

Trabajo de Fin de Máster

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN CADENA DE
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD**

**CONSECUENCIAS DE INTERRUPCIONES
TRAUMÁTICAS DE LOS GRANDES SERVICIOS DE
TRANSPORTE: EL CASO DE LA GUERRA DE UCRANIA
SOBRE LA LINEA YIWU-MADRID**

MEMORIA

Autor: Isis Ileana González González
Director: Álvaro Garola Crespo
Convocatòria: Septiembre 2022 - Abril 2023



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



RESUMEN

El objetivo principal del presente documento es analizar cómo puede afectar la sucesión de eventos e interrupciones de diversa índole, como fue la pandemia del Covid19, la Filomena o la guerra Rusia-Ucrania, en los grandes servicios de transporte. Concretamente, en la línea ferroviaria Yiwu-Madrid.

Con este fin y bajo la asunción de que la Guerra de Ucrania se ha traducido en un cierre de la ruta de la línea ferroviaria, al ser Rusia uno de los países por los que la misma transita, se estudia **la viabilidad de 4 rutas alternativas con transporte intermodal a la de la Ruta de la Seda (Yiwu-Madrid)**. Con la finalidad de discernir la ruta óptima, se realiza un análisis comparativo de cada una de ellas en términos de las siguientes 3 variables: coste monetario, coste ambiental y el coste del tiempo, que nos ayudarán a valorar el cierre de la ruta.

Inicialmente, se presenta información descriptiva y relevante de la línea ferroviaria Yiwu-Madrid con la finalidad de dar a conocer su funcionamiento y principales características, como paso previo al análisis de nuestro caso de estudio.

Por otro lado, puesto que estamos ante un trayecto, cuyo alcance internacional es sumamente relevante, puesto que engloba la participación de 8 países pertenecientes a dos continentes (Europa y Asia), se estudian y relacionan algunas de las principales variables económicas y datos relevantes de dichos países.

Finalmente, se proponen 4 rutas alternativas, que intercalan diferentes modalidades de transporte. Se realiza un análisis exhaustivo y comparativo de cada una de ellas con el objetivo de poder proponer la alternativa óptima a la ruta convencional, habiéndolas estudiado en términos económicos, ambientales y de duración (días).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	13
1.2. ESTADO DEL ARTE	13
2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA FERROVIARIA YIWU-MADRID	15
2.1. INTRODUCCIÓN	15
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA FERROVIARIA YIWU MADRID	17
2.3. DIFICULTADES A LAS QUE SE ENFRENTA LA LÍNEA	19
2.4. VENTAJAS DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN TREN	19
3. LA ECONOMÍA DE LOS PAÍSES POR LOS QUE PASA LA LÍNEA YIWU-MADRID	20
3.1. INTRODUCCIÓN	20
3.2. CHINA	21
3.3. KAZAJISTÁN	22
3.4. RUSIA	24
3.5. BIELORRUSIA	26
3.6. POLONIA	27
3.7. ALEMANIA	29
3.8. FRANCIA	30
3.9. ESPAÑA	32
3.10. CONCLUSIONES	33
4. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO	34
4.1. INTRODUCCIÓN	34
4.2. LAS 4 RUTAS ALTERNATIVAS	34
4.3. “HANDBOOK ON THE EXTERNAL COSTS OF TRANSPORT”	36
4.3.1. Contaminación del aire – Air pollution	37
4.3.1.1. Definición y alcance:	37
4.3.1.2. Metodología:	37
4.3.1.3. Valores de entrada	39
4.3.1.4. Valores de salida	39
4.3.2. Cambio climático	40
4.3.2.1. Definición y alcance:	40
4.3.2.2. Metodología:	40

4.3.2.3. Valores de entrada.....	41
4.3.2.4. Valores de salida.....	41
4.3.3. Well to tank – Procesos previos y posteriores.....	42
4.3.3.1. Definición y alcance:	42
4.3.3.2. Metodología:	42
4.3.3.3. Valores de entrada.....	43
4.3.3.4. Valores de salida.....	43
5. ANÁLISIS DE LAS 4 RUTAS: EL COSTE ECONÓMICO _____	44
5.1. CÁLCULO DEL COSTE EN TÉRMINOS ECONÓMICOS.....	44
6. ANÁLISIS DE LAS 4 RUTAS: EL COSTE AMBIENTAL_____	48
6.1. CÁLCULO DEL COSTE EN TÉRMINOS DE EXTERNALIDAD AMBIENTAL	48
7. ANÁLISIS DE LAS 4 RUTAS: EL COSTE DEL TIEMPO _____	54
7.1. CÁLCULO DE COMPARATIVA TIEMPO.....	54
CONCLUSIONES _____	59
AGRADECIMIENTOS _____	61
BIBLIOGRAFÍA _____	62

ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ruta de la línea Yiwu-Madrid (Coyle, 2022)	15
Ilustración 2: Tren YXE España (El Mercantil, 2020).....	16
Ilustración 3: Representación del cambio de ancho de vía entre China y Kazajistán. Elaboración propia	17
Ilustración 4: Representación del cambio de ancho de vía entre Bielorrusia y Polonia. Elaboración propia	17
Ilustración 5: Representación del cambio de ancho de vía entre Francia y España. Elaboración propia	18
Ilustración 6: Evolución del tráfico en los ferrocarriles de YXE (Sánchez, 2021).....	18
Ilustración 7: Las variables macroeconómicas de China para 2019, 2020 y 2021 (World Bank)	21
Ilustración 8: Las variables macroeconómicas de China para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)	22
Ilustración 9: Las variables macroeconómicas de Kazajistán para 2019, 2020 y 2021 (World Bank).....	23
Ilustración 10: Las variables macroeconómicas de Kazajistán para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE).....	23
Ilustración 11: La evolución del comercio exterior de Kazajistán (World Bank)	24
Ilustración 12: Las variables macroeconómicas de Rusia para 2019, 2020 y 2021	24
Ilustración 13: Las variables macroeconómicas de Rusia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)	25
Ilustración 14: La evolución del comercio exterior de Rusia (World Bank)	25
Ilustración 15: Las variables macroeconómicas de Bielorrusia para 2019, 2020 y 2021	26
Ilustración 16: Las variables macroeconómicas de Bielorrusia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE).....	26
Ilustración 17: La evolución del comercio exterior de Bielorrusia (World Bank).....	27

Il·lustració 18: Las variables macroeconómicas de Polonia para 2019, 2020 y 2021.....	27
Il·lustració 19: Las variables macroeconómicas de Polonia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)	28
Il·lustració 20: La evolución del comercio exterior de Polonia (World Bank)	28
Il·lustració 21: Las variables macroeconómicas de Alemania para 2019, 2020 y 2021.....	29
Il·lustració 22: Las variables macroeconómicas de Alemania para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)	29
Il·lustració 23: La evolución del comercio exterior de Alemania (World Bank)	30
Il·lustració 24: Las variables macroeconómicas de Francia para 2019, 2020 y 2021.....	30
Il·lustració 25: Las variables macroeconómicas de Francia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)	31
Il·lustració 26: La evolución del comercio exterior de Francia (World Bank)	31
Il·lustració 27: Las variables macroeconómicas de España para 2019, 2020 y 2021	32
Il·lustració 28: Las variables macroeconómicas de España para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)	32
Il·lustració 29: La evolución del comercio exterior de España (World Bank)	33
Il·lustració 30: Metodología para el coste total y promedio de la contaminación del aire (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)	38
Il·lustració 31: Metodología para coste total y promedio del cambio climático (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020).....	41
Il·lustració 32: Metodología para obtener los costes totales y promedios de las emisiones de Well-to-tank (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)	42
Il·lustració 33: Índice de Precios de Consumo en España 2018-2022 (INE, 2023)	44
Il·lustració 34: Cotización de envío marítimo entre Ningbo y Barcelona (iContainers, 2023)	45
Il·lustració 35: Cotización de envío marítimo entre Shanghái y Barcelona (iContainers, 2023)	46

Ilustración 36: Gráfica de los costes por ruta en euros – Elaboración propia	47
Ilustración 37: Costes de externalidades intermodal por ruta Yiwu a Madrid	53
Ilustración 38: Mapa "Rail Calculator" entre Yiwu y Ningbo Port (European Comission).....	54
Ilustración 39: Mapa "Rail Calculator" entre Yiwu y Shanghai Port (European Comission)..	55
Ilustración 40: Mapa "Rail Calculator" entre Puerto de Barcelona y Abroñigal Madrid (European Comission).....	55
Ilustración 41: Trayecto de Ningbo a Barcelona en días (CMA-CGM, 2021)	55
Ilustración 42: Trayecto de Shanghai a Barcelona en días (CMA-CGM, 2021).....	56
Ilustración 43: Límites de velocidad en vías interurbanas por la DGT (DGT, 2019)	56
Ilustración 44: Rutas alternativas en valor del tiempo - Elaboración propia.....	57
Ilustración 45: Gráfica de la duración en días por rutas - Elaboración propia.....	57

TABLAS

Tabla 1: Distribución en kilómetros de la línea Yiwu-Madrid (El Mundo, 2014)	16
Tabla 2: Las Rutas alternativas a la línea Yiwu-Madrid.....	35
Tabla 3: Tabla con las bases de datos de las emisiones de los diferentes tipos de transporte (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)	39
Tabla 4: Costes de la contaminación del aire (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020).....	39
Tabla 5: Coste total y promedio de la contaminación del aire (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020).....	40
Tabla 6: Costes total y promedios del cambio climático (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)	42
Tabla 7: Well-to-tank contaminación del aire incluyendo los costes del daño (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020).....	43
Tabla 8: Costes total y promedios de Well-to-tank (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)	43

Tabla 9: Precio de transporte por carretera de Yiwu a Ningbo y Shanghái - Elaboración propia (Freightos, 2023).....	46
Tabla 10: Resumen de las rutas en euros - Elaboración propia.....	46
Tabla 11: Tasación económica de las externalidades c€/tonelada-kilometro (Essen, y otros, 2020).....	50
Tabla 12: Exportación, Importación '011 España (excp.Ceuta y Melilla), 720 China' realizado por 'Toda España' referente al grupo de productos: 'desglose de Taric' con modo de transporte: '2 Ferrocarril' (DataComex).	51
Tabla 13: Costes de externalidades intermodal por ruta Yiwu a Madrid.....	52
Tabla 14: Sobrecostes en externalidades sin la ruta de la seda por ferrocarril. Elaboración propia.	53

ECUACIONES

Ecuación 1: Precio del transporte por ferrocarril incluyendo inflación.....	44
Ecuación 2: Precio del transporte por ferrocarril incluyendo inflación en euros.....	44
Ecuación 3: Precio promedio en euros kms para el traslado de contenedor de 20 pies en ferrocarril.....	45
Ecuación 4: Coste marginal de las externalidades.....	52
Ecuación 5: Duración del trayecto vía ferrocarril (European Comission).....	54

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado de la inmediatez en el que nos movemos hoy, el eficiente y buen funcionamiento de las cadenas de suministro resulta esencial. Prueba de ello es que autoridades gubernamentales, véase la Comisión Europea, contemplan en sus correspondientes planes estratégicos la preservación de éstas. Las ansiadas autonomía y resiliencia en términos de recursos, de cara a enfrentarnos a cualquier crisis, dependen en gran medida del buen hacer de las cadenas de suministros, pues garantizan el abastecimiento de productos esenciales, entre otros.

A lo largo de los últimos dos años el contexto mundial ha estado plagado de múltiples adversidades de distinta índole, tales como la crisis de la Covid-19, la borrasca Filomena, el caso de *Ever Given* en el canal de Suez o el conflicto bélico Rusia – Ucrania, que han supuesto nuevos retos para el sector logístico y las cadenas de suministros.

Con motivo de ello y debido al interés que suscitan estos eventos en nuestro sector, especialmente, las posibles consecuencias del último acontecimiento bélico, el análisis de éstas enfocado en todo un referente a nivel logístico como es la línea de ferrocarril Yiwu – Madrid, resulta muy atractivo. Por tanto, **el objetivo principal del presente documento es estudiar cómo afectan en los grandes servicios del transporte interrupciones tan traumáticas como las descritas, centrándonos y basando el análisis en el caso de la Guerra de Ucrania sobre la denominada “línea de ferrocarril más larga del planeta”: la línea Yiwu-Madrid.**

El planteamiento que hacemos en este documento propone **estudiar la viabilidad de 4 rutas alternativas con transporte intermodal a la de la Ruta de la Seda (Yiwu-Madrid)**, dadas las circunstancias propias del contexto de guerra, en el que el normal funcionamiento se ve afectado por razones evidentes y asumiendo el cierre de la misma. Con la finalidad de discernir la ruta óptima, se realiza un análisis comparativo de cada una de ellas en términos de las siguientes 3 variables: coste monetario, coste ambiental y el coste del tiempo, que nos ayudarán a valorar el cierre de la ruta.

El pasado 24 de febrero 2022, tras meses de tensión entre ambos países, Rusia inicia la invasión de Ucrania con lo que denomina como “*operación militar especial*”, con motivo de la cual tropas rusas cruzan la frontera. Se suceden una serie de acontecimientos y ataques durante los meses posteriores, escalando el conflicto hasta el punto de que se produzcan declaraciones públicas como antesala incluso hacia una Tercera Guerra Mundial. (CNN, 2023)

A nivel institucional y político, la posición que adopta la Unión Europea (UE) es la de

manifestarse totalmente contraria al ataque perpetrado por Rusia e impone un paquete de sanciones individuales y económicas y medidas restrictivas que afectarán al sector financiero, sectores de energía y transporte, productos de doble uso, control y financiación de exportaciones, política de visados, así como sanciones contra nacionales rusos. Cabe resaltar medidas como el cierre del espacio aéreo de la UE a las aeronaves rusas, impidiendo su acceso a aeropuertos de la UE y la prohibición de acceder al sistema SWIFT de determinados bancos rusos. Sin embargo, uno de los principales objetivos, dada la dependencia energética de la UE respecto al gas, petróleo y carbón rusos, se centra en reducir la demanda del gas ruso en un 15% y garantizar las capacidades de almacenamiento del mismo, incentivando la solidaridad entre los Estados Miembro. (Consejo de la Unión Europea, 2023)

Con relación a nuestro análisis, cabe mencionar que, actualmente, la disputa entre ambos países sigue en pie y desconocemos con exactitud cuándo llegará a su fin. El conflicto bélico iniciado con la decisión de Rusia de invadir Ucrania (Mpoke, 2022) tiene unas implicaciones considerables a nivel global y en términos de abastecimiento.

La línea de ferrocarril Yiwu – Madrid es la conexión ferroviaria entre ocho países, cuyo inicio tiene lugar en la ciudad china de Yiwu y finaliza en la capital española Madrid. Este proyecto está conformado por diferentes legislaciones aduaneras, maquinistas y anchos de vías. El trayecto se conforma de la siguiente manera: China – Kazajistán – Rusia – Bielorrusia – Polonia – Alemania – Francia y España. Como antes mencionado, una de las curiosidades de este trayecto es la diferencia de anchos de vía que se produce en algunos puntos del viaje. Concretamente: 1. China - Kazajistán, 2. Bielorrusia – Polonia y 3. Francia - España, por lo que se tiene que producir un traspaso de los contenedores en estos tres puntos.

Como paso previo, antes de adentrarnos de pleno en nuestro análisis y con el objetivo de conocer con más detalle las dos ciudades protagonistas de este proyecto, aportamos las siguientes pinceladas acerca de ambas.

El inicio de este viaje tiene lugar en la ciudad de Yiwu, ubicada en la provincia de Zhejiang en la república popular de China, que es conocida como “*el mercado mayorista más grande del mundo*” (FIYE, 2020), con una superficie construida de 5.500.000 m² y 75.000 tiendas. Cabe destacar el crecimiento de la economía China en los últimos tiempos, pues es indudable, ya que resulta ser el único país que en el año 2020 ha experimentado un incremento en su Producto Interior Bruto (PIB) (Gonzalez, 2021). Por ello, resulta más que evidente la importancia que supone disponer de una buena conexión con esta ciudad para el resto de los agentes económicos de cara a establecer relaciones comerciales.

Tras atravesar varios países y viajar a lo largo de dos continentes como son Europa y Asia, el trayecto finaliza en Madrid, capital de España. Esta región es un motor del comercio nacional e internacional. Por aportar algunos datos, en el año 2020 fue la comunidad autónoma

española con mayor crecimiento del PIB (Expansion, s.f.). Sin embargo, dada su situación geográfica, ubicada en el centro de la Península Ibérica, afronta el reto de no disponer de un puerto que le posibilite la recepción de mercancías a través del sector marítimo.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El estudio expuesto en el presente documento se centra en los siguientes objetivos:

- ❖ Estudiar el estado económico actual de los países que forman parte de la línea
- ❖ Proponer y analizar 4 rutas alternativas a la línea Yiwu-Madrid
- ❖ Calcular la ruta óptima en términos de coste económico, ambiental y de tiempo

1.2. ESTADO DEL ARTE

Concentrándonos en nuestro continente, tal y como se definió en el Informe Especial del Tribunal de Cuentas Europeo: *“La movilidad de las mercancías es un componente esencial del mercado interior de la UE, que contribuye significativamente a la competitividad de la industria y los servicios europeos. Su repercusión en el crecimiento económico y en la creación de empleo es significativa”*. (Tribunal de Cuentas Europeo, 2016).

La sucesión de acontecimientos que implican o pueden implicar una interrupción en los servicios de transporte son sumamente relevantes y de carácter transversal. Puesto que, como se ha descrito anteriormente, hemos vivido en los últimos años varios eventos significativos en este sentido, cabe suponer que se dispondrá en un futuro no muy lejano de literatura al respecto. Para el presente análisis, dado que, a diferencia del conflicto bélico Rusia-Ucrania, sí hay cierta lejanía temporal, hemos tenido en cuenta investigaciones y estudios que han ahondado en la pandemia causada por el Covid-19 (2020) y la explosión en el puerto de Beirut (2019).

Las consecuencias que la pandemia causada por el Covid-19 son del todo conocidas. Uno de los pilares más afectado por la misma fue el transporte. El cierre de fronteras, entre otras medidas, dictado por las correspondientes autoridades públicas se tradujo en perturbaciones en este sector, afectando a todo movimiento, almacenamiento y flujo de mercancías, dejando en evidencia la *“trascendencia de las cadenas de suministro para el abastecimiento de los productos esenciales de alimentación, higiene o salud necesarios en ese contexto, donde se pudo apreciar la importancia de garantizar la fluidez del transporte, así como la facilitación de los procedimientos en frontera para impedir retrasos y, por consiguiente, costes adicionales*

en la provisión de estos bienes". (LOGÍSTICA Y TRANSPORTE INTERNACIONAL: LA DISRUPCIÓN ANTE EL COVID-19, 2021)

Por otro lado, cabe considerar el estudio "*Rapid Damage and Need Assessment*" realizado con motivo de la explosión que tuvo lugar el pasado Agosto de 2020 en las inmediaciones del puerto de Beirut (Líbano), causando el fallecimiento de 200 personas, 6 mil heridos y la reubicación de otras 300.000 personas por los daños que sufre la zona, pues nos sirve como referencia de un caso de interrupción relevante de actividad en el sector marítimo. En dicho documento se analizan y estiman el tiempo y costo que se necesitarían para regresar a la situación previa a la sucesión de este acontecimiento. (The World Bank, 2020) Al tratarse de un puerto que ha tenido que interrumpir su actividad por causas externas, se ha considerado relevante tener en cuenta sus conclusiones de cara a enfocar nuestro caso de estudio.

2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA FERROVIARIA YIWU-MADRID

2.1. INTRODUCCIÓN

“La línea Yiwu-Madrid es el resultado de un mastodóntico esfuerzo logístico y de coordinación entre más de 60 maquinistas y personal de carga y aduanero de ocho nacionalidades distintas: China, Kazajistán, Rusia, Bielorrusia, Polonia, Alemania, Francia y España.” (Coyle, 2022)

Conocida también como *“la ruta de la seda,”* la línea ferroviaria de transporte de mercancías, cuyo origen tiene lugar en la ciudad china de Yiwu y cuyo destino es una capital europea de suma importancia, como es Madrid, representa la apertura económica del país oriental al mundo, siendo la ruta de tren más larga del planeta.

Fundada en el año 2014 de la mano de varios agentes económicos públicos y privados, la vía ferroviaria Yiwu-Madrid supone un recorrido de más de 13.000 kilómetros a lo largo de ocho países, conectando nada más y nada menos que dos continentes: Europa y Asia. Con una capacidad para cargar 100 contenedores, la línea de ferrocarril Yiwu-Madrid consume una media de 21 días por trayecto (21 días en ir y 21 días en volver).

Este largo trayecto, que se inicia en Yiwu (China) y finaliza en Madrid (España), conecta los siguientes países: China – Kazajistán – Rusia – Bielorrusia – Polonia – Alemania – Francia y España.



Ilustración 1: Ruta de la línea Yiwu-Madrid (Coyle, 2022)

TRAMO	PAÍSES	KM
Yiwu-Alashankou	CH-CH	4.645
Alashankou-Dostyk	CH-KZ	3.412
Dostyk-Ilezk	KZ-RU	1.497
Ilezk-Brest	RU-BLR	587
Brest-Malaszewicze	BLR-PL	1.350
Malaszewicze-Mannheim	PL-DE	142
Mannheim-Forbach	DE-FR	382
Forbach-París	FR-FR	802
París-Irún	FR-ESP	363
Irún-Madrid	ESP-ESP	469
TOTAL		13.649

Tabla 1: Distribución en kilómetros de la línea Yiwu-Madrid (El Mundo, 2014)

Timex Industrial Investment, más conocida como YXE, es la empresa china encargada de operar esta ruta y este tren de contenedores. Se trata de una de las empresas subsidiarias del Grupo YXE, fundado en el año 2010, “operador de YXE China Railway Express y que ofrece soluciones transfronterizas comerciales y logísticas e integradas que abarcan trenes de contenedores, estaciones, terminales, almacenes inteligentes, entrega urgente internacional por ferrocarril y la cadena de suministro comercial en China, Asia Central y Europa” (Yixinou, 2017).



Ilustración 2: Tren YXE España (El Mercantil, 2020)

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA FERROVIARIA YIWU MADRID

En relación a la línea, es de especial relevancia tomar en consideración los siguientes aspectos:

a) **Los trasbordos de los contenedores:** motivados por el cambio de ancho de vía entre países, en algunos tramos del trayecto se produce un solapamiento de las vías en el que se realiza el trasbordo. A lo largo de todo el tramo ferroviario de este trayecto se identifican 3 trasbordos:

1. **Tramo Alashankou (China) – Dostyk (Kazajistán).** En este tramo se produce un solapamiento de 12 kilómetros entre ambas vías. En este caso, el traslado de contenedores entre las mismas debe realizarse en la estación de recepción.

Ejemplo: Si se realiza un envío de China a Kazajistán, el traslado del contenedor a la vía correspondiente se llevará a cabo en la estación receptora de Dostyk (Kazajistán). (ESCAP, 2018).

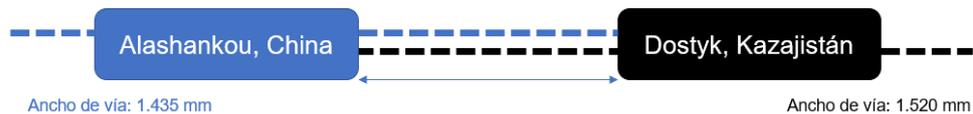


Ilustración 3: Representación del cambio de ancho de vía entre China y Kazajistán. Elaboración propia

2. **Tramo Brest (Bielorrusia) – Malaszewicze (Polonia).** Este tramo supone la entrada del trayecto en territorio europeo, por lo que las medidas del ancho de vía difieren nuevamente de las anteriores. (Railway Pro, 2015)

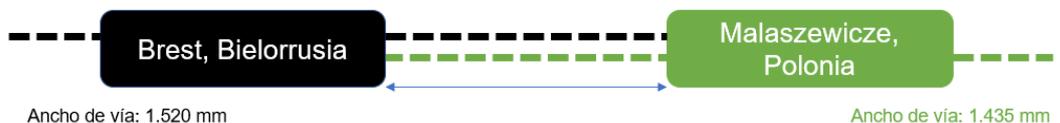


Ilustración 4: Representación del cambio de ancho de vía entre Bielorrusia y Polonia. Elaboración propia

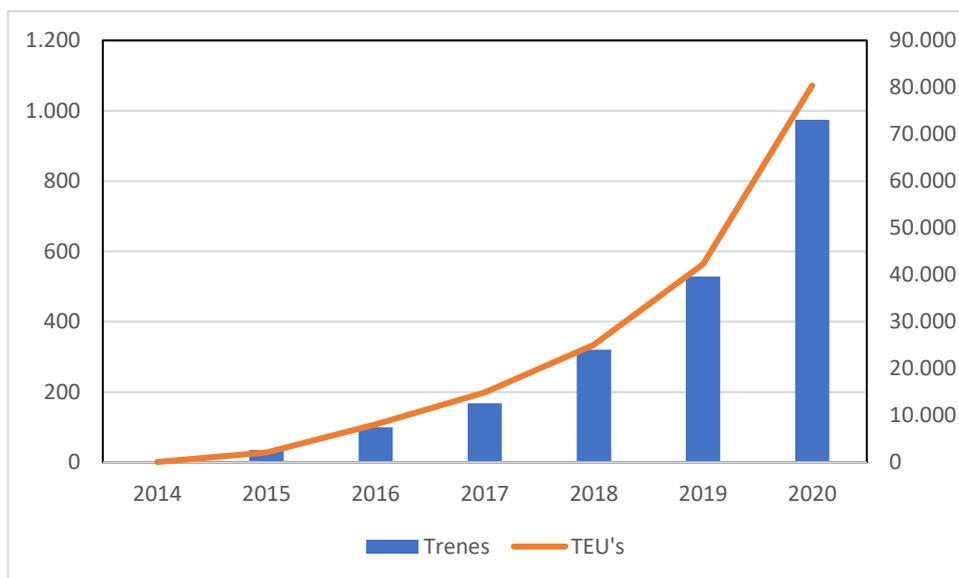
3. **Tramo Hendaya (Francia) – Irún (España).** Francia cuenta con el ancho de vía internacional de 1.435 mm. Por otro lado, España tiene su propio ancho de vía de 1.668 mm que se había establecido con motivo de la orografía del país. (Fernández Saavedra, 2020)



Il·lustración 5: Representación del cambio de ancho de vía entre Francia y España. Elaboración propia

- b) **Velocidad media:** el viaje de Yiwu a Madrid de más de 13 mil kilómetros tiene picos de mayor y menor velocidad. Basado en su distancia y tiempo del viaje se ha identificado una velocidad promedio del viaje de 25 km/hrs (El Mundo, 2014).
- c) **Las mercancías que se transportan:** el volumen de la demanda ha ido en aumento desde que esta línea arrancara en el año 2014. De acuerdo con la información ofrecida por la la compañía YXE, las mercancías que esta empresa mueve en esta línea son de diversa tipología, desde *commodities* o productos de bazar hasta productos industriales, tanto textiles como electrodomésticos, componentes de vehículos, entre otros.

En la siguiente gráfica podemos apreciar la evolución con tendencia ascendente del tráfico de las mercancías llegando en 2020 a alcanzar la cifra de 80.392 TEU's (*Twenty-foot Equivalent Unit*):



Il·lustración 6: Evolución del tráfico en los ferrocarriles de YXE (Sánchez, 2021)

2.3. DIFICULTADES A LAS QUE SE ENFRENTA LA LÍNEA

Las ventajas y atracción que suscitan este proyecto en términos económicos y a nivel de relaciones internacionales son una ventaja competitiva, sin embargo, cabe considerar que existen varias barreras o limitaciones de distinta índole y complejidad que pueden suponer un problema para el eficiente y puntual funcionamiento de la línea. Resaltamos los siguientes:

- ❖ Complejidad burocrática a nivel aduanero: necesidad de desarrollar una política aduanera amigable
- ❖ Diversidades técnicas entre países: como se ha comentado, hay variaciones en el ancho de vía entre los países
- ❖ Modificaciones técnicas necesarias: aproximadamente cada 800km debe realizarse la sustitución de locomotoras

2.4. VENTAJAS DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN TREN

Como es bien sabido, existen actualmente varias opciones para hacer llegar a destino las mercancías. En este apartado ponemos en valor las bondades del transporte de mercancías en tren, en comparación con sus competidores: el transporte marítimo, el aéreo y otras alternativas terrestres.

El transporte ferroviario de mercancías supone una alternativa atractiva a las carencias de otras modalidades de transporte, ya que ofrece:

- ❖ Duración media de los trayectos: de 10 a 20 días
- ❖ Capacidad de transportar grandes volúmenes de carga y variedades
- ❖ Evasión de problemas de tráfico y congestión, reduciendo tiempos de entrega

3. LA ECONOMÍA DE LOS PAÍSES POR LOS QUE PASA LA LÍNEA YIWU-MADRID

3.1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente apartado procedemos a analizar detalladamente desde el punto de vista económico los países por los que transita la línea ferroviaria de Yiwu-Madrid.

Puesto que este trayecto ferroviario transita por ocho diferentes países, tanto europeos como asiáticos, resulta de suma importancia comprender cuál ha sido su crecimiento en términos económicos (1) y cómo se han comportado por lo que respecta al comercio exterior (2) (balance de exportaciones e importaciones). **El objetivo de analizar estas variables es poner en valor el efecto positivo de la línea Yiwu-Madrid en términos comerciales y económicos para estos países.**

Las variables con las que vamos a trabajar para cada uno de ellos son las que se enuncian a continuación. La fuente de datos que tomamos de referencia es la ofrecida por el *World Bank* de los dos últimos ejercicios disponibles (2019, 2020 y 2021), con el fin de reflejar la situación post-pandémica. Adicionalmente, tendremos en consideración las estimaciones y predicciones que hay para los siguientes años (2022 y 2023), de acuerdo con COFACE. Hemos considerado utilizar la información económica que ofrece COFACE, dado que analiza, evalúa y hace previsiones de los riesgos de los países. Se trata de un recurso que ofrece información de riesgos comerciales que ayudan a la toma de decisiones de cara a alcanzar acuerdos y alianzas entre países.

1. Indicadores del crecimiento económico:

- ❖ Producto Interior Bruto (PIB/ GDP Growth (%)): Es el valor total de todos los bienes y servicios finales producidos en la economía durante un año determinado (*Krugman, y otros, 2015*).
- ❖ Inflación (Inflation): La inflación es un aumento generalizado del nivel de precios (*Krugman, y otros, 2015*).
- ❖ Balance presupuestario del % PIB (Budget balance (% GDP)): Mide la diferencia entre los ingresos y gastos de gobierno en un año determinado (*COFACE, 2023*).
- ❖ Deuda pública: “La deuda es el saldo total de obligaciones contractuales directas a plazo fijo del Gobierno a otros pendientes en una fecha determinada. Incluye los pasivos internos y extranjeros, como dinero, depósitos a la vista, valores excepto acciones, y préstamos. Es el volumen bruto de pasivos del Gobierno menos el monto de acciones y derivados financieros en manos del Gobierno.” (*World Bank Group*,

2020)

2. Indicadores del comercio exterior:

- ❖ Balanza comercial de bienes y servicios (*External balance on goods and services (% GDP)*): Recoge las exportaciones de bienes y servicios menos las importaciones de bienes y servicios. Si las exportaciones superas las importaciones, hablamos de *superávit* comercial, mientras que, en caso de que las exportaciones sean inferiores a las importaciones, *déficit* comercial.
- ❖ Exportaciones (*Exports of goods and services (constant 2015 USD)*): seleccionamos esta variable a precios constantes para eliminar el efecto de la inflación
- ❖ Importaciones: (*Imports of goods and services (constant 2015 USD)*): seleccionamos esta variable a precios constantes para eliminar el efecto de la inflación

3.2. CHINA

Uno de los principales protagonistas del presente documento, pues en él arranca el denominado *Dragón de Hierro*, el tren de nuestra línea, con destino a Madrid.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

China	2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)	14,296,344,415,	14,616,539,906,	15,801,910,975,
GDP growth (annual %)	5.95	2.24	8.11
Inflation, consumer prices (annual %)	2.90	2.42	0.98
External balance on goods and services (% of GDP)	0.93	2.42	2.61

Ilustración 7: Las variables macroeconómicas de China para 2019, 2020 y 2021 (World Bank)

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	2.2	8.1	3.0	4.4
Inflation (yearly average, %)	2.5	0.9	2.0	2.1
Budget balance (% GDP)	-3.7	-3.1	-2.8	-3.0
Current account balance (% GDP)	1.7	1.8	2.3	1.2
Public debt (% GDP)	68.1	71.5	76.9	84.1

(e): Estimate (f): Forecast

Il·lustració 8: Las variables macroeconómicas de China para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** Podemos apreciar que, en la época post-pandémica, a pesar de las múltiples restricciones, se ha experimentado un considerable incremento del PIB. De hecho, en 2021 se obtiene la cifra más alta de la década (8.1%). De esta cifra récord tiene mucha responsabilidad el comercio exterior. (Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, 2023)
- 2. Comercio exterior:** La venta de recursos propios al exterior es una excelente noticia, más cuando, viniendo ya de un contexto favorable en años anteriores, continuas arrojando valores positivos. China ha experimentado en 2021 un incremento de superávit comercial (2.61% del PIB).
- 3. Previsiones:** Se estima que el crecimiento en términos de PIB respecto a 2020 sea positivo, dada la relajación de restricciones postpandemia y la reapertura del país, pero con unas previsiones inferiores a lo experimentado en 2021 con motivo del panorama económico mundial y la posible ralentización de las principales economías, de acuerdo con las estimaciones de la OECD. (OECD, 2022)

3.3. KAZAJISTÁN

Kazajistán, ubicado entre Asia y Europa, la mayor república centroasiática, disfruta de esta ventaja comparativa de cara a poder ser un enlace entre ellos. Es nuestra siguiente parada, una vez cruzado la frontera y dejando China atrás.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

Kazakhstan		2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)		211,106,972,031	205,829,297,731	214,679,957,541
GDP growth (annual %)		4.50	-2.50	4.30
Inflation, consumer prices (annual %)		5.25	6.75	..
External balance on goods and services (% of GDP)		8.02	4.03	9.55

Ilustración 9: Las variables macroeconómicas de Kazajistán para 2019, 2020 y 2021 (World Bank)

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-2.6	3.3	2.6	3.9
Inflation (yearly average, %)	6.8	8.9	15.0	10.4
Budget balance (% GDP)*	-7.0	-5.0	-2.1	-1.9
Current account balance (% GDP)	-3.7	-2.0	2.8	1.5
Public debt (% GDP)	26.4	25.1	24.2	25.4

(e): Estimate (f): Forecast *Including transfers from the NFRK sovereign fund

Ilustración 10: Las variables macroeconómicas de Kazajistán para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** La pandemia trajo consigo números negativos en términos del PIB. Con una ligera vuelta a la normalidad en términos de flexibilización de restricciones, se experimentó un crecimiento positivo en el año 2021.
- 2. Comercio exterior:** Ha habido un saldo positivo a favor de las exportaciones, creciendo incluso considerablemente de un año para otro. Continúa con una tendencia positiva respecto a la diferencia entre exportaciones e importaciones. Éstas últimas han caído en 2021, mientras que las exportaciones han aumentado respecto al año anterior. Superávit comercial.

Kazakhstan ▼ i			
	2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)	60,627,674,915.	53,776,747,649.	54,852,282,602.
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)	54,841,507,138.	49,905,771,496.	48,558,315,666.
Exports of goods and services (annual % growth)	2.00	-11.30	2.00
Imports of goods and services (annual % growth)	14.90	-9.00	-2.70
External balance on goods and services (% of GDP)	8.02	4.03	9.55

Il·lustració 11: La evolució del comerç exterior de Kazajistán (World Bank)

- 3. Previsions:** Como en el caso anterior, la flexibilización de restricciones tras la pandemia ha favorecido al crecimiento económico, que oscila en torno al 4%.

3.4. RUSIA

Rusia es un país con abundantes recursos naturales como el aceite, petróleo y metales. La situación actual, en el contexto bélico en el que se halla inmersa, agudiza la incertidumbre tras nada más y nada menos que una pandemia mundial. Su reputación y las relaciones internacionales se encuentran en horas bajas.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

Russian Federation ▼ i			
	2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)	1,461,550,117,8	1,422,617,966,8	1,490,186,403,6
GDP growth (annual %)	2.20	-2.66	4.75
Inflation, consumer prices (annual %)	4.47	3.38	6.69
External balance on goods and services (% of GDP)	7.64	5.13	9.54

Il·lustració 12: Las variables macroeconómicas de Rusia para 2019, 2020 y 2021

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-2.7	4.7	-2.1	-0,8
Inflation (yearly average, %)	3.4	6.7	13.8	6.1
Budget balance (% GDP)	-3.8	0.8	-2.3	-3.8
Current account balance (% GDP)	2.2	6.9	10.4	6.2
Public debt (% GDP)	19.2	17.0	18.2	20.1

(e): Estimate (f): Forecast

Ilustración 13: Las variables macroeconómicas de Rusia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** Similar a los casos anteriores, tras la pandemia se experimenta un crecimiento económico, sin embargo, el inicio de la Guerra de Ucrania en 2022 golpea duramente su crecimiento.
- 2. Comercio Exterior:** La tendencia en los últimos años ha sido positiva. En 2021 el crecimiento de las exportaciones ha sido superior al de las importaciones. A pesar de las circunstancias y de las sanciones impuestas por Occidente, la balanza comercial se estima que haya sido positiva en 2022, de acuerdo con el Servicio Federal de Aduanas de Rusia (FTS) (Swissinfo.ch, 2023), ya que las exportaciones han crecido un 19,5% y las importaciones han caído un 11,7%. Está reforzando su presencia en otros mercados, como el asiático y el de Oriente Medio. Superávit comercial.

Russian Federation i			
	2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)	450,839,566,729	432,355,144,494	447,487,574,552
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)	336,957,500,099	296,859,557,587	347,028,822,820
Exports of goods and services (annual % growth)	0.73	-4.10	3.50
Imports of goods and services (annual % growth)	3.13	-11.90	16.90
External balance on goods and services (% of GDP)	7.64	5.13	9.54

Ilustración 14: La evolución del comercio exterior de Rusia (World Bank)

- 3. Previsiones:** El rechazo del resto de países y de la UE ha implicado la aplicación de sanciones y medidas económicas, entre las que destaca el ataque a uno de sus principales recursos: las exportaciones energéticas. Se espera

que daño reputacional y comercial de la Guerra tenga sus efectos en el crecimiento económico del país en los próximos años.

3.5. BIELORRUSIA

Bielorrusia se ha convertido en uno de los aliados de Rusia, por lo que respecta a la invasión de Ucrania, motivo por el cual también ha sido objeto de aplicación de sanciones y medidas por parte Occidente.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

Belarus	2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)	59,013,474,192.	58,600,611,434.	59,948,354,831.
GDP growth (annual %)	1.40	-0.70	2.30
Inflation, consumer prices (annual %)	5.60	5.55	9.46
External balance on goods and services (% of GDP)	-0.66	3.09	5.48

Ilustración 15: Las variables macroeconómicas de Bielorrusia para 2019, 2020 y 2021

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-1.0	2.6	-8.0	-2.7
Inflation (yearly average, %)	5.5	9.5	15.6	11.0
Budget balance (% GDP)*	-2.9	-1.7	-4.5	-2.3
Current account balance (% GDP)	-0.2	2.7	-1.5	-1.1
Public debt (% GDP)*	48.0	41.2	36.7	37.9

(e): Estimate (f): Forecast *Off-budget operations and secured debts of public enterprises included

Ilustración 16: Las variables macroeconómicas de Bielorrusia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** La pandemia y su posicionamiento favorable a Rusia en la Guerra de Ucrania no han resultado ser los mejores aliados. Su dependencia económica con Rusia, pues es su principal cliente y proveedor, conlleva que los efectos sobre la economía rusa se traduzcan en impactos sobre su propia economía.

- 2. Comercio exterior:** En la época post-pandémica (2021), ambas, exportaciones e importaciones, han aumentado. El déficit comercial está en una tendencia bajista.

Belarus		2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)		38,204,706,915.	35,558,162,032.	42,993,061,252.
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)		43,400,614,411.	37,962,446,146.	44,672,791,908.
Exports of goods and services (annual % growth)		-6.31	-6.93	20.91
Imports of goods and services (annual % growth)		-3.28	-12.53	17.68
External balance on goods and services (% of GDP)		-0.66	3.09	5.48

Ilustración 17: La evolución del comercio exterior de Bielorrusia (World Bank)

- 3. Previsiones:** Como sucede con Rusia, las expectativas no parecen positivas de cara al futuro.

3.6. POLONIA

Polonia representa la entrada a la Unión Europea para el trayecto ferroviario Yiwu-Madrid.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

Poland		2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)		571,503,117,124	559,958,349,911	598,302,692,664
GDP growth (annual %)		4.45	-2.02	6.85
Inflation, consumer prices (annual %)		2.23	3.37	5.06
External balance on goods and services (% of GDP)		3.70	5.66	3.38

Ilustración 18: Las variables macroeconómicas de Polonia para 2019, 2020 y 2021

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-2.0	6.8	4.4	1.0
Inflation (yearly average, %)	3.7	5.2	14.5	11.4
Budget balance (% GDP)	-6.9	-1.8	-4.8	-5.3
Current account balance (% GDP)	3.3	-0.1	-3.4	-3.3
Public debt (% GDP)	57.2	53.8	51.8	52.4

(e): estimate (f): forecast

Il·lustració 19: Las variables macroeconómicas de Polonia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** La irrupción de la pandemia de Covid provocó en 2020 una recesión del -2%, entre las menos severas de la UE y países OCDE. El crecimiento se recuperó en 2021, pero por efecto de la crisis provocada por la agresión rusa a Ucrania y la inflación las estimaciones para 2022 no parecen positivas.
- 2. Comercio exterior:** Con la recuperación económica post-pandémica durante el 2021 y el impulso de la demanda interior, se aprecia un incremento considerable de las exportaciones, pero sobre todo de las importaciones. Superávit comercial.

Poland ⓘ			
	2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)	302,620,241,41	299,328,027,58	336,600,344,87
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)	284,256,267,40	277,398,859,26	322,131,582,43
Exports of goods and services (annual % growth)	5.34	-1.09	12.45
Imports of goods and services (annual % growth)	3.19	-2.41	16.13
External balance on goods and services (% of GDP)	3.70	5.66	3.38

Il·lustració 20: La evolución del comercio exterior de Polonia (World Bank)

- 3. Previsiones:** Dada la coyuntura económica global actual, las previsiones de crecimiento de los próximos años tienen una tendencia a la baja, creciendo a un ritmo inferior al de 2021.

3.7. ALEMANIA

Nuestra segunda parada dentro de la Unión Europea es en Mannheim, Alemania.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

Germany i			
	2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)	3,596,645,827,0	3,463,685,430,3	3,554,676,005,5
GDP growth (annual %)	1.06	-3.70	2.63
Inflation, consumer prices (annual %)	1.45	0.51	3.14
External balance on goods and services (% of GDP)	5.65	5.63	5.32

Ilustración 21: Las variables macroeconómicas de Alemania para 2019, 2020 y 2021

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-3.7	2.6	1.8	0.2
Inflation (yearly average, %)	0.5	3.1	6.9	6.9
Budget balance (% GDP)	-4.3	-3.7	-2.3	-3.1
Current account balance (% GDP)	7.0	7.4	4.2	4.9
Public debt (% GDP)	68.0	68.6	67.2	65.7

(e): Estimate (f): Forecast

Ilustración 22: Las variables macroeconómicas de Alemania para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** En el año 2022 la economía en torno a un 1,8%. Se trata de un dato positivo, teniendo en cuenta el difícil contexto configurado por la guerra, sanciones económicas, aumento del coste de la energía, bloqueo de puertos en China y desconfianza generalizada. (Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2023)

- 2. Comercio exterior:** La balanza comercial del país es estructuralmente positiva. Las exportaciones siguen siendo superiores a las importaciones y en 2021 han crecido más (9,7%) que éstas (9%). Superávit comercial.

Germany ▼ ⓘ			
	2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)	1,752,952,046,6	1,590,370,351,9	1,744,759,947,1
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)	1,552,907,050,0	1,420,868,358,9	1,548,681,803,0
Exports of goods and services (annual % growth)	1.27	-9.27	9.71
Imports of goods and services (annual % growth)	2.86	-8.50	9.00
External balance on goods and services (% of GDP)	5.65	5.63	5.32

Ilustración 23: La evolución del comercio exterior de Alemania (World Bank)

- 3. Previsiones:** Dada la coyuntura económica global actual, las previsiones de crecimiento de los próximos años tienen una tendencia a la baja, creciendo a un ritmo inferior al de 2021.

3.8. FRANCIA

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

France ▼ ⓘ			
	2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)	2,616,812,485,7	2,413,104,454,4	2,577,595,870,5
GDP growth (annual %)	1.84	-7.78	6.82
Inflation, consumer prices (annual %)	1.11	0.48	1.64
External balance on goods and services (% of GDP)	-0.96	-1.96	-1.94

Ilustración 24: Las variables macroeconómicas de Francia para 2019, 2020 y 2021

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-8.0	7.0	2.5	0.3
Inflation (yearly average, %)	0.5	1.6	5.9	5.0
Budget balance (% GDP)	-9.0	-6.5	-5.0	-5.6
Current account balance (% GDP)	-2.5	-0.8	-2.0	-1.7
Public debt (% GDP)	115.0	112.8	111.7	112.2

(e): Estimate (f): Forecast

Ilustración 25: Las variables macroeconómicas de Francia para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** Francia experimenta una caída del 8% del PIB en 2020 por la COVID y un fuerte repunte en 2021 (6,8%). El país alcanza sus niveles prepandemia en el último trimestre del 2021. (ICEX, 2022)
- 2. Comercio exterior:** La balanza comercial del país es estructuralmente negativa, pues compran más recursos de fuera que los que venden al exterior. Déficit comercial.

France (i)			
	2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)	842,075,241,081	700,331,745,061	761,764,510,764
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)	862,308,896,211	752,042,045,681	812,152,534,971
Exports of goods and services (annual % growth)	1.62	-16.83	8.77
Imports of goods and services (annual % growth)	2.34	-12.79	7.99
External balance on goods and services (% of GDP)	-0.96	-1.96	-1.94

Ilustración 26: La evolución del comercio exterior de Francia (World Bank)

- 3. Previsiones:** Dada la coyuntura económica global actual, las previsiones de crecimiento de los próximos años tienen una tendencia a la baja, creciendo a un ritmo inferior al de 2021.

3.9. ESPAÑA

Nuestra ruta ferroviaria termina en la capital española de Madrid.

Sus cifras macroeconómicas han sido las siguientes:

Spain ▼ i		2019	2020	2021
GDP (constant 2015 US\$)		1,323,918,490,1	1,173,978,918,1	1,238,777,799,4
GDP growth (annual %)		1.98	-11.33	5.52
Inflation, consumer prices (annual %)		0.70	-0.32	3.09
External balance on goods and services (% of GDP)		2.94	1.46	1.49

Ilustración 27: Las variables macroeconómicas de España para 2019, 2020 y 2021

MAJOR MACRO ECONOMIC INDICATORS				
	2020	2021	2022 (e)	2023 (p)
GDP growth (%)	-11.3	5.5	4.7	1.0
Inflation (yearly average, %)	-0.3	3.1	8.4	5.0
Budget balance (% GDP)	-10.3	-6.9	-4.2	-4.5
Current account balance (% GDP)	0.8	1.0	0.9	1.0
Public debt (% GDP)	120.4	118.3	113.1	111.5

(e): Estimate (f): Forecast

Ilustración 28: Las variables macroeconómicas de España para 2020 y 2021 y las estimaciones y predicciones para 2022 y 2023 (COFACE)

- 1. Crecimiento económico:** Como el resto de los países, España ha experimentado un crecimiento de su PIB tras la pandemia, motivado con la eliminación de restricciones y la reapertura del país y de la Unión Europea al mundo.
- 2. Comercio exterior:** La balanza comercial del país es estructuralmente positiva. Superávit comercial.

Spain (i)			
	2019	2020	2021
Exports of goods and services (constant 2015 US\$)	464,770,511,83	372,085,133,48	425,585,845,07
Imports of goods and services (constant 2015 US\$)	421,942,204,74	359,270,259,60	409,297,086,32
Exports of goods and services (annual % growth)	2.21	-19.94	14.38
Imports of goods and services (annual % growth)	1.29	-14.85	13.92
External balance on goods and services (% of GDP)	2.94	1.46	1.49

Ilustración 29: La evolución del comercio exterior de España (World Bank)

- Previsiones:** Dada la coyuntura económica global actual, las previsiones de crecimiento de los próximos años tienen una tendencia a la baja.

3.10. CONCLUSIONES

La idea principal que extraemos de este análisis es que tanto las necesidades como las estructuras a nivel de balance comercial son diferentes entre los países.

Se trata de países que están muy interrelacionados comercialmente, dado su intercambio de bienes y servicios (exportaciones e importaciones), siendo en algunos casos entre ellos socios comerciales principales y/o proveedores, la necesidad de la ruta ferroviaria Yiwu-Madrid queda latente, pues supone una conexión entre los países que la conforman, facilitando establecer lazos comerciales y posibilitando que las distancias físicas no supongan barreras para ello.

4. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO

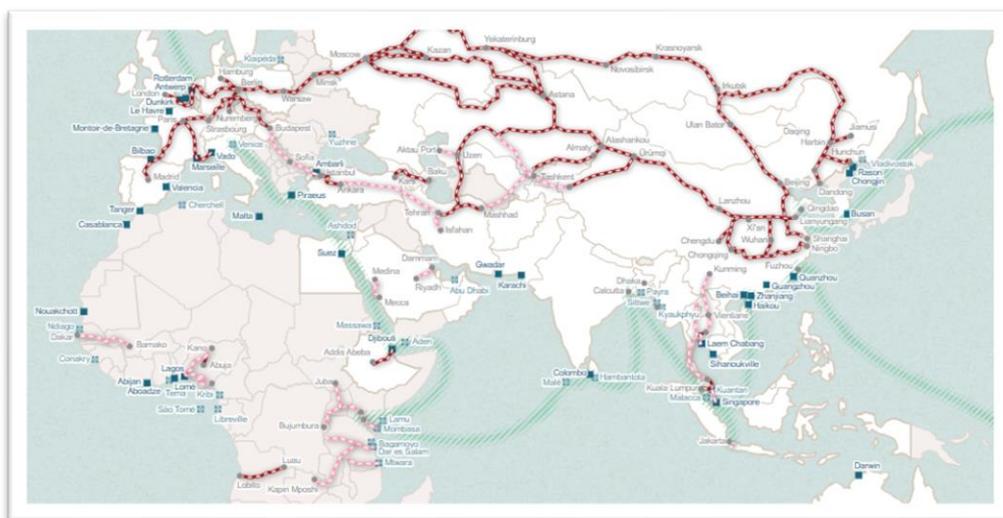
4.1. INTRODUCCIÓN

Con motivo de la Guerra de Ucrania, los viajes en el tramo Kazajistán-Rusia se han visto claramente afectados e interrumpidos, dilatando la frecuencia de los trayectos por razones evidentes. Por ello, ante esta situación crítica, y asumiendo que la línea ferroviaria Yiwu-Madrid está cerrada, **se analiza y explora en el presente documento la viabilidad de rutas alternativas que eviten transitar por dicho tramo en términos de costes económicos, ambientales y de tiempo.**

4.2. LAS 4 RUTAS ALTERNATIVAS

De cara a la realización de nuestro análisis y comparativa, se van a estudiar 4 rutas de intercambio de mercancías entre Yiwu-Madrid con la finalidad de poder comparar y proponer una alternativa óptima a la línea convencional.

La selección de estas 4 rutas se ha realizado teniendo en consideración aquellas que incluyen algunos de los puertos que conforman la *Ruta de la Seda Marítima*, como es el caso de los puertos de Ningbo y Shanghái. La Ruta de la Seda Marítima, como en el caso de la Ruta de la Seda Ferroviaria, busca hacer más eficiente el movimiento de las mercancías entre Asia, África y Europa. En el mapa de la siguiente ilustración se muestra en color verde el recorrido de la ruta marítima.



Il·lustración 7: Mapping the Belt and Road initiative: this is where we stand. (MERICS, 2023)

Las 4 rutas seleccionadas para la realización de nuestro análisis son las siguientes:

1. Ruta Yiwu-Madrid: nuestro objeto de estudio (sólo tren)
2. Ruta Yiwu-Ningbo-Barcelona-Madrid (intermodal: tren-mar-tren)
3. Ruta Yiwu-Shangai-Barcelona-Madrid (intermodal: tren-mar-tren)
4. Ruta Yiwu-Ningbo-Barcelona (intermodal: carretera-mar-tren)
5. Ruta Yiwu-Shangai-Barcelona-Madrid (intermodal: carretera-mar-tren)

En las siguientes ilustraciones se pueden apreciar las 5 rutas de manera más visual:

RUTA	ORIGEN	MODALIDAD	PARADA 1	MODALIDAD	PARADA 2	MODALIDAD	DESTINO
1	Yiwu	Tren (13.052km)					Madrid
2	Yiwu	Tren (311km)	Ningbo Port	Mar (16.110km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
3	Yiwu	Tren (324km)	Shanghai Port	Mar (16.250km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
4	Yiwu	Carretera (240km)	Ningbo Port	Mar (16.110km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
5	Yiwu	Carretera (300km)	Shanghai Port	Mar (16.250km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid

Tabla 2: Las Rutas alternativas a la línea Yiwu-Madrid

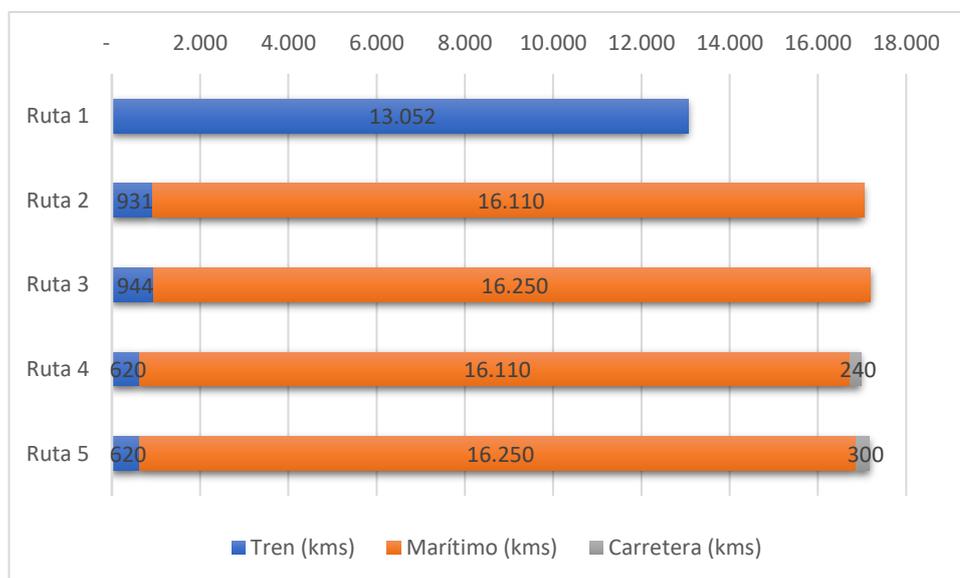


Ilustración 8: Distancia intermodal por ruta – Elaboración propia

4.3. “HANDBOOK ON THE EXTERNAL COSTS OF TRANSPORT”

La metodología que utilizaremos para calcular los costes económicos, de externalidades ambientales y de tiempo se basa en el “*Handbook on the external costs of transport*” (Essen, y otros, 2020) de la Comisión Europea.

Este Handbook se ha desarrollado por la Comisión Europea con el objetivo de analizar hasta dónde el “usuario final” y “contaminador” pagan los costes de externalidades del transporte implementados por la Unión Europea. Con el objetivo de encontrar áreas de oportunidad donde falte incrementar o implementar alguna medida para contrarrestarlo.

El Handbook muestra la metodología / estado de arte de como evaluar los principales costes de externalidades. Se muestra siempre en tres niveles/ capas.

1. La metodología : Estado del arte para estimar los costes de las externalidades por tipo de transporte
2. Valores de entrada: Cuáles son los inputs necesarios para estimar los costes de transporte
3. Valores de salida: El coste de externalidades por los distintos medios de transporte

Dicho Manual de la Comisión Europea resulta ser una herramienta de gran utilidad para generar estimaciones del Estado del Arte de los principales costes externos del transporte. Tiene en consideración las principales externalidades del transporte:

- ❖ Accidentes – el incremento de tráfico de mercancías y personas se traduce en un incremento de posibles perjuicios
- ❖ Contaminación del aire – el transporte que utiliza combustibles fósiles genera gases dañinos para la salud
- ❖ Cambio climático – el transporte que utiliza combustibles fósiles genera gases de efecto invernadero
- ❖ Ruido – el tráfico creado por los diferentes modos de transporte afecta la calidad de vida de las personas
- ❖ Congestión – el incremento del tráfico crea mayores líneas de espera y a su vez el tiempo de recorrido aumenta

- ❖ Procesos previos y posteriores (*Well-to-tank* emisiones) – Incluyen los procesos previos y posteriores que tienen despliegues de energías. Por ejemplo: fabricación, mantenimiento y/o eliminación de los vehículos.
- ❖ Daños al hábitat – pérdidas y fragmentación de ecosistemas causados por la emisión de gases e infraestructura necesaria para el transporte

En este trabajo nos centraremos en tres externalidades que están compartidas en las cuatro rutas:

4.3.1. Contaminación del aire – Air pollution

4.3.1.1. Definición y alcance:

Las emisiones de contaminantes en el aire pueden causar daños a la salud, pérdidas de cultivo, pérdida de biodiversidad, daño en infraestructura y materiales.

1.1 Daños a la salud: El inhalar los contaminantes del aire aumentan el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Esto conlleva a tener que pagar tratamientos médicos, perder productividad en el trabajo y en el peor de los casos la muerte.

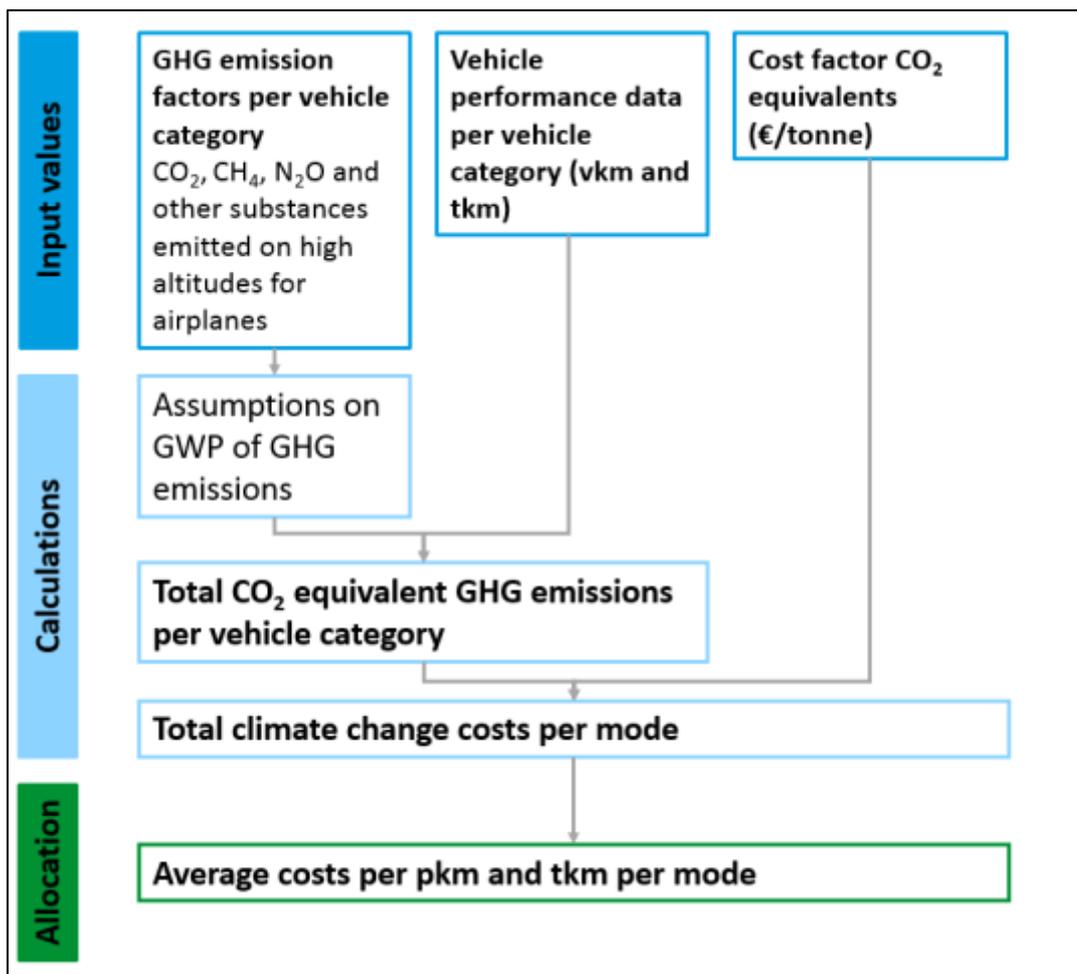
1.2 Pérdidas de cultivo: La emisión de ozono y otros contaminantes ácidos aéreos pueden llegar a dañar el cultivo o la cosecha. Por lo que se podría ver reducida la recolección de la cosecha.

1.3 Pérdida de biodiversidad: Los aires contaminantes pueden dañar los ecosistemas. Esto podría ocasionar una reducción en la flora y fauna.

1.4 Daño en infraestructura y materiales: Causada por las partículas en las superficies y polvo. Además, de los daños a fachadas y materiales por la corrosión.

4.3.1.2. Metodología:

La información de entrada son las emisiones y el coste del factor por tonelada por contaminante. Se sigue la metodología de la siguiente ilustración para obtener los costes totales y promedios de los contaminantes del aire.



Il·lustració 30: Metodologia para el coste total y promedio de la contaminación del aire (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

Empezando de abajo hacia arriba. Las emisiones se calculan usando factores de emisión promedio por vehículo y país, por ejemplo, la información detallada en COPERT. (European Environment Agency, 2012). Los factores de emisión aplicados están en el mismo nivel del tipo de transporte e información utilizada. Las emisiones promedio y totales son derivadas del factor de emisión (tonelada contaminante por vehículo por kilómetro) y el rendimiento del transporte (vehículo kilómetro).

Metodología para los costes de los factores derivados:

El método utilizado es el incluido en el “Handbook Environmental Prices” (CE Delft, 2018). Te da un estimado de coste de daños para más de 2.500 contaminantes. El lado negativo de esta información es que utiliza reportes con información de los contaminantes de hace más de 10 años. Por ejemplo, RECIPE 2008, “A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level” (Goedkoop, y otros, 2008).

4.3.1.3. Valores de entrada

Emisiones por tipo de transporte con sus respectivos factores de emisiones para los costes totales y promedios. En la siguiente tabla se muestra de donde se toma cada valor por tipo de transporte.

	Transport data	Emission factors (for total and average costs)	Emission factors (for selected cases)
Road Transport	EU Transport in Figures, Eurostat and COPERT v5	COPERT database v5 (country data)	COPERT database v5 (country data)
– Passenger transport	EU Transport in Figures, Eurostat and COPERT v5, TRACCS database	COPERT database v5 (country data)	COPERT database v5 (country data)
– Freight transport	Eurostat and COPERT v5, TRACCS database		
Rail Transport	Eurostat, EU Transport in Figures and TREMOVE	TREMOT (IFEU, 2017)	TREMOT (IFEU, 2017)
Air Transport	airports (survey), Eurostat	TREMOT (IFEU, 2017)	EEA, EMEP Guidebook; TREMOT
Inland Waterways	EU Transport in Figures and Eurostat	EcoTransitWorld and TREMOT (IFEU, 2017)	EcoTransitWorld and TREMOT (IFEU, 2017)
Maritime	ports (survey)	ISL Bremen	ISL Bremen

Tabla 3: Tabla con las bases de datos de las emisiones de los diferentes tipos de transporte (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

Costes de los factores del daño promedio en €/kg, promedios nacionales de las emisiones por transporte. Ejemplo en la siguiente tabla, dónde se muestran los contaminantes del aire.

- ✓ NH₃- Amonio
- ✓ NMVOC - Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano
- ✓ SO₂- Dióxido de Sulfuro
- ✓ PM – Materia de Partículas

€ ₂₀₁₆ /kg	NH ₃	NMVOC	SO ₂	NO _x transport city ^o	NO _x transport rural ^o	PM _{2.5} transport metropole ^o	PM _{2.5} transport city ^o	PM _{2.5} transport rural ^o	PM ₁₀ average [*]
Austria	27.8	2.3	16.2	41.4	24.3	466	151	87	30,9
Belgium	38.2	3.6	17.1	26.1	15.1	479	155	114	47,2

Tabla 4: Costes de la contaminación del aire (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

4.3.1.4. Valores de salida

El output de la información anterior es mostrar el resultado de los costes totales y promedio

por factores de la contaminación del aire por tipo de vehículo. Lo puedes encontrar en las siguientes medidas:

- ✓ Tkm – tonelada kilómetro
- ✓ Vkm – vehículo kilómetro
- ✓ Pkm – pasajero kilómetro

Transport mode	Total costs EU28	Average costs	
		€-cent/pkm	€-cent/vkm
Passenger transport	Billion €		
Passenger car	33.36	0.71	1.14
Passenger car – petrol	8.58	0.33	0.53

Tabla 5: Coste total y promedio de la contaminación del aire (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

4.3.2. Cambio climático

4.3.2.1. Definición y alcance:

La emisión de los gases de efecto invernadero generan calentamiento global y el cambio climático. Que a su vez generarían cambios radicales en ecosistemas poniendo en peligro la flora y fauna actual. Los costos del cambio climático están asociados a los efectos del calentamiento global como elevar el nivel del mar, pérdida de biodiversidad, escasez de agua y climas extremos.

El impacto del cambio climático está centrado en las siguientes variables:

CO2 – Dióxido de carbono

N2O – Oxido nitrógeno

CH4 - Metano

4.3.2.2. Metodología:

En la siguiente ilustración se muestra la metodología para obtener los costes totales y promedios:

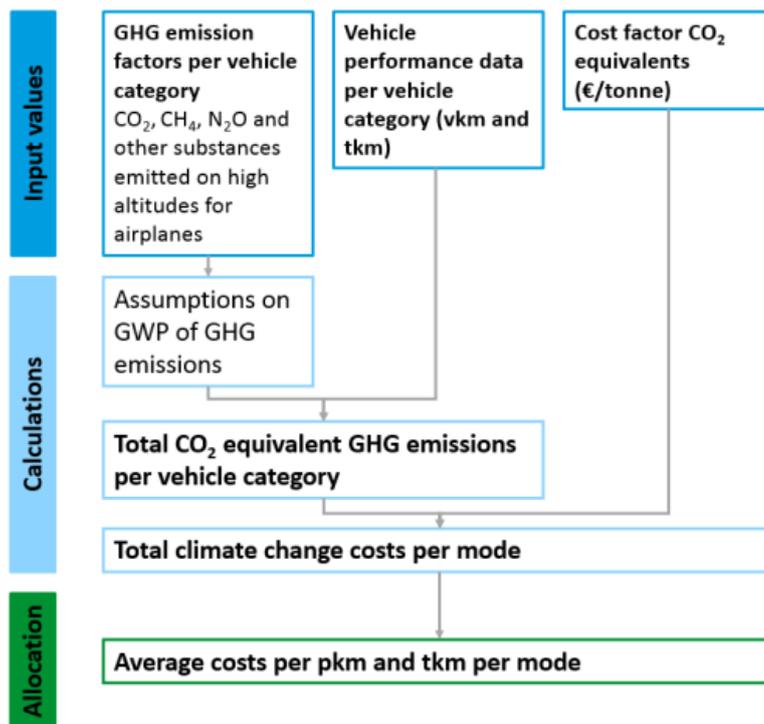


Ilustración 31: Metodología para coste total y promedio del cambio climático (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

GHG EMISSION – Emisiones de gases con efecto invernadero (Greenhouse Gas)

GWP – Potencial de calentamiento global (Global Warming Potentials)

4.3.2.3. Valores de entrada

Se necesitan tres valores de entrada para obtener los costes en factores de las externalidades por el cambio climático.

1. GHG por tipo de vehículo – La emisión de gases con efecto invernadero por tipo de vehículo
2. GWP de las emisiones de GHG – Potencial de calentamiento global de las emisiones de gases con efecto invernadero
3. Costo del cambio climático por tonelada de CO2

4.3.2.4. Valores de salida

El output de la información anterior es mostrar el resultado de los costes totales y promedio por factores del cambio climático por tipo de vehículo y modo de transporte. Es importante mencionar que las estimaciones de los factores son de centavo de euro por tonelada CO2.

Passenger transport	Total costs EU28	Average costs	
	Billion €	€-cent per pkm	€-cent per vkm
Passenger car	55.56	1.18	1.90
Passenger car – petrol	32.02	1.22	1.97

Tabla 6: Costes total y promedios del cambio climático (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

4.3.3. Well to tank – Procesos previos y posteriores

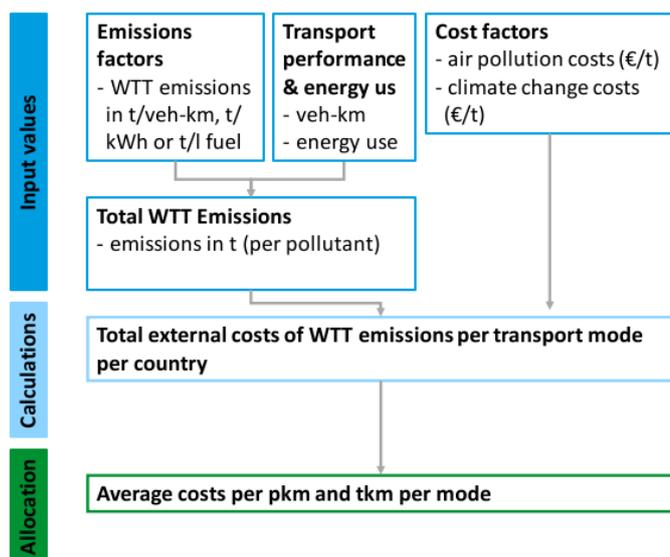
4.3.3.1. Definición y alcance:

Los procesos previos y posteriores que forman parte del ciclo de vida del transporte, desde la creación de la energía, el vehículo y su infraestructura, mantenimiento y proceso para desecharlo todos ellos fomentan la contaminación del aire, gases invernadero e impactos ambientales negativos. El estudio se enfocará en la creación de la energía o más conocido como Well-to-tank emisiones.

La generación de energía, ejemplo, la producción de electricidad apoyada por la producción de combustibles fósiles, tiene un impacto negativo como los mencionados anteriormente.

4.3.3.2. Metodología:

En la siguiente ilustración se muestra la metodología para obtener los costes totales y promedios:



Il·lustració 32: Metodología para obtener los costes totales y promedios de las emisiones de Well-to-tank (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

4.3.3.3. Valores de entrada

Se necesitan dos valores de entrada para obtener los costes de las emisiones Well-to-tank:

- 1- Los factores de emisión de gases invernadero y contaminantes del aire en el proceso de crear energía
- 2- Factores de costo de daño para monetizar emisiones

€ ₂₀₁₆ /kg	NO _x	NM VOC	SO ₂	PM _{2.5} (exhaust)	PM ₁₀ (non- exhaust)
Austria	21.9	2.3	16.2	26.8	30.9
Belgium	16.2	3.6	17.1	34.6	47.2
Bulgaria	5.7	0	4.2	7.1	5.4
Croatia	12.2	0.9	8	16.3	8.2
Cyprus	5.4	-0.4	7.8	10.9	20.1
Czech Republic	14.5	1.1	11.6	22.6	39.6

Tabla 7: Well-to-tank contaminación del aire incluyendo los costes del daño (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

4.3.3.4. Valores de salida

El output de la información anterior es mostrar el resultado de los costes totales y promedio por factores de las emisiones Well-to-tank. Es importante mencionar que los gases invernadero, aunque están muy estudiados, puede haber emisiones todavía por descubrir.

Passenger transport	Total costs EU28	Average costs	
	Billion €	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Passenger car	18.13	0.38	0.62
Passenger car - petrol	10.43	0.40	0.64
Passenger car - diesel	7.70	0.37	0.59
Motorcycle	0.83	0.51	0.53

Tabla 8: Costes total y promedios de Well-to-tank (European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020)

5. ANÁLISIS DE LAS 4 RUTAS: EL COSTE ECONÓMICO

5.1. CÁLCULO DEL COSTE EN TÉRMINOS ECONÓMICOS

En este apartado se hará la comparación de costes en términos económicos por ruta. Con dicho fin se va a calcular para cada una de las rutas el coste económico de enviar un contenedor de 20 pies, más conocido como un TEU (TEU – Twenty- Foot Equivalent Unit). Asumiremos que en los casos de rutas con transporte intermodal (barco) no habrá un costo adicional por realizar el traslado de los contenedores desde los puertos a la red ferroviaria correspondiente.

Nuestra referencia será la cotización de un TEU en el año 2018 para nuestra ruta convencional Yiwu-Madrid (1), que fue de 3.500 euros (ACE, 2018).

Con la finalidad de poder realizar una comparación en los mismos términos y con precios actualizados, se considerará la inflación del país de destino (España).

De acuerdo con la información del INE, España ha tenido un incremento en el IPC de transporte entre el año 2018 a 2022 de un promedio anual del 4.4%. (INE, 2023).

Índice de Precios de Consumo. Base 2021. Medias anuales						
Resultados nacionales						
Índices nacionales: general y de grupos ECOICOP						
Unidades: Índice						
		Media anual				
	Promedio anual	2022	2021	2020	2019	2018
07 Transporte		112,150	100,000	93,197	96,867	95,770
	4,202%	12,150%	7,300%	-3,789%	1,145%	

Ilustración 33: Índice de Precios de Consumo en España 2018-2022 (INE, 2023)

CÁLCULO

Ruta 1. Con la siguiente ecuación podremos obtener el precio al año 2023. De acuerdo con la misma, hoy en día el precio de la nuestra ruta convencional (1) 1 sería de 4.340,81 euros.

$$\text{Precio 2023} = \text{Precio 2018} \times (1 + \text{tasa de inflación anual})^{\text{Años de la inflación (2023-2018)}}$$

Ecuación 1: Precio del transporte por ferrocarril incluyendo inflación

$$\text{Precio 2023} = 3500 \text{ euros} \times (1 + 4,4\%)^5 = \mathbf{4.340,81 \text{ euros}}$$

Ecuación 2: Precio del transporte por ferrocarril incluyendo inflación en euros

El precio de la Ruta 1 lo usaremos también para el resto de las rutas que hacen tramos por ferrocarril. Al ser el envío con mayor trayectoria, nos dará el precio promedio en euros por kilómetro de un contenedor (TEU) que mejor se pueda adaptar a España y China, que llamaremos x.

$$x = \frac{4.340,81 \text{ euros}}{13.052 \text{ kms}} = 0.33 \frac{\text{euros}}{\text{kms}}$$

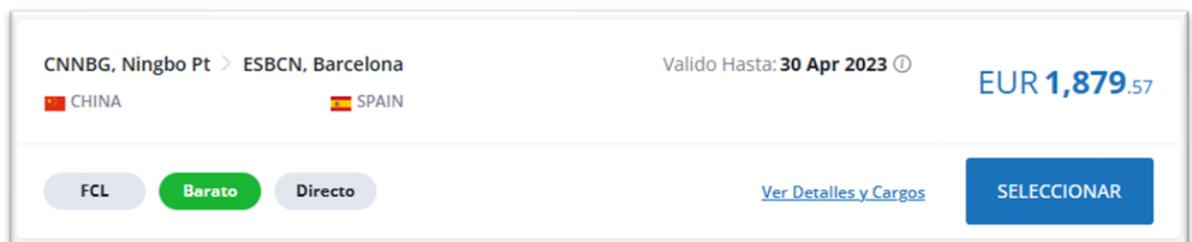
Ecuación 3: Precio promedio en euros kms para el traslado de contenedor de 20 pies en ferrocarril

Tramo con Ferrocarril. Procedemos a aplicar la fórmula anterior a los tramos en ferrocarril de nuestras 4 rutas:

- ❖ Tramo de Barcelona a Madrid (rutas 2, 3, 4 y 5): con una distancia de 620 kms y el precio promedio 0,33 euros/kms tendría un costo de 204,6 euros
- ❖ Tramo de Yiwu a Ningbo (rutas 2 y 4) = 102,63 euros
- ❖ Tramo de Yiwu a Shanghai (rutas 3 y 5) = 106.92 euros.

Tramo por Vía Marítima. Para el cálculo de esta vía se ha hecho uso de las tarifas que constan en la página *iContainers*, pues al ser una empresa logística permite acceder a diversas cotizaciones de contenedores de 20 y 40 pies.

- ❖ Tramo de Ningbo a Barcelona: coste de un contenedor de 20 pies = 1.879,57 euros



The screenshot shows a shipping quote for a 20-foot container from Ningbo (CNNBG) to Barcelona (ESBCN). The route is labeled 'Valido Hasta: 30 Apr 2023'. The price is EUR 1,879.57. The origin is marked as CHINA and the destination as SPAIN. There are three service options: FCL, Barato (highlighted in green), and Directo. A 'Ver Detalles y Cargos' link and a 'SELECCIONAR' button are also visible.

Ilustración 34: Cotización de envío marítimo entre Ningbo y Barcelona (iContainers, 2023)

- ❖ Tramo de Shanghái a Barcelona: coste de un contenedor de 20 pies 2.202,67 euros

Il·lustració 35: Cotització de envió marítim entre Shanghái y Barcelona (iContainers, 2023)

Tramo por carretera. Para este cálculo hemos hecho uso de la información facilitada por *Freightos*, acerca de cotizaciones:

Yiwu	Carretera (240km)	Ningbo Port	363,00 €
Yiwu	Carretera (300km)	Shanghai Port	380,00 €

Tabla 9: Precio de transporte por carretera de Yiwu a Ningbo y Shanghái - Elaboración propia (Freightos, 2023)

Con la información anterior obtenemos la siguiente tabla resumen:

RUTA	ORIGEN	MODALIDAD	PARADA 1	MODALIDAD	PARADA 2	MODALIDAD	DESTINO
1	Yiwu	Tren (13.052km)					Madrid
	EUROS	4.340,81					4.340,81 €
2	Yiwu	Tren (311km)	Ningbo Port	Mar (16.110km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	EUROS	102,63		1879,57		204,60	2.186,80 €
3	Yiwu	Tren (324km)	Shanghai Port	Mar (16.250km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	EUROS	106,92		2202,67		204,60	2.514,19 €
4	Yiwu	Carretera (240km)	Ningbo Port	Mar (16.110km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	EUROS	363,00		1879,57		204,60	2.447,17 €
5	Yiwu	Carretera (300km)	Shanghai Port	Mar (16.250km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	EUROS	380,00		2202,67		204,60	2.787,27 €

Tabla 10: Resumen de las rutas en euros - Elaboración propia

En conclusión, podemos ver que nuestra ruta 1 no es la más económica, sino la de mayor coste financiero. Es importante identificar los precios de las rutas, ya que es una variable importante para la toma de decisión. Por otro lado, **si buscamos la ruta con el mejor precio, tendríamos que ir con la ruta 2 para tener el menor impacto monetario.**

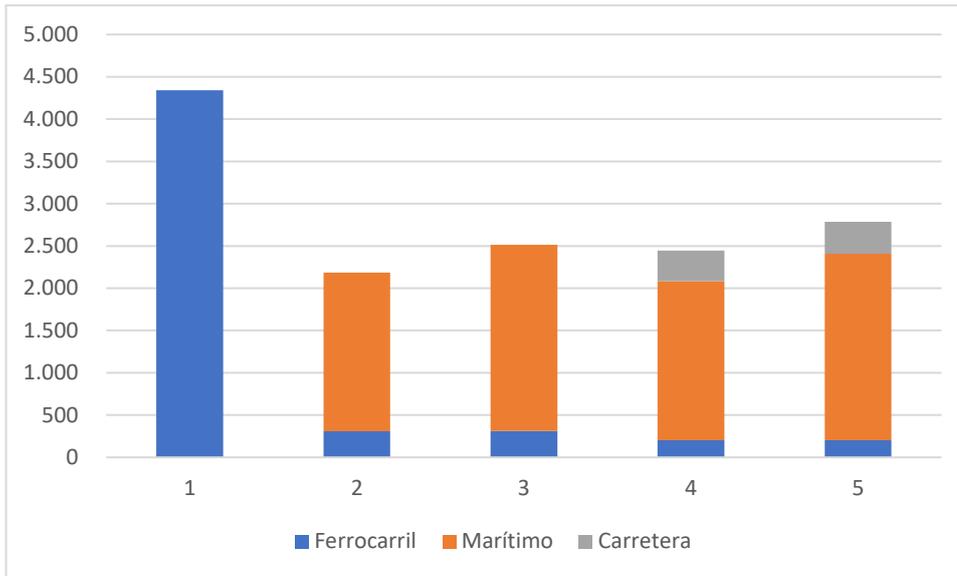


Ilustración 36: Gráfica de los costes por ruta en euros – Elaboración propia

6. ANÁLISIS DE LAS 4 RUTAS: EL COSTE AMBIENTAL

6.1. CÁLCULO DEL COSTE EN TÉRMINOS DE EXTERNALIDAD AMBIENTAL

“Los costes externos o externalidades son los costes sociales generados por las operaciones de transporte debido a su impacto negativo, tanto a nivel local como global, sobre el medio ambiente y el bienestar de la sociedad.” (Martin, y otros, 2021)

Las externalidades son actos de agentes económicos que afectan el bienestar de las personas o empresas. Si bien abunda la literatura económica al respecto y muchos son los autores que la han abordado, la idea principal es que las externalidades son un fallo de mercado, que implican un coste (negativas), cuando el autor de las mismas impone un coste sobre los demás y no lo internaliza; o un beneficio (positivas), pues la acción del autor se traduce en un beneficio para los demás sin esperar una compensación por ello. (Externalities in Economies with Imperfect Information and Incomplete Markets, 1986).

La mayoría de la literatura y teoría económica que versa sobre esta temática se enfoca en el estudio de las externalidades negativas y, sobre todo, en el rol de la intervención pública para dar solución a la internalización de los costes que éstas implican. Sin embargo, también hay investigaciones relevantes que han identificado externalidades positivas. Los ejemplos clásicos que acompañan las externalidades negativas tienen que ver con la contaminación, el tabaco y el ruido. Por otro lado, los efectos de la difusión de la tecnología ejemplifican el caso de las externalidades positivas, ya que la dispersión de conocimiento e intercambio de ideas entre individuos y empresas se puede traducir en un beneficio externo para la sociedad en general.

Dentro de la teoría económica y en relación a este concepto, no podemos no mencionar la figura de los *costes de transacción*: los costes de negociación entre los individuos para alcanzar un acuerdo en un contexto de externalidades, pues de acuerdo con el *Teorema de Coase*, llegar a una solución eficiente es viable de cara a resolver las externalidades sin necesidad de que tenga lugar intervención pública de ningún tipo, pues, siempre y cuando los mencionados costes sean bajos, los individuos tienen capacidad para internalizarlas. (The Problem of Social Cost, 1960)

En definitiva, estamos ante un concepto económico en el que las decisiones individuales tienen un gran efecto sobre el resto de la sociedad. Al respecto, hay diversidad de opinión. Para el caso que nos compete, **nuestro objetivo es analizar y comparar la viabilidad en términos de costes de externalidades ambientales para las 4 rutas.**

Las variables a considerar y los pasos necesarios para la realización de nuestro cálculo son las siguientes:

1. Establecer las hipótesis que asumiremos para realizar esta comparativa
2. Realizar cálculo tonelada-kilómetro, considerando las distancias de cada ruta
3. Seleccionar el volumen que se traspasaría de la línea Yiwu – Madrid a las alternativas
4. Realizar el cálculo del coste de externalidades por ruta con la información anterior

En las 4 rutas a analizar se utilizan medios de transporte diversos: por carretera, marítimo y ferrocarril, por lo que vamos a medir y **tener en consideración las externalidades ambientales que compartan los tres medios**, es decir, aquellas que sean comunes: contaminación del aire, cambio climático y procesos previos y posteriores (*Well-to-tank* emisiones).

1. Establecer las hipótesis que asumiremos para realizar esta comparativa

Hipótesis 1: las mercancías que se mueven por ferrocarril se pueden trasladar por vía marítima. En otras palabras: no se transportan mercancías catalogadas como peligrosas.

Hipótesis 2: para poder utilizar los datos del “*Handbook on the external costs of transport*” (Essen, y otros, 2020) que se basa en datos europeos, supondremos que los costes de externalidades de las rutas que pasan por Asia son los mismos.

Hipótesis 3: los envíos de China a Madrid por barco se harán en grandes buques portacontenedores, al tener una semana en buscar y cotizar el envío, basado en que el ferrocarril por el momento solo tiene una salida semanal.

Hipótesis 4: basada en la descripción de los países, el recorrido pasa la mayoría de la distancia por una población suburbana. Así estaremos en un punto medio como es pasar por Yiwu, China (metrópolis) y Dostyk, Kazajistán (rural).

Hipótesis 5: el desplazamiento por carretera de los materiales se hace durante el día por población con alta densidad. Por un tema de seguridad vial se busca reducir el tiempo de conducción nocturna.

Para realizar nuestra comparativa, asumiremos, a su vez, lo siguiente:

Ferrocarril. Utiliza combustible diésel con mejoras para reducir las emisiones de carbono. El tipo de ferrocarril en el que basamos el presente análisis es un intermedio entre el ferrocarril de tracción eléctrica que se utiliza en Alemania y el ferrocarril diésel de Kazajistán. Al disponer de un horizonte temporal de una semana para consolidar los envíos se programan contenedores largos de más de 620 metros.

Mar. Se trata de buques portacontenedores que puedan recorrer más de 15.000 kilómetros. El estudio de externalidades divide el transporte marítimo en tiers/niveles del 0 al 2. Para poder compararlos usaremos el Nivel / Tier 0 que está basado en las reglas de *stacking* de la ISO y es la de menor nivel (Hapag-Lloyd). No podemos asegurar que siempre se consigan buques eficientes de niveles de *stacking* de contenedores superiores a Tier/Nivel 2.

Vehículo pesado por carretera. Los viajes se harán durante el día al no tratarse de mercancías peligrosas. Además, se usarán vehículos pesados de diésel para poder llevar contenedores de 16t-32t. La categoría COPERT dada por la agencia Europa ambiental es para vehículos que se han homologado en Europa, por lo que al ser transporte usado en China, seleccionaremos el menos eficiente al no poder asegurar que cumplan con los requisitos europeos (Agency, 2022).

2. Realizar cálculo tonelada-kilómetro, considerando las distancias de cada ruta

Esta metodología muestra que los transportes de mayor a menor impacto siguen la siguiente tendencia: carretera, marítimo, aviación y ferrocarril. Al finalizar este apartado podremos comparar si en nuestro caso se ha cumplido.

Las variables que vamos a considerar, medidas en céntimos de euro por tonelada-kilómetro son: coste marginal de la contaminación del aire, coste marginal del cambio climático y coste marginal *well-to-tank*:

Vía	€-cent/tons km	€-cent/tons km	€-cent/tons km	TOTAL
	Coste marginal de la contaminación del aire (2016)	Coste marginal del cambio climático (2016)	Coste marginal well-to-tank (2016)	
Ferrocarril	0,11	0,16	0,03	0,30
Marítima	0,18	0,08	0,03	0,29
Vehículo pesado por carretera	1,42	0,74	0,15	2,30

Tabla 11: Tasación económica de las externalidades c€/tonelada-kilometro (Essen, y otros, 2020)

De la *Tabla 3* se puede apreciar extraer las siguientes conclusiones: 1. En el caso de transporte por ferrocarril su mayor impacto se produce en la variable del cambio

climático, pues se trata de un transporte que utiliza combustible diésel, como se ha comentado anteriormente, 2. El transporte marítimo supone un alto coste en la contaminación del aire por la generación de gases de efecto invernadero que tiene como consecuencia acelerar el cambio climático y 3. El transporte por carretera arroja el valor más alto en cada una de las externalidades que hemos considerado: la primera y de mayor peso siendo también la contaminación del aire, seguida por el coste del cambio climático y por último, el coste de *well-to-tank*.

3. Seleccionar el volumen que se traspasaría de la línea Yiwu – Madrid a las alternativas

El valor de las toneladas que se envían por medio de transporte ferrocarril entre China y España, de acuerdo con las estadísticas del comercio exterior español, están en la siguiente tabla:

2016		2017		2018		2019	
EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT
774	6.043	2.156	3.284	2.012	7.116	4.451	5.035
2020		2021		2022		2023	
EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT
8.588	11.575	12.939	10.253	6.227	10.586	556	1.197

23.192

Tabla 12: Exportación, Importación '011 España (excp.Ceuta y Melilla), 720 China' realizado por 'Toda España' referente al grupo de productos: 'desglose de Taric' con modo de transporte: '2 Ferrocarril' (DataComex).

Para realizar la comparativa de costes de externalidades ambientales nos basaremos en el movimiento de mercancías del año 2021 (23.192 toneladas). En la tabla anterior se puede apreciar el crecimiento del volumen en toneladas de las importaciones y exportaciones por ferrocarril entre China y España. Con el objetivo de tener un valor más actualizado, se ha tomado como referencia el año 2021, puesto que es el año de recuperación post pandemia (2020) y el año anterior a la guerra en Ucrania (2022). Es por esto por lo que los datos de los años 2020 y 2022 pueden reflejar valores atípicos para hacer una tendencia.

4. Realizar el cálculo del coste de externalidades por ruta con la información anterior

Realizados los pasos anteriores, procedemos a calcular el coste de externalidades para cada rusa, obteniendo los siguientes resultados, para los cuales se ha aplicado la siguiente fórmula:

Coste marginal de las 3 variables se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Coste} = \text{Volumen tons} \times \text{Factor de contaminacion en } \frac{\text{€cent}}{\text{tons km}} \times \text{Distancia recorrida kms}$$

Ecuación 4: Coste marginal de las externalidades

$$\text{Ruta 1} = 23.192 \text{ tons} \times 0.11 \frac{\text{€cent}}{\text{tons km}} \times 13.052 \text{ kms} = 33.748.526 \text{ €cent}$$

Ruta	€-cent/tkm			TOTAL
	Coste marginal de la contaminación del aire (2016)	Coste marginal del cambio climático (2016)	Coste marginal well-to-tank (2016)	
1	33.748.526	47.685.969	9.079.386	90.513.881
2	68.280.997	33.630.289	12.063.901	113.975.187
3	68.887.071	33.940.481	12.172.154	114.999.706
4	75.364.453	36.591.727	12.672.497	124.628.676
5	77.908.814	37.878.845	12.977.942	128.765.601

Tabla 13: Costes de externalidades intermodal por ruta Yiwu a Madrid

Ruta	€-cent/tkm			TOTAL
	Coste marginal de la contaminación del aire (2016)	Coste marginal del cambio climático (2016)	Coste marginal well-to-tank (2016)	
1	0	0	0	0
2	34.532.472	14.055.681	2.984.514	23.461.306
3	35.138.545	13.745.488	3.092.768	24.485.825
4	41.615.927	11.094.243	3.593.111	34.114.795
5	44.160.288	9.807.124	3.898.556	38.251.720

Tabla 14: Sobrecostes en externalidades sin la ruta de la seda por ferrocarril. Elaboración propia.

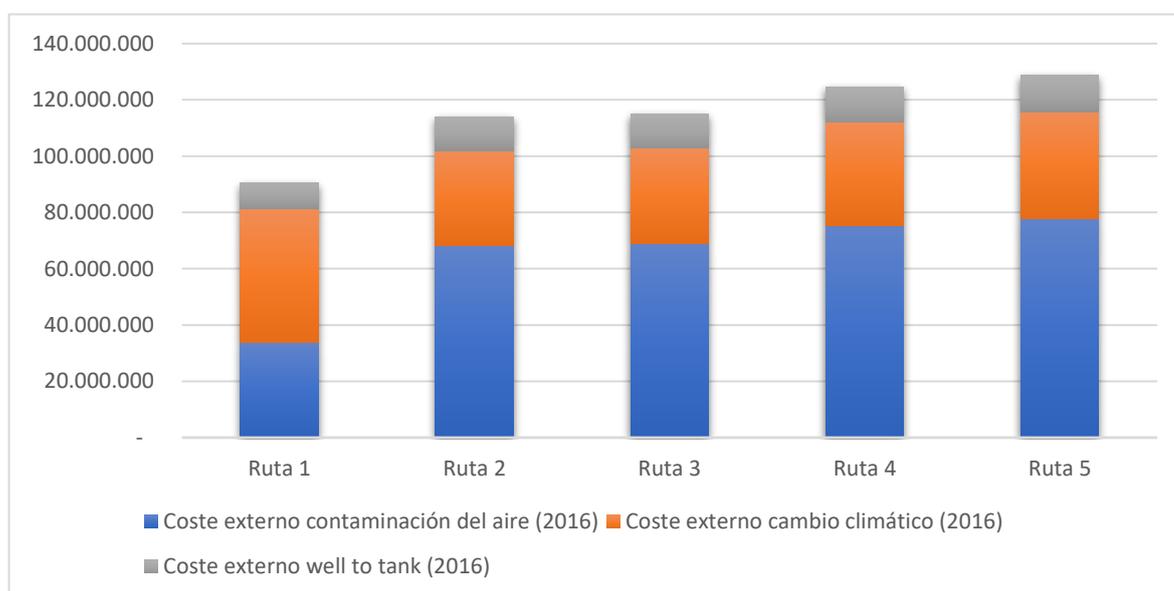


Ilustración 37: Costes de externalidades intermodal por ruta Yiwu a Madrid

Conclusiones: Los resultados muestran claramente que la ruta 1 (Yiwu-Madrid) tiene el menor coste de externalidades ambientales. Además, las rutas que tienen que ser intermodal y compartir con el transporte de carretera se ve un incremento en los costes de externalidades, siendo las dos rutas con mayor coste. Esto confirma la hipótesis hecha anteriormente, que el transporte por carretera tiene el mayor coste por encima del marítimo y ferrocarril.

Estos resultados muestran que, si se sigue incentivando el uso del ferrocarril, el impacto que tendrían las externalidades debería ser menor. Haciéndola una alternativa o solución para hacer las cadenas de suministros más sostenibles.

7. ANÁLISIS DE LAS 4 RUTAS: EL COSTE DEL TIEMPO

7.1. CÁLCULO DE COMPARATIVA TIEMPO

La siguiente evaluación es para comparar la duración del viaje entre las 4 rutas y determinar cuál sería la mejor alternativa en cuanto a la variable del tiempo.

Para ello, al tener tres modalidades de transporte se ha hecho uso de tres fuentes diferentes:

- 1) “**Rail Calculator**”: herramienta de la Unión Europea para los *tenders* europeos que permite calcular la distancia entre dos puntos, tanto para el ferrocarril, que es el de nuestro interés, como para el transporte aéreo.

Hipótesis 1: asumimos que los desplazamientos en ferrocarril se hacen a la misma velocidad que la línea ferroviaria Yiwu-Madrid, cuya velocidad media es de 25km/h. Con la siguiente ecuación podemos obtener la duración en días de cada tramo en ferrocarril:

Ferrocarril (tiempo en días)

$$= \text{Distancia (kms)} \div \text{velocidad promedio} \left(\frac{\text{kms}}{\text{hr}} \right) \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}}$$

Ecuación 5: Duración del trayecto vía ferrocarril (European Commission)

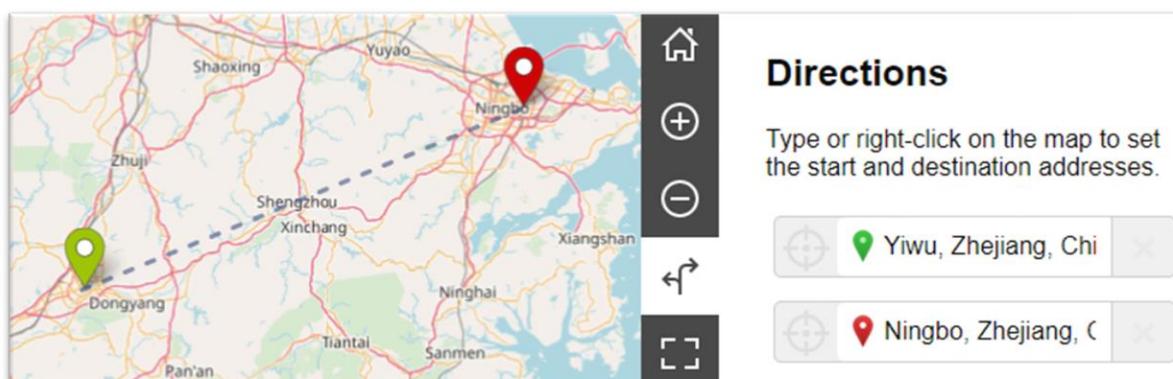


Ilustración 38: Mapa "Rail Calculator" entre Yiwu y Ningbo Port (European Commission)

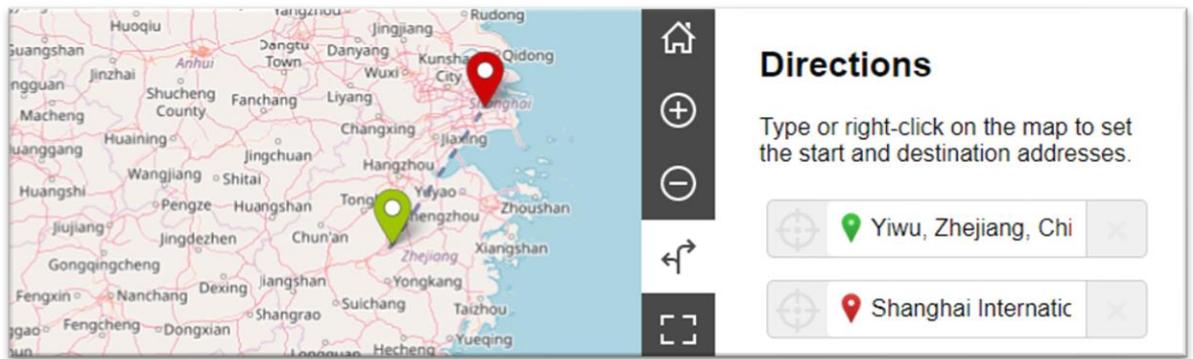


Ilustración 39: Mapa "Rail Calculator" entre Yiwu y Shanghai Port (European Commission)

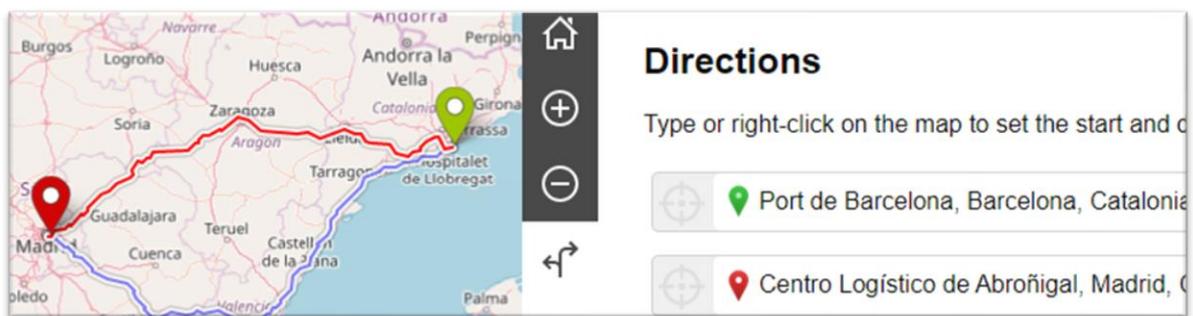


Ilustración 40: Mapa "Rail Calculator" entre Puerto de Barcelona y Abroñigal Madrid (European Commission)

2) **CMA-CGM**: compañía de envíos de contenedores a nivel mundial. La utilizaremos para calcular aquellos tramos de nuestras 4 rutas que son por vía marítima. Esta fuente nos proporciona información de la duración en días de las rutas.

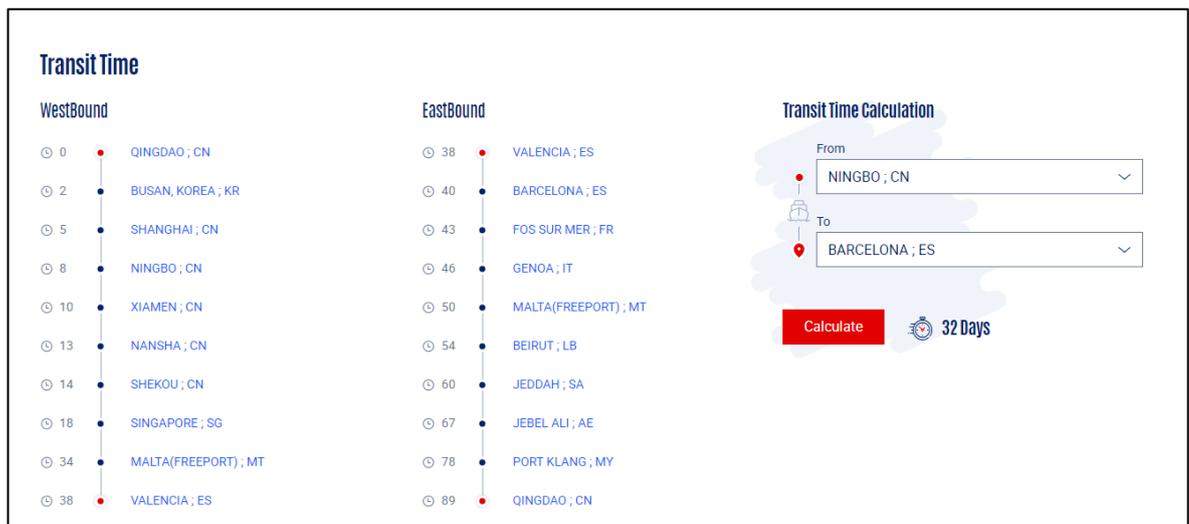


Ilustración 41: Trayecto de Ningbo a Barcelona en días (CMA-CGM, 2021)

Transit Time

WestBound

- 0 QINGDAO ; CN
- 2 BUSAN, KOREA ; KR
- 5 SHANGHAI ; CN
- 8 NINGBO ; CN
- 10 XIAMEN ; CN
- 13 NANSHA ; CN
- 14 SHEKOU ; CN
- 18 SINGAPORE ; SG
- 34 MALTA(FREEPORT) ; MT
- 38 VALENCIA ; ES

EastBound

- 38 VALENCIA ; ES
- 40 BARCELONA ; ES
- 43 FOS SUR MER ; FR
- 46 GENOA ; IT
- 50 MALTA(FREEPORT) ; MT
- 54 BEIRUT ; LB
- 60 JEDDAH ; SA
- 67 JEBEL ALI ; AE
- 78 PORT KLANG ; MY
- 89 QINGDAO ; CN

Transit Time Calculation

From: SHANGHAI ; CN

To: BARCELONA ; ES

Calculate
35 Days

Il·lustración 42: Trayecto de Shanghai a Barcelona en días (CMA-CGM, 2021)

3) **Dirección General de Tráfico (DGT):** Para calcular aquellos tramos de nuestras 4 rutas que son por carretera, hemos utilizado esta fuente. Puesto que en las rutas 4 y 5 hay tramos por carretera hemos asumido que los camiones que transportan los contenedores respetan la velocidad convencional dictada por la DGT de 80 km/hrs.

LÍMITES DE VELOCIDAD EN VÍAS INTERURBANAS			
		AUTOPISTA / AUTOVÍA	CONVENCIONAL
· Turismo · Motocicleta · Autocaravana de MMA <= 3.500 Kg · Pick-up	 	120	90
· Autobús · Vehículo derivado de turismo · Vehículo mixto adaptable	 	100	90
· Camión / Tractocamión · Furgón / Furgoneta · Autocaravana de MMA > 3.500 Kg · Vehículo articulado · Automóvil con remolque · Resto de vehículos	 	90	80
· Bicicleta · Ciclomotor	 	45	45

*Sólo bicicletas por autovía, salvo prohibición expresa. Más información y excepciones en el RD 1514/2018 o artículo 48 RGC.

Il·lustración 43: Límites de velocidad en vías interurbanas por la DGT (DGT, 2019)

En resumen, obtenemos los siguientes valores por ruta:

RUTA	ORIGEN	MODALIDAD	PARADA 1	MODALIDAD	PARADA 2	MODALIDAD	DESTINO
1	Yiwu	Tren (13.052km)					Madrid
	Tiempo (días)	21,7					21,7 días
2	Yiwu	Tren (311km)	Ningbo Port	Mar (16.110km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	Tiempo (días)	0,52		32		1,03	33,55 días
3	Yiwu	Tren (324km)	Shanghai Port	Mar (16.250km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	Tiempo (días)	0,54		35		1,03	36,57 días
4	Yiwu	Carretera (240km)	Ningbo Port	Mar (16.110km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	Tiempo (días)	0,13		35		1,03	33,16 días
5	Yiwu	Carretera (300km)	Shanghai Port	Mar (16.250km)	Barcelona	Tren (620km)	Madrid
	Tiempo (días)	0,16		35		1,03	36,19 días

Ilustración 44: Rutas alternativas en valor del tiempo - Elaboración propia

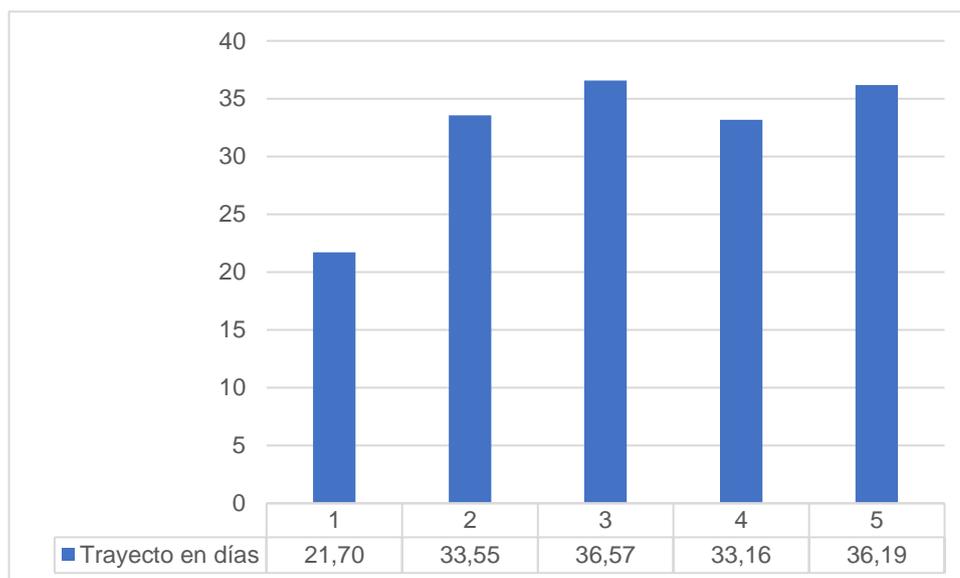


Ilustración 45: Gráfica de la duración en días por rutas - Elaboración propia

En conclusión, **la ruta Yiwu- Madrid de este estudio es la más rápida con una duración de 21,7 días**. La siguiente es la ruta 4, que toma el primer tramo por carretera hacia el puerto de Ningbo para de ahí embarcar hacia Barcelona con una duración de 33,16 días que es un incremento de 11,46 días respecto a la ruta 1. La tercera mejor opción, es la ruta 2 que hace el primer tramo por ferrocarril hacia el puerto de Ningbo con una duración de 33,55 días y un incremento de 11,85 días respecto a la ruta 1.

CONCLUSIONES

Primero de todo, cabe resaltar que, en el inicio de preparación del presente documento, mi convencimiento de que el conflicto bélico Rusia-Ucrania habría llegado a su fin, era pleno. Desgraciadamente, a día de hoy, no es el caso, pues ambos países siguen sin alcanzar un tratado de paz que ponga fin a esta trágica situación.

Una vez analizadas las principales variables económicas de los países que conforman esta ruta, concluimos que, puesto que se trata de países que están muy interrelacionados comercialmente, la necesidad de la ruta ferroviaria Yiwu-Madrid queda latente, pues supone una conexión entre los países que la conforman, facilitando establecer lazos comerciales y posibilitando que las distancias físicas no supongan barreras para ello. La ruta puede ser interpretada como un potenciador de intercambio de bienes entre los países.

Las rutas que se proponen como alternativas a la ruta convencional, la línea ferroviaria Yiwu-Madrid son las siguientes:

- ✓ (2) Ruta Yiwu-Ningbo-Barcelona-Madrid (intermodal: tren-mar-tren)
- ✓ (3) Ruta Yiwu-Shangai-Barcelona-Madrid (intermodal: tren-mar-tren)
- ✓ (4) Ruta Yiwu-Ningbo-Barcelona (intermodal: carretera-mar-tren)
- ✓ (5) Ruta Yiwu-Shangai-Barcelona-Madrid (intermodal: carretera-mar-tren)

El estudio de las 4 rutas alternativas nos arroja los siguientes resultados y conclusiones, habiendo analizado éstas en términos económicos, ambientales y de tiempo:

- ❖ A nivel económico: la Ruta 2 implica un menor coste económico, seguido por la Ruta 4.
- ❖ A nivel ambiental: la Ruta 2 tiene el menor y mejor coste de externalidades, seguida por la Ruta 3.
- ❖ A nivel de tiempo: la mejor alternativa es la Ruta 4, seguida de la Ruta 2

Por tanto, consideramos que, por lo que respecta a la toma de decisiones sobre cuál es la ruta óptima, dependerá de las preferencias del cliente y de la propia industria, ya que en función de la importancia que tenga la variable, se determinará en cada caso cuál es la más conveniente.

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor Alvar Garola por su tiempo, dedicación y enseñanzas durante las clases del Máster y preparación de este Trabajo de Fin de Máster. Sin su apoyo esto no podría haber sido posible.

Agradezco a mi familia por su apoyo y palabras de aliento.

Agradezco a mi pareja por inspirarme a seguir trabajando para conseguir este nuevo escalón.

Bibliografía

Literaria:

ESCAP. 2018. STUDY ON BORDER CROSSING PRACTICES IN INTERNATIONAL RAILWAY TRANSPORT. *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de Noviembre de 2022.]

Externalities in Economies with Imperfect Information and Incomplete Markets. **Greenwald, Bruce C. y Stiglitz, Joseph E. 1986.** s.l. : Oxford University Press, 1986, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 101.

Krugman, Paul, Wells, Robin y Graddy, Kathryn. 2015. Fundamentos de economía. *Fundamentos de economía.* s.l. : Editorial Reverté, S.A., 2015.

The Problem of Social Cost. **Coase, R.H. 1960.** s.l. : The University of Chicago Press, 1960, The Journal of Law & Economics, Vol. 3, págs. 1-44.

Complemento:

ACE. 2018. Corredor Ferroviario Yiwu-Madrid-Yiwu: 13.972 TEUs y 121 trenes. *Asociación de Cargadores de España.* [En línea] 2018. [Citado el: 15 de Diciembre de 2022.] <https://www.ace-cargadores.com/2018/01/11/corredor-ferroviario-yiwu-madrid-yiwu-13-972-teus-y-121-trenes/>.

Agency, European Environment. 2022. European Union emission inventory report 1990-2020. [En línea] Marzo de 2022. [Citado el: 18 de Marzo de 2023.] <https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-emissions-inventory-report>.

CE Delft. 2018. Handbook Environmental Prices. [En línea] Octubre de 2018. [Citado el: 15 de Febrero de 2023.] https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/CE_Delft_7N54_Environmental_Prices_Handbook_EU28_version_Def_VS2020.pdf.

CIA. 2020. The world factbook. *CIA GOV.* [En línea] 2020. [Citado el: 21 de Octubre de 2022.] <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/china/summaries/#economy>.

CMA-CGM. 2021. Mediterranean Sea - Middle East Gulf - Asia. [En línea] 2021. [Citado el: 23 de Octubre de 2022.] <https://www.cma-cgm.com/products-services/line-services/flyer/MEX>.

CNN, ESPAÑOL. 2023. Así ha sido la guerra en Ucrania: datos y cronología sobre la invasión rusa, un año después. [En línea] 23 de Febrero de 2023. [Citado el: 2023 de Marzo de 1.]

<https://cnnespanol.cnn.com/2023/02/23/guerra-ucrania-cronologia-orix/>.

COFACE. 2023. Economic Studies and Country Risks. [En línea] Abril de 2023. [Citado el: 20 de Abril de 2023.] <https://www.coface.com/Economic-Studies-and-Country-Risks/China>.

Comisión Europea, DG Movilidad y Transportes. 2020. COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES Estrategia de movilidad sostenible e inteligente: encauzar el transporte europeo de cara al futuro. [En línea] 09 de Diciembre de 2020. [Citado el: 09 de Enero de 2023.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:52020DC0789>.

Consejo de la Unión Europea. 2023. Cronología - Respuesta de la UE a la invasión rusa de Ucrania. [En línea] 2023. [Citado el: 20 de Abril de 2023.] <https://www.consilium.europa.eu/es/policias/eu-response-ukraine-invasion/timeline-eu-response-ukraine-invasion/>.

Coyle, Anthony. 2022. National Geographic. *Transporte*. [En línea] 4 de Febrero de 2022. [Citado el: 30 de Octubre de 2022.] <https://www.nationalgeographic.es/historia/2022/02/yiwu-madrid-la-ruta-de-tren-mas-larga-del-planeta-no-es-el-transiberiano>.

DataComex. Estadísticas del comercio exterior español. *Ministerio de industria, comercio y turismo*. [En línea] Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, Agencia Tributaria. [Citado el: 1 de Abril de 2023.] <https://comercio.serviciosmin.gob.es/Datacomex/CabeceraPersonalizada.aspx?cambiarCubo=true&cubo=comexweb&id=4>.

DGT. 2019. Dirección General de Tráfico. [En línea] 2019. [Citado el: 15 de Febrero de 2023.] <https://revista.dgt.es/es/sabia-que/normas/2018/0103velocidad-a-la-que-debe-circular.shtml>.

EC, European Comission. 2014. Economic appraisal tool. *Guide to Cost-Benefit Analysis*. [En línea] Diciembre de 2014. [Citado el: 7 de Octubre de 2022.] https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf.

El Mercantil. 2020. El operador de la Ruta de la Seda entre Yiwu y Madrid duplica sus trenes por la exportación china. [En línea] 23 de Diciembre de 2020. [Citado el: 15 de Febrero de 2023.] <https://elmercantil.com/2020/12/23/el-operador-de-la-ruta-de-la-seda-entre-yiwu-y-madrid-duplica-sus-trenes-por-la-exportacion-china/>.

El Mundo. 2014. Arranca el viaje en ferrocarril más largo del mundo. [En línea] 30 de Noviembre de 2014. [Citado el: 5 de Enero de 2023.] <https://www.elmundo.es/cronica/2014/11/30/5479b71ce2704e591e8b4577.html>.

ESCAP. 2018. STUDY ON BORDER CROSSING PRACTICES IN INTERNATIONAL RAILWAY TRANSPORT. *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de Noviembre de 2022.]

European Bank for Reconstruction and Development. 2022. Kazakhstan Country Strategy 2022-2027. [En línea] 22 de Junio de 2022. [Citado el: 11 de Febrero de 2023.] <https://www.ebrd.com/kazakhstan-strategy.pdf>.

European Commission. Rail calculator. *Calculate unit costs for eligible travel costs*. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2023.] https://commission.europa.eu/funding-tenders/procedures-guidelines-tenders/information-contractors-and-beneficiaries/calculate-unit-costs-eligible-travel-costs_en#table-unit-cost-amounts-per-distance-band.

European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport. 2020. Handbook on the external costs of transport : version 2019 – 1.1. [En línea] 2020. [Citado el: 08 de Enero de 2023.] <https://data.europa.eu/doi/10.2832/51388>.

European Environment Agency. 2012. [En línea] 2012. [Citado el: 20 de Diciembre de 2023.] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/copert-emission-factors>.

Expansion, Datos macro. Expansion. *PIB de las Comunidades Autónomas*. [En línea] [Citado el: 7 de Octubre de 2022.] <https://datosmacro.expansion.com/pib/espana-comunidades-autonomas>.

Externalities in Economies with Imperfect Information and Incomplete Markets. **Greenwald, Bruce C. y Stiglitz, Joseph E. 1986.** s.l. : Oxford University Press, 1986, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 101.

Fernández Saavedra, Sofía. 2020. RENFE. *Así funcionan los cambiadores de ancho*. [En línea] 1 de Diciembre de 2020. [Citado el: 14 de Febrero de 2023.] <https://blog.renfe.com/asi-funcionan-los-cambiadores-de-ancho/>.

FIYE, Fundación para el Intercambio entre Yiwu y España. 2020. FIYE. [En línea] Marzo de 2020. <https://fiye.es/el-mercado-mayorista-mas-grande-del-mundo-2>.

Freightos. 2023. <https://www.freightos.com/freight-resources/freight-rate-free-calculator/>. [En línea] 2023. [Citado el: 11 de Abril de 2023.] <https://www.freightos.com/freight-resources/freight-rate-free-calculator/>.

Goedkoop, Mark, y otros. 2008. Recipe 2008. [En línea] 2008. [Citado el: 15 de Abril de 2023.] https://www.researchgate.net/publication/230770853_Recipe_2008.

Gonzalez, Luis Miguel. 2021. China será la mayor economía del mundo entre 2026 y 2030,

¿Qué hará Biden? *El Economista*. [En línea] 22 de Enero de 2021. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/China-sera-la-mayor-economia-del-mundo-entre-2026-y-2030-Que-hara-Biden-20210122-0009.html>.

Hapag-Lloyd. Container Specification. [En línea] [Citado el: 18 de Febrero de 2023.] https://www.hapag-lloyd.com/content/dam/website/downloads/press_and_media/publications/15211_Container_Specification_engl_Gesamt_web.pdf.

ICEX. 2022. Informe Económico y Comercial. [En línea] Septiembre de 2022. [Citado el: 15 de Abril de 2023.] <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/documentos/quienes-somos/donde-estamos/red-exterior/francia/doc2022915768.pdf>.

iContainers. 2023. [En línea] 2023. [Citado el: 27 de Abril de 2023.] <https://my.icontainers.com/quotes/>.

INE. 2023. Instituto Nacional de Estadística. *Índice de Precios de Consumo. Base 2021. Medias anuales*. [En línea] 2023. [Citado el: 15 de Abril de 2023.] <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=50934>.

Krugman, Paul, Wells, Robin y Graddy, Kathryn. 2015. Fundamentos de economía. *Fundamentos de economía*. s.l. : Editorial Reverté, S.A., 2015.

LOGÍSTICA Y TRANSPORTE INTERNACIONAL: LA DISRUPCIÓN ANTE EL COVID-19. **Marinucci, Elsa. 2021**. Nº32, 2021, Revista Integración y Cooperación Internacional. ISSN 1852-9798.

Lustig, Dave. 2019. Digitalisation strategies drive Smart Transit. *Railway Gazette International*. [En línea] 30 de Octubre de 2019. [Citado el: 15 de Enero de 2023.] <https://www.railwaygazette.com/infrastructure/deutsche-bahn-sets-ambitious-target-for-electrification/54943.article>.

Martin, Noelia y Larrea, Efrain. 2021. Pier Next. *Port de Barcelona*. [En línea] 01 de Julio de 2021. [Citado el: 29 de Diciembre de 2022.] <https://piernext.portdebarcelona.cat/logistica/el-calculo-de-externalidades-en-el-transporte-como-la-intermodalidad-reduce-significativamente-los-costes-externos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20externalidades%3F,el%20biene%20de%20la%20sociedad..>

MERICS. 2023. Mapping the Belt and Road initiative: this is where we stand. [En línea] 2023. [Citado el: 20 de Abril de 2023.] <https://www.merics.org/en/tracker/mapping-belt-and-road-initiative-where-we-stand>.

Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. 2023. [En línea] Abril de 2023. [Citado el: 27 de Abril de 2023.] https://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/china_ficha%20pais.pdf.

Mpoke, Matthew. 2022. The New York Times. *Russia- Ukraine War*. [En línea] 13 de Abril de 2022. [Citado el: 30 de Octubre de 2022.] <https://www.nytimes.com/2022/03/26/world/europe/ukraine-russia-tensions-timeline.html?searchResultPosition=5>.

OECD. 2022. Perspectivas económicas. [En línea] Noviembre de 2022. [Citado el: 15 de Abril de 2023.] <https://www.oecd.org/perspectivas-economicas/noviembre-2022/>.

Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. 2023. República Federal de Alemania. [En línea] Marzo de 2023. [Citado el: 15 de Abril de 2023.] https://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/alemania_ficha%20pais.pdf.

Railway Pro. 2015. <https://www.railwaypro.com/wp/a-new-automatic-gauge-changeover-system-is-installed-at-brest-station/>. [En línea] 27 de Enero de 2015. [Citado el: 20 de Enero de 2023.] <https://www.railwaypro.com/wp/a-new-automatic-gauge-changeover-system-is-installed-at-brest-station/>.

Real Academia Española, 2022. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española. [En línea] [Citado el: 29 de Diciembre de 2022.] <https://dle.rae.es/externalidad>.

Sánchez, Carlos. 2021. El corredor ferroviario entre China y Madrid crece un 91% en volumen de contenedores. *TRANSPORTE XXI*. 2021, 632.

Suárez, Gonzalo. 2014. El Mundo. [En línea] 11 de Noviembre de 2014. [Citado el: 15 de Octubre de 2022.] <https://www.elmundo.es/cronica/2014/11/30/5479b71ce2704e591e8b4577.html>.

Swissinfo.ch. 2023. El superávit comercial de Rusia aumentó un 68,5 % en 2022 pese a sanciones. [En línea] 13 de Marzo de 2023. [Citado el: 15 de Abril de 2023.] https://www.swissinfo.ch/spa/ucrania-guerra_el-super%3%A1vit-comercial-de-rusia-aument%3%B3-un-68-5---en-2022-pese-a-sanciones/48355080.

The Problem of Social Cost. **Coase, R.H. 1960.** s.l. : The University of Chicago Press, 1960, The Journal of Law & Economics, Vol. 3, págs. 1-44.

The World Bank. 2020. Beirut Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA) — August 2020. [En línea] 31 de Agosto de 2020. [Citado el: 11 de Abril de 2023.]

<https://www.worldbank.org/en/country/lebanon/publication/beirut-rapid-damage-and-needs-assessment-rdna---august-2020>.

Tribunal de Cuentas Europeo. 2016. Transporte de mercancías. [En línea] 2016. [Citado el: 15 de Febrero de 2023.] https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_08/SR_RAIL_FREIGHT_ES.pdf.

World Bank Group. 2020. The World Bank. *Beirut Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA) — August 2020*. [En línea] 31 de Agosto de 2020. [Citado el: 18 de Febrero de 2023.] <https://www.worldbank.org/en/country/lebanon/publication/beirut-rapid-damage-and-needs-assessment-rdna---august-2020>.

Yixinou. 2017. YXE Trading Service Group. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de Diciembre de 2022.] <http://www.yixinou.com/aboutUs.htm?type=11>.