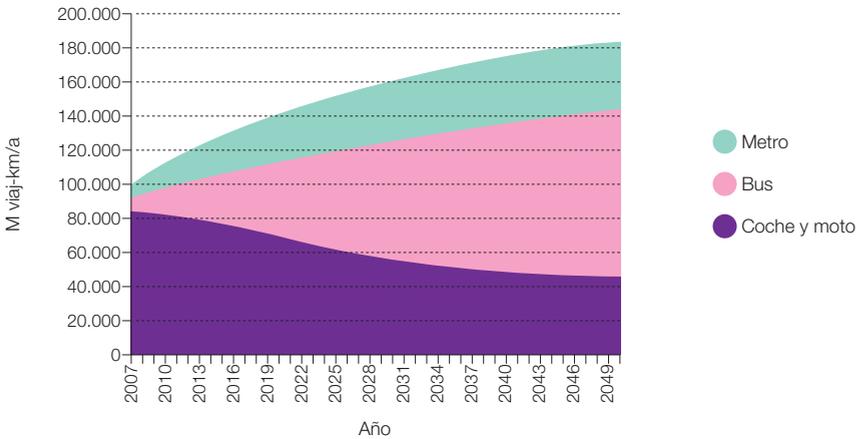


**341** En efecto, esta cantidad es superior al recurso total de la biomasa de origen de cultivos energéticos, cultivos forestales rápidos y aprovechamiento del monte bajo, que sin tener en cuenta los rendimientos de conversión a biocombustibles es en la España peninsular de 273 TWh/a. El recurso total de biomasa asciende a 426 TWh/a, lo cual implicaría que con un rendimiento total del 67% para la producción de biocombustibles (valor del orden del requerido para producir biodiesel, pero en el caso de bioetanol puede incluso ser inferior), requeriríamos ya emplear solo para la cobertura de la demanda de movilidad de viajeros el total del recurso disponible de biomasa en nuestro país, lo cual implicaría dedicar un 21,5% de la superficie del país a este abastecimiento energético.

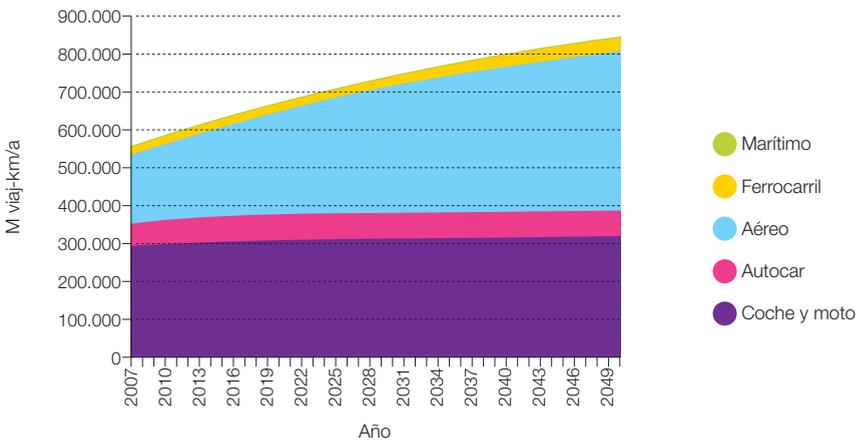
A continuación, en las figuras 182y 183 presentamos la descomposición modal de la demanda energética asociada a la demanda de movilidad de viajeros, tanto para el contexto BAU como E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.

En el contexto BAU vemos cómo la demanda de energía está dominada por los modos coche y avión, con el avión que incrementa el consumo energético a lo largo del tiempo y el coche lo reduce, para llegar al final del escenario con valores del mismo orden.

**Figura 179.** Estructura modal de la demanda de movilidad absoluta urbana de viajeros para el contexto E3.0 (coche, moto y autobús son eléctricos).



**Figura 180.** Estructura modal de la demanda de movilidad absoluta interurbana de viajeros para el contexto BAU.

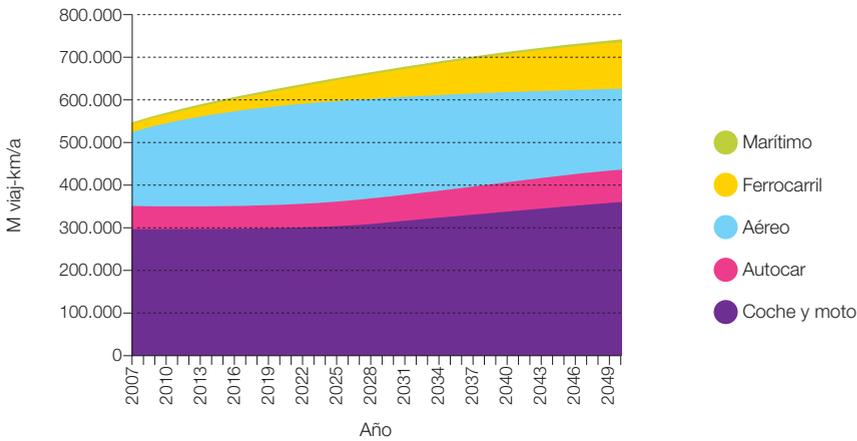


En el contexto E3.0, la demanda energética está claramente dominada por el modo aéreo, y a pesar de la contracción que se consigue en este modo, al final del escenario el dominio energético del modo aéreo es absoluto. Esta es una indicación más de hasta qué punto el transporte aéreo de viajeros se

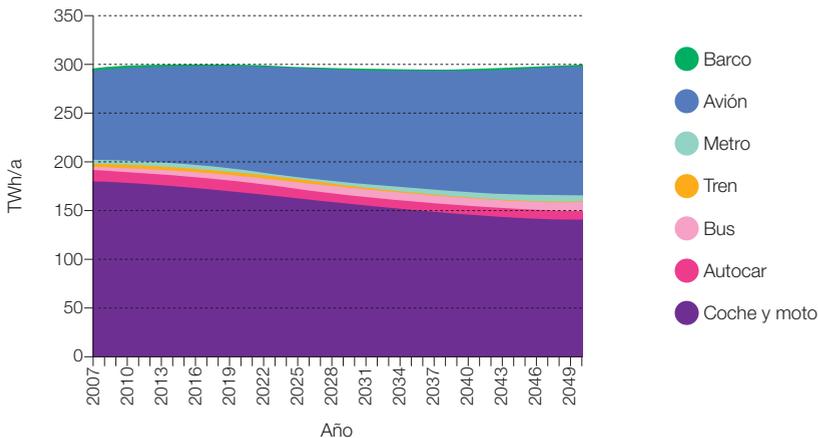
convierte en el aspecto más crítico de un contexto E3.0. Por último, resulta interesante analizar el consumo específico agregado del sector transporte para la cobertura del conjunto de la movilidad de viajeros.

