



Universidad de Valladolid



Escuela de Ingenierías Industriales



TRABAJO FIN DE MASTER

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Autor:

DONATIEN FRANÇOISSE

Tutor:

JUAN CARLOS MERCHAN RODRIGUEZ

SEPTIEMBRE 2024



Resumen

Hasta la fecha, numerosos grandes proyectos de infraestructuras no han dado sus frutos debido a que no han conseguido generar flujos de transporte relevantes para la logística mundial.

El Canal Sena-Norte Europa ha levantado polémica en su país de origen por tratarse de un proyecto “faraónico” que pueda suponer la destrucción del ecosistema y un grave impacto para el medioambiente a la vez que no ha demostrado aún su interés para el modelo de transporte intermodal.

Este proyecto busca analizar el impacto medioambiental y socioeconómico del Canal Sena-Norte Europa mediante el resultado de diferentes simulaciones de redes intermodales interconectadas a lo largo de toda Europa cuyos resultados serán interpretados con el objetivo de comprobar que este proyecto de gran escala no repite los errores que se dieron en el pasado.



Abstract

To date, numerous large infrastructure projects have failed to bear fruit because they have not succeeded in generating transport flows relevant to global logistics.

The Seine-North Europe Canal has raised controversy in its country of origin as a “pharaonic” project that could lead to the destruction of the ecosystem and a serious impact on the environment, while it has not yet proven its relevance to the intermodal transport model.

This project aims to analyze the environmental and socio-economic impact of the Seine-North Europe Canal through the results of different simulations of interconnected intermodal networks throughout Europe, the results of which will be interpreted in order to verify that this large-scale project does not repeat the mistakes made in the past.

Agradecimientos

(Español abajo)

Je voudrais remercier toutes les personnes qui m'ont aidé dans l'élaboration de ce TFM. Tout d'abord, mon promoteur, JUAN CARLOS MERCHAN RODRIGUEZ qui a toujours été patient avec moi . Je suis très reconnaissant également envers Bart Jourquin pour ces conseils et de sa disponibilité pendant la rédaction de ce TFM. Je remercie mes parents ainsi que ma sœur pour leur soutien inconditionnel pendant toutes mes études. Je voudrais remercier tous mes professeurs que ça soit de l'Uclouvain ou de la Uva qui m'ont accompagné pendant ces longue années d'études. Pour fini je voudrais remercier ESN Valladolid pour avoir facilité mon intégration social durant cette année.

Quiero dar las gracias a todas las personas que me han ayudado en la elaboración de este TFM. En primer lugar, a mi supervisor, JUAN CARLOS MERCHAN RODRIGUEZ, que siempre ha sido paciente conmigo. También estoy muy agradecido a Bart Jourquin por sus consejos y disponibilidad durante la redacción de este TFM. Me gustaría dar las gracias a mis padres y a mi hermana por su apoyo durante d mis estudios. Me gustaría dar las gracias a todos mis profesores, tanto de Uclouvain como de Uva, que me han apoyado durante mis largos años de estudio. Por último, me gustaría dar las gracias a ESN Valladolid por facilitar mi integración social durante este año.



Índice

Resumen	ii
Abstract	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de Figuras	ix
Índice de Tablas	xiii
Abreviaturas	xiv
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. <i>JUSTIFICACIÓN</i>	1
1.2. <i>OBJETIVOS</i>	2
1.2.1. <i>OBJETIVO GENERAL</i>	2
1.2.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	2
1.3. <i>ALCANCE</i>	3
1.4. <i>ESTRUCTURA</i>	3
Capítulo 2. Francia	5
2.1. <i>DESCRIPCIÓN GENERAL</i>	5
2.2. <i>UBICACIÓN Y DIVISION ADMINISTRATIVA</i>	6
2.3. <i>ECONOMÍA E INDUSTRIA FRANCESAS</i>	8
2.4. <i>TIPOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS E INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES</i>	10
2.4.1. <i>RED DE CARRETERAS</i>	10

Índice

2.4.2. RED FERROVIARIA.....	11
2.4.3. PRINCIPALES PUERTOS FRANCESES.....	13
2.4.3.1. PUERTO DE HAROPA.....	13
2.4.3.2. PUERTO DE DUNKERQUE	15
2.4.3.3. PUERTO DE ESTRASBURGO.....	16
2.5. <i>HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN FLUVIAL EN FRANCIA</i>	18
2.6. <i>RED FLUVIAL Y TIPO DE EMBARCACIONES FLUVIALES</i>	25
2.6.1. RED FLUVIAL Y DIFERENTES TIPOS DE GÁLIBO	26
2.6.2. TIPOS DE EMBARCACIONES FLUVIALES	27
2.6.3. ALGUNAS ILUSTRACIONES DE BARCOS FLUVIALES	29
Capítulo 3. Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa	33
3.1. <i>EL NORTE DE FRANCIA EN EL PUNTO DE MIRA</i>	33
3.2. <i>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONTRUCCIÓN DEL CANAL SENA-NORTE DE EUROPA</i>	38
3.2.1. IMPACTO ECONÓMICO, SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL DEL SECTOR DE LOS TRANSPORTES POR CARRETERA DE LA SOCIEDAD FRANCESA.....	38
3.2.2. HISTORIA, PRESENTACIÓN Y RELEVANCIA DEL PROYECTO	40
3.2.3. INFRAESTRUCTURAS FLUVIALES, VIARIAS Y FERROVIARIAS....	45
3.2.4. DESARROLLO PREVISTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGISTICAS.....	49
3.2.5. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL PROYECTO	51
3.2.6. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO	54
Capítulo 4. Análisis de la intermodalidad.....	55
4.1. <i>INTRODUCCIÓN</i>	55
4.2. <i>CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE UNIMODAL, MULTIMODAL E INTERMODAL</i>	55
4.2.1. TRANSBORDO Y EQUIPAMIENTO	58
4.2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL TRANSPORTE INTERMODAL	61



4.3.	<i>INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA DEL TRANSPORTE</i>	64
4.4.	<i>NODUS 8.2</i>	66
4.4.1.	PRESENTACIÓN GENERAL	66
4.4.2.	CÓMO FUNCIONA.....	67
4.5.	<i>SIMULACIÓN EN EL MARCO DEL PROYECTO SENA-NORTE EUROPA</i> 68	
4.5.1.	INTRODUCCIÓN Y PARÁMETROS DE SIMULACIÓN	68
4.5.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	70
4.5.2.1.	ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE	70
4.5.2.2.	“0-BASE SCENARIO” Y “2-BASE IWW SCENARIO”	73
4.5.2.3.	“ESCENARIO 1-BASE PARIS”	75
4.5.2.4.	“ESCENARIO 3-SNE” Y “ESCENARIO 5-SNE IWW”	76
4.5.2.5.	“ESCENARIO 4-SNE PARIS”	78
4.5.2.6.	“6-COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS 3 Y 0” COMPARACION SIN CANAL SNE FRENTE CON CANAL SNE.....	79
4.6.	<i>COMPARACIÓN CON OTRO PROYECTO FLUVIAL</i>	83
4.6.1.	ASCENSOR PARA BARCOS STRÉPY-THIEU (BÉLGICA)	83
4.6.2.	ORIGEN Y CONSTRUCCIÓN DEL ASCENSOR.....	85
4.6.3.	IMPACTO EN EL FLUJO DE MERCANCÍAS Y RELEVANCIA LOGÍSTICA Y ECONÓMICA.....	86
4.7.	<i>CONCLUSIÓN GENERAL DEL CAPÍTULO</i>	87
Capítulo 5. Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa.....		91
5.1.	<i>INTRODUCCIÓN GENERAL</i>	91
5.2.	<i>ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA LOGÍSTICO</i>	92
5.3.	<i>ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO</i>	100
5.4.	<i>ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL</i>	103
Capítulo 6. Estudio económico del proyecto		105

Índice

6.1.	CONSIDERACIÓN	105
6.2.	ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	106
6.3.	ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO	108
6.4.	HORAS EFECTIVAS POR ETAPA DEL PROYECTO	108
6.5.	CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS ANUALES Y TASAS DE PERSONAL 110	
6.6.	CÁLCULO DE AMORTIZACIONES EQUIPO INFORMÁTICO	112
6.7.	CÁLCULO DE COSTES MATERIAL CONSUMIBLE	114
6.8.	CÁLCULO DE COSTES INDIRECTOS.....	115
6.9.	CÁLCULO DEL COSTE TOTAL DEL PROYECTO.....	115
Capítulo 7.	Conclusión y futuros desarrollos	117
Capítulo 8.	Bibliografía.....	119
	REFERENCIAS.....	119
	REFERENCIAS IMAGENES.....	124



Índice de Figuras

Figure 1 :CECA (Fuente :Wikipedia,2024)	6
Figure 2:Mapa de los 101 departamentos (Fuente : Wikipedia,2024).....	7
Figure 3:Mapa de las 18 regiones (Fuente :decouvrir la france,2024)	7
Figure 4: : Principales carreteras de Francia: verde: grandes ejes, rojo: autopistas de peaje, azul: autopistas gratuitas (Fuente : About-France, 2024).....	11
Figure 5 : Red ferroviaria francesa (Fuente: Wikipedia,2024)).....	12
Figure 6:Principales puertos en el eje del Sena Fuente: haropaport,2024).....	14
Figure 7: Plataforma multimodal en el puerto de Le Havre (Fuente: haropaport,2024	15
Figure 8: Dunkerque idealmente situada en Europa (Fuente: Dunkerke promotion, 2024)	15
Figure 9 : Portacontenedores en el puerto de Dunkerque (Fuente: Dunkerke promotion, 2024)	15
Figure 10 :Vista aérea de los distintos muelles de descarga (Fuente:Strasbourg port ,2024)	16
Figure 11 : Terminal multimodal ferrocarril + fluvial (Fuente:Strasbourg port ,2024)	17
Figure 12: Molinos flotantes en el Ródano, Lyon, siglo XVII (Fuente: Wikipedia,2024)	20
Figure 13: canal con desvío (Fuente: SCSNE,2024)	21
Figure 14: Plano de una barcaza Freycinet (Fuente: pnich.com,2024)	22
Figure 15: : Proyecto de esclusa de gran gálibo(Fuente: SCSNE,2024).....	23
Figure 16 :Mapa de la red fluvial francesa.(Fuente: Wikipedia,2024).....	26

Índice de Figuras

Figure 17: Spits (Bélgica) o Freycinet (Francia) (CEMT I) .(Fuente: Wikipedia,2024)	29
Figure 18: , R.H.K.(Rhein-Herne-Kanal) (CEMT IV) .(Fuente: SPW,2020)	30
Figure 19: Portacontenedores Grand-Rhénan (CEMT-VA) .(Fuente: shutterstock,2024)	30
Figure 20: tren de empuje.(Fuente: Flipo, E. ,(2022)	31
Figure 21: : Norte de Francia en términos de conexiones .(Fuente: Wikipedia,2024)	37
Figure 22: Trazado del canal de St-Quentin .(Fuente: Wikipedia,2024)	41
Figure 23: entrada al paso subterráneo de Riqueval.(Fuente: Wikipedia,2024)	41
Figure 24: Plano del canal Sena-Norte de Europa (Fuente: SCSNE,2024)	43
Figure 25: Mapa de la red Sena-Escalda (Fuente : seine-scheldt, 2024)	44
Figure 26 :Topología del terreno entre las cuencas del Oise y del Sensée con las 6 bahías de desvío (Fuente : Enquête public , 2024)	45
Figure 27 : Operación de bloqueo (Fuente: SCNSE,2024)	47
Figure 28 : Diagrama del embalse de Louette (Fuente: SCNSE,2024)	48
Figure 29 : Comparación del futuro trazado del Canal Sena Norte Europa y del actual Canal del Norte con la topología del terreno (Fuente: (CLAC,2023)	48
Figure 30 : Diagrama de localización de los diferentes puertos interiores a lo largo de la CSNE (Fuente :SCSNE,2024)	50
Figure 31 : Distribución de los terrenos en la servidumbre de paso del CSNE (Enquête public; 2024)	52
Figure 32 : reconstrucción de un estanque(Fuente: CNSE,2024)	53
Figure 33 : Paso de fauna(Fuente: CNSE,2024)	53
Figure 34 : : transporte intermodal (Fuente: (Karam et al., 2023)	57
Figure 35 : Proceso de transbordo LO-LO((Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)	58
Figure 36 : Proceso de transbordo RO-RO(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)	58
Figure 37 : Proceso de transbordo RO-LO(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)	58
Figure 38 : Proceso de transbordo RO-LO(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)	60



Figure 39: Semirremolque cargado en un tren (Fuente: eurocontainer,2024.....	60
Figure 40 : Contenedor marítimo(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016).....	60
Figure 41 : Transferencia de materiales minerales del ferrocarril al transporte fluvial (Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)	61
Figure 42 : Simulación de la demanda de transporte (Nodus, 8.2) (Realización propia).....	71
Figure 43 : Simulación de la demanda de transporte (Nodus, 8.2) (Realización propia).....	71
Figure 44 : Flujo de tráfico del escenario 0-Base (Nodus, 8.2) (Realizacion propia)	73
Figure 45 : Flujo de tráfico del escenario 2-Base IWW (Nodus,8.2) (Realizacion propia).....	74
Figure 46 : Reparto modal:Escenario base (Nodus, 8.2) (Realizacion propia)	74
Figure 47 : Flujos de tráfico 1-Base París(Nodus,8.2) (Realización propia).....	75
Figure 48 : Reparto modal del escenario 2-Base París (Nodus,8.2) (Realización propia).....	75
Figure 49 : : Flujo de tráfico 1-SNE (Nodus,8.2) (Realización propia).....	76
Figure 50 : Flujo de tráfico para el escenario 5-SNE IWW (Nodus,8.2) (Realizacion propia).....	77
Figure 51 : Reparto modal del escenario 5-SNE IWW (Nodus,8.2) (Realizacion propia).....	77
Figure 52 :Reparto modal del escenario 4-SNE París (Nodus,8.2) (Realizacion propia).....	78
Figure 53 : Reparto modal del escenario 5-SNE IWW (Nodus,8.2) (Realizacion propia).....	78
Figure 54 : Impacto del canal Sienne Nord Europe en todas las cantidades transportadas a lo largo del modelo (Nodus,8.2) (Realizacion propia).....	79
Figure 55 : Impacto del canal Seine Nord Europe en las cantidades transportadas por la autopista A1 (Nodus, 8.2) (Realización propia).....	80
Figure 56 : Impacto del canal Seine Nord Europe en las cantidades transportadas por la A1 y la línea ferroviaria (vista OpenStreetMaps)(Nodus, 8.2) (Realizacion propia)	81

Índice de Figuras

Figure 57 : Zoom sobre las cantidades transportadas por el futuro canal (Nodus, 8.2) (Realización propia)	82
Figure 58 : Ubicación del ascensor (Fuente: Google maps,2024)	83
Figure 59 : Nuevo ascensor al fondo y ascensor histórico (Fuente: Office du tourisme du Roeulx ,2024)	84
Figure 60 : Elevador de barcos Strépy-Thieu(Fuente:SOFICO,2024).....	85
Figure 61 : Esquema de los oponentes del canal (Fuente: CLAC,2023).....	92
Figure 62 : : Infografía sobre la intermodalidad según los oponentes del canal (Fuete: CLAC,2023).....	93
Figure 63 : : Distribución real de la demanda de transporte, (Nodus ;8,2) (Realización propia).....	94
Figure 64 : Esquema del Canal Rin-Meno-Ródano (Fuente: CLAC,2023) (Flecha : Realización propia).....	96
Figure 65 : Grafico de los costes total del proyecto (Realización propia).....	116



Índice de Tablas

Tabla 1 : Clasificación CEMT (Fuente SPW, 2020).....	29
Tabla 2 : Total Horas Efectivas	108
Tabla 3 : Total horas por participante.....	109
Tabla 4: Total horas laborables.....	110
Tabla 5 : Cálculo de tasas del personal	111
Tabla 6: Costo total del personal.....	111
Tabla 7 : Costes de los equipos informáticos amortizados	112
Tabla 8: coste costes por hora de los equipos informáticos amortizado	113
Tabla 9 : Costo total del equipamiento informático amortizado.....	114
Tabla 10 : Coste total de material consumible	114
Tabla 11 : Costes Total indirectos.....	115
Tabla 12 : Coste total del proyecto.....	116

Abreviaturas

SCSNE: Société du Canal Seine Nord Europe / Sociedad del Canal Sena Norte Europa

SNE : Seine Nord Europe/ Sena Norte Europa

CLAC: Le Comité de liaison pour des alternatives aux canaux interbassins/ I Comité de Enlace para las alternativas a los canales intercuenas

NUTS: Nomenclatura común de unidades territoriales estadísticas (NUTS)



Capítulo 1. Introducción

1.1. JUSTIFICACIÓN

El curso pasado, como parte de mi máster en Administración y dirección de Empresas en la Universidad Católica de Lovaina (UCLouvain) en Bélgica, tuve la oportunidad de seguir un curso sobre modelización de redes de transporte, en el que se me presentaron varios proyectos y estudios relacionados con el transporte. Del mismo modo, seguí de cerca el curso impartido en la UVA sobre transportes. Me interesaba especialmente que pudiéramos modelizar las redes de transporte a escala transnacional para poder evaluar los flujos y decidir sobre la pertinencia de un proyecto en términos de transferencia modal, por ejemplo.

El análisis de algunos proyectos que han resultado ser un fracaso por falta de un estudio coherente de la demanda, como el de los remotes Strepv-Thieu en Bélgica, me ha dado que pensar. ¿Se ha reproducido este mismo tipo de error en la planificación de la demanda en el proyecto del canal Sena-Norte de Europa? El reto consistía pues en ver si, utilizando la herramienta de modelización Nodus, este canal respondía a la voluntad de reducir las externalidades ligadas al transporte por carretera y permitía la intermodalidad. ¿Este proyecto "faraónico", a menudo presentado como destructor o ecocida por sus opositores, lo es realmente en términos de modelización?

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Esto plantea la cuestión de si la construcción del canal merece realmente la pena desde el punto de vista logístico y si va a provocar una transferencia modal y comprobando relevancia gracias a una simulación informática. Gracias a esa simulación analizaremos su capacidad a disminuir las externalidades relacionadas con el transporte por carretera.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar las distintas repercusiones socioeconómicas y las posibles repercusiones de la construcción del canal en términos de logística verde y desarrollo sostenible del territorio comparando con la cifras de los promotores y proponer mejoras.

Analizar las consecuencias medioambientales inmediatas de la obra y ver qué se puede hacer para limitarlas.

Analizar las críticas que recibe este proyecto en la sociedad francesa y vea si están justificadas desde un punto de vista logístico.

Sensibilizar sobre la necesidad de simular la demanda de transporte para evaluar la pertinencia de construir una nueva infraestructura de transporte, analizando los fallos de otros proyectos de infraestructuras del pasado



1.3. ALCANCE

El presente trabajo de fin de máster se centrará en la viabilidad logística del proyecto del canal. Si bien se reconocerá brevemente el impacto socioeconómico y ambiental directo de las obras, un análisis exhaustivo de estos factores queda fuera del alcance de este estudio

1.4. ESTRUCTURA

En cuanto a la estructura, nos centraremos primero en una serie de puntos generales relativos a Francia desde el punto de vista administrativo, económico, industrial y de la red de transportes. El capítulo siguiente tratará de la motivación y descripción del proyecto desde el punto de vista de la problemática del transporte por carretera y de las repercusiones previstas por los promotores.

El capítulo 4 repasa las ventajas e inconvenientes de la intermodalidad, introduce la economía del transporte y presenta la simulación de redes de transporte Nodus con aplicación a la CNSE.

El capítulo siguiente analiza las críticas y su validez en cuanto al impacto logístico y socioeconómico y medioambiental del proyecto, y sugiere formas de mejorarlo.

Concluiremos este TFM con un estudio económico del TFM en el capítulo 6 y, a continuación, presentaremos nuestras conclusiones.

Comenzaremos nuestro análisis con una descripción general de Francia en el próximo capítulo.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Capítulo 2. Francia

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Francia es un país de Europa Occidental con una población de 68,4 millones de habitantes, lo que lo convierte en el tercer país más poblado de Europa después de Alemania y el Reino Unido. Francia se extiende sobre 650.000 kilómetros cuadrados y cuatro continentes (Europa, América, África y Oceanía). Francia es un país con una multitud de clima y de etnia, el rico patrimonio francés lo ha convertido desde hace años en el primer destino turístico del mundo. La lengua nacional es el francés, aunque existen numerosas lenguas regionales como el bretón, el corso y el alsaciano.

Desde el punto de vista político, Francia es una República cuyo actual presidente es Emmanuel Macron. Francia también es miembro y fundador de la Unión Europea, parte del proyecto europeo desde 1951 a través de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (Europa de los Seis).

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Figure 1 :CECA (Fuente :Wikipedia,2024)

2.2. UBICACIÓN Y DIVISION ADMINISTRATIVA

Francia limita al norte con Bélgica y Luxemburgo, al noreste con Alemania y Suiza, al sureste con Italia y al suroeste con España. Dentro de Francia hay dos principados independientes: Andorra, en la frontera española, y Mónaco, cerca de la frontera italiana. Francia continental es el tercer país de Europa en superficie, después de Rusia y Ucrania. Francia cuenta también con territorios extra periféricos denominados: "Départements et Territoires d'Outre-Mer (Dom-Tom)", que suman 120.356 km².

Administrativamente, Francia se compone de 101 departamentos y 18 regiones, 5 de las cuales son de ultramar.