La figura 184 nos presenta esta información.

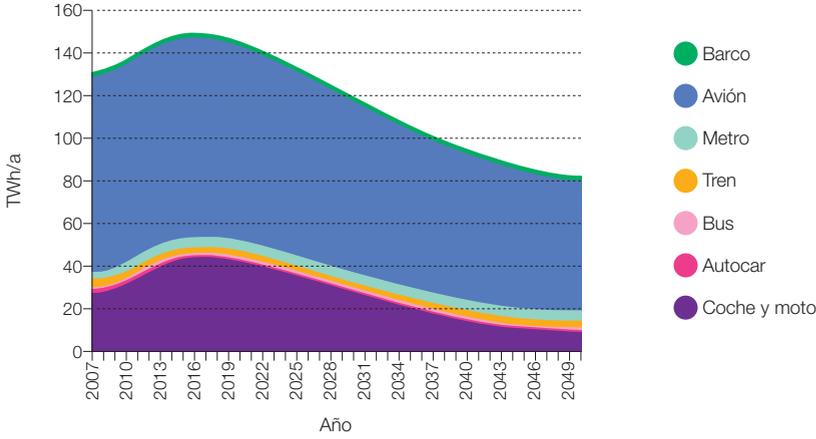
**Figura 181.** Estructura modal de la demanda de movilidad absoluta interurbana de viajeros para el contexto E3.0 (coche, moto y autocar son eléctricos).



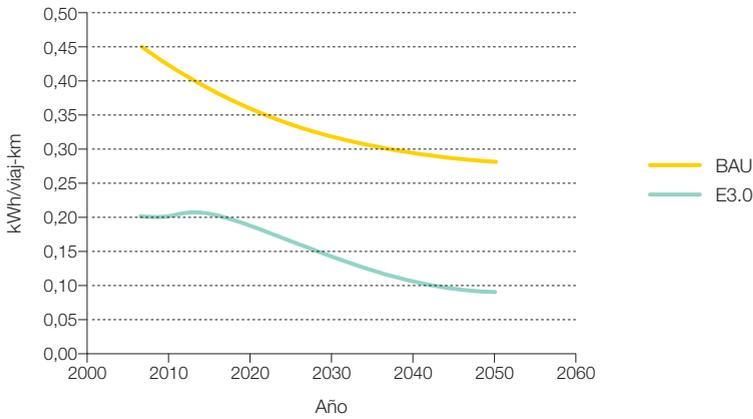
**Figura 182.** Estructura modal de la demanda de energía final asociada a la cobertura de la demanda de movilidad de viajeros en el contexto BAU.



**Figura 183.** Estructura modal de la demanda de energía asociada a la cobertura de la demanda de movilidad de viajeros en el contexto E3.0.



**Figura 184.** Evolución del consumo específico agregado del sector transporte para la cobertura del total de la demanda de movilidad de viajeros en los contextos BAU y tecnología E3.0.

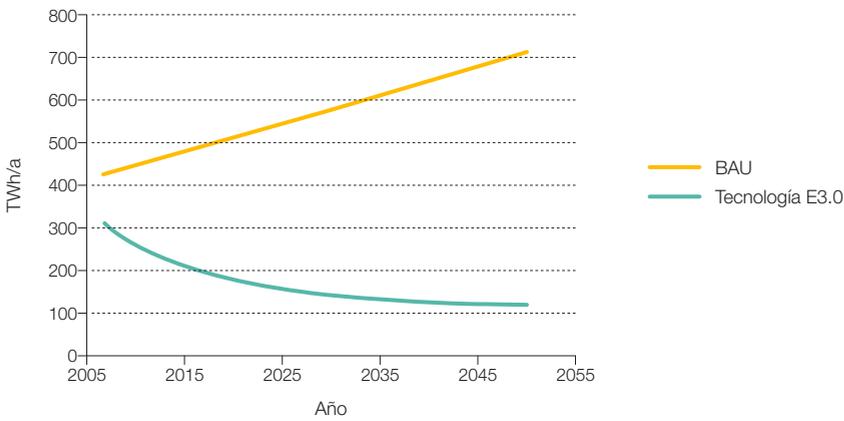


### 3.6.4.2 Movilidad de mercancías

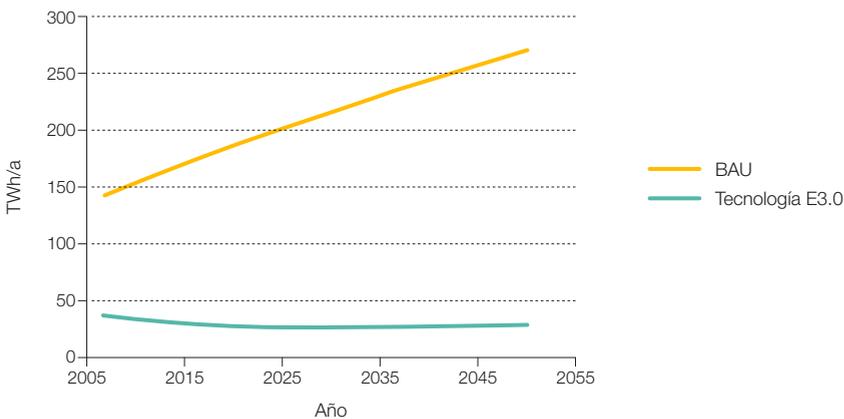
En la figura 185 podemos encontrar los escenarios resultantes de demanda de energía asociada a la cobertura de la demanda de

movilidad de mercancías, para los contextos BAU y tecnología E3.0. Las figuras 186 y 187 muestran la desagregación en demanda de energía para movilidad de mercancías urbana e interurbana.

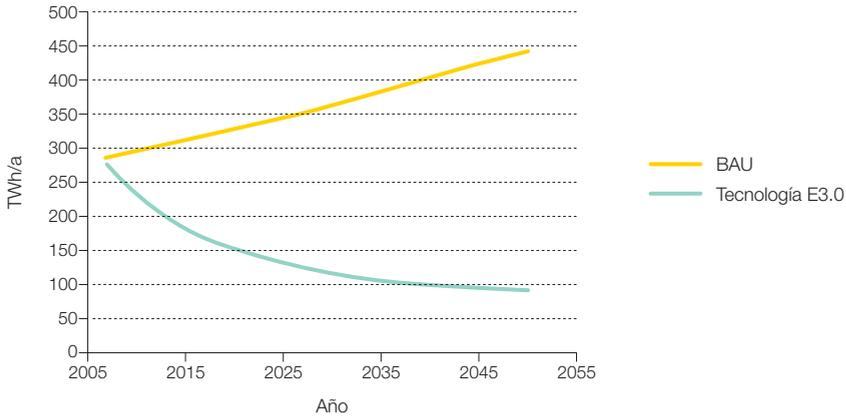
**Figura 185.** Escenarios de demanda energética final asociada a la cobertura de la demanda de movilidad de mercancías en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



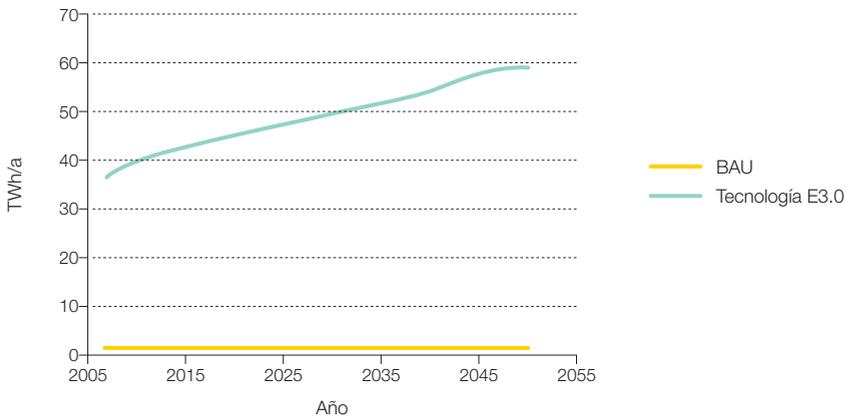
**Figura 186.** Escenarios de demanda energética final asociada a la cobertura de la demanda de movilidad urbana de mercancías en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 187.** Escenarios de demanda energética final asociada a la cobertura de la demanda de movilidad interurbana de mercancías en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 188.** Escenarios de demanda de energía eléctrica asociada a la cobertura de la demanda de movilidad de mercancías en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



Como podemos observar, el escenario BAU mantiene tasas crecientes, y aproximadamente constantes, a lo largo de todo el escenario, sin signo alguno de contracción. Por el contrario, en el contexto E3.0 se mantiene una contracción en la demanda de energía tendiente a la estabilización al final del escenario.

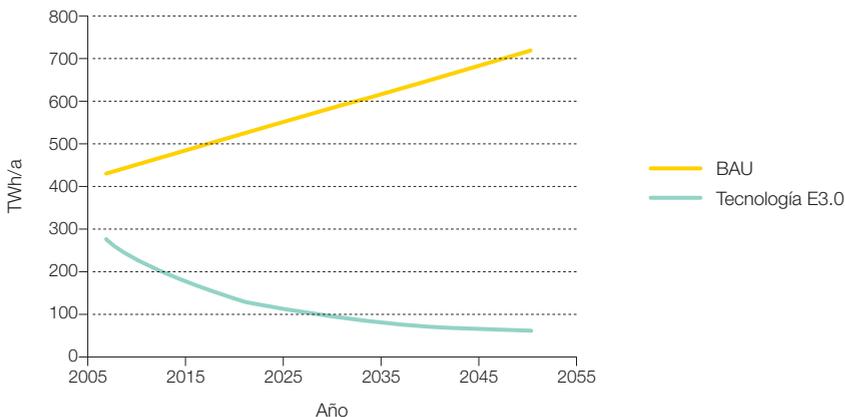
En las figuras 188 y 189 presentamos la desagregación de esta demanda de energía en términos de energía eléctrica y combustible. Como podemos ver, en el contexto BAU, la demanda de energía en forma de combustible para cubrir la demanda de movilidad de mercancías llega a superar al final del escenario los 713 TWh/a, una cantidad muy superior al recurso total de biomasa disponible<sup>342</sup>, lo cual constituye una clara indicación de la insostenibilidad del contexto BAU<sup>343</sup>. En el caso del contexto E3.0, la demanda de energía en forma de combustibles para cubrir la demanda de movilidad de mercancías podría ser cubierta por el recurso de biomasa

disponible, y es la cantidad del potencial disponible que se debería emplear muy elevada al principio del escenario (del orden del 95%), y se reduce a algo del orden del 20% hacia el final del escenario. Estos porcentajes, añadidos a los asociados a la demanda de movilidad de viajeros, son ya muy elevados al tratarse del potencial máximo del recurso<sup>344</sup>, lo cual constituye una clara señal de que debe evitarse el uso del recurso biomasa en otros sectores<sup>345</sup>, que pueden acceder fácilmente a otros recursos renovables para cubrir su demanda energética.

Por lo que respecta a la desagregación por modos de la demanda de energía para cubrir la demanda de movilidad de mercancías, empezamos por recoger la estructura modal de la demanda de movilidad absoluta de mercancías.

La figura 190 nos muestra la demanda de movilidad de mercancías urbana, totalmente cubierta por el modo carretera. Tanto en los

**Figura 189.** Escenarios de demanda de energía en forma de combustible asociada a la cobertura de la demanda de movilidad de mercancías en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**342** Si consideramos un rendimiento total de producción de los biocombustibles del orden del 67% (representativo de la producción de biodiésel), la demanda de combustibles para la cobertura de la demanda de movilidad de mercancías sería del orden del 250% del potencial total máximo de recurso de biomasa en la España peninsular (para cuya explotación sería preciso emplear el 21,5% de la superficie peninsular).

**343** A pesar de los planteamientos optimistas y progresistas que hemos hecho para elaborar los escenarios BAU.

**344** Que va asociado al 21,5% de área del territorio peninsular.

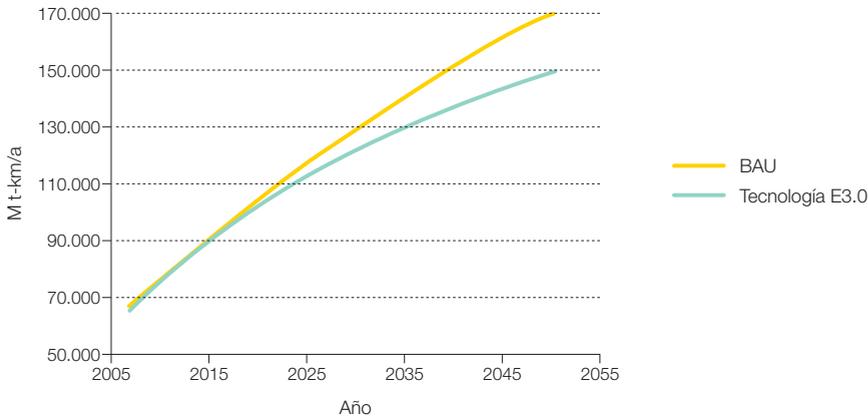
**345** El sector edificación es un ejemplo típico. Como discutiremos en los capítulos dedicados al sector edificación, a pesar de que el uso de la biomasa por combustión directa es la forma más directa de cubrir la demanda térmica de este sector con renovables, las limitaciones de este recurso recomiendan proceder a la electrificación eficiente del sector edificación para poder acceder al recurso del resto de energías renovables.

contextos BAU como E3.0 se mantienen tasas de crecimiento positiva (aunque decrecientes) a lo largo del escenario, sin alcanzar una saturación.

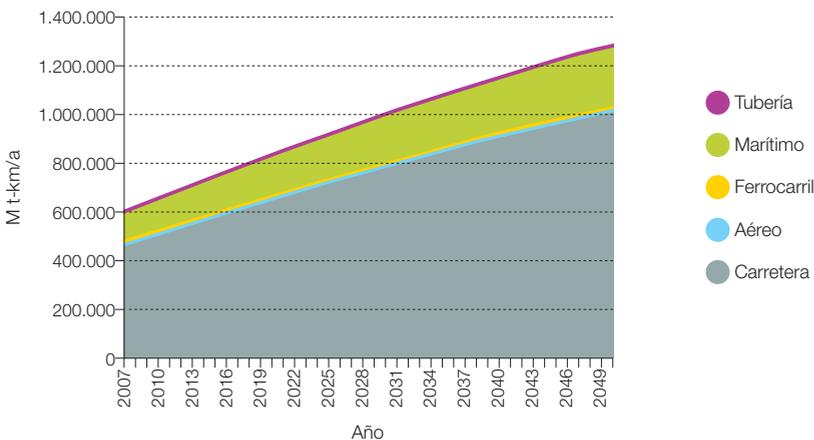
Las figuras 191 y 192 presentan la estructura modal de la demanda de movilidad interurbana

de mercancías para los contextos BAU y E3.0. Como podemos ver, en ambos escenarios esta demanda de movilidad está dominada por el transporte por carretera, si bien, así como en el contexto BAU la atenuación del crecimiento anual de la demanda de movilidad de mercancías por carretera es

**Figura 190.** Escenarios de demanda de movilidad urbana de mercancías en los contextos BAU y E3.0.



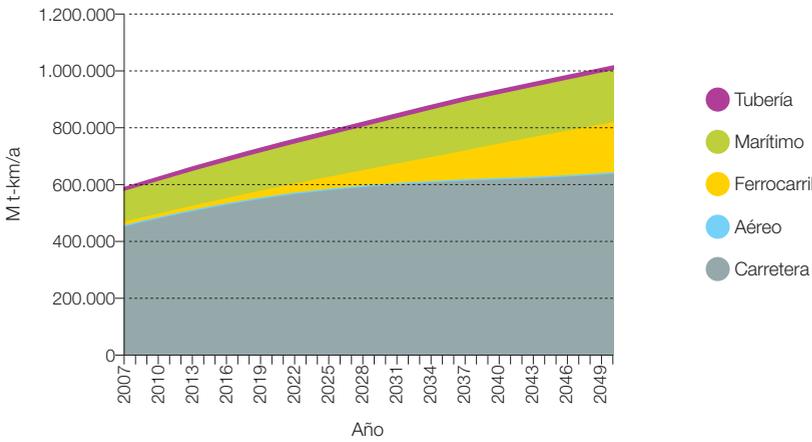
**Figura 191.** Estructura modal del escenario de demanda de movilidad interurbana de mercancías en el contexto BAU.



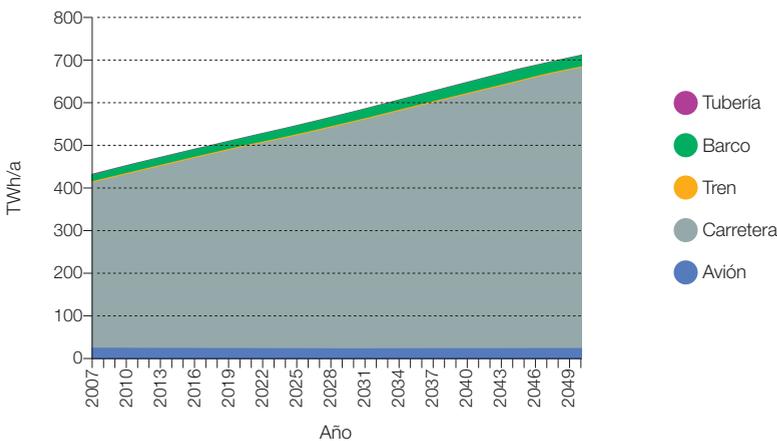
prácticamente inexistente, en el contexto E3.0 se consigue estabilizar hacia el final del escenario la demanda de movilidad por este modo de transporte.

Por último, las figuras 193 y 194 recogen la estructura modal de la demanda de energía asociada a la cobertura de demanda de movilidad de mercancías en los contextos BAU y

**Figura 192.** Estructura modal del escenario de demanda de movilidad interurbana de mercancías en el contexto E3.0.



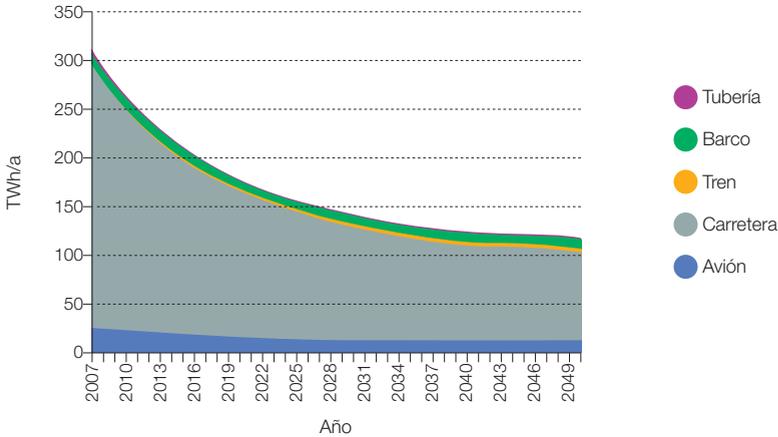
**Figura 193.** Estructura modal de la demanda de energía final para la cobertura de la demanda de movilidad de mercancías en el contexto BAU, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



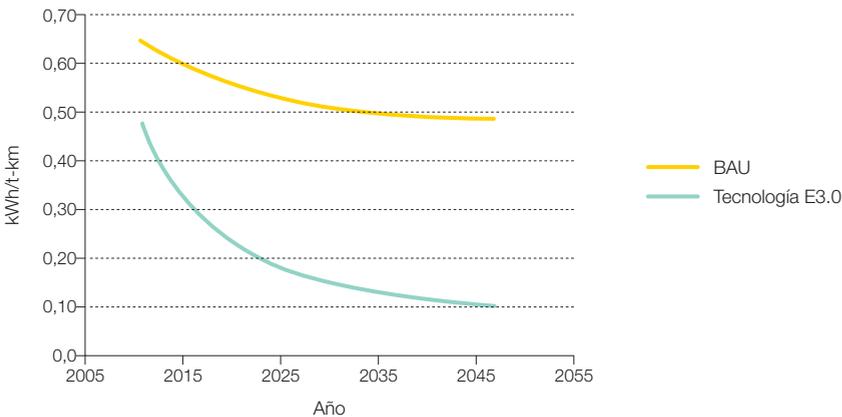
E3.0. En ambos casos, el modo carretera es el dominante en dicha demanda de energía, pero así como en el contexto BAU el modo carretera no muestra signo alguno de contracción en lo que respecta a la demanda de energía, en el contexto E3.0 si que se obtiene

una importante contracción de la demanda de energía de este modo, que es la principal responsable de la contracción total en la demanda de energía para movilidad de mercancías, y todo ello a pesar de la limitada contracción de la demanda de movilidad.

**Figura 194.** Estructura modal de la demanda de energía para la cobertura de la demanda de movilidad de mercancías en el contexto E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 195.** Consumo específico agregado del sector transporte para la cobertura de la demanda de movilidad total de mercancías, en los contextos BAU y tecnología E3.0.



Por último, la figura 195 recoge la evolución del consumo específico agregado del sector transporte para la cobertura de la demanda de movilidad total de mercancías, en el contexto BAU y E3.0.

### 3.6.4.3 Movilidad total

En este punto recopilamos los escenarios totales de demanda de energía para el sector transporte (movilidad de viajeros y mercancías) en los contextos BAU y tecnología E3.0.

La figura 196 nos presenta los escenarios resultantes de demanda total de energía<sup>346</sup> para el sector transporte. Los puntos de partida de ambos escenarios (727 TWh/a para el BAU y 440 TWh/a) dejan en su interior<sup>347</sup> el valor indicado por (AIE, 2007) de 450 TWh/a. Como podemos observar en estas figuras, el contexto BAU, a pesar de los enfoques optimistas empleados para la elaboración de sus escenarios, conduce a un escenario tendencial con tasas de crecimiento prácticamente constantes a lo largo de todo el periodo analizado, lo que conduce a una demanda de energía final para los últimos años del periodo considerado por encima de los 1000 TWh/a. Esta cantidad de energía es muy elevada, y si tenemos en cuenta que los escenarios BAU para los otros sectores (edificación e industria) pueden conducir a cantidades de este orden, nos indican claramente la insostenibilidad de los planteamientos BAU-optimistas planteados en este estudio. Por tanto una conclusión evidente es que resulta imprescindible trascender los planteamientos BAU y colocarse en la línea de los escenarios E3.0.

En el contexto E3.0, a pesar de asumir demandas de movilidad sin una contracción importante, las medidas de eficiencia, la elección de las tecnologías apropiadas, y la puesta en marcha de mecanismos de organización y

estructuración inteligentes, nos permiten acceder a un escenario de contracción energética continua en todo el periodo considerado, tendiendo hacia la estabilización al final del escenario, en cuyo instante presenta una demanda de energía final que es un 20% de la del escenario BAU. Con todo, seguimos hablando de una demanda del orden de 200 TWh/a que sigue siendo una cantidad importante de energía.

Las figuras 197 y 198 nos muestran la desagregación de esta demanda total de energía del sector transporte entre los ámbitos urbano e interurbano<sup>348</sup>, pudiendo contrastar como es, especialmente en el ámbito interurbano donde el contexto E3.0 permite acceder al escenario global de contracción mantenida.

Las figuras 199 y 200 nos muestran la desagregación entre demanda eléctrica y demanda en forma de combustible. Como podemos observar, el contexto E3.0 domina en cuanto a demanda eléctrica, con un pico inferior en torno al año 2018 que supera los 100 TWh/a (algo superior a la tercera parte de la demanda eléctrica actual sobre el sistema eléctrico), para posteriormente estabilizarse en valores del orden de los 80 TWh/a, todo ello perfectamente dentro de las posibilidades<sup>349</sup> de un sistema eléctrico basado en energías renovables. Pero la conclusión más interesante la obtenemos al observar los escenarios de demanda de energía en forma de combustible, que para el caso BAU nos conducen a una demanda del orden de los 1000 TWh/a hacia el final del escenario y sin ningún signo de estabilización. Una buena "medida" de la insostenibilidad de este contexto BAU la podemos obtener al comparar esta demanda de combustibles con la que tendríamos capacidad de producir en nuestro país basándose en el potencial de biomasa disponible<sup>350</sup>, en cuyo caso nos damos cuenta de que la

**346** Nótese que se trata de energía final y no primaria, en términos de la electricidad y combustibles necesarios para cubrir la demanda de movilidad.

**347** El hecho de que el punto de partida de nuestro escenario BAU sea superior al valor de la AIE para el año 2006 se debe en parte a que nosotros hemos incorporado el 50% de la movilidad exterior. Pero adicionalmente hay una serie de incertidumbres en los datos de entrada del modelo desarrollado que se acotarán en el siguiente apartado dedicado al calibrado.

**348** Recordemos que el ámbito interurbano incluye el 50% de la demanda de movilidad exterior.

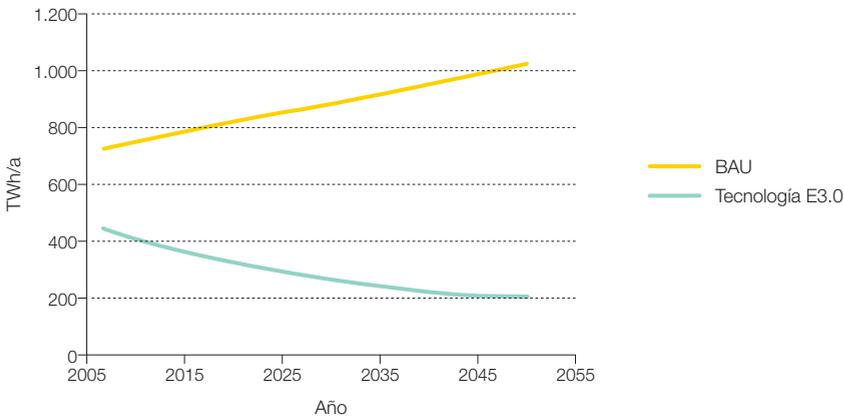
**349** El potencial peninsular de generación eléctrica de origen renovable es de 15800 TWh/a (GP, 2005).

**350** El potencial de biomasa disponible es de 426 TWh/a al incluir todas las formas de biomasa, y de 273 TWh/a si nos limitamos a los cultivos energéticos, los cultivos forestales de rotación rápida y el aprovechamiento del monte bajo. Para explotar este potencial sería necesario emplear el 21,5% de la superficie del territorio peninsular (GP, 2005).

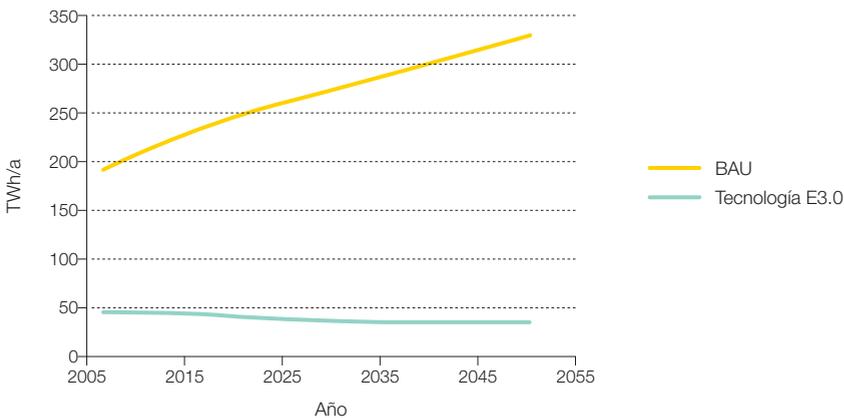
demanda de combustibles en el contexto BAU es del orden del 350% de los biocombustibles<sup>351</sup> que podríamos generar al explotar el máximo potencial de la biomasa en nuestro

país. Para el contexto BAU, la situación es considerablemente más favorable, a pesar de lo cual, al final del escenario<sup>352</sup> todavía requeriríamos explotar más del 42% del máximo

**Figura 196.** Escenarios de demanda de energía para la cobertura del total de la demanda de movilidad (viajeros y mercancías) en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 197.** Escenarios de demanda de energía para la cobertura del total de la demanda de movilidad urbana (viajeros y mercancías) en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



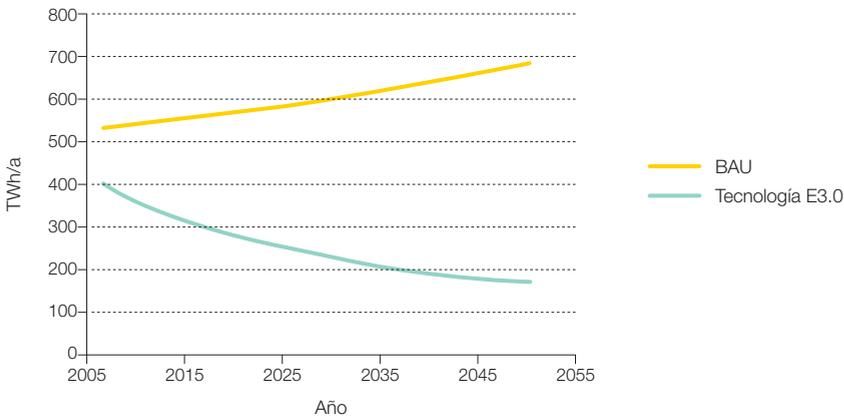
**351** Suponiendo un rendimiento global de producción de los biocombustibles a partir de la biomasa del 67%, representativo de un biodiésel.

**352** De hecho, durante los primeros años del escenario en el contexto E3.0 todavía nos sería preciso explotar más del 100% de los recursos de biomasa disponible si quisiéramos cubrir esta demanda con biomasa, lo cual nos obligaría a importar biomasa del exterior durante los primeros años. La diferencia fundamental con el caso BAU, es que en el contexto E3.0 esta situación sería transitoria, y nos conduciría a lo largo del desarrollo del escenario hacia unas condiciones más sostenibles.

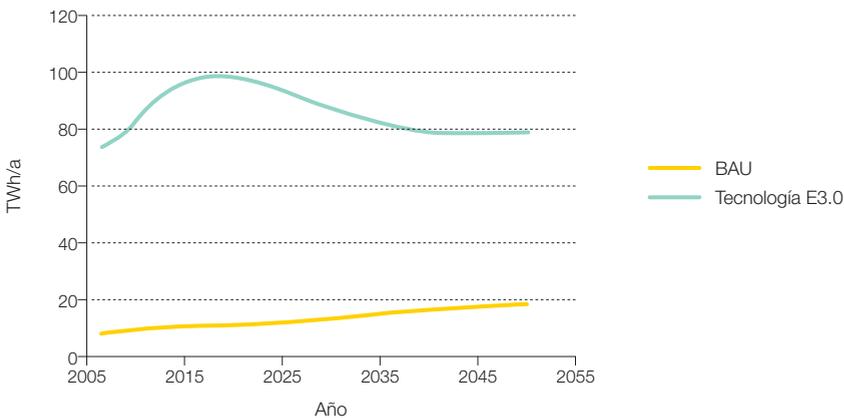
potencial de la biomasa en nuestro país. Incluso este porcentaje, para el contexto E3.0, resulta ya muy elevado tratándose del máximo potencial del recurso, que además requiere

emplear un porcentaje elevado del territorio nacional. Por tanto, podemos concluir que incluso dentro del contexto E3.0 es preciso evitar en la medida de lo posible el uso de la

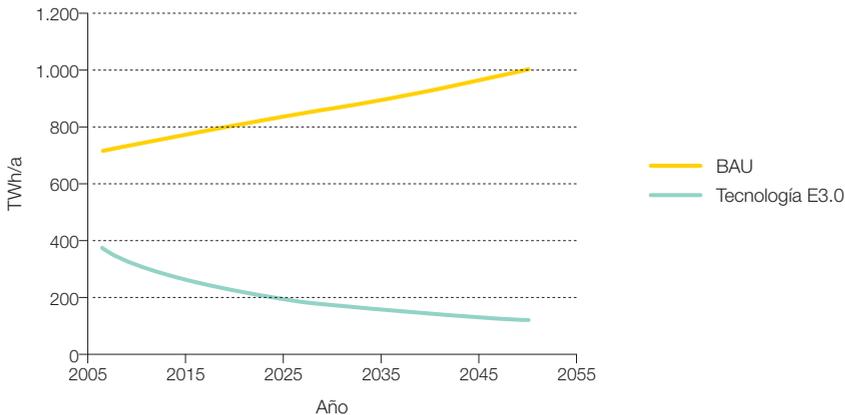
**Figura 198.** Escenarios de demanda de energía para la cobertura del total de la demanda de movilidad interurbana (viajeros y mercancías) en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 199.** Escenarios de demanda de energía eléctrica para la cobertura del total de la demanda de movilidad (viajeros y mercancías) en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



**Figura 200.** Escenarios de demanda de energía en forma de combustible para la cobertura del total de la demanda de movilidad (viajeros y mercancías) en los contextos BAU y tecnología E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



biomasa para cubrir la demanda energética de los otros sectores (edificación e industria), buscando en ellos otras soluciones que permitan acceder al conjunto del potencial de las energías renovables de la forma más eficiente<sup>353</sup>.

En las figuras 201 y 202 presentamos la desagregación modal de los escenarios de demanda energética total (viajeros y mercancías) del sector transporte en los contextos BAU y tecnología E3.0.

Como podemos observar, en ambos contextos la demanda dominante es la debida al transporte por carretera, si bien en el contexto BAU esta predominancia se sigue acentuando al pasar el tiempo, mientras en el contexto E3.0 se consigue contraer significativamente esta demanda de tal forma que hacia el final del escenario, si bien sigue siendo la mayor demanda modal, pero ya es del mismo orden de magnitud que la correspondiente al modo aéreo. En este sentido, la estructura modal de la demanda energética del contexto

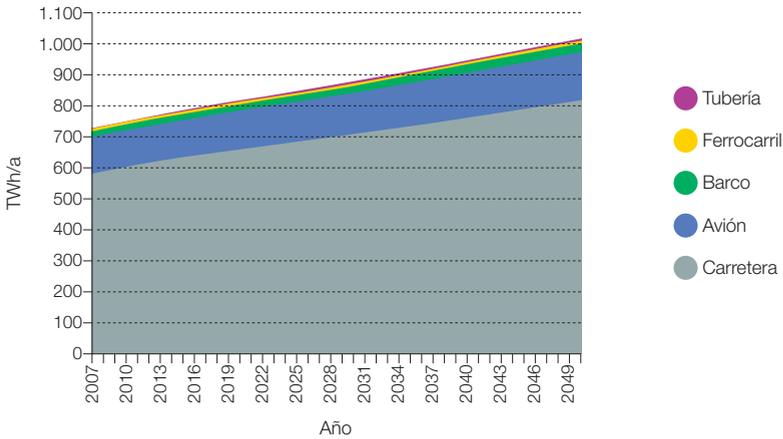
E3.0 al final del escenario considerado, parece mucho más equilibrada que para el caso BAU. Es de resaltar que la gran contracción de la demanda energética del modo carretera, experimentada en el contexto E3.0, es principalmente debida a la transición tecnológica hacia la tracción eléctrica y a la implementación de un STI capaz de incrementar significativamente los CF de los vehículos utilizados, quedando la migración modal en un segundo plano<sup>354</sup>, y con escenario de demanda creciente de movilidad total.

El modo aéreo es el segundo en importancia en términos de demanda energética para ambos contextos. En el contexto BAU la demanda energética de este modo va creciendo a lo largo del tiempo, mientras que en el contexto E3.0 se consigue contraer gradualmente la demanda energética de este modo a lo largo del escenario, si bien su contracción es mucho más limitada que la alcanzada en el modo carretera debido a la rigidez tanto de la demanda de movilidad que cubre, como de la tecnología energética empleada (MCI).

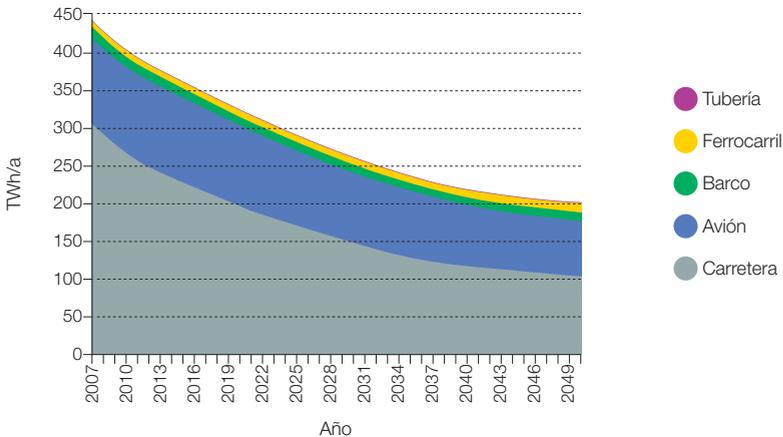
**353** A menudo esto está asociado a la electrificación y la integración del sistema energético. En el sector de la edificación, esta electrificación eficiente va asociada a la implementación de las bombas de calor, pero en el sector de la industria, los niveles de temperatura más elevados pueden obligar a emplear la electrificación directa por efecto Joule de parte de la demanda térmica (que siempre será más eficiente que el uso del hidrógeno como vector intermedio).

**354** De hecho, la migración modal va en dirección contraria a la reducción de demanda de energía del modo carretera para la movilidad de viajeros en el contexto E3.0, si bien por lo que respecta a la movilidad de mercancías sí que se reduce la participación modal de la carretera.

**Figura 201.** Escenarios de desagregación modal de la demanda energética total (viajeros y mercancías) del sector transporte en el contexto BAU, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



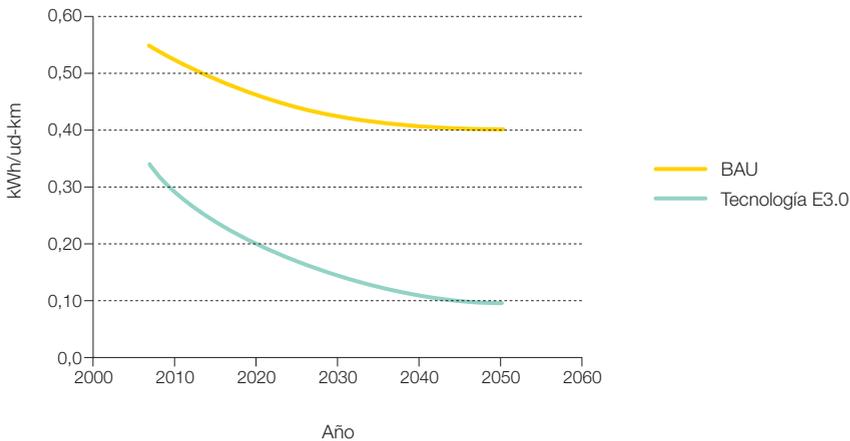
**Figura 202.** Escenarios de desagregación modal de la demanda energética total (viajeros y mercancías) del sector transporte en el contexto E3.0, según los inputs de movilidad y consumos específicos en el modelo energético del sector transporte.



El modo marítimo mantiene un tercer lugar ya muy distanciado de los dos modos dominantes desde el punto de vista del consumo energético, que en el caso del contexto E3.0 acaba cediendo ese tercer lugar

al modo ferrocarril hacia el final del escenario. Por último, en la figura 203 reproducimos la evolución del consumo específico agregado del conjunto del sector transporte para la cobertura de toda la demanda de movilidad de

**Figura 203.** Consumo específico agregado del conjunto del sector transporte para la cobertura del total de movilidad de viajeros y mercancías, según los contextos BAU y E3.0.



viajeros y mercancías<sup>355</sup>. Es de destacar que la carencia de datos oficiales desagregados dificulta mucho el proceso de calibrado, y fuerza a emplear datos agregados como el indicador mostrado en esta figura. Como podemos observar, tanto para el contexto BAU como para la tecnología E3.0 el consumo específico agregado se va reduciendo a lo largo del escenario, proporcionado la tecnología E3.0 un potencial de reducción superior al ratio 4:1 de cara al año 2050.

### 3.6.5 Calibrado del modelo de demanda de energía en el sector transporte

En este punto vamos a presentar un ejercicio de calibrado del modelo energético del sector transporte que hemos desarrollado, con el fin de proyectar la estructura de consumos energéticos de este sector hacia el año 2050 en dos contextos tecnológicamente muy distintos: BAU y E3.0.

En primer lugar conviene recalcar las ventajas de un modelo energético del sector transporte estructurado de abajo a arriba, que parte de la demanda de servicios de movilidad y de las características de las tecnologías para cubrir las, y permite evaluar la correspondiente demanda energética. A diferencia de los modelos macro que correlacionan dicha demanda de energía con indicadores globales tipo PIB, la aproximación de abajo arriba es capaz de reflejar con fidelidad el efecto de modificaciones estructurales como las que tanteamos en este estudio, tanto en el campo de la tecnología como en el de la inteligencia.

El objetivo final del modelo que hemos desarrollado era generar predicciones de la demanda de energía en ambos contextos para el año 2050, y es poco relevante desde el punto de vista de este estudio la evolución desde el instante de partida hasta 2050. Sin embargo, resulta interesante analizar los efectos del proceso de transición (siguiente apartado), así como los resultados correspondientes al

<sup>355</sup> En este caso agregado, la movilidad la medimos como M ud-km/a, y son las unidades la suma de los viajeros y las toneladas: ud = viaj + t.