Francia

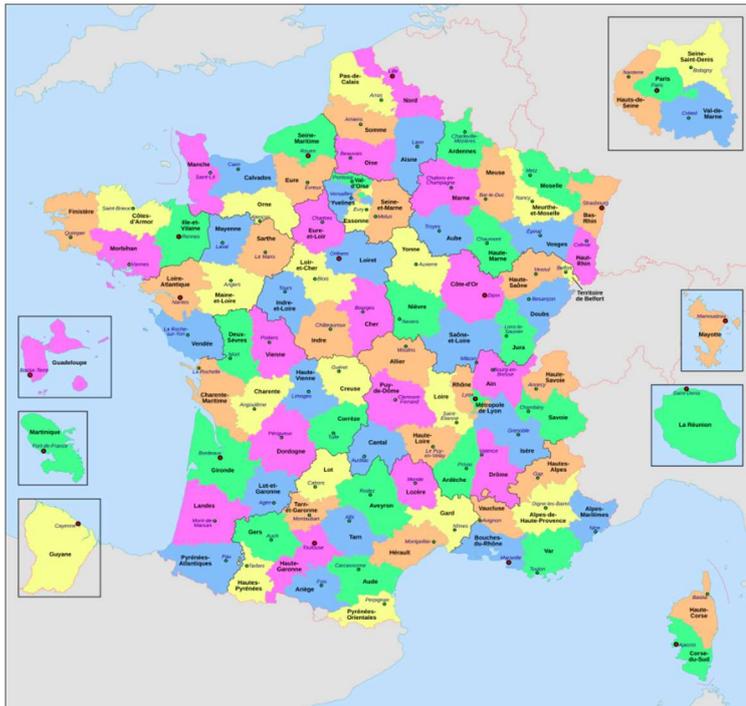


Figure 2: Mapa de los 101 departamentos (Fuente : Wikipedia,2024)

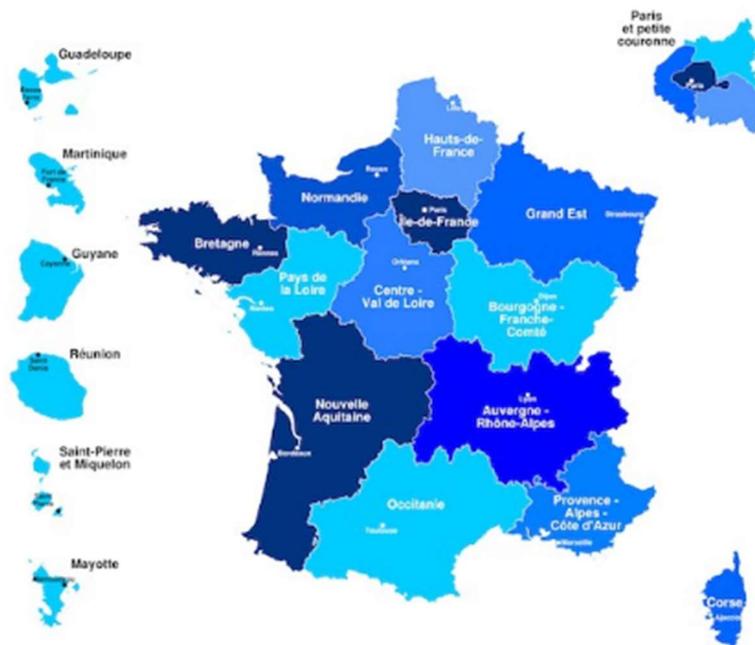


Figure 3: Mapa de las 18 regiones (Fuente :decouvrir la france,2024)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

2.3. ECONOMÍA E INDUSTRIA FRANCESAS

Históricamente, Francia fue uno de los primeros países en experimentar la Revolución Industrial después del Reino Unido, sin dejar de ser un país basado en una economía rural. La industria francesa se desarrolló inicialmente en los sectores minero y metalúrgico antes de invertir en los sectores automovilístico, aeronáutico y nuclear después de la Segunda Guerra Mundial. La desindustrialización está en marcha desde los años ochenta como consecuencia de la terciarización de la economía y de la diferencia de costes laborales con respecto a los países en desarrollo en un contexto globalizado y deslocalizado (Gaudiaut, 2024)

Esta desindustrialización tiene el efecto de alejar las zonas de producción de los centros de consumo y de generar consecuencias medioambientales porque las obligaciones reglamentarias son diferentes en los países productores. A ello se añade el impacto sobre el clima de las distancias recorridas en el transporte de materias primas y productos acabados.

La economía francesa es la quinta del mundo. Aunque el peso de la industria en la economía francesa se ha reducido a la mitad desde 1970, el sector industrial genera más de un billón de euros en ventas y 325.000 millones en valor añadido. En Francia operan más de 270.000 empresas que dan empleo a más de tres millones de personas. En 2021, los nuevos empleos en la industria se habrán duplicado y la inversión extranjera habrá aumentado un 32%. El 70% de las exportaciones francesas proceden de la industria (S. Ben Dhaya, 2024).

El tejido industrial francés está muy diversificado. La industria alimentaria es el primer sector industrial francés, con 500.000 empleos y 17.000 empresas. Le siguen la metalurgia, los cosméticos, los artículos de lujo, la industria aeroespacial y la automoción, con empresas de renombre mundial como, Renault Danone, L'Oréal, Airbus, Dassault y Stellantis . El sector de artículos de lujo (LVMH y Hermès) genera unas ventas de casi 100.000 millones de euros (S. Ben Dhaya, 2024).



Francia

Francia es innovadora en algunos campos punteros como el espacio y la energía nuclear, lo que requiere una mano de obra muy cualificada y muy cara, lo que provoca problemas de competitividad internacional. El mercado laboral es a veces inflexible, debido a un alto nivel de regulación y a una fuerte presión fiscal, lo que puede limitar la inversión. También existe la dificultad de contratar empleos en el sector industrial, debido a la mala imagen del trabajo industrial, los bajos salarios en determinados sectores y la falta de promoción y estabilidad (A. Roy, 2023).

En Francia, el sector industrial representa el 16,8% del Producto Interior Bruto (Alemania, 26,6% del Producto Interior Bruto, Irlanda 40%, Noruega 36%). Esta cifra es inferior a la media europea, que se sitúa en torno al 23,5% (T. Gaudiaut, 2024).

La crisis sanitaria también ha repercutido en la economía francesa, sobre todo en los sectores de la restauración, el transporte, el alojamiento y el comercio minorista. La industria también se resintió, con una caída del Producto Interior Bruto francés en torno al 8%. La industria manufacturera cayó un 12%, la fabricación de automóviles un 32% y la industria alimentaria un 2,3%, sector sostenido por el consumo de los hogares. A finales de marzo de 2021, el Gobierno había movilizado casi 201.000 millones de euros para apoyar a las empresas francesas, lo que equivale al 9% del Producto Interior Bruto. Aunque todavía no haya recuperado totalmente su retraso, Francia sigue ocupando el primer puesto en Europa en términos de inversión extranjera en investigación y desarrollo, por ejemplo (A. Roy, 2023). No obstante, persisten las dificultades de abastecimiento post-Covid, especialmente en los sectores automovilístico y aeroespacial, debido a la dificultad de obtener determinados componentes y a los problemas del transporte marítimo en el Mar Rojo (Banque de France, agosto de 2024).

Se están poniendo en marcha diversas iniciativas para invertir en la industria en los ámbitos del hidrógeno verde, la descarbonización, la producción de vehículos eléctricos, las baterías y los aviones con bajas emisiones de carbono. La transición ecológica, que pasa por la economía circular, la reducción de los combustibles fósiles y el desarrollo de energías verdes, el uso de soluciones de origen biológico en la producción y la optimización del consumo energético, obliga a las empresas a adaptar

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

sus prácticas, también en materia de gestión de residuos y contaminación del aire y el suelo. La ambición de Francia es convertirse en la primera economía verde de Europa de aquí a 2040, como ha señalado el Ministerio de Economía. La inteligencia artificial y la automatización, la digitalización y las redes digitales también parecen ser sectores capaces de apoyar a la industria francesa (A. Roy, 2023).

2.4. TIPOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS E INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

Dado que el tema de este trabajo se refiere a la construcción de una nueva infraestructura de transporte, nos ha parecido útil describir las distintas redes de transporte actuales.

2.4.1. RED DE CARRETERAS

Francia dispone de una red de infraestructuras de transporte especialmente extensa. La red de carreteras cubre más de 1 101 800 kilómetros e incluye carreteras comunales, departamentales y nacionales, así como autopistas. Las carreteras nacionales conectan los grandes centros urbanos, mientras que las carreteras departamentales y comunales, que representan más del 92% de la red viaria francesa, proporcionan una cobertura capilar que une las ciudades más pequeñas. Es importante señalar que una gran parte de la red de autopistas es privada y, por lo tanto, está sujeta a peajes. En 2022 se transportaron por carretera 296.200 millones de toneladas-kilómetro (chiffres du transports,2024)



Francia



Figure 4: : Principales carreteras de Francia: verde: grandes ejes, rojo: autopistas de peaje, azul: autopistas gratuitas (Fuente : About-France, 2024)

2.4.2. RED FERROVIARIA

La red ferroviaria francesa cubre más de 27.000 km de vías, lo que la convierte en la segunda mayor de Europa después de Alemania (Statista, 2023). La mayor parte de esta red está gestionada y explotada por la SNCF (Société nationale des chemins de fer français). Sin embargo, desde la liberalización ferroviaria, también están presentes operadores privados de transporte de mercancías como DB Cargo France. En cuanto al transporte de pasajeros, operadores privados como Eurostar y Thello explotan líneas de alta velocidad.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

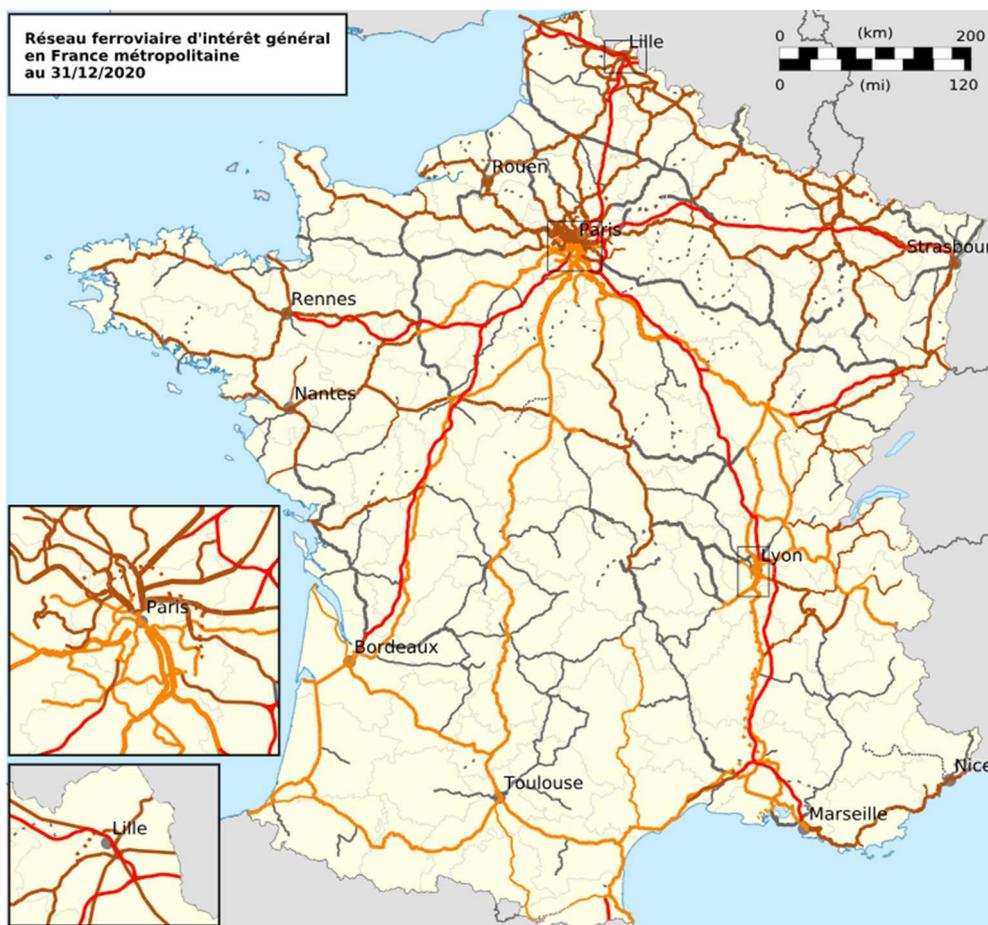


Figure 5 : Red ferroviaria francesa (Fuente: Wikipedia,2024))

indicación de lectura : Rojo : - líneas de alta velocidad, Gris y marón : líneas de tracción térmica, , naranja y marrón - líneas de tracción eléctrica diversa.

A pesar de la adición de 867 kilómetros de líneas de alta velocidad, la longitud total de la red disminuyó un 13,4% entre 1999 y 2019. En 2019, el 58% de la red ferroviaria estaba electrificada (Chiffres du transport, 2024).

En términos estadísticos, el transporte de mercancías por ferrocarril alcanzó los 35.300 millones de toneladas-kilómetro en 2022, lo que representa una cuota modal del 10,4% del transporte terrestre de mercancías. (cifras de Transporte, 2024).El transporte combinado (tren + otros medios de transporte) representó el 38,8% del tráfico total en 2021. Ese año, los trenes de mercancías en Francia transportaron principalmente productos manufacturados (43,5%), seguidos de materiales de construcción (24,9%) y



Francia

productos agrícolas (20,5%). El transporte de mercancías peligrosas representó el 14,2% del transporte ferroviario de mercancías, con predominio de los líquidos inflamables, que supusieron el 44,9% de las mercancías transportadas.

Geográficamente, las regiones de Hauts-de-France, Grand Est y Provence-Alpes-Côte d'Azur representan en conjunto más del 48 % de los orígenes del tráfico ferroviario internacional o nacional de salida, mientras que Île-de-France, Hauts-de-France y Grand Est representan más del 42 % de los destinos del tráfico ferroviario nacional o internacional. En 2021, más del 90% del tráfico ferroviario internacional de entrada procedía de los cuatro países vecinos del noreste (Alemania, Luxemburgo, Bélgica e Italia) (Chiffres du transports, 2024).

2.4.3. PRINCIPALES PUERTOS FRANCESES

Dado que el tema de este informe es el transporte fluvial, nos ha parecido importante describir los principales puertos marítimos y fluviales del norte de Francia.

2.4.3.1. PUERTO DE HAROPA

HAROPA Port es uno de los mayores complejos portuarios de Europa, que engloba los siguientes puertos: Le Havre, Rouen y París. Esta red combina el puerto marítimo de Le Havre con los puertos fluviales de París y Ruán, situados a lo largo del Sena. El puerto de HAROPA es el primero de Francia en tráfico de contenedores y alberga el principal centro logístico del país. El puerto de Le Havre se distingue por su acceso fluvial de alta calidad, que puede acoger todo tipo de portacontenedores, incluidos los que transportan hasta 24.000 contenedores TEU ("Twenty-Foot Equivalent Unit"). En 2023, el puerto de HAROPA manipuló 2,63 millones de TEU, lo que lo sitúa en el 10º puesto entre los puertos europeos en términos de volumen de contenedores (a modo de comparación, el puerto de Rotterdam en los Países Bajos y el puerto de Amberes-Zeebrugge en Bélgica ocupan respectivamente el 1º y 2º puesto en términos de volumen de contenedores, con 13,44 millones de TEU y 12,52 millones de TEU manipulados respectivamente en 2024. (Qualitairsea, 2024)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Así pues, el puerto de HAROPA sigue siendo un puerto de tamaño medio en comparación con los puertos del norte de Europa, con más terminales para recibir portacontenedores y situado lo más cerca posible de las zonas más densamente pobladas de Europa, de la primera economía europea (Alemania) y de la primera cuenca industrial de Europa, el Ruhr.

Por otra parte, el complejo portuario, que se extiende desde Le Havre hasta París, abarca más de 16.000 hectáreas, con 12 millones de m² de espacio de almacenamiento disponible a lo largo del eje del Sena. Esta vasta infraestructura da servicio a la región parisina y a la cuenca del Sena, llegando a 25 millones de consumidores. En términos de infraestructura, el puerto de HAROPA comprende 7 terminales marítimas de contenedores directamente conectadas con 6 terminales fluviales, así como numerosas plataformas multimodales a lo largo del Sena.

HAROPA Port también destaca por sus tres certificaciones: ISO 28000 para la seguridad y la protección, ISO 9001 para la calidad y la satisfacción del cliente, e ISO 14001 para la gestión medioambiental. El Puerto de Ruán está especializado en graneles agroalimentarios e industriales, lo que contribuye a que HAROPA Port sea el primer puerto de exportación de cereales de Europa, gracias a sus 6 terminales portuarias y 6 silos de cereales. El puerto de París desempeña un papel clave en el desarrollo de la logística de última milla y el transporte fluvial de mercancías, con sus 6 plataformas multimodales y 70 puertos urbanos. Es el primer puerto fluvial de Francia y el primer puerto fluvial de Europa para el transporte de pasajeros (Haropaport, 2024).

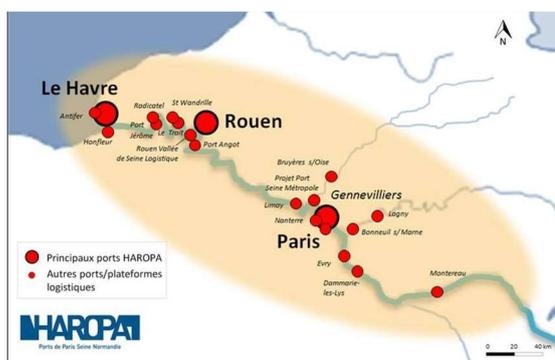


Figure 6: Principales puertos en el eje del Sena Fuente: haropaport,2024)



Francia



Figure 7: Plataforma multimodal en el puerto de Le Havre (Fuente: haropaport,2024)

2.4.3.2. PUERTO DE DUNKERQUE



Figure 8: Dunkerque idealmente situada en Europa (Fuente: Dunkerke promotion, 2024)



Figure 9 : Portacontenedores en el puerto de Dunkerque (Fuente: Dunkerke promotion, 2024)

El puerto de Dunkerque es el 7º puerto de la Escala Norte europea, que se extiende entre Le Havre y Hamburgo. También es el 1er puerto francés de importación de mineral de carbón y fruta en contenedores. Está estratégicamente bien situado, cerca de las

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

grandes capitales europeas (Bruselas, París, Londres, etc.) pero también en una región densamente poblada con un mercado potencial de 80 millones de consumidores en un radio de 350 kilómetros. También está muy cerca de los mercados británico e irlandés, gracias a los numerosos enlaces diarios por transbordador (promoción de Dunkerque, 2024).

Desde el punto de vista multimodal, el puerto está muy bien conectado con la red europea de autopistas a través de la A25 y la A16, así como con la red ferroviaria, con 160 km de vías férreas portuarias conectadas a las redes nacionales e internacionales. El puerto de Dunkerque dispone de una plataforma intermodal con enlaces ferroviarios a la región parisina (la plataforma Valenton) y a los principales centros logísticos del sur de Francia y del norte de Italia, lo que convierte al puerto en el primer centro ferroviario de mercancías de Francia, con un tráfico de unos 12 millones de toneladas al año. Desde el punto de vista fluvial, el puerto de Dunkerque dispone también de un puerto fluvial conectado al canal de vía ancha Dunkerque-Valenciennes, que permite la navegación de gabarras de 3.000 toneladas (puerto de Dunkerque, 2024).

En cuanto a las infraestructuras logísticas, el puerto de Dunkerque ha desarrollado actividades logístico-distributivas para la manipulación de mercancías importadas (principalmente fruta), por lo que dispone de más de 120.000 m² de superficie de almacenamiento (puerto de Dunkerque, 2024).

2.4.3.3. PUERTO DE ESTRASBURGO



Figure 10 :Vista aérea de los distintos muelles de descarga (Fuente:Strasbourg port ,2024)



Francia



Figure 11 : Terminal multimodal ferrocarril + fluvial (Fuente:Strasbourg port ,2024)

El puerto de Estrasburgo es el segundo puerto fluvial de Francia después de París. Está situado al este de Francia, en la frontera con Alemania, a 100 km del Rin, uno de los ríos más importantes de Europa. Ocupa una posición privilegiada dentro de los corredores europeos de transporte, en la encrucijada de 4 de ellos: Rin-Alpes, Mar del Norte-Mediterráneo, Rin-Danubio, Atlántico. En 2023, vio pasar 342.414 TEU por sus 3 terminales de contenedores. El transporte masivo de mercancías (ferroviario + fluvial) permitió transportar 7,18 millones de toneladas en 2023. Los 105 km de vías internas, conectadas a la red nacional, permitieron enviar 7 lanzaderas ferroviarias a los grandes puertos del norte (Amberes-Zeebrugge y Rotterdam) en 2023. También está conectado a la red de autopistas, a través de la A35 al norte y la M353 al sur. El puerto de Estrasburgo dispone también de 2 terminales de descarga y carga de mercancías de vía ancha. El puerto de Estrasburgo dispone también de 3 terminales para el transporte de mercancías convencionales o a granel (cereales, cemento, etc.). En 2023, más de 6 millones de toneladas de mercancías convencionales y a granel pasaron por las instalaciones del puerto de Estrasburgo. A lo largo de sus muelles, el puerto acoge a más de 500 empresas y genera más de 10.000 empleos. El puerto de Estrasburgo también es conocido por el transporte de pasajeros y el turismo fluvial (Port autonome de Strasbourg, 2024).

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

2.5. HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN FLUVIAL EN FRANCIA

Como señala el historiador Pierre Miquel (1994), *"en términos de navegación, lo suave no se opone a lo duro, sino a lo salado. En agua dulce, los marineros se convierten en barqueros, y los barcos en gabarras. La navegación interior, excluida de la salinidad de los puertos, ¿sería insignificante, un poco despreciable?"*

Es cierto que la navegación interior sólo desempeña un papel limitado en la historia de ciertos países. En Europa, es el caso de la mayoría de los países mediterráneos, esencialmente marítimos y sin grandes ríos; la gran cadena montañosa que vertebraba la península europea la recorre por el sur y cae abruptamente en ella. El norte de Europa continental, en cambio, es una larga llanura entre el mar y la montaña, surcada por ríos uniformes desde el Río Adur en Francia hasta el Río Neman, con un buen suministro de agua y una pendiente relativamente suave.

Esta posición geográfica favorece la diversificación de las sociedades, las culturas y los Estados. También permite el establecimiento de una circulación económica, facilitada por la navegación marítima y fluvial, que se complementan armoniosamente. Es en esta geografía tan especial donde se han forjado la personalidad y el destino de Europa. Francia es el único país que participa en las dos estructuras geográficas, la del Sur y la del Norte. También participa plenamente en los dos destinos históricos correspondientes, el río y el mar.

Una encuesta al ciudadano medio sobre el transporte fluvial de mercancías arrojaría la siguiente respuesta: un modo lento y arcaico, en otro tiempo útil, pero apenas adaptado a las necesidades de la economía contemporánea. Sin embargo, Pierre Savey (2002) explica que el transporte fluvial es uno de los medios de transporte más antiguos utilizados por la humanidad. En Francia, hasta el siglo XIX, miles de barcos recorrían la inmensa mayoría de los ríos, proporcionando transporte nacional, transporte de pasajeros e incluso conexiones internacionales a través del Rin y el Mosela. A partir de la segunda mitad del siglo XIX, el ferrocarril () y, desde mediados



Francia

del siglo XX, la carretera () se convirtieron en competidores y adquirieron un papel cada vez más preponderante en el transporte de mercancías, mientras que el transporte fluvial evolucionaba.

De hecho, el tonelaje máximo transportado por barco ha aumentado. Pasó de unas decenas de toneladas en la Antigüedad a unas cien toneladas durante la Edad Media y la Edad Moderna, y a 200 o 300 toneladas en los canales en el siglo XIX (el doble en los grandes ríos). A mediados del siglo XX, la norma para los buques europeos autopulsados era de 1.350 toneladas, mientras que en la actualidad supera ampliamente las 3.000 toneladas. Los contenedores marítimos pueden cargarse en barcazas fluviales con capacidad para 200 TEU (el doble que un tren). La diferencia con el transporte por carretera es aún mayor si consideramos los convoyes formados por varias barcazas. En términos de transporte de masas, el transporte fluvial es por tanto muy eficaz, sobre todo teniendo en cuenta la congestión de las infraestructuras viarias.

Hemos llegado hasta aquí gracias a los avances en la construcción naval, la estructura de los barcos y los métodos de propulsión, desde la vela, el remolque y el remo hasta el vapor y el gasóleo. La labor de los ingenieros hidráulicos no es menos importante, sobre todo en el campo de las infraestructuras.

Durante mucho tiempo, el transporte fluvial se conformó con las características naturales de los ríos y las variaciones de caudal, cargando las embarcaciones en mayor o menor medida según el calado disponible y los caprichos del tiempo. Sólo los marineros experimentados conocían los escollos y los bajos, y los barqueros formaban gremios muy fuertes. La única competencia procedía de los astilleros anclados en los canales navegables. Descender el río era peligroso, pero remontarlo exigía un gran esfuerzo, ya fuera remando o remolcando con hombres y caballos.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

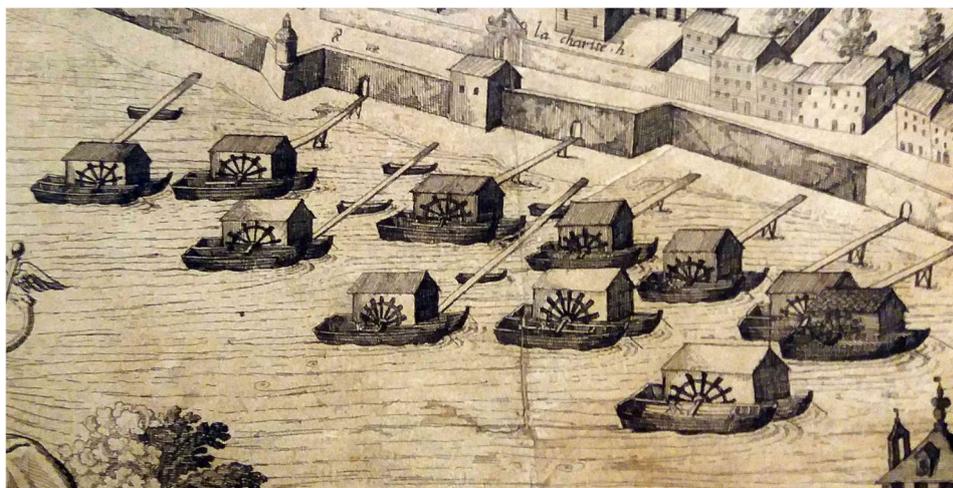


Figure 12: Molinos flotantes en el Ródano, Lyon, siglo XVII (Fuente: Wikipedia,2024)

Surgió entonces la idea de crear ríos artificiales, canales, de velocidad baja o nula y calado garantizado, inicialmente para desecar o regar campos. Utilizarlos para la navegación significaba ensancharlos y profundizarlos y resolver el problema de superar los saltos de agua. Inventada en China en el siglo X, la esclusa apareció más tarde en Italia. Tras proponer sin éxito sus diseños a Milán y Florencia, Leonardo da Vinci puso su genio a disposición de Francisco I, y la primera esclusa se instaló en el río Ourcq a finales del siglo XV.

Posteriormente, el objetivo fue cruzar puertos de montaña o unir dos cuencas hidrográficas mediante un único canal: el desarrollo del canal de tramo divisorio (este canal une dos valles cruzando un azud) resultó esencial.

El primero, el canal de Briare, unía el Loira con el Sena a través del Loing. Iniciado en 1604 y terminado en 1642, tenía 56 kilómetros de longitud, 40 esclusas y, en su momento de mayor apogeo, un tráfico anual de 600.000 toneladas. Era de esperar: el canal discurría por el borde de la Beauce, una llanura triguera muy rica, lo que facilitaba el abastecimiento de trigo a París a través de una ruta segura, inexpugnable y fácilmente defendible.



Francia

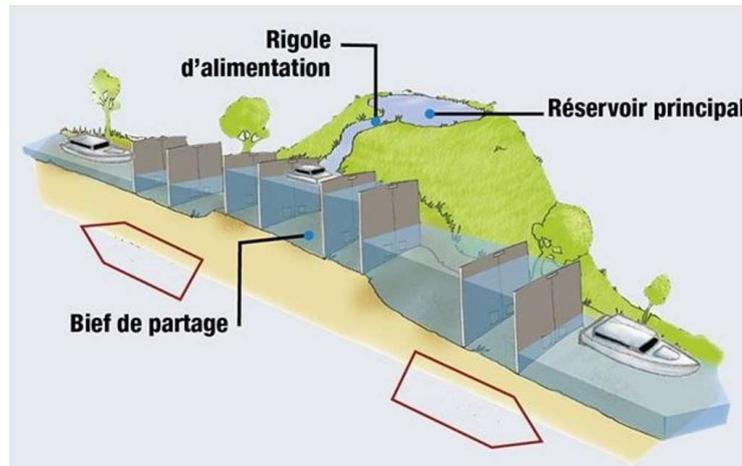


Figure 13: canal con desvío (Fuente: SCSNE,2024)

En 1663, Luis XIV autorizó a Riquet, animado por Vauban, a poner en marcha el Canal de *Deux Mers*, entre el Garona y el Mediterráneo, para eludir a España, que controlaba el tráfico marítimo entre el Mediterráneo y el Atlántico. El canal sirvió a la región de Languedoc hasta los años sesenta, antes de reconvertirse al turismo fluvial en los ochenta. A continuación proliferaron los canales de navegación que unían todas las cuencas: en 1874 había 4.150 kilómetros.

Además, los primeros acondicionamientos fluviales se dedicaron principalmente a la construcción de terraplenes para protegerse de las inundaciones o para servir de murallas en caso de invasión. Después se intentó proteger las llanuras agrícolas interviniendo en el lecho mayor, con éxito variable, antes de abordar el lecho menor para estabilizar o profundizar el canal navegable. Sin embargo, el calado seguía variando demasiado en función del régimen fluvial.

Se hizo necesaria una nueva etapa de desarrollo. En 1879, Freycinet, Ministro de Obras Públicas, realiza importantes obras. El transporte fluvial estaba en declive tras el final del Segundo Imperio y la competencia del ferrocarril aumentaba y se extendía por todo el país. La política de grandes obras tiene por objeto reactivar la economía y hacer frente a la anexión alemana de Alsacia y Lorena. Se prosigue la canalización y se crean nuevos canales a lo largo de la nueva frontera. Este plan fue eficaz al norte de una línea

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

de Lyon a Le Havre y permitió al transporte fluvial competir en igualdad de condiciones con el transporte ferroviario a principios del siglo XX.

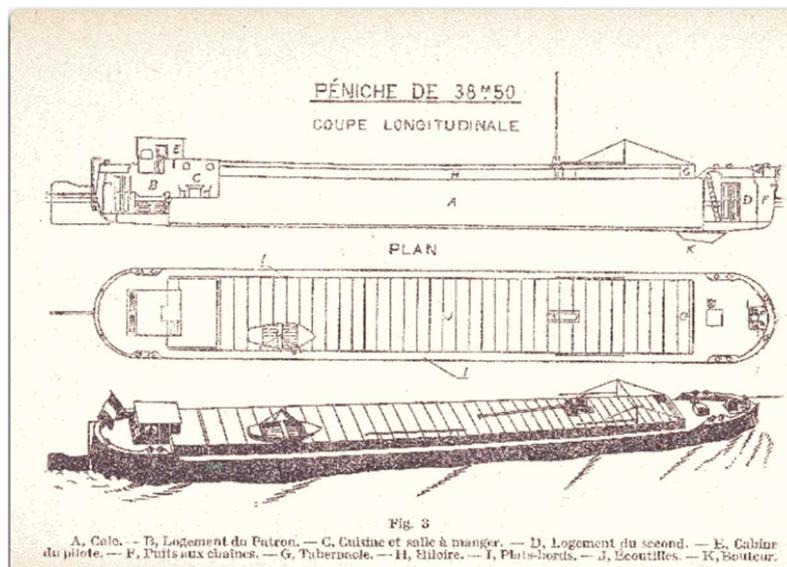


Figure 14: Plano de una barcaza Freycinet (Fuente: pnich.com,2024)

Pero el ancho de vía Freycinet pronto quedó obsoleto ante el rendimiento del transporte por carretera y ferrocarril. El transporte fluvial sólo sobrevivió pasando al ancho de vía grande, con tonelajes que oscilaban entre 1.500 y 3.000 toneladas y barcos equipados con motores de varios miles de caballos. Así pues, los canales se hicieron más anchos y grandes; se aumentó la velocidad reduciendo el número de esclusas, aumentando su altura y acelerando sus tiempos de llenado y vaciado. Para evitar que el barco cabecee, es necesario disponer de una gran altura de pilotaje, es decir, la altura de agua que se añade bajo la quilla por razones de seguridad. Esto es posible con el gálibo ancho: esclusas con una cabeza de más de 20 metros pueden llenarse sin turbulencias en 10 minutos, y son posibles hundimientos de 3,5 a 4 metros. Algunas de estas condiciones son posibles en el Sena, el Mosela, el Ródano, el bajo Saona y el Rin.



Francia



Figure 15: : Proyecto de esclusa de gran gálibo(Fuente: SCSNE,2024)

)

El problema es que estas rutas no están interconectadas y no forman una red. Además, el transporte fluvial sólo es rentable en distancias bastante largas y, aunque es menos caro por tonelada-kilómetro, se ve penalizado por los costes de descarga. Desde 1984, en Francia, el gobierno aprueba el plan director de vías navegables, que incluye los enlaces intercuenas que forman la red. En 1995, la Unión Europea adoptó un plan director de vías navegables de interés comunitario que incorporaba este plan. Pero Francia no hizo realidad sus ambiciones y en 1997 abandonó el proyecto de un gran canal Rin-Ródano en nombre de la ecología y la protección del paisaje, en particular en el valle del Doubs. Como escribe Raymond Woessner (2019), *“la excavación de un canal Rin-Ródano de vía ancha es una serpiente de mar en las políticas regionales de transporte. Es también un buen ejemplo de la manera en que un proyecto de desarrollo puede ser objeto de un conflicto de actores a escala regional, frente a un Estado francés poco intervencionista en la materia y a pesar del interés de dicho proyecto a escala europea.”*

Según este autor, construir o no un canal de vía ancha es una opción política que forma parte de una visión del mundo, de un cuestionamiento del bien común y de un paradigma consensuado.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Sin embargo, desde 1997 el mundo ha cambiado: globalización y cambio climático, amenaza de vuelta al proteccionismo. En Europa, la desindustrialización y las importaciones masivas de los países industrializados han reactivado el transporte fluvial con la contenedorización. Los grandes puertos marítimos necesitan descongestionarse creando puertos interiores abastecidos por agua, ferrocarril y carretera. Por ejemplo, el puerto de Amberes superó los 10 millones de TEU por primera vez en 2016, mientras que Rotterdam registró un tráfico de más de 12 millones de TEU en 2015. Marsella alcanzó un máximo de poco más de 1 millón de TEU en 2014. El desequilibrio entre los puertos del norte y del sur es evidente.

Sin embargo, la Unión Europea es ambiciosa. En su Libro Blanco de 2011 mostró su determinación de fomentar la intermodalidad desde los grandes puertos marítimos. También fijó diez objetivos para lograr un sistema de transporte competitivo y eficiente en el uso de los recursos con el fin de reducir en un 60% las emisiones de gases de efecto invernadero. En cuanto al transporte por carretera, el objetivo era transferir el 30% de las mercancías a otros modos de transporte, como el ferrocarril o las vías navegables, para 2030, e incluso más del 50% para 2050, utilizando corredores de mercancías eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

En 2015, el Comité Económico y Social Europeo (CESE) señaló una serie de iniciativas que solo habían logrado resultados limitados.

En 2016, la UE definió una nueva generación de corredores que debían completarse antes de 2030 bajo el lema «*connecting to complete and connecting to compete*». Recurriendo al Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (FEIE), es posible recaudar fondos mediante apalancamiento o ecotasas, combinando autoridades públicas, empresas privadas e innovadores o consultores para desarrollar el transporte y la logística (Woessner 2019).

Pero Francia va a la zaga de otros países. ¿Será que las empresas francesas temen la competencia extranjera y que una conexión mediocre al otro lado de la frontera mantendrá a raya a esa competencia?



También se puede plantear la cuestión del transporte marítimo de corta distancia (short-shipping), por ejemplo, en la recogida de basuras, porque en general queremos volver a una economía local y utilizar transportes limpios. El consumo local u orgánico podría fomentar el uso de las vías navegables, aunque el desarrollo más limpio de los motores de camiones y trenes limite el alcance de este argumento. Además, los informes del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) prevén sequías y precipitaciones con extremos muy marcados, acentuando los estiajes y las inundaciones. Por tanto, excavar un canal de gran anchura implica situarlo en un entorno capaz de atenuar estos riesgos y las grandes obras necesarias para establecer reservas de agua conectadas a un sistema alimentario.

Por último, la congestión de las carreteras en las afueras de las grandes ciudades es un argumento a favor del cambio modal. Aunque una red ferroviaria de transporte de mercancías eficaz sea menos costosa, las vías navegables de vía ancha permiten evitar los peligros de otros tipos de transporte y ofrecen reservas de seguridad en movimiento, ya que los buques son almacenes móviles. Además del transporte de contenedores, el mercado de la navegación de recreo y el transporte de residuos parecen muy prometedores, según Woessner.

2.6. RED FLUVIAL Y TIPO DE EMBARCACIONES FLUVIALES

Con el fin de comprender los retos de este TFM, la última sección de este capítulo define la red fluvial francesa y ofrece una tipología de los diferentes buques fluviales más utilizados.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

2.6.1. RED FLUVIAL Y DIFERENTES TIPOS DE GÁLIBO

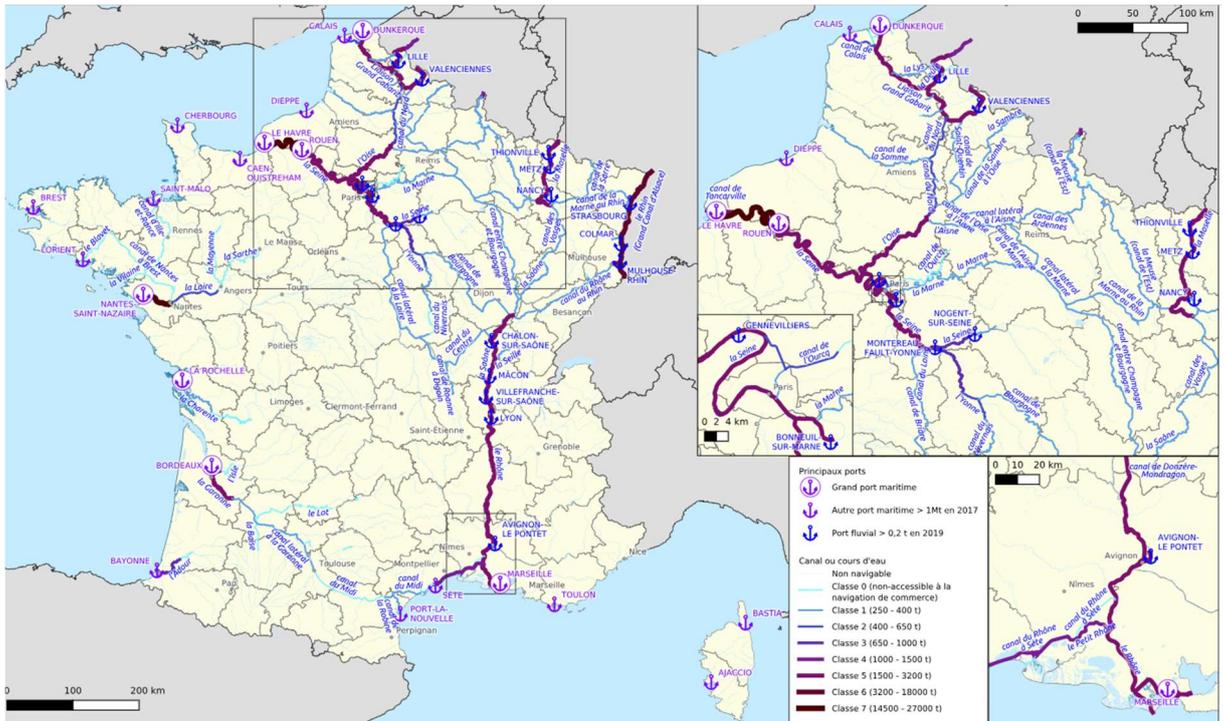


Figure 16 : Mapa de la red fluvial francesa. (Fuente: Wikipedia, 2024)

La red fluvial francesa se extiende a lo largo de 8.500 km de vías navegables por todo el país, lo que la convierte en la red más larga de Europa. Sin embargo, solo 6.700 km de estas vías navegables son explotadas y mantenidas por *Voies Navigables de France* (VNF), el organismo público encargado de las vías navegables. En 2018, esto colocó a Francia en el cuarto lugar en términos de número de redes fluviales operadas en Europa. Finlandia tiene la mayor red fluvial, con 8.132 km de vías navegables en uso, seguida de Alemania, con 7.675 km, y los Países Bajos, con 6.295 km (cifras de transporte, 2021).

Podemos distinguir fácilmente dos tipos de redes fluviales conectadas y complementarias

- Gran calado (o mercancías): Significa que dispone de la infraestructura, el calado y el espacio aéreo necesarios para permitir el paso de buques de más de 1.000



Francia

toneladas (clase 4 y superiores en el mapa). Esta red se extiende a lo largo de 2.400 km y da servicio a los principales centros industriales y grandes aglomeraciones, tanto desde como hacia los grandes puertos marítimos. Concentra la mayor parte de los flujos de transporte, con 6.800 millones de toneladas-kilómetro y 52,7 millones de toneladas de mercancías transportadas. Los portacontenedores fluviales y los barcos de pasajeros transportan también 9,9 millones de pasajeros por toda la red fluvial. El Rin, frontera natural entre Francia y Alemania al este, es uno de los principales canales y ríos. También está el Sena, que desemboca en el mar en Le Havre, proporcionando acceso fluvial a la región de París desde un puerto marítimo. Al norte, el canal Dunkerque-Rio Escalda. En el sureste, el Ródano enlaza con el puerto de Marsella (VNF,2024).

- De pequeño calado: estas vías navegables se utilizan para la navegación de recreo, el turismo o el transporte de mercancías por embarcaciones de menos de 1.000 toneladas (clases 0, 1, 2 y 3 en el mapa). Estas vías navegables representan 4.300 km y se desarrollaron principalmente en el siglo XIX, o incluso en siglos anteriores. Más de 70 estructuras están catalogadas o registradas como monumentos históricos. El Canal du Midi es Patrimonio Mundial de la UNESCO.

El Canal del Norte, que une las cuencas del Sena y el Escalda por el norte, es un buen ejemplo de canal de mercancías de pequeño gálibo.

VNF también gestiona más de 40.000 hectáreas de vías navegables y es responsable del mantenimiento y la construcción de más de 4.000 estructuras de ingeniería (VNF, 2024).

2.6.2. TIPOS DE EMBARCACIONES FLUVIALES

Existen en el mercado distintos tipos de buques de carga fluvial (gabarras), adaptados al gálibo de los canales por los que circulan. Estos barcos fluviales pueden transportar cualquier tipo de mercancía (cereales, graneles, contenedores), pudiendo

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

el mayor portacontenedores fluvial transportar hasta 470 contenedores en varias capas. Para normalizar la red europea, en 1992 se establecieron unas clases denominadas CEMT (Conferencia Europea de Ministros de Transporte) que diferenciaban los distintos gálibos. Estos diferentes gálibos se actualizaron en la conferencia de 2015 para diferenciar entre convoyes empujados y autopropulsados. (Unión Europea, 2015). El nuevo gálibo europeo permite el transporte de al menos 2000 toneladas (clase CMT-VA). (SPW,2020). El cuadro siguiente muestra las diferentes categorías.

Clasificación CEMT	Tipos de Barcos	Longitud (m)	Manga(Anchura)(m)	Calado (m)	Calado aero(m)	Tonelaje (t)
I	Spits (Freycinet en Francia)	38,50	5,05	1,80 - 2,20	3,70	250 - 400
II	Campinois	50,00 - 55,00	6,60	2,50	3,70 - 4,70	400 - 650
III	D.E.K. (Dortmund- Ems-Kanal,)	67,00 - 80,00	8,20	2,50	4,70	650 - 1000
IV	R.H.K. (Canal Rhein- Herne)	80,00 - 85,00	9,50	2,50	4,95 o 6,70	1000 - 1500
Ir a	Grand- Rhénan	95,00 - 110,00	11,40	2,50 - 4,50	4,95 o 6,70 o 8,80	1500 - 3000



Francia

Vb	Empujador Río	172,00 - 185,00	11,40	2,50 - 4,50	4,95 o 6,70 o 8,80	200 - 6000
Vla	Empujador Río	95,00 - 110,00	22,80	2,50 - 4,50	6,70 o 8,80	3200 - 6000
Vlb	Empujador Río	185,00 - 195,00	22,80	2,50 - 4,50	6,70 o 8,80	6400 - 12000

Tabla 1 : Clasificación CEMT (Fuente SPW, 2020)

2.6.3. ALGUNAS ILUSTRACIONES DE BARCOS FLUVIALES



Figure 17: Spits (Bélgica) o Freycinet (Francia) (CEMT I) .(Fuente: Wikipedia,2024)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Figure 18: , R.H.K.(Rhein-Herne-Kanal) (CEMT IV) .(Fuente: SPW,2020)



Figure 19: Portacontenedores Grand-Rhénan (CEMT-VA) .(Fuente: shutterstock,2024)



Francia



Figure 20: tren de empuje.(Fuente: Flipo, E. ,(2022)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Capítulo 3. Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

Tas una presentación general de Francia en términos industriales, económicos y logísticos, nos centraremos más en la zona geográfica del proyecto para comprender los orígenes, motivaciones y pertinencia de la construcción del Canal Sena-Norte de Europa. Dado que el desarrollo de las infraestructuras de transporte está ligado al desarrollo de la actividad económica e industrial de una región, comenzaremos este capítulo con una breve descripción del pasado industrial del norte de Francia.

3.1. EL NORTE DE FRANCIA EN EL PUNTO DE MIRA

Durante mucho tiempo, la historia del norte de Francia (la actual *Hauts-de-France*) se confundió con la de Bélgica. Sin embargo, las guerras de conquista de Luis XIV incorporaron el norte de Francia, hasta entonces bajo dominio español, al territorio francés. Esto llevó 78 años. En 1789, la Asamblea Constituyente reorganizó el país en departamentos, entre ellos Nord y Pas-de-Calais. A esto siguió la guerra con Austria en 1792 y la reconquista por los revolucionarios franceses en 1794, que aprovecharon la oportunidad para anexionarse Bélgica. Bajo Napoleón, los departamentos del Norte recuperaron cierta estabilidad, al menos hasta Waterloo. De 1815 a 1818, los ingleses ocuparon la región.

El siglo XIX fue testigo del despegue económico de la región. El bloqueo continental iniciado por Napoleón obligó a los franceses a producir bienes que antes compraban en el extranjero, de ahí el desarrollo de la industria azucarera y la introducción de máquinas de vapor basadas en el modelo inglés en las hilanderías. El centro de la región también era rico en carbón, principal fuente de energía junto con la madera. El

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

desarrollo de la minería y del ferrocarril hizo que, entre 1815 y 1848, la región se consolidara como la "primera fábrica de Francia". El éxito económico general de la región se vio favorecido por medidas aduaneras proteccionistas, la importación de tecnología punta de Inglaterra y de mano de obra procedente de la superpoblada Bélgica, una burguesía dinámica y ricos recursos mineros. Florecieron numerosas industrias, como la fabricación de vidrio y las fábricas de papel, y las comunicaciones mejoraron considerablemente. En 1846 se inaugura la línea ferroviaria París-Lille. El mundo rural no se quedó atrás; la región fue también la primera "granja de Francia". (Hauts de France), también rica en producción cerealista.

En aquella época, el Norte no era necesariamente una tierra amable para la población local: el clima, las consecuencias de la industrialización y enfermedades como el cólera golpeaban duramente al departamento. Aunque la región se había convertido en una potencia económica, las condiciones de vida de los obreros textiles y los mineros eran especialmente difíciles, a pesar de que poco a poco se fueron adoptando medidas, en particular para regular el trabajo infantil (Ecaru, s. f.)

En *Fourmies* (nombre de un pueblo), el 1 de mayo de 1891, se organizó una manifestación de protesta para exigir mejores condiciones de trabajo, en particular la jornada de ocho horas, pero acabó en un baño de sangre. ^{er}Esta tragedia dio origen a la fiesta del 1 de mayo.

Sin embargo, la Revolución Industrial permitió al departamento crecer y desarrollar unos conocimientos técnicos muy solicitados, sobre todo para proyectos de prestigio. Por ejemplo, los remaches utilizados en la construcción de la Torre Eiffel se fabricaron en fábricas del Norte.

Durante la guerra de 1914-1918, Nord-Pas-de-Calais fue un frente olvidado en el corazón del conflicto: parte de la región, invadida por los alemanes en el verano de 1914, estuvo ocupada durante cuatro años. Una línea de frente de 70 km fue escenario de numerosas ofensivas mortales. Las condiciones de vida eran especialmente difíciles. A lo largo del río *Yser* (río en la frontera de Bélgica-Francia), los ejércitos franco-belga



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

y británico lucharon contra los alemanes y fueron objeto de las primeras ofensivas con gas.

Al igual que Lille, muchas ciudades del Norte fueron bombardeadas, las fábricas destruidas y las pérdidas humanas y materiales fueron considerables. La Primera Guerra Mundial también afectó profundamente a la región, con la feroz ocupación del ejército alemán y la aparición de redes de resistencia.

En 1918, había que reconstruir el Norte y escaseaba la mano de obra. La guerra y luego la crisis económica de 1929 multiplicaron y reforzaron las tensiones, sobre todo políticas, y provocaron cierres de fábricas en sectores como el mármol, duramente afectado por la situación económica en Estados Unidos, y la fabricación de vidrio (Wikipedia,2024).

Tras la invasión de 1940, Nord-Pas-de-Calais se convirtió en la región más invadida de Francia. La población tuvo que soportar cuatro largos años de escasez, vivir atemorizada por las fuerzas de ocupación, verse privada de sus libertades y soportar constantes bombardeos. La región, adscrita al mando militar alemán en Bruselas, estaba sometida a una fuerte ocupación militar. Desde los primeros meses de la guerra, hombres y mujeres se unieron a la Resistencia para luchar contra los regímenes nazi y de Vichy. (Hauts-De-France, 2018)

Tras la guerra, las minas fueron nacionalizadas y los mineros se vieron obligados a participar en la batalla por el carbón para impulsar la producción. La industria siderúrgica creció rápidamente y se modernizó con el Plan Marshall. Pero hubo poca diversificación de las actividades tradicionales. De los años 50 a los 80, la minería del carbón se contrajo hasta desaparecer y se perdieron decenas de miles de puestos de trabajo en la cuenca minera, la industria textil, la metalurgia y la siderurgia, hasta que el gobierno intentó reactivar la actividad industrial con la creación de fábricas de automóviles y de plásticos. A partir de los años 80, la región pasó de una sociedad basada en la gran industria a otra basada en la información y los servicios. La industria

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

sigue siendo un sector importante, con las cristalerías de Arques, la industria agroalimentaria y la automoción. El sector de la venta por correo también se ha desarrollado considerablemente en la región, en relación con la industria textil (Wikimedia,2024).

Históricamente muy diversificado, el tejido económico de la región estaba muy industrializado (textil, minería, siderurgia). Sin embargo, en la actualidad la industria sólo representa el 16% de la economía regional, que es la media francesa, mientras que la agricultura, la construcción y los servicios representan una proporción similar a la del resto de la economía francesa. El tejido económico se ha reequilibrado entre los distintos sectores. Las actividades terciarias no de mercado y de mercado son ahora mayoritarias, con 4 de cada 5 empleos, salvo en Aisne, Oise y Somme, donde casi uno de cada 5 empleos corresponde a la agricultura o la industria.

Según el INSEE, la economía de los Altos de Francia representa el 7,1% del PIB (174.000 millones de euros en 2021) y lucha por superar las dificultades causadas por la crisis de la industria. Es la sexta región de Francia metropolitana que más empleo crea (2,3 millones de puestos de trabajo), pero su PIB per cápita es el más bajo de Francia después del de Córcega (27.800 euros frente a los 35.000 del conjunto de Francia). En 2020, el nivel de vida medio era de 20.820 euros. Uno de cada cuatro residentes tiene estudios superiores, mientras que casi uno de cada tres tiene pocas cualificaciones o ninguna. La tasa de pobreza se acerca al 18%; la crisis sanitaria ha golpeado duramente a la región, y la recesión fue del 9% en 2020, más que la caída de la actividad en el conjunto del país. (Insee,2024)

Sigue teniendo la tasa de desempleo más alta de Francia: en el primer trimestre de 2024, la tasa de paro era del 9,2%, frente al 7,3% de la Francia metropolitana. El 61% de la población en edad de trabajar está activa (65% en Francia).

Sin embargo, la región intenta sacar partido de sus puntos fuertes. Se encuentra en el corazón de una zona muy activa: en un radio de 250 kilómetros están París, Bruselas, Londres, Ámsterdam, Düsseldorf y Luxemburgo. Gran parte de la región forma parte de la famosa "Banana Azul", o megalópolis europea, una zona de Europa dinámica, muy



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

urbanizada y densamente poblada que une Londres con Milán a través del valle del Rin.

La región cuenta con amplias instalaciones logísticas a través de sus puertos costeros y fluviales, una densa red de carreteras y, desde 1994, un enlace con el Reino Unido a través del Túnel del Canal. El desarrollo de los servicios ferroviarios *TGV Nord-Europe*, *Eurostar* y *Thalys* también ha dado un nuevo impulso a la región.

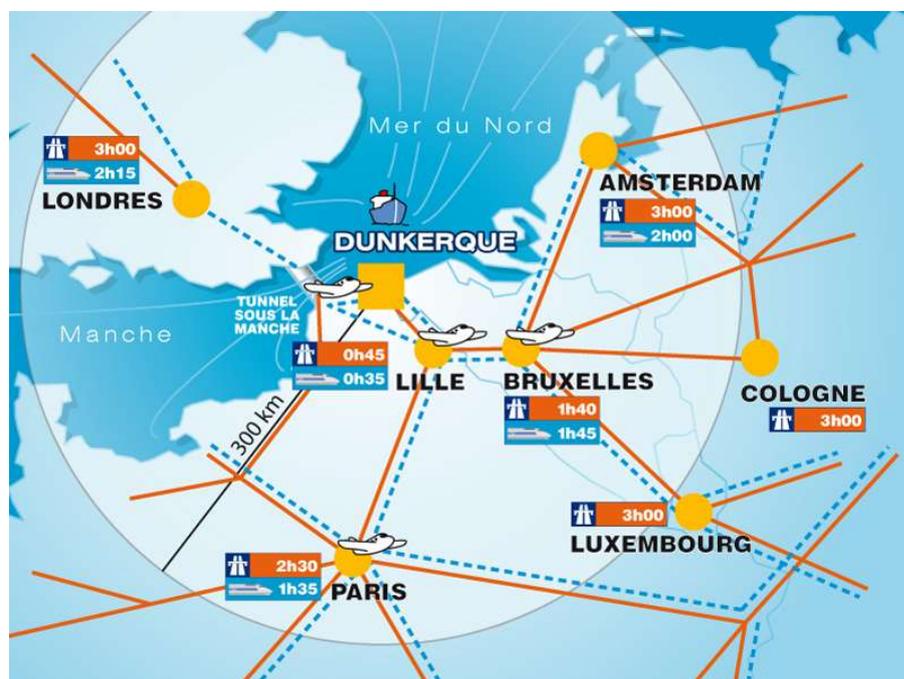


Figure 21: : Norte de Francia en términos de conexiones .(Fuente: Wikipedia,2024)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONTRUCCIÓN DEL CANAL SENA-NORTE DE EUROPA

3.2.1. IMPACTO ECONÓMICO, SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL DEL SECTOR DE LOS TRANSPORTES POR CARRETERA DE LA SOCIEDAD FRANCESA

Tras la presentación de la situación económica, social e industrial del norte de Francia, pasaremos al proyecto de construcción del canal Sena-Norte de Europa, cuya apertura está prevista inicialmente para 2030. Este proyecto pretende eliminar el cuello de botella existente entre la cuenca del Sena y la red de vías navegables del norte de Francia y de Europa, formada por el *Canal Latéral à l'Oise* (Canal Lateral de la Oise) y el *Canal du Nord* (Canal del Norte), mediante la construcción de una estructura compatible con las vías navegables europeas de vía ancha. Pero, ante todo, hay que sustituir el transporte fluvial en el conjunto de la economía francesa del transporte.

Francia prosigue su objetivo de descarbonización y reducción de los gases de efecto invernadero. Las previsiones para el primer trimestre de 2024 muestran una reducción de cerca del 5% con respecto al mismo periodo de 2023. Las reducciones sectoriales para el 1er trimestre de 2024 son: **producción de energía** (-2 Mt CO₂, es decir -16,8%), **edificios** (-1,6 Mt CO₂, es decir -7,1%), **industria** (-1,1 Mt CO₂, es decir -5,6%) y **transportes** (- 0,9 Mt CO₂, es decir -3%). En el caso del transporte por carretera, la caída está asociada a una reducción de las emisiones de los vehículos diésel.(Robert, C. (2024)

Pero con 130,5 millones de toneladas equivalentes de CO₂ (Mt CO₂ eq), el sector del transporte sigue siendo el que más contribuye a las emisiones de GEI de Francia



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

(32%). El transporte por carretera, y en particular el automóvil privado, es el modo de transporte que más contaminantes emite a la atmósfera.

El transporte por carretera es una fuente importante de contaminación atmosférica, ya que contribuye a más del 60% de las emisiones del sector del transporte. Estas emisiones tienen consecuencias perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Estos efectos negativos, conocidos como externalidades negativas, pueden definirse en términos económicos como *«el hecho de que una actividad afecte al bienestar de otros sin que este efecto sea compensado por el mercado»* (Universalis, 2024).

Aunque existen externalidades positivas, como el uso de la ciclo-logística para realizar entregas en el centro de las ciudades con el fin de optimizar la última milla de una entrega, las externalidades del transporte por carretera son principalmente negativas. De hecho, esta actividad perjudica a la sociedad de muchas maneras, sin que estos costes se reflejen en el precio del combustible. Estos costes externos incluyen los accidentes de tráfico, los daños a las infraestructuras viarias, el ruido, la contaminación atmosférica, el cambio climático y la congestión. Las externalidades negativas representan, por tanto, un coste significativo para la sociedad en su conjunto.

En un informe de 2019, la Comisión Europea estimó que en 2016 el transporte por carretera (coche privado incluido) ha costado en 109.100 millones a la economía francesa. Al nivel europeo el transporte de personas por carretera han costado 6.252.000 millones de euros lo que representa 4,2% del PIB europeo. Al nivel del transporte por carretera de mercancía europea los costes externos han costado a la sociedad Europa 195.100 millones de euros lo que representa 1,31% del PIB europeo.

Por su parte, los costes extremos asociados al transporte de mercancías por ferrocarril y vías navegables han costado a los países de la Unión Europea 5400 y 2900 millones de euros. (Handbook, 2019)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

En 2022, las carreteras francesas causaron 54828 accidentes, con 3439 muertos y 68638 heridos.

En términos sociales, el transporte por carretera se ve afectado por los bajos salarios debidos a la posición dominante de las empresas clientes a causa de una situación de casi-competencia perfecta, el dumping social por parte de los países de Europa del Este, las malas condiciones de trabajo (presión de las empresas clientes para superar los límites de velocidad, etc.) (AGuissard,(2024)

Por tanto, podemos concluir que el transporte por carretera no es sostenible en términos ecológicos, sociales y medioambientales y parece importante reducir nuestra dependencia del transporte por carretera

3.2.2. HISTORIA, PRESENTACIÓN Y RELEVANCIA DEL PROYECTO

Los primeros proyectos de construcción de canales que unieran el norte de Francia con la cuenca de París se iniciaron a mediados del siglo XVIII. El primero en construirse fue el Canal de Crozat, o Canal de Picardía, cuyas obras comenzaron en 1728 y finalizaron en 1776. Este canal, situado entre Chauny y Saint-Quentin, constituía el tramo sur de lo que más tarde sería el canal de Saint-Quentin. Tenía una longitud de 13,5 km y unía la ciudad de Saint-Quentin con el río Oise (Wikipedia, 2024).

Posteriormente se excavó también el tramo norte del canal de Saint-Quentin. Las obras se iniciaron en 1766, pero pronto se abandonaron debido a dificultades técnicas, en particular el diseño de un túnel de 5 km para el canal (el subterráneo de Riqueval), que resultó demasiado ambicioso para las técnicas de construcción de la época, así como por razones financieras derivadas de la Guerra de Independencia americana. Al final, Napoleón I relanzó el proyecto en 1802, y el canal se inauguró en 1810. El canal se adaptó al gálibo Freycinet en el siglo XIX. El tráfico fue intenso hasta la inauguración del Canal du Nord en 1966, cuando se utilizó para transportar grano y carbón a París (Wikipedia, 2024).



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa



Figure 22: Trazado del canal de St-Quentin .(Fuente: Wikipedia,2024)



Figure 23: entrada al paso subterráneo de Riqueval.(Fuente: Wikipedia,2024)

En 1908, las autoridades francesas decidieron poner en marcha la construcción de un nuevo canal, conocido como Canal du Nord, para unir la cuenca carbonífera de Nord-Pas-de-Calais. A finales del siglo XIX, la revolución industrial había provocado un fuerte aumento de la demanda de carbón, y las minas francesas se enfrentaban a la competencia del carbón de la cuenca de Charleroi, que se transportaba a través del canal Sambre-Oise. Además, el canal de Saint-Quentin había alcanzado su capacidad máxima.

El Canal du Nord se inauguró finalmente en 1966, tras un enorme retraso provocado por la Primera Guerra Mundial y la suspensión de las obras en el periodo de entreguerras, debido a la falta de interés por el proyecto. Sin embargo, a finales de los años 50 se reanudaron las obras, impulsadas por el aumento de las necesidades de transporte vinculadas al fuerte crecimiento económico del periodo de los Treinta glorioso .

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Este canal de 95 km de longitud, con nada menos que 19 esclusas, une el canal Dunkerque-Rio Escalda con el valle del Oise.

Desgraciadamente, ya se consideraba obsoleto cuando se puso en servicio. Entre los años 50 y 80, los canales históricos empezaron a ampliarse como parte del canal de vía ancha Dunkerque-Rio Escalda, que puede albergar barcazas de 3.000 toneladas.

El gálibo Freycinet del Canal del Norte no permite la navegación de barcazas de más de 900 toneladas entre Dunkerque y la cuenca de París (Canal Sena-Norte de Europa, 2024).

A principios de la década de 1990, *Voies Navigables de France* inició los primeros estudios para una futura ruta por canal que uniera las cuencas del Escalda y el Sena, con el objetivo de conectar los principales puertos del norte (Rotterdam, Amberes, Dunkerque) con los puertos de París y Le Havre. A lo largo de las décadas siguientes, los estudios preliminares de diseño propusieron tres tipos diferentes de ruta entre 2004 y 2008. Tras la crisis de 2008, el proyecto se revisó de 2013 a 2015 para mejorar el rendimiento económico y medioambiental del canal, con vistas a obtener financiación europea. Como resultado, se creó la Société du Canal Sena-Nord Europa para reunir a los financiadores del proyecto, es decir, el Estado, sus organismos públicos y las autoridades locales. El proyecto fue declarado de interés público en 2017 (CSNE, 2024).

El proyecto final de este canal de vía ancha consiste en la construcción de una vía navegable de 107 km que unirá Compiègne, en el departamento de Oise, con Aubencheul-au-Bac, en el departamento de Nord. Este canal conectará la red fluvial francesa con los 20.000 km de vías navegables europeas. Diseñado para acoger barcazas de clase Vb, capaces de transportar hasta 4.400 toneladas de mercancías - el equivalente a 220 camiones-, el canal tendrá una anchura media de 54 metros, una profundidad de 4,5 metros y una altura bajo puente de al menos 7 metros. El objetivo del canal es doble: permitir el transporte de barcazas de vía ancha cargadas de áridos, especialmente demandados en la región de Île-de-France por el aumento de las necesidades de materiales de construcción, y de cereales, gracias a la instalación de



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

grandes silos a lo largo del canal; y también acoger barcazas portacontenedores de tres pisos. Se espera un tráfico fluvial 5 veces mayor en la ruta Norte-Ile-de-France y entre un 20 y un 35% más en la ruta del Sena. El canal enlazará con el Oise al sur, el Rio Sensée al norte y el canal de Rio Escala, atravesando 64 municipios de la región de Hauts-de-France (Enquête publique, 2024).

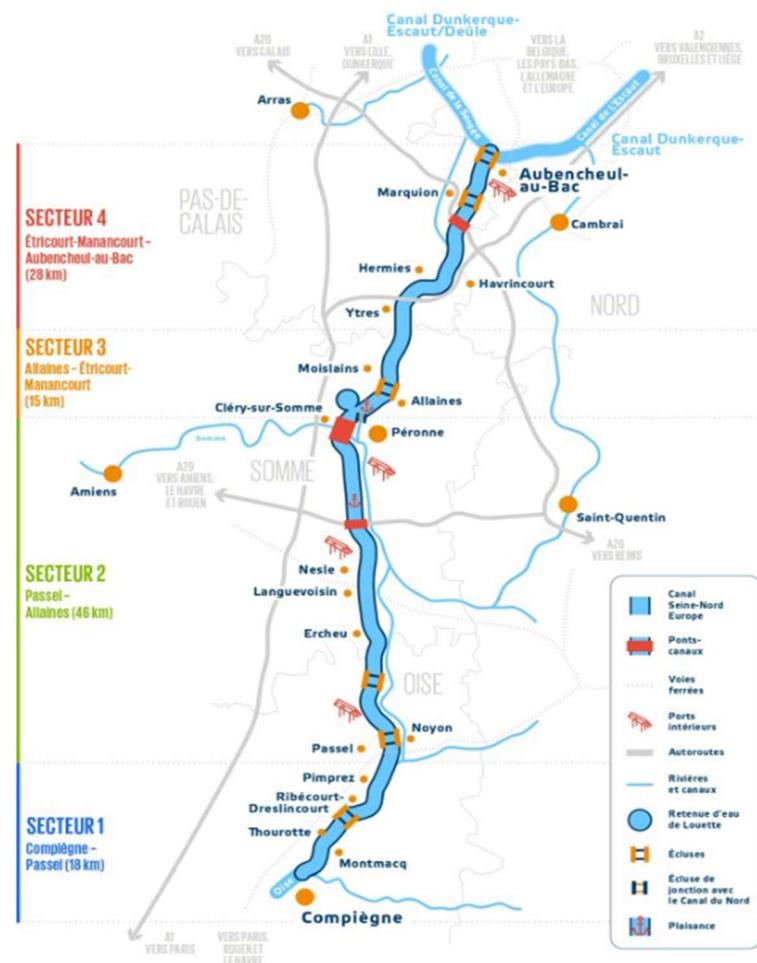


Figure 24: Plano del canal Sena-Norte de Europa (Fuente: SCSNE,2024)

En términos de financiación, la construcción del canal requerirá una inversión total de 5.100 millones de euros. Los principales contribuyentes, definidos en el momento del acuerdo de financiación en 2019, son la Unión Europea, que invierte 2.100 millones de euros, las autoridades locales (regiones y departamentos afectados por el proyecto),

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

que aportan 1.100 millones de euros, y un préstamo de 800 millones de euros, que se tomará y reembolsará con los ingresos de un impuesto nacional de ámbito local, destinado a fomentar el cambio modal.

La apertura del canal Sena-Norte de Europa no sólo servirá de enlace entre el puerto de Amberes y la cuenca parisina, sino que hará realidad el enlace Sena-Rio Escala como primera red fluvial de Europa. Esta red de 1100 kilómetros de ríos de vía ancha y canales navegables constituirá un importante corredor económico y ecológico que unirá Le Havre, la región de Île-de-France, Hauts-de-France, Dunkerque y Bélgica. Esta red también se está modernizando para acoger buques con una capacidad mínima de 2.000 toneladas en todas sus rutas (de acuerdo con el gálibo CEMT-Va) (Seine-Scheldt Link, 2024). Esta zona geográfica está también muy densamente poblada, lo que permite servir a un mercado de 40 millones de consumidores.



Figure 25: Mapa de la red Sena-Escala (Fuente : seine-scheldt, 2024)

Dado que la red Sena-Rio Escala es transfronteriza, se ha creado una Agrupación Europea de Interés Económico (AEIE) para apoyar el éxito de la implantación de la red.



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

Los cuatro actores de esta AEIE son, por parte francesa, *Voies Navigables de France* (VNF) y la *Société du Canal Sena-Nord Europe* (SCSNE), y por parte belga, dado que las infraestructuras de transporte son competencia regional, el *Service Public de Wallonie* (SPW), que gestiona la parte valona del proyecto, y *De Vlaamse Waterweg nv* (DVW), que se ocupa de la parte flamenca. El coste total de la red transfronteriza Sena-Rio Escala superará los 8.000 millones de euros, incluidos los 5.100 millones del canal Sena-Norte de Europa (Seine-Scheldt Link, 2024).

Las obras de este canal, que algunos han calificado de faraónicas, deben considerarse en el contexto de la economía general del transporte francés.

3.2.3. INFRAESTRUCTURAS FLUVIALES, VIARIAS Y FERROVIARIAS

El trazado del Canal Sena-Norte de Europa exigirá la construcción de importantes obras de ingeniería fluvial, en particular esclusas y puentes-canal, para que las barcazas puedan salvar las diferencias naturales de altura entre las cuencas del Oise

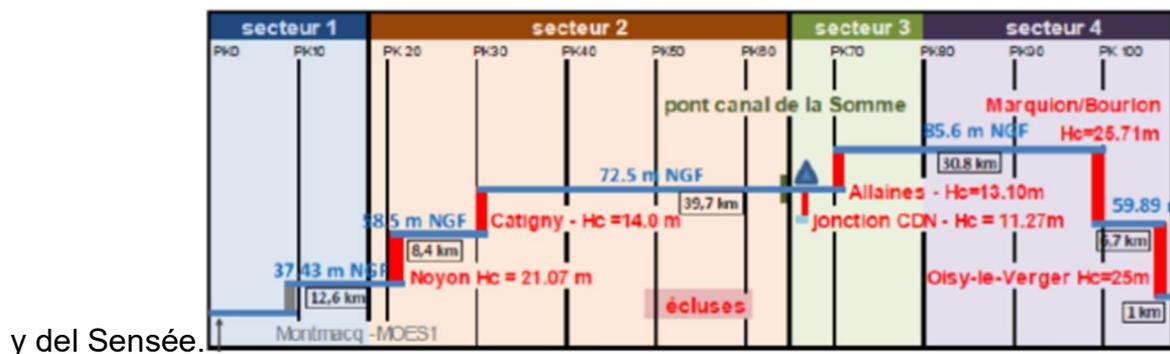


Figure 26 :Topología del terreno entre las cuencas del Oise y del Sensée con las 6 bahías de desvío (Fuente : Enquête public , 2024)

El funcionamiento del canal se basa en una serie de masas de agua horizontales, denominadas caz, situadas entre dos esclusas. Esta configuración exige la creación de una infraestructura plana, perfectamente integrada en la topografía existente. Para ello,

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

es necesario realizar movimientos de tierra para adaptar el canal al terreno natural, garantizando así la continuidad de la vía navegable (Encuesta pública, 2024).

En cuanto a las esclusas, el proyecto del Canal Sena-Norte de Europa prevé la instalación de siete esclusas. Seis de ellas estarán distribuidas a lo largo del canal para permitir a los barcos superar los diversos obstáculos topográficos. La séptima esclusa estará especialmente diseñada para conectar el nuevo canal con el Canal du Nord existente. Estas esclusas desempeñarán un papel esencial, actuando como una escalera acuática que permitirá a las barcazas subir o bajar de un nivel a otro, facilitando el paso por las variaciones de altura del terreno. Cada cámara de esclusa tendrá unos 200 metros de largo y 12,5 metros de ancho. Dos de estas esclusas tendrán un salto de más de 25 metros, lo que supone un desnivel considerable y las convierte en las mayores esclusas construidas en Europa. El tiempo medio de paso por una esclusa será de unos 30 minutos.

Cada esclusa estará equipada también con una estación de bombeo y un depósito. Estos depósitos, situados cerca de las cámaras de las esclusas, permitirán conservar una gran parte del agua utilizada para vaciar las esclusas y reutilizarla la próxima vez que se llenen. El agua que no pueda conservarse se bombeará inmediatamente de la bahía de cola a la de proa, garantizando así el funcionamiento óptimo del canal (SCSNE, 204).



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

Schéma d'une écluse du Canal Seine-Nord Europe

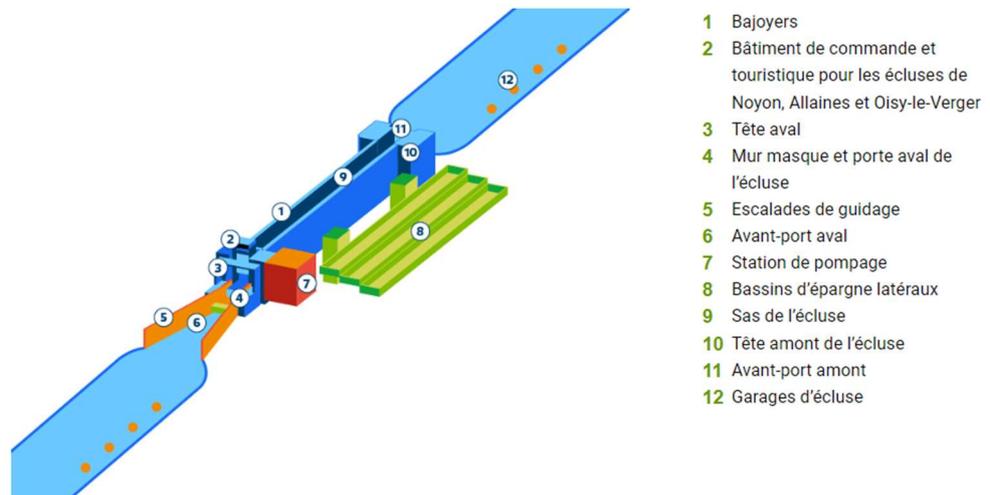


Figure 27 : Operación de bloqueo (Fuente: SCNSE,2024)

Además de las esclusas, el proyecto incluye la construcción de varios puentes sobre el canal. Estas estructuras permitirán al canal cruzar otras infraestructuras, como carreteras y vías férreas, sin interrumpir el tráfico terrestre. De los tres puentes del canal incluidos en el proyecto, destaca el del Canal de Somme. Dominará el valle del Somme, un humedal de gran riqueza ecológica. El puente-canal tendrá 1.330 metros de largo, 34 metros de ancho y 4,5 metros de profundidad, con una altura de 30 metros sobre el río, lo que lo convierte en el mayor puente-canal de Europa. Además, se construirán 62 cruces de carretera a lo largo de los 107 kilómetros de canal, es decir, uno cada 1,7 kilómetros, para no perturbar el tráfico local (SCSNE, 2024).

El canal Sena-Norte de Europa también incluirá un embalse con una capacidad de 14 millones de metros cúbicos, el equivalente a entre 3.700 y 5.600 piscinas olímpicas (guide des piscine, 2020). Este embalse abastecerá de agua al canal durante los periodos de estiaje del río Oise y se llenará durante los periodos de crecida.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

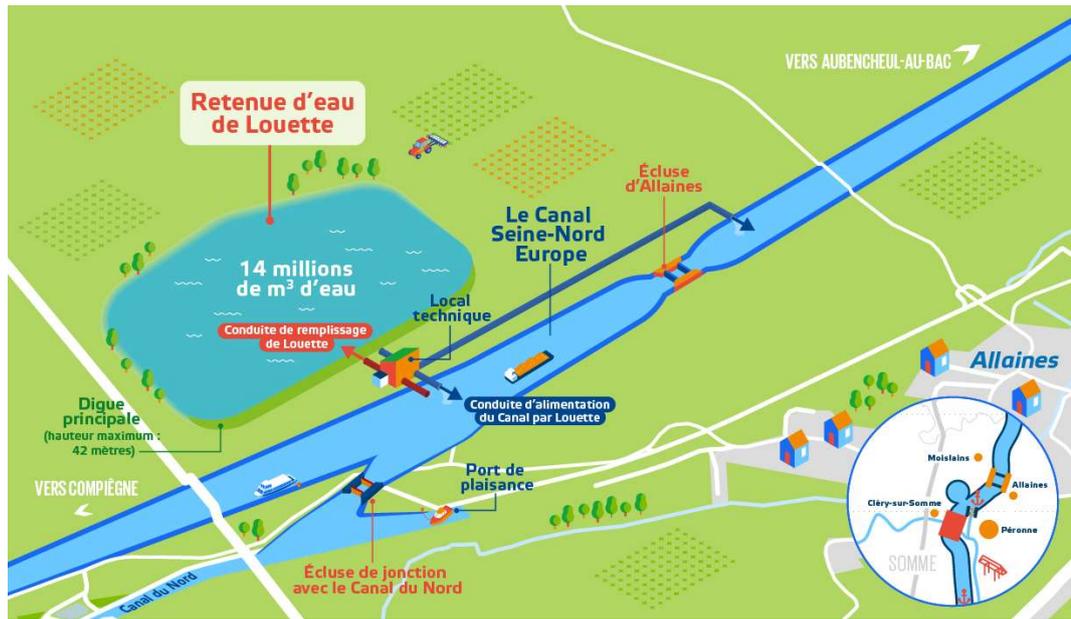


Figure 28 : Diagrama del embalse de Louette (Fuente: SCNSE,2024)

Este embalse suministrará agua al canal cuando el río Oise esté en estiaje. Se llenará cuando el agua sea abundante.

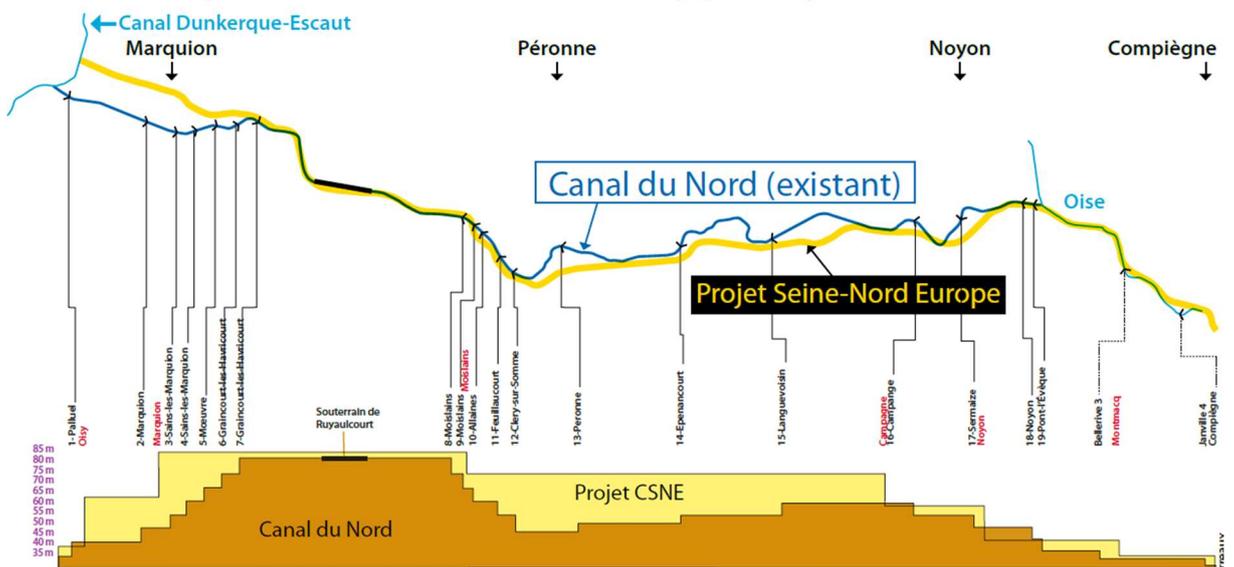


Figure 29 : Comparación del futuro trazado del Canal Sena Norte Europa y del actual Canal del Norte con la topología del terreno (Fuente: (CLAC,2023)

Figura X: Comparación del futuro trazado del Canal Sena Norte Europa y del actual Canal del Norte con la topología del terreno (Fuente: (CLAC,2023)



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

Dado que el canal Sena Norte Europa va a sustituir a dos canales existentes (el Canal du Nord y el Canal Lateral de la Oise), se plantea la cuestión del futuro de estos dos canales. En cuanto al Canal du Nord, se reutilizará una sección para recrear un río (el *Tortille*) y una zona de alto valor ecológico. Algunas secciones se rellenarán y se devolverán a la agricultura, otras se mantendrán bajo el agua como zonas de recreo y bases de deportes náuticos, y una sección será reutilizada por el CSNE. El Canal Lateral de la Oise se profundizará y ensanchará para acoger el gálibo Vb.5 (Enquête publique, 2024).

Para completar la red, la Siena-Rio Escala contará con nada menos que 108 esclusas, 512 puentes de carretera y 91 puentes ferroviarios. (Sena-Rio Escala, 2024)

3.2.4. DESARROLLO PREVISTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGISTICAS

El proyecto prevé la creación de cuatro plataformas intermodales, conocidas como puertos interiores. Estos puertos desempeñarán un papel central en la transición ecológica al facilitar la transferencia de una parte importante del transporte de mercancías de la carretera a la vía navegable. Cada emplazamiento será al menos bimodal, con la posibilidad de convertirse en trimodal para los puertos de Nesle y Marquion-Cambrai, que también deberían beneficiarse de una conexión ferroviaria.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

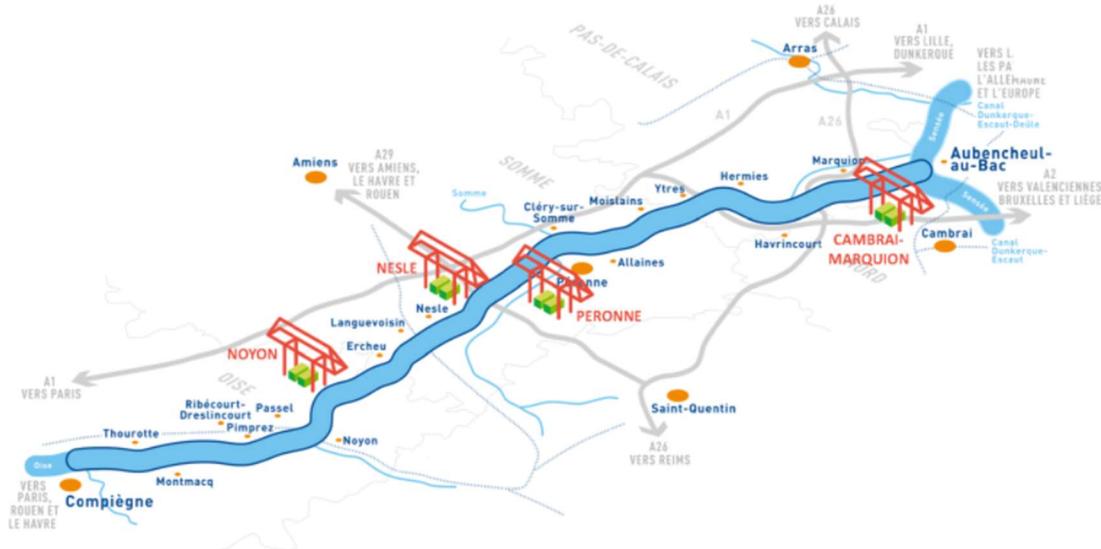


Figure 30 : Diagrama de localización de los diferentes puertos interiores a lo largo de la CSNE (Fuente :SCSNE,2024)

En concreto, estas infraestructuras logísticas servirán a sectores como los cereales, los productos agroalimentarios y agroindustriales, los materiales de construcción y los productos metalúrgicos y químicos. Gracias a los servicios portuarios y a las posibilidades de implantación de empresas industriales y logísticas a lo largo del canal, el tejido económico local podrá densificarse y conectarse a la red Sena-Escalda, abriendo así el acceso a los puertos marítimos y fluviales del Sena y del norte de Europa (SCSNE, 2024).

En cifras, a lo largo del canal se construirán 10 muelles de uso económico, industrial o cerealista para la carga y descarga de barcazas. Estas infraestructuras logísticas representan un total de 3.650 metros de muelles y más de 330 hectáreas de terminales portuarias y parques empresariales. Gracias a estas infraestructuras, los promotores del proyecto estiman que en 2035 habrán pasado por el canal 17,4 millones de toneladas de mercancías (SCSNE, 2024).

Sin embargo, es importante subrayar que el desarrollo de estas plataformas logísticas, o puertos interiores, es responsabilidad de las autoridades locales. El objetivo es transformar estas infraestructuras en una verdadera palanca de desarrollo



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa

económico de las regiones, permitiendo así que las autoridades locales interesadas se apropien plenamente del proyecto. Esto significa que su financiación no está incluida en el presupuesto inicial de la construcción del canal Sena-Norte Europa (5.100 millones de euros) y que la sociedad del canal Sena-Norte Europa no es responsable de su desarrollo (Enquête publique, 2024).

3.2.5. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL PROYECTO

En cuanto al impacto medioambiental del transporte de mercancías, los promotores del canal estiman que el proyecto retirará de las carreteras un millón de camiones al año, lo que equivale a una reducción de 50 millones de toneladas de CO₂ en un periodo de 40 años. De hecho, el transporte fluvial tiene una huella de carbono entre 3 y 5 veces menor que el transporte por carretera, y en términos de consumo energético, una barcaza consume entre 3 y 4 veces menos energía que un camión para transportar la misma cantidad de mercancías (SCSNE, 2024). Además, el transporte fluvial genera muchos menos costes externos (concepto ya definido anteriormente) que el transporte por carretera. Se ha calculado que, a lo largo de la vida del proyecto (2030-2140), el ahorro en términos de costes externos a escala nacional podría alcanzar los 2.792 millones de euros (valor de 2007). A escala europea, este ahorro podría ascender a 3.162 millones de euros (valor de 2007) (Etude d'impact d CSNE, 2019).

En cuanto al impacto medioambiental de las obras, es evidente que cualquier infraestructura de transporte (ya sea un canal, un aeropuerto, una carretera o una vía férrea) repercute en su entorno inmediato. En el caso de este canal, se excavarán 78 millones de m³ de tierra para crear la vía navegable. Sin embargo, más de dos tercios de esta tierra excavada se reutilizarán en la propia obra para crear terraplenes, diques, puentes y esclusas. La tierra sobrante se devolverá principalmente a la agricultura y también se reciclará en el marco de proyectos locales o en otros sectores del proyecto Sena-Rio Escala. Además, se necesitarán unos 10 millones de toneladas de materiales de construcción externos, principalmente por ferrocarril o vía fluvial, como consecuencia de la construcción o renovación de una docena de muelles en los canales existentes.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

(Esquema de suministro de materiales y gestión del material excavado, informe, CSNE 2022) La utilización del suelo en el trazado del canal Sena Norte-Europa es la siguiente:

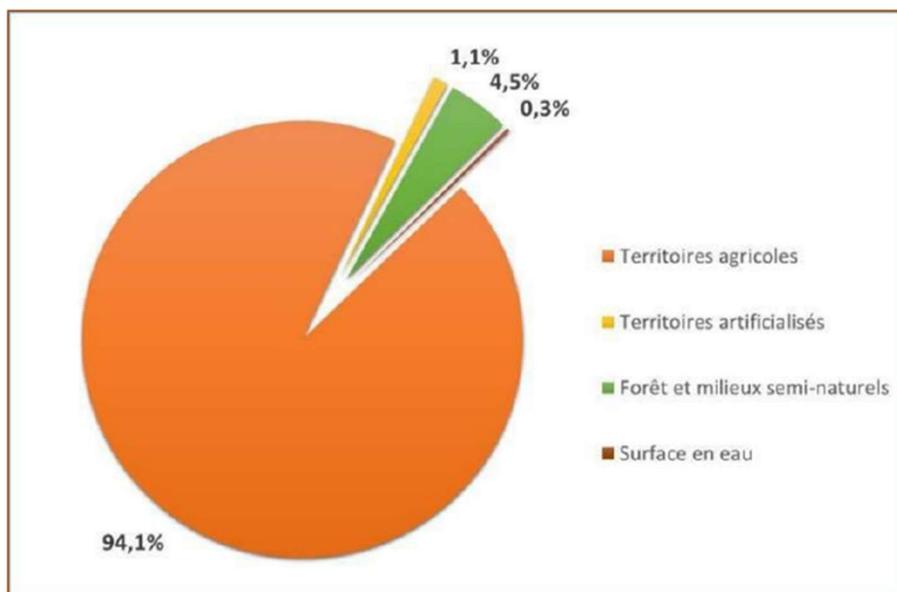


Figure 31 : Distribución de los terrenos en la servidumbre de paso del CSNE (Enquête public; 2024)

Más del 95% de las tierras requisadas para la agricultura serán compensadas, ya sea financieramente o mediante la asignación de otras tierras (Schéma d'approvisionnement des matériaux et de gestion des déblées, Compte rendu, CSNE 2022). En cuanto a las zonas naturales afectadas, el proyecto provocará la destrucción de hábitats naturales donde viven y se reproducen determinadas especies animales, limitando así sus movimientos y fragmentando su territorio. Sin embargo, los promotores del canal han previsto medidas de compensación medioambiental, entre las que figuran la ordenación de más de 1.200 hectáreas de zonas ecológicas, la creación de 25 km de lagunas, 75 km de setos, 45 pasos de fauna y la plantación de 850.000 árboles, principalmente a lo largo de la red Sena-Europa.



Descripción del proyecto – El Canal Sena-Norte de Europa



Figure 32 : reconstrucción de un estanque(Fuente: CNSE,2024)



Figure 33 : Paso de fauna(Fuente: CNSE,2024)

El canal se alimentará principalmente del río Oise, sin extraer agua de la capa freática. Se ha diseñado para ahorrar agua impermeabilizando el lecho del canal con una capa de arcilla de 40 centímetros y reciclando el agua en las esclusas. Alrededor de dos tercios del agua se recuperan por gravedad al pasar de aguas arriba a aguas abajo, lo que permite una gestión eficiente de la energía. El tercio restante se bombea de aguas abajo a aguas arriba. También está previsto un embalse de agua para garantizar que el canal pueda seguir funcionando durante los periodos de alta evaporación debidos al cambio climático. Además, en caso de crecida del río Oise, el canal podrá reducir localmente la intensidad de las inundaciones, acentuadas por el cambio climático, gracias a un azud situado en Montmacq. El llenado inicial del canal tendrá lugar en un periodo de 3 a 7 meses, repartidos en dos inviernos, con un volumen total de 21 millones de m³ de agua. Los promotores del canal afirman que el cambio climático se ha tenido plenamente en cuenta en el diseño, ya que incluso durante la sequía de 2022, el embalse sólo estaría vacío en un tercio. Además, los recursos hídricos procederán exclusivamente de aguas superficiales, sin recurrir a aguas subterráneas (SCSNE, 2024).

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Por estas razones, la obra ha obtenido la certificación "HQE Infraestructuras Durables" para su fase de programación, en reconocimiento del compromiso sostenible del proyecto para conciliar el desarrollo económico con el respeto al medio ambiente. (A.A, 2023)

3.2.6. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO

En términos de empleo, los promotores calculan que hasta 6.000 personas trabajarán en las obras entre 2023 y 2030. En términos sociales, se prevén infraestructuras para dar vida al canal, como carriles bici a lo largo de las orillas, senderos y pontones de pesca. Se organizan reuniones periódicas entre la empresa del canal, los residentes locales, los empresarios y otras partes interesadas. Además, se ha puesto en marcha un sistema de subvenciones para apoyar proyectos que contribuyan al desarrollo económico, atraigan turistas y mejoren la calidad de vida de los residentes locales que viven junto al futuro canal (senderos, mejora del patrimonio construido, natural y fluvial, etc.). Estas subvenciones están a disposición de las autoridades locales, los agentes locales públicos y privados y los residentes que vivan junto a la futura infraestructura fluvial. El proyecto también recibirá la etiqueta CSNE. (SCSNE, 2024).



Capítulo 4. Análisis de la intermodalidad

4.1. INTRODUCCIÓN

Tras hablar de este proyecto de canal, cuyo objetivo es fomentar la intermodalidad, daremos una breve visión teórica de las diferencias entre transporte unimodal, multimodal e intermodal y definiremos sus características. A continuación, analizaremos las ventajas e inconvenientes del transporte intermodal y multimodal.

En la segunda parte de este capítulo, definiremos las características de la economía del transporte y cómo puede modelizarse el transporte intermodal / multimodal transnacional en forma de redes virtuales (Nodus).

Por último, aplicaremos esta simulación al futuro canal Sena Norte Europa para extraer conclusiones.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE UNIMODAL, MULTIMODAL E INTERMODAL

En primer lugar, definamos el transporte unimodal o directo.

Las mercancías se transportan directamente desde el punto de partida hasta el destino final. Por eso este tipo de transporte también se conoce como transporte puerta a puerta. En este contexto, el medio de transporte utilizado (por ejemplo, camión, barco o tren) sigue siendo el mismo durante todo el trayecto, sin cambio de modo de transporte (como del tren a la vía navegable) (Kubanova, & Schmidt, 2016, p.2).

La multimodalidad se refiere a situaciones en las que las mercancías utilizan diferentes modos de transporte para llegar a su destino. (CEPE/ONU,2001)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Según esta definición, para que un transporte se considere multimodal, las mercancías deben desplazarse utilizando al menos dos modos de transporte.

Por otro lado, el transporte intermodal puede definirse de la misma manera, pero esta vez requiere que las mercancías se transporten en la misma unidad de carga o vehículo de carretera, sin cargar ni descargar las mercancías, durante todo el transporte en cuestión. Todo ello para permitir una cadena de transporte puerta a puerta (CEPE/ONU, 2001).

Además, el transporte intermodal funciona de la siguiente manera:

Transporte previo: Esta primera etapa se realiza generalmente en camión y representa la distancia entre el origen de la mercancía transportada y la terminal intermodal.

Largo recorrido: Es la parte más larga del trayecto y se realiza mediante transporte masivo (buques fluviales, tren, portacontenedores) entre dos terminales intermodales.

Última etapa o final del trayecto (end-haulage): Esta última etapa también suele realizarse en camión y representa la distancia entre la terminal intermodal final y el cliente.

Es interesante señalar que el transporte previo y posterior a la cosecha también puede, en algunos casos, utilizar una mezcla de camiones y bicicletas como parte de un enfoque de logística urbana (Karman et al., 2023).



Análisis de la intermodalidad

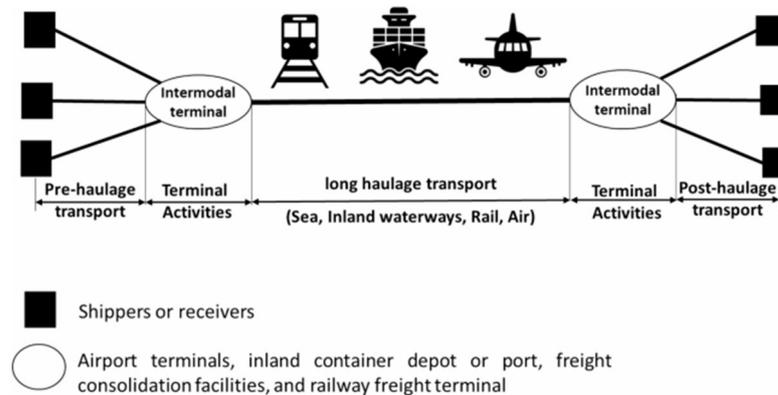


Figure 34 : : transporte intermodal (Fuente: (Karam et al., 2023))

No obstante, hay que señalar que los conceptos de multimodalidad e intermodalidad no parecen estar aún completamente fijados, ya que las definiciones evolucionan y se contradicen de una organización a otra.

Además, la industrialización y la globalización han llevado a la creación de Unidades de Transporte Intermodal (UTI) normalizadas. Estas UTI son generalmente contenedores, cajas móviles o semirremolques (CEPE/ONU, 2001). Esta normalización permite cargar y descargar fácilmente el mismo contenedor, independientemente del modo de transporte utilizado. Esto tiene como efecto reducir el tiempo de ruptura de las cargas, es decir, el tiempo de interrupción del transporte y, por tanto, optimizar el transporte en general (Kubanova, & Schmidt, 2016, p.2).

A efectos de este informe, utilizaremos los términos multimodal o intermodal como sinónimos, es decir, no distinguiremos entre el hecho de que las mercancías se transporten por UTI o no.

No obstante, es importante señalar que, en comparación con el transporte unimodal, el transporte intermodal siempre requerirá más manipulación y equipos (Gronalt et al., 2018).

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

4.2.1. TRANSBORDO Y EQUIPAMIENTO

Como ya se ha mencionado, el transporte intermodal requiere que las cargas se rompan para transferir las mercancías de un modo de transporte a otro. Esta etapa del transporte intermodal se denomina transbordo. El transbordo tiene lugar en una instalación conocida como terminal intermodal. La mayoría de las terminales son bimodales (por ejemplo, carretera-ferrocarril), pero también pueden ser trimodales (por ejemplo, carretera-ferrocarril-navegación interior).

En términos técnicos, el transbordo puede dividirse en dos procesos principales:

- **Elevación-descenso (Lo-Lo):** Durante este proceso logístico, la unidad de carga intermodal (UCI) se eleva mediante grúa o apiladora para ser transferida de un modo de transporte a otro.
- **Roll-on-Roll-off (Ro-Ro):** En este proceso logístico, las unidades de carga o los semirremolques se desplazan horizontalmente por una rampa. La principal ventaja es que las unidades de carga pueden transbordarse sin necesidad de grúa ni apiladora.

Además de estos dos métodos de transbordo, existen otras variantes o combinaciones, como el **Ro-Lo (roll-on/lift-off)**, que permite transbordar las unidades de carga mediante una rampa o elevarlas con una grúa.



Figure 35 : Proceso de transbordo LO-LO((Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)



Figure 36 : Proceso de transbordo RO-RO(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)



Figure 37 : Proceso de transbordo RO-LO(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)



Análisis de la intermodalidad

Existen 3 tipos diferentes de UTI, lo que facilita el transbordo y lo hace menos costoso y lento. Estas unidades están estandarizadas, lo que facilita la optimización del espacio durante el almacenamiento (apilamiento de contenedores) y la manipulación por parte de grúas o apiladores.

- Contenedores marítimos: son cajas metálicas disponibles en diferentes tamaños estandarizados (20', 40', 30', 45', etc.), que pueden desempeñar diferentes funciones (frigorífico, cisterna, etc.) para transportar mercancías. Sus principales ventajas son que son muy robustos y se pueden apilar.
- Carrocerías intercambiables : Las cajas móviles, sin chasis, son remolques de camión totalmente compatibles con los europalés y principalmente normalizados en cuanto a tamaño. Su principal ventaja reside en su capacidad para mantenerse en pie gracias a cuatro patas plegables, lo que facilita enormemente las operaciones de carga y descarga.

Para los transportistas, la ventaja económica es significativa: un solo vehículo puede utilizar varias cajas móviles diferentes. Mientras se carga una caja móvil en el muelle, el camión puede transportar otras cajas móviles. De este modo, el camión puede dejar una caja móvil vacía y recoger inmediatamente otra ya cargada para emprender su siguiente misión. De este modo se minimizan los tiempos de inactividad y espera de los vehículos.

Originalmente, sin embargo, este tipo de unidad de transporte era difícil de apilar porque, cuando estaba llena, no se podía recoger desde arriba. Gracias a las mejoras en la tecnología de las apiladoras, ahora pueden apilarse y recogerse desde arriba (CEPE/ONU, 2001). Por tanto, su principal desventaja reside en la carretera: a diferencia de los semirremolques, tienen dos chasis, uno para el camión y otro para la propia carrocería, lo que aumenta el peso en vacío del camión.

- Semirremolque: Un semirremolque es un vehículo no motorizado diseñado para el transporte de mercancías, destinado a ser acoplado a un vehículo motorizado, como un camión tractor. A diferencia de los remolques convencionales, no tiene

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

eje delantero y gran parte de su peso, así como el de su carga, lo soporta el vehículo tractor. Un semirremolque tiene patas que pueden bajarse para sostenerlo cuando se separa del tractor. La desventaja de esta unidad de transporte es que no es posible apilarla debido a las ruedas.



Figure 38 : Proceso de transbordo RO-LO(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)



Figure 39: Semirremolque cargado en un tren (Fuente: eurocontainer,2024)

)



Figure 40 : Contenedor marítimo(Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)

Para las mercancías no contenedorizadas, el transbordo implica cargar y descargar las mercancías de un modo de transporte a otro, lo que significa que el transbordo lleva más tiempo y requiere una infraestructura especial.



Figure 41 : Transferencia de materiales minerales del ferrocarril al transporte fluvial (Fuente: Kubanova & Schmidt, 2016)

4.2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL TRANSPORTE INTERMODAL

Las ventajas de la intermodalidad para reducir las externalidades causadas por el transporte por carretera se presentaron en el capítulo 2, así que pasaremos directamente a las desventajas.

Por tanto, el transporte intermodal presenta una serie de desventajas, que abarcan diversos aspectos operativos, técnicos y organizativos, que limitan su eficiencia y competitividad (Karman et al., 2023).

Las terminales intermodales, aunque se encuentran principalmente en las principales ciudades a lo largo de los corredores de transporte de mercancías, a menudo adolecen de una capacidad insuficiente debido a limitaciones espaciales. Además, está comúnmente establecido en la literatura científica que no es rentable operar un trayecto intermodal para una distancia total inferior a 300 km (Gronalt et al., 2018). La ubicación óptima de las terminales intermodales también constituye un enorme desafío, para garantizar que la distancia previa y posterior al puerto que generalmente recorre el camión sea lo más corta posible (Mancharis et al., 2011).

Además, la escasa navegabilidad de las vías navegables interiores, causada por tramos estrechos y poco profundos y puentes bajos, es un obstáculo importante (Walker

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

et al, 2004). Estas limitaciones aumentan los tiempos de tránsito, ya que las operaciones de carga y descarga en las terminales llevan tiempo y reducen el atractivo del transporte intermodal.

La flexibilidad de los servicios de transporte intermodal suele ser insuficiente para satisfacer las exigencias de las operaciones "*justo a tiempo*", que requieren servicios frecuentes y disponibles de forma continua. Esta flexibilidad se ve obstaculizada por la escasa frecuencia de los trenes de mercancías, las escalas poco frecuentes y los limitados horarios de apertura de las terminales. Además, la fiabilidad del transporte intermodal se ve comprometida por la necesidad de cambiar de modo de transporte en las terminales, lo que aumenta el riesgo de imprevistos, como huelgas, accidentes y mal tiempo (Ghaderi et al, 2016).

Los aspectos tecnológicos y organizativos también plantean problemas importantes. La falta de tecnologías de transbordo horizontal limita el cambio modal, ya que alrededor del 80 % de los remolques europeos no pueden elevarse verticalmente. Aunque existen tecnologías como Modalohr y CargoBeamer, sus elevados costes dificultan las decisiones de transferencia modal (Islam et al., 2016). La falta de tecnologías avanzadas de la información y la comunicación (TIC) provoca una gestión ineficaz de los documentos, errores de recogida y robos de mercancías. El intercambio ineficaz de información entre los operadores de las terminales y los camioneros provoca largos tiempos de espera y elevados costes de las operaciones de transporte por camión (Karman et al., 2023).

El gran número de actores necesarios para garantizar el buen funcionamiento del transporte intermodal hace que la sincronización sea importante, pero también lo es una distribución clara y adecuada de las tareas entre ellos. Para paliar este problema, los distintos operadores de transporte intermodal podrían fomentar la colaboración entre todas las partes de la cadena logística, a través de las TIC, es decir, la aplicación de una sincromodalidad eficaz (Pfoser et al., 2016).

A veces, la cadena de transporte intermodal está gestionada por distintos operadores, lo que complica la coordinación y aumenta el riesgo de retrasos, pérdidas



Análisis de la intermodalidad

o daños. Los clientes suelen preferir un único proveedor que asuma toda la responsabilidad de la carga. Sin embargo, la falta de comunicación organizativa entre los operadores portuarios o ferroviarios y los usuarios directos limita el conocimiento y la adopción de soluciones de transporte intermodal. Además, la falta de programas de sensibilización refuerza la percepción de que el transporte intermodal es un modo de transporte lento e ineficiente, que afecta a la flexibilidad de la cadena de suministro (Rotaris et al.,2022).

Las barreras normativas y las subvenciones también obstaculizan el desarrollo del transporte intermodal. La falta de apoyo público, las infraestructuras inadecuadas y los elevados precios del combustible y la energía pueden obstaculizar el cambio modal hacia el transporte intermodal. Por lo general, se aplican políticas de precios restrictivas (impuesto sobre el carbono) al transporte por carretera, lo que aumenta los costes del transporte por carretera y presiona a las empresas para que consideren el transporte intermodal por ferrocarril. Sin embargo, la falta de liberalización total del transporte de mercancías por ferrocarril limita la competencia, reduciendo así la eficiencia y el crecimiento del transporte ferroviario intermodal (Gouvernal, E., & Daydou, J.(2007)).

Las diferencias en las normas de infraestructura ferroviaria entre países complican el transporte intermodal a escala mundial. Por ejemplo, los múltiples sistemas de control de trenes en Europa dificultan el tráfico transfronterizo al exigir paradas para cambiar de locomotora. Por último, la autorización de nuevo material rodante, como los megacamiones, reduce los costes del transporte de mercancías por carretera, lo que puede provocar un desplazamiento del transporte ferroviario y marítimo al transporte por carretera, afectando negativamente a la cuota de mercado del transporte intermodal (Meers, et al.,2018).

Estos diversos inconvenientes subrayan los retos a los que se enfrenta el transporte multimodal, que requiere mejoras en las infraestructuras, la tecnología, la reglamentación y la gestión para aumentar su eficacia y fiabilidad.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

4.3. INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA DEL TRANSPORTE

Una vez presentada la situación de Francia en materia de transportes, economía, industria y red fluvial, vistas las características del transporte intermodal/multimodal y expuestos los orígenes y la pertinencia del proyecto de canal Sena-Norte de Europa, así como el impacto ecológico y socioeconómico que tendrá en la región, es interesante analizar si este proyecto tiene una razón de ser desde el punto de vista de los flujos de mercancías.

Como cualquier actividad económica, el transporte (ya sea de mercancías o de personas) tiene un mercado en el que se encuentran la oferta y la demanda y en el que se generan flujos de transporte desde un origen determinado a un destino concreto. La ciencia que estudia esta rama de la economía se llama economía del transporte.

Esta economía tiene características muy específicas.

Depende de **la demanda indirecta**: la demanda de transporte depende de otra actividad económica (industria, comercio, ocio, etc.).

Depende de los activos "fijos" y "móviles":

Los activos fijos son infraestructuras (puentes, canales, ferrocarriles) generalmente gestionadas por el Estado o la autoridad pública en la Unión Europea, que tienen una larga vida útil, escasa obsolescencia técnica y física y elevados costes de fabricación e instalación.

Los activos móviles (coches, barcas, camiones, etc.) suelen estar en manos de empresas o particulares y tienen un coste relativamente bajo (en comparación con las infraestructuras), un alto nivel de obsolescencia técnica y física (por ejemplo, la tecnología evoluciona rápidamente, de modo que un coche de hace 10 años no es el mismo que el de hoy) y una vida útil relativamente corta.



Análisis de la intermodalidad

La diferencia entre activos fijos y móviles se refiere, por tanto, al plazo, el coste de construcción e instalación y una obsolescencia totalmente opuesta.

Además, el transporte depende en general de una serie de actores que a veces no colaboran lo suficiente, como en el caso del transporte ferroviario, donde el Estado o la UE dictan el marco jurídico, y el gestor de la infraestructura (también generalmente público y un operador que puede ser público o privado

La oferta de transporte **no es igual**. No todos los modos de transporte son iguales, ni se adaptan a todos los tipos de infraestructuras ni a todos los tipos de mercancías. Los costes de explotación tampoco son comparables (suele costar más pagar a un conductor de tren que a uno de camión). Tampoco son equivalentes los impuestos; por ejemplo, la parafina no está gravada en el transporte aéreo, mientras que las energías de todos los demás modos de transporte sí lo están. Tampoco son iguales en términos de interoperabilidad entre países dentro de una misma red (gálibo ferroviario, diferentes gálibos fluviales, etc.). Por último, no son iguales en cuanto a la magnitud de las externalidades que provocan en el medio ambiente y la sociedad (Jourquin B, clase magistra , noviembre de 2022).

Dada la complejidad del sector del transporte, es importante simular el impacto de una nueva infraestructura de transporte en el mercado del transporte. En una simulación de este tipo, el transporte no se considera a escala individual, local y monomodal, sino a escala transnacional y multimodal, y en forma de redes. Esta simulación podrá evaluar la oferta y la demanda de transporte en la región estudiada y generar así un flujo de mercancías a través del canal. Por supuesto, la simulación requiere algoritmos y ciencia de datos para poder llevarse a cabo, por lo que necesitamos TI.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

4.4. NODUS 8.2

Antes de hablar de la simulación del canal Sena Norte Europa en nodus, es importante presentar brevemente la aplicación y su funcionamiento.

4.4.1. PRESENTACIÓN GENERAL

NODUS es un programa informático basado en S.I.G. (Sistema de Información Geográfica), diseñado para analizar el transporte multimodal, multimedio e intermodal de mercancías a larga distancia. Fue desarrollado en 1995 y mejorado posteriormente por Bart Jourquin. Es investigador y profesor de movilidad y transporte en la Universidad Católica de Lovaina (UCLouvain), en el campus de Mons (Bélgica). Además de sus actividades académicas, es (o ha sido) miembro de consejos de administración en el mundo del transporte (SNCB=Belgian Railways), puertos fluviales (PACO) y empresas de transporte por carretera, etc. Sus investigaciones se centran principalmente en las repercusiones socioeconómicas del transporte de mercancías (Uclouvain,2024).

Este tipo de software de modelización se conoce como "estático", lo que significa que se basa en datos medios y no representa los cambios del tráfico en tiempo real. Este tipo de software se diferencia de los llamados modelos "dinámicos", que funcionan continuamente y permiten tener en cuenta la congestión en su modelo en tiempo real, en horas punta por ejemplo. Otro modelo "estático" es TRANSTOOL3, y otro modelo dinámico es MATSIM (Moreschi, 2020).

NODUS es compatible con todos los sistemas operativos y es de código abierto. Aunque se trata de un modelo "estático", es bastante flexible porque en él pueden integrarse fácilmente módulos externos desarrollados para resolver problemas específicos. Tiene una estructura analítica detallada que facilita la configuración de diversos parámetros. Un ejemplo es la función "LD/UL/TP_DURATION". Esta función proporciona determinados parámetros relativos al tiempo de carga/descarga/transbordo necesario en función del modo y el medio de transporte (Jourquin, 2007, p39).



NODUS tiene una amplia gama de tareas analíticas y puede utilizarse para optimizar diversas funciones objetivo. Sin embargo, se ha desarrollado principalmente para analizar soluciones de flujo de transporte de coste mínimo en grandes redes internacionales. Se utiliza en la investigación científica sobre las repercusiones económicas de las nuevas infraestructuras y políticas de transporte, en las que el ahorro de costes constituye un beneficio importante. Gracias a este modelo, estos ahorros pueden calcularse globalmente, teniendo en cuenta todos los efectos de la red. También puede utilizarse para estimar diversos impactos directos asociados a las operaciones de transporte, como el consumo de energía, los costes laborales y los costes externos asociados a la contaminación y la congestión. (Jourquin & Beuthe, 2004) Se ha utilizado, por ejemplo, en estudios sobre el impacto del cambio climático en el Rin o la ubicación óptima de terminales intermodales.

4.4.2. CÓMO FUNCIONA

El primer paso en la creación de un modelo de tráfico es examinar el área de estudio para comprender la configuración de la red de transporte y sus características asociadas. A continuación, esta área se estructura en una serie de zonas, en las que la demanda de transporte se concentra en un punto central denominado centroide, lo que permite elaborar matrices origen-destino (centro de gravedad de la zona). Estas zonas geográficas, donde se concentra la demanda de mercancías, pueden tener varios niveles de granularidad, en función de las divisiones geográficas NUTS, que varían de un país a otro. Por ejemplo, en España, la granularidad NUTS 2 representa una división a nivel de las comunidades autónomas, y la NUTS3 una división a nivel de las provincias. La simulación será más fiable con la granularidad NUTS3 que con la NUTS2 porque la demanda agregada será más precisa. Sin embargo, una red geográfica no puede ser suficientemente representativa para analizar en detalle las operaciones de transporte. Esto se debe a que la misma red puede ser utilizada por vehículos de cualquier tipo o incluso de diferentes modos. Por ejemplo, una red geográfica puede distinguir el gálibo de un barco o confirmar que una mercancía ha sido transbordada de un tren a un barco. Por tanto, una red de transporte no puede reducirse a una simple

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

representación geográfica, sino que debe considerarse como una red de servicios en la que deben identificarse todas las operaciones de transporte. De ahí la necesidad de utilizar una red virtual compuesta de nodos y arcos, que permitirá el paso del flujo de mercancías agregadas de un centroide a otro. El nodo representa las limitaciones reales de las redes físicas de transporte (costes de transbordo, gálibo, congestión, etc.). La demanda agregada entre dos centroides se envía a la red virtual, que se optimiza mediante algoritmos específicos.

4.5. SIMULACIÓN EN EL MARCO DEL PROYECTO SENA-NORTE EUROPA

4.5.1. INTRODUCCIÓN Y PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

El profesor Jourquin realizó esta simulación en 2019 a partir de una matriz de demanda de transporte origen-destino de 2010. Esta simulación se realizó en el marco de una presentación para el Banco Nacional de Bélgica (BNB). Por tanto, esta simulación nunca ha sido objeto de una publicación científica. Sin embargo, utiliza las mismas bases de datos, parámetros y funciones de costes que este estudio publicado en agosto de 2019 en la revista *Transport Policy*, titulado "*Cost, transit time and speed elasticity calculations for the European continental freight transport*". Los autores de este estudio son Bart Jourquin y su colega Michel Beuthe.

La base de datos de la matriz O/D y la red de transporte han sido suministradas por ETISPlus, el *sistema europeo de información sobre la política de transportes*, y tienen una granularidad NUTS 3. Las mercancías transportadas son diversas y variadas y en diferentes cantidades, desde contenedores a áridos, pero también productos manufacturados, clasificados según la nomenclatura NST (*Standard goods classification for transport statistics*). Hay 10 grupos diferentes de mercancías. Esta base de datos se ha modificado ligeramente para centrarse únicamente en los pares O/D del norte de Francia, la región parisina, el Benelux y el oeste de Alemania. Aunque la base de datos data de 2010, la simulación sigue siendo interesante porque



Análisis de la intermodalidad

compararemos varios escenarios utilizando la misma base de datos. Además, los flujos de mercancías transportadas han aumentado con respecto a 2010. (Jourquin & Beuthe, 2019)

En cuanto a los parámetros, la simulación se realiza sobre la base de un tipo de camión, un tipo de tren y 6 tipos diferentes de buque correspondientes a los distintos gálibos presentados en el Capítulo 2. El autor ha orientado el modelo de este modo porque son las conclusiones sobre la vía navegable las que queremos sacar. En efecto, el modelo tendrá en cuenta la normalización al gálibo europeo en el marco del proyecto Sena-Escalda en los escenarios con el Canal Sena-Norte de Europa.

Para poner a prueba su modelo y extraer conclusiones concluyentes, Bart Jourquin creó 7 tipos de escenarios, entre ellos 3 escenarios básicos, 3 con el proyecto SNE activo y 2 escenarios de comparación, que presentaremos en esta sección.

- **"Escenario base 0"**: Es el escenario base, correspondiente a todos los pares O/D activos en los 3 modos, es decir, replantea la situación inicial sin el proyecto SNE y en los 3 modos. (modelo normal)
- **"Escenario 1-Base París"**: Se trata de un escenario multimodal, pero esta vez se desactivan los flujos de mercancías que no tienen ni destino ni origen en la región parisina (modelo restringido).
- **"2-Base IWW escenario"**: Este escenario cubre toda la base de datos, pero sólo se activa la vía navegable.
- **"Escenario 3-SNE"**: Este escenario es el mismo que el "Escenario 0-Base", pero con el proyecto SNE finalizado. (Modelo normal)
- **"Escenario 4-SNE París"**: "Este escenario es el mismo que el "Escenario 1-Base París", pero con el proyecto SNE finalizado (modelo restringido).
- **"Escenario 5-SNE IWW"**: Este escenario es el mismo que el escenario 2-Base IWW, pero con el proyecto SNE implementado.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

- " **6-Comparación de los escenarios 3 y 0**: Comparación de los escenarios 3 y 0
- " **7-Comparación de 4 y 1**: Comparación del escenario 4 y 1. Este escenario no será relevante porque podremos concluir lo mismo que el 6.

4.5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Instrucciones generales para la lectura de los mapas:

- Cuanto mayor sea el centroide, mayor será la demanda de transporte.
- Las líneas rojas representan (Modo1) el transporte por carretera
- Las líneas azules representan las vías navegables (Modo 2), el transporte fluvial
- Las líneas negras representan el transporte ferroviario, (Modo 3)
- Cuanto más gruesa sea la línea, mayor será el flujo de mercancías por esta ruta.

4.5.2.1. ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE

Antes de analizar los resultados de las distintas hipótesis, es interesante ver de dónde procede la demanda de transporte:



Análisis de la intermodalidad

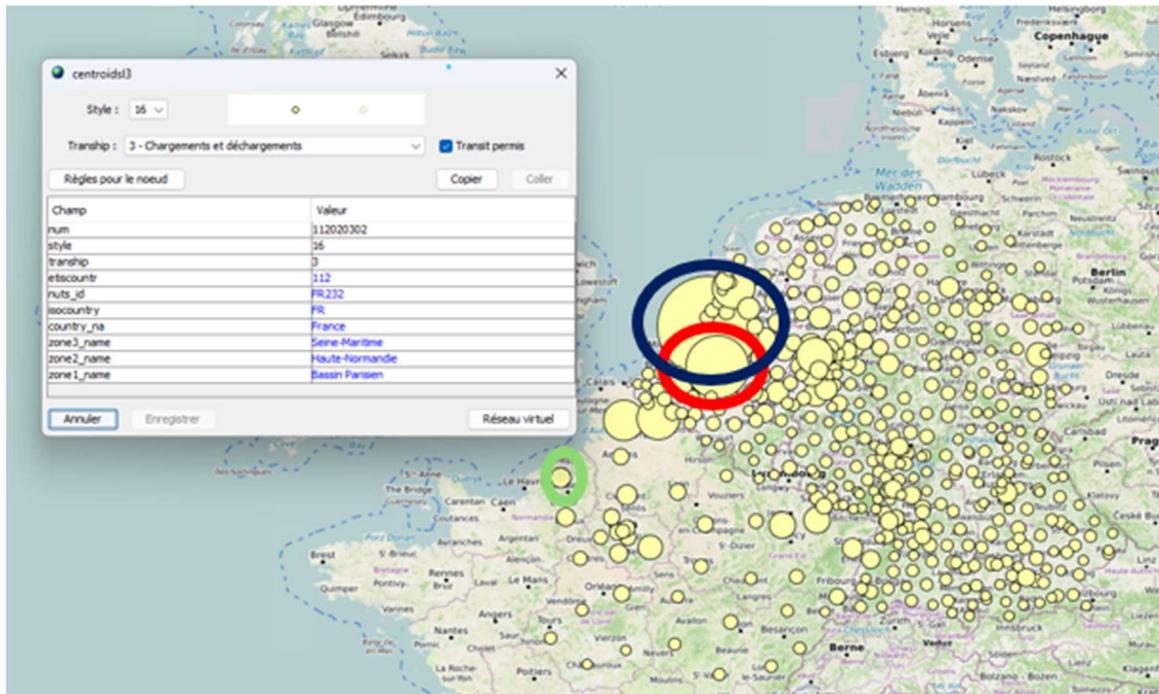


Figure 42 : Simulación de la demanda de transporte (Nodus, 8.2) (Realización propia)

Leyenda: Círculo verde: el puerto de Le Havre, círculo rojo: el puerto de Amberes y círculo azul: el puerto de Rotterdam.

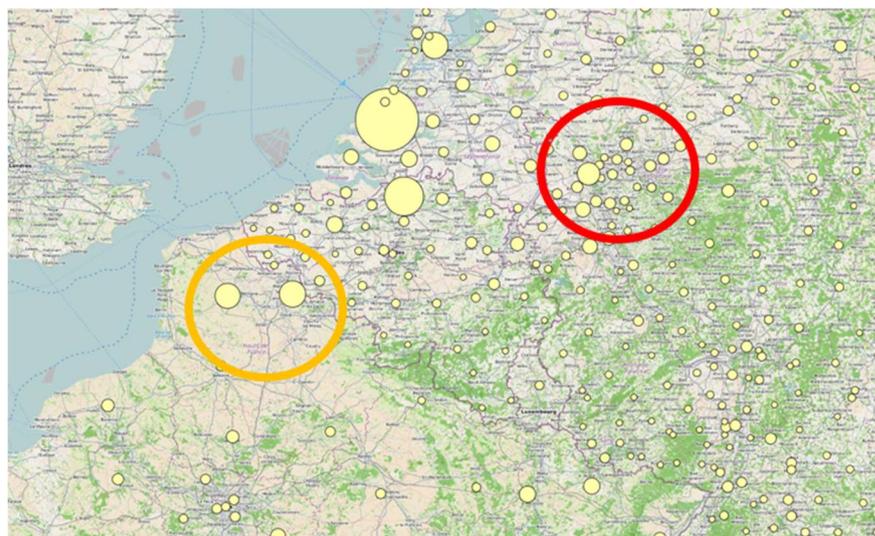


Figure 43 : Simulación de la demanda de transporte (Nodus, 8.2) (Realización propia)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Leyenda: Círculo amarillo: el puerto de Dunkerque y el puerto fluvial de Lille, círculo rojo: la región del Rhur en Alemania.

Estos mapas muestran que la demanda de transporte se concentra en el norte de Francia (Dunkerque y Lille) y, sobre todo, en los puertos de Rotterdam y Amberes. En cambio, el puerto de Le Havre genera una demanda de mercancías relativamente baja, en comparación con las "dos puertas" de entrada de mercancías en el continente europeo. No es de extrañar que la mayoría de las mercancías destinadas al mercado del norte de Europa lleguen a estos puertos, ya que cuentan con buenas infraestructuras portuarias y están bien conectados con las redes fluviales, ferroviarias y de carreteras y, sobre todo, están cerca del Ruhr, la principal zona económica e industrial de Europa (Wikipedia ,2024). Estos puertos están situados en una zona densamente poblada (unos 35 millones de habitantes en una superficie de 80.000 km²). Así que no es de extrañar que las grandes navieras den prioridad a estos puertos, porque hay una gran demanda de mercancías, que pueden llegar fácilmente a un gran número de consumidores gracias a una buena infraestructura de transporte en un área relativamente pequeña.



4.5.2.2. “0-BASE SCENARIO” Y “2-BASE IWW SCENARIO”

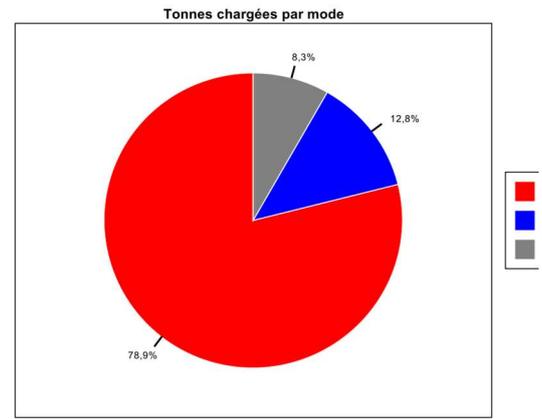


Figure 44 : Flujo de tráfico del escenario 0-Base (Nodus, 8.2) (Realización propia)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Figure 45 : Flujo de tráfico del escenario 2-Base IWW (Nodus,8.2) (Realización propia)



	Valeurs	Parts de marché
tode 1	2281663488	78,91
tode 2	371087392	12,83
tode 3	238778288	8,26

Figure 46 : Reparto modal: Escenario base (Nodus, 8.2) (Realización propia)

Se observa que el Rin es un consumidor muy importante de la cuota modal del transporte por vías navegables interiores en la zona considerada. La cuota modal del transporte por vías navegables interiores se concentra en el norte de Bélgica y en el Rin. El ferrocarril tiene la cuota modal más baja. Además, podemos decir que el modelo está bien calibrado porque Bart Jourquin, durante nuestra conversación, me dijo que la distribución modal de Nodus se parecía a la observada realmente en 2010 en esta región.



4.5.2.3. “ESCENARIO 1-BASE PARIS”



Figure 47 : Fluxes de tráfico 1-Base Paris(Nodus,8.2) (Realización propia)

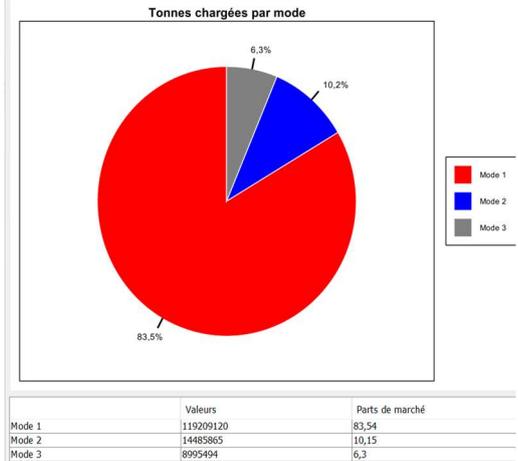


Figure 48 : Reparto modal del escenario 2-Base París (Nodus,8.2) (Realización propia)

Se observa que el tráfico de camiones está muy extendido en esta ruta (83,54% de cuota de mercado), sobre todo en la autopista A1 procedente de Bélgica. Se observa, pues, que la mayoría de los flujos de mercancías proceden del norte y que hay cierto tráfico en el Canal du Nord.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

4.5.2.4. “ESCENARIO 3-SNE” Y “ESCENARIO 5-SNE IWW”



Figure 49 : : Flujo de tráfico 1-SNE (Nodus,8.2) (Realización propia)



Análisis de la intermodalidad

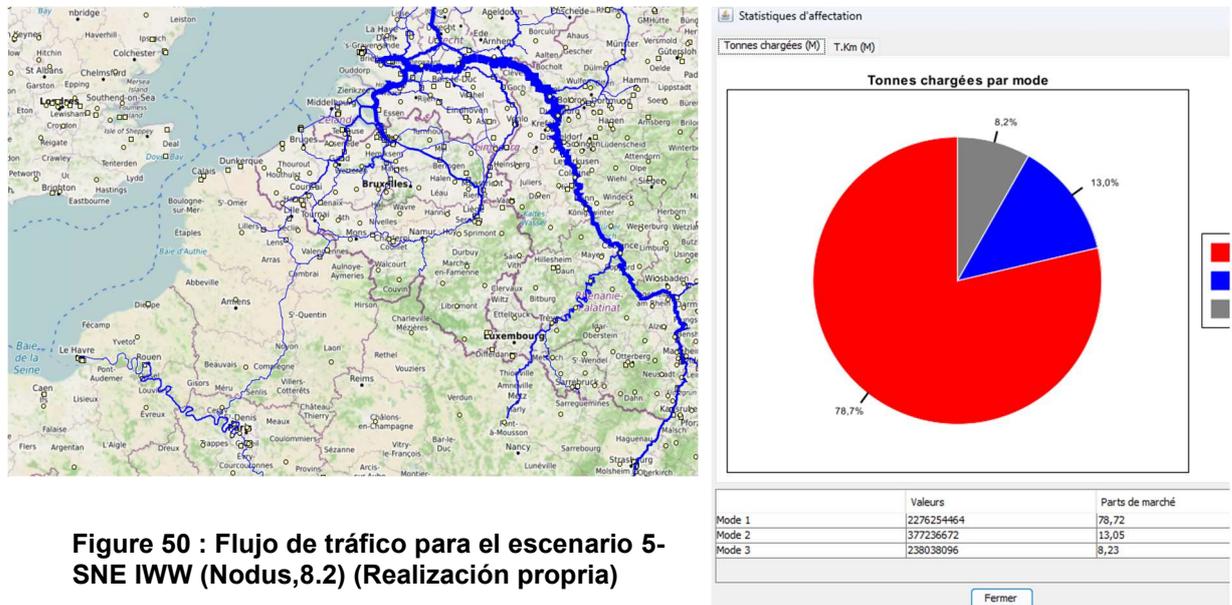


Figure 50 : Flujo de tráfico para el escenario 5-SNE IWW (Nodus,8.2) (Realización propia)

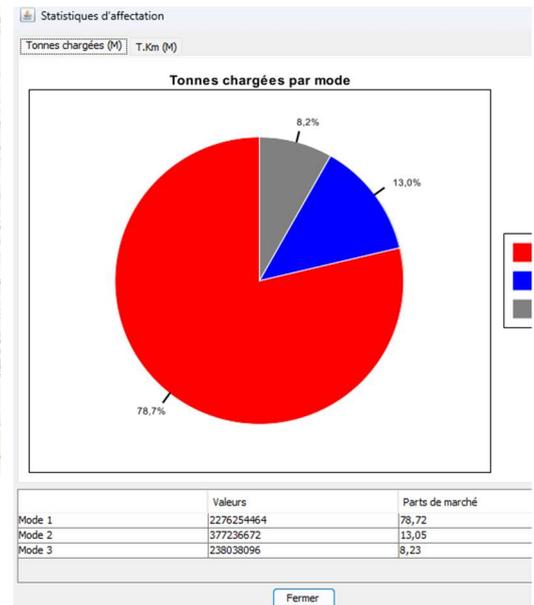


Figure 51 : Reparto modal del escenario 5-SNE IWW (Nodus,8.2) (Realización propia)

Se observa que, con todos los pares O/D activos, el canal Sena-Norte de Europa no ha aumentado enormemente la cuota de mercado de las vías navegables interiores (12,83% escenario de base ->13,05% con el canal), lo cual es normal porque ¡el canal no va a quitar cuota de mercado al Rin!

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

4.5.2.5. “ESCENARIO 4-SNE PARIS”

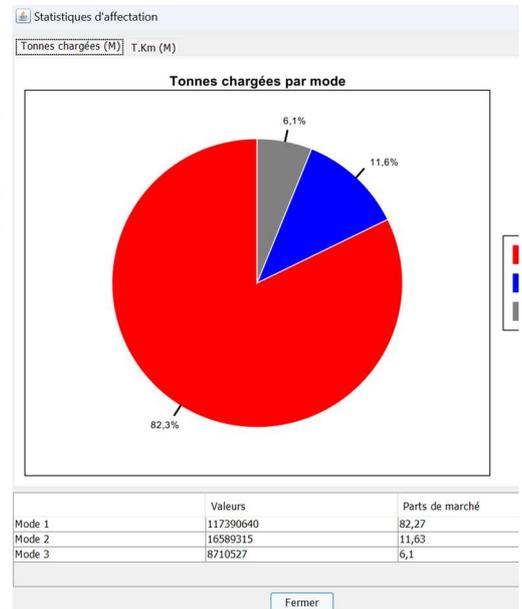


Figure 53 : Reparto modal del escenario 5-SNE IWW (Nodus,8.2) (Realización propia)

Figure 52 : Reparto modal del escenario 4-SNE Paris (Nodus,8.2) (Realización propia)

Hay que señalar que, a pesar del proyecto SNE, si consideramos el modelo restringido a la región parisina, sólo se produciría una transferencia modal de la carretera a la navegación interior de +/- 1,5% (permaneciendo estable el ferrocarril).

4.5.2.6. “6-COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS 3 Y 0” COMPARACION SIN CANAL SNE FRENTE CON CANAL SNE

Indicación general de lectura:

- Una línea más clara significa que se ha producido una reducción de las cantidades transportadas en la ruta en cuestión; la reducción se anotará en toneladas acompañada del signo (-).
- Círculo rojo: reducción del tráfico en la línea de trenes cercana al canal.
- Círculo negro: reducción del tráfico en la A1 (la autopista más congestionada entre la región parisina y el norte).

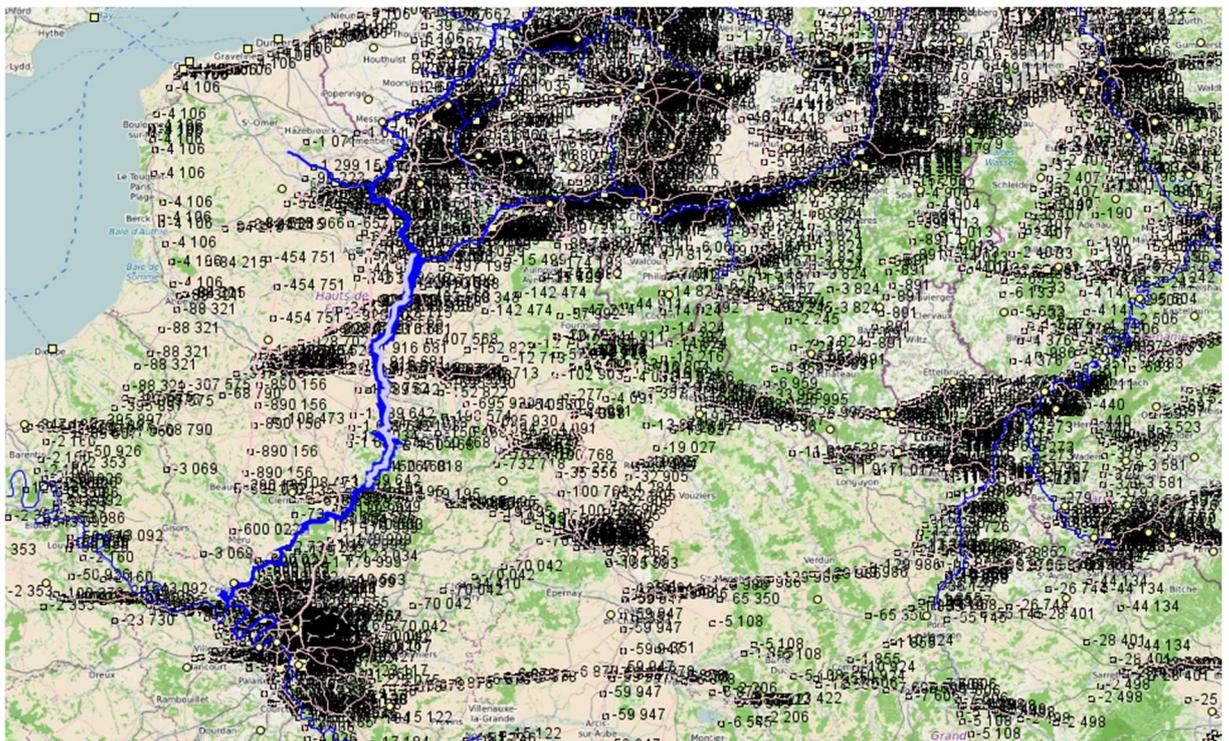


Figure 54 : Impacto del canal Sena Nord Europea en todas las cantidades transportadas a lo largo del modelo (Nodus,8.2) (Realización propia)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

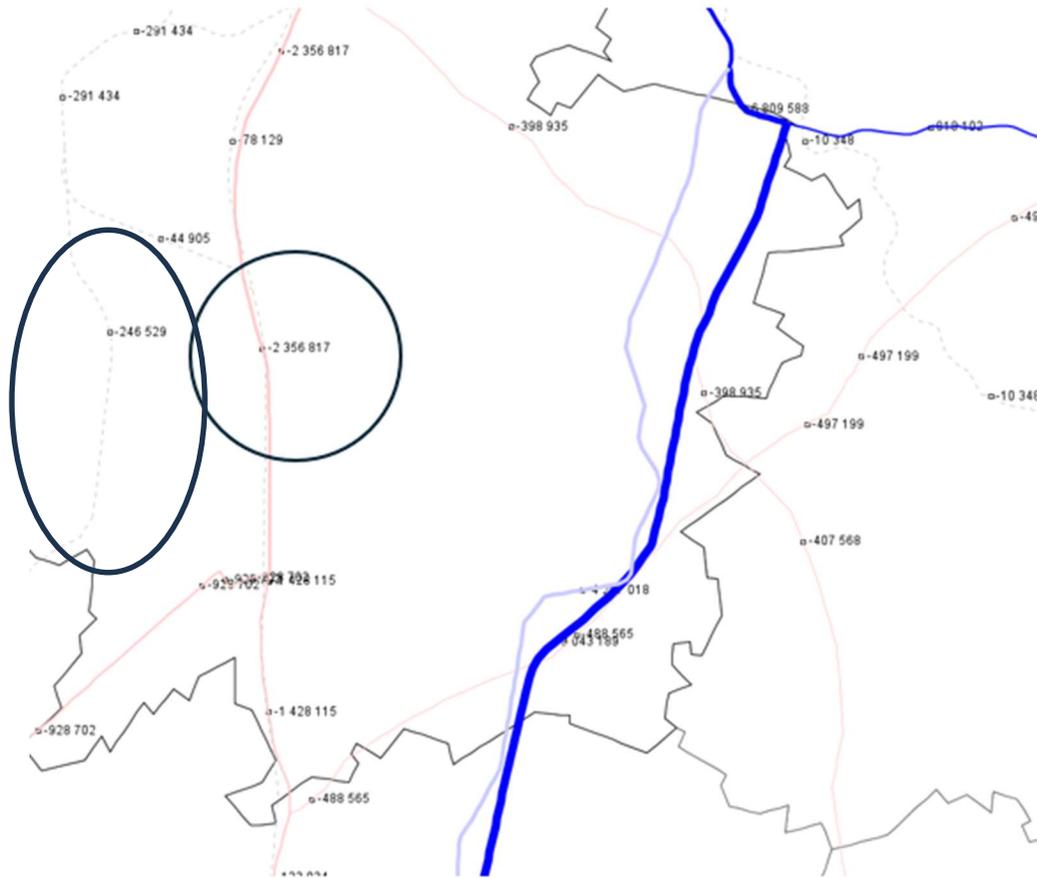


Figure 55 : Impacto del canal Sena Nord Europa en las cantidades transportadas por la autopista A1 (Nodus, 8.2) (Realización propia)

I



Análisis de la intermodalidad

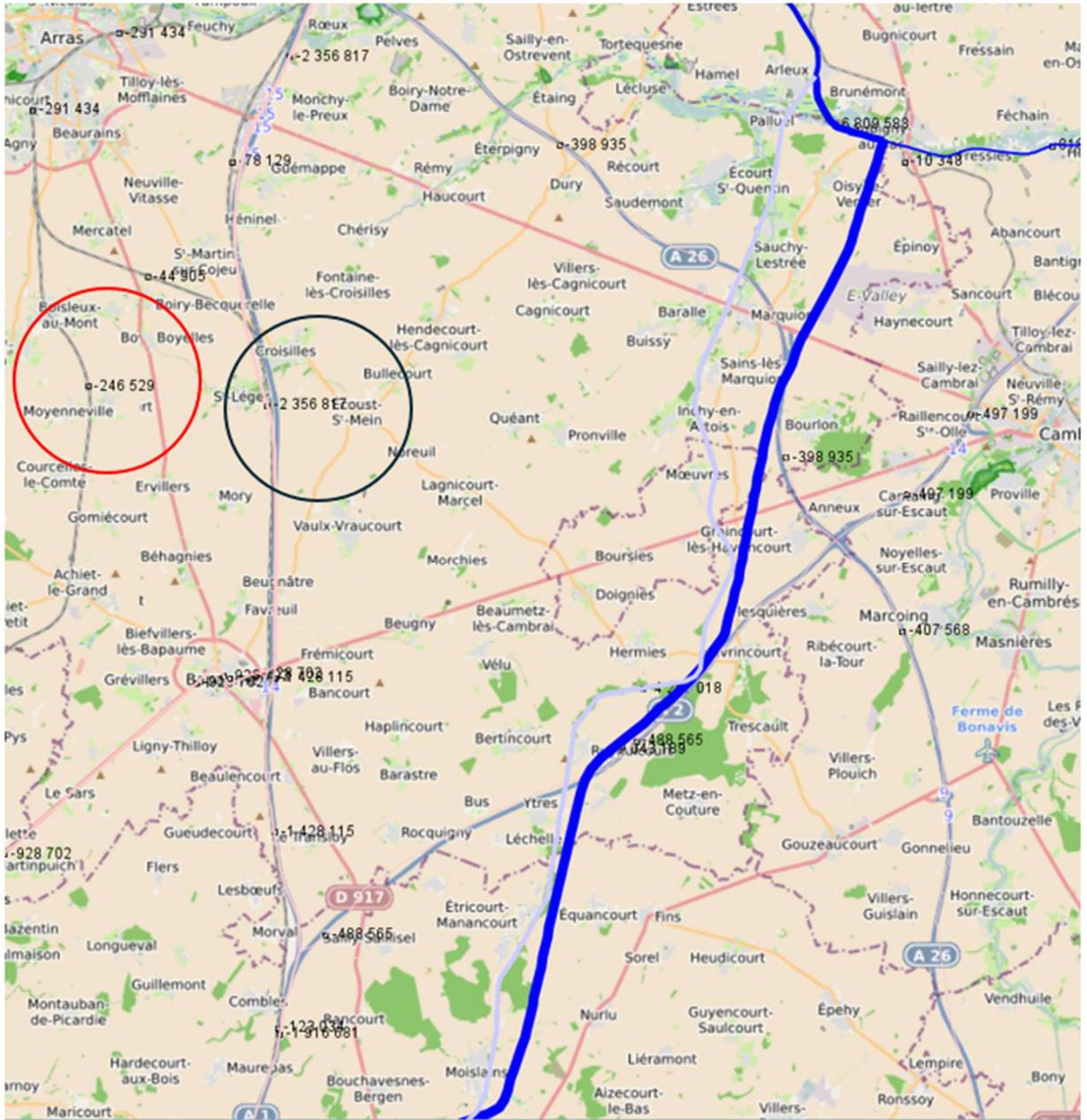
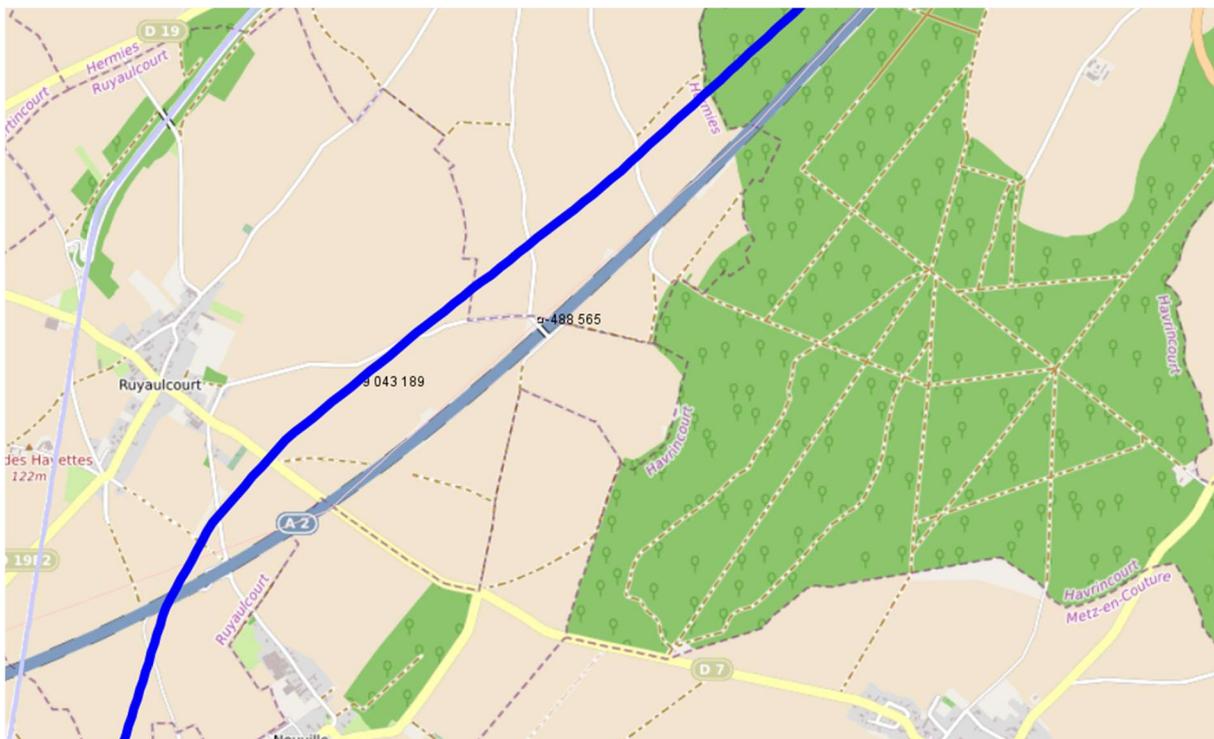


Figure 56 : Impacto del canal Sena Nord Europa en las cantidades transportadas por la A1 y la línea ferroviaria (vista OpenStreetMaps)(Nodus, 8.2) (Realización propia)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



**Figure 57 : Zoom sobre las cantidades transportadas por el futuro canal (Nodus, 8.2)
(Realización propia)**

Es evidente que, al igual que en la hipótesis anterior, la transferencia modal no será enorme y que la región parisina, incluso con la apertura del canal, seguirá dependiendo en gran medida del transporte por carretera.

No obstante, gracias a la comparación de escenarios y al hecho de que nodus funciona como una red virtual, podemos ver que la apertura de este canal tendrá un impacto en las cantidades transportadas por carretera (siendo insignificante el impacto del proyecto en la cuota modal del transporte ferroviario) en toda la zona geográfica considerada y en toda la red Sena-Escalda (Figura x), lo que se traducirá en una reducción general de las externalidades debidas al transporte por carretera.

Si nos centramos en la futura zona del Canal, reducirá la cantidad de mercancías transportadas por la A1 en unas **2.300.000 toneladas**, lo que representa algo más de **53.000 camiones** de 44 toneladas al año (el tonelaje máximo en Francia).



Análisis de la intermodalidad

El flujo de mercancías generado por el canal Sena Norte Europa se estima en más de **9.000.000 toneladas**.

4.6. COMPARACIÓN CON OTRO PROYECTO FLUVIAL

Para comprender la importancia de las simulaciones de flujos de mercancías y de los estudios socioeconómicos previos sobre la demanda de transporte a gran escala, antes de considerar los grandes proyectos de infraestructuras de transporte, analizaremos brevemente otro proyecto fluvial.

Este proyecto se refiere a las vías navegables interiores, ya que es el medio de transporte que nos interesa, pero la metodología descrita a continuación puede aplicarse a cualquier medio de transporte o infraestructura.

4.6.1. ASCENSOR PARA BARCOS STRÉPY-THIEU (BÉLGICA)

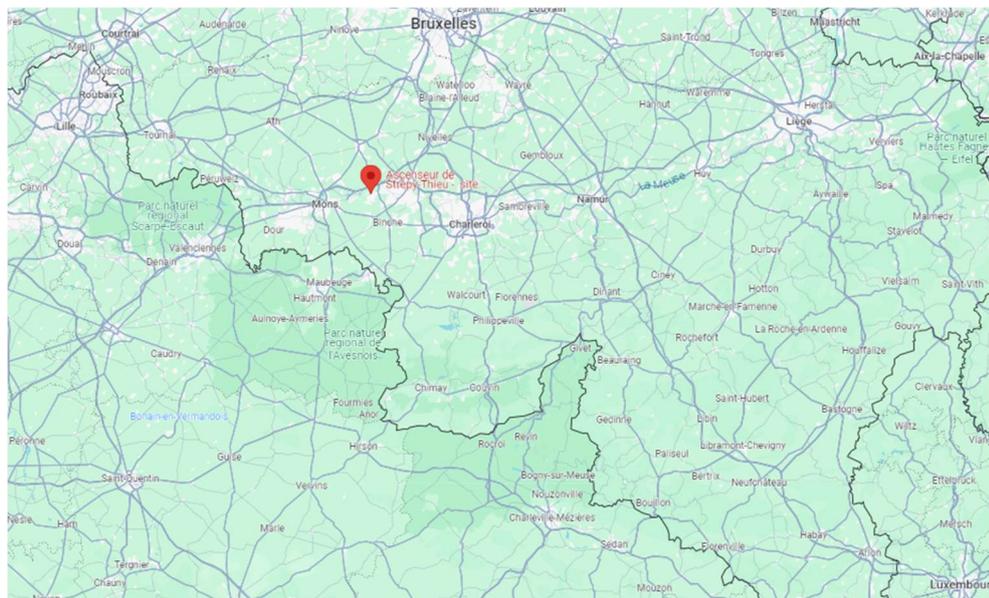


Figure 58 : Ubicación del ascensor (Fuente: Google maps,2024)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Figure 59 : Nuevo ascensor al fondo y ascensor histórico (Fuente: Office du tourisme du Roelx ,2024)



Figure 60 : Elevador de barcos Strépy-Thieu(Fuente:SOFICO,2024)

4.6.2. ORIGEN Y CONSTRUCCIÓN DEL ASCENSOR

Originalmente se diseñó para sustituir a los 4 ascensores históricos del Canal du Centre, construido a finales del siglo XIX y terminado por los alemanes en 1917 durante la ocupación. El canal se construyó originalmente para unir las minas de carbón de la región de Charleroi con las de Mons. Se construyó para conquistar los mercados franceses del carbón en las cuencas del Aisne y el Oise. Se construyó con un gálibo de 300 toneladas. En 1978 se decidió adaptar el canal al gálibo europeo de 2000 toneladas y construir un nuevo ascensor, ya que los existentes eran de gálibo antiguo. La solución técnica elegida fue construir un puente sobre el canal y un elevador de barcos para salvar el desnivel de 72 metros. Fue un gran reto técnico, ya que en aquel momento era el mayor ascensor para barcos del mundo. Ahora es la tercera más grande después de la presa hidroeléctrica de las Tres Gargantas en China (Corot, 2016)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

y la presa de Kranoyarsk en Rusia (actunautique, 2017). Sin embargo, los inversores se muestran confiados y calculan que las obras durarán 5 años, de 1982 a 1987, con un presupuesto estimado de 186 millones de euros (7.500 millones de francos belgas). También se preveía transportar entre 8 y 10 millones de toneladas al año durante los primeros años de explotación. Tras problemas presupuestarios, las obras comenzaron en los años 90 y el canal se inauguró en 2002. (Chiapparo, 2016). El coste global del proyecto asciende a 650 millones de euros. (Sofico, 2022).

4.6.3. IMPACTO EN EL FLUJO DE MERCANCÍAS Y RELEVANCIA LOGÍSTICA Y ECONÓMICA

Desde su apertura, se calcula que ha generado un flujo anual de mercancías de dos millones de toneladas, con un coste global del proyecto explosivo (Sofico, 2022).

Esta incapacidad para presupuestar y prever la demanda está relacionada con varios factores:

Los estudios de previsión de la demanda de materias primas se basaban esencialmente en la demanda de carbón y se realizaron en los años setenta. No preveían una caída tan brusca de la demanda de carbón en los años siguientes. De hecho, el mercado del carbón ya estaba en declive en Bélgica en los años setenta. De hecho, cuando se aprobó el proyecto de construcción en el 78, la última mina conectada a los canales había cerrado en 1973. Además, en los años 70, las empresas susceptibles de utilizar el canal para grandes volúmenes (cementeras, acerías, etc.) ya habían desaparecido de la región.

Además, cuando finalmente se iniciaron las obras en los años 90, el tonelaje del tráfico fluvial belga había descendido un 40% entre 1970 y 1992, debido a la excesiva competencia del transporte por carretera.

La falta de conocimientos de ingeniería ha provocado sobrecostes y retrasos en las obras (derrumbe del puente del canal).



Sin embargo, aunque se basó en previsiones erróneas de demanda y presupuesto, y la motivación para construir el ascensor era cuestionable en su momento, hoy tiene un importante impacto socioeconómico y medioambiental en la región. Ha creado 70 empleos directos gracias al turismo fluvial. Ha permitido el desarrollo de plataformas logísticas, creando más de 500 empleos indirectos. 2En 20 años, ha transportado 42 millones de toneladas de mercancías, manteniendo 2,5 millones de camiones fuera de las carreteras y emitiendo 140.000 toneladas de CO₂. Además, en el marco del proyecto Sena-Escaut y con la construcción de la CNSE (Sofico, 2022), se espera que el flujo de mercancías que pasan por estos ascensores aumente un 42% ((Jourquin & Beuthe, 2019)

4.7. CONCLUSIÓN GENERAL DEL CAPÍTULO

Hemos visto que, a la hora de analizar el impacto modal de una nueva infraestructura de transporte, es importante considerar el transporte como una actividad económica con características y limitaciones muy específicas, y que responde a la ley de la oferta y la demanda. Además, la presencia de un medio de transporte u otro está desigualmente distribuida, ya que depende de la geografía y de las inversiones realizadas en estos medios de transporte. Es importante considerar el transporte en términos de redes dinámicas que reaccionan a las variaciones de la oferta y el transporte, que están interconectadas y son multimodales. En este sentido, se pueden realizar simulaciones informáticas que operen en forma de redes virtuales en las que el flujo agregado de mercancías (centroide) pase por varios nodos virtuales en su camino del punto a al punto b. El itinerario del flujo de mercancías se determinará a partir de restricciones de costes, algoritmos y funciones de asignación de la demanda parametrizables en cada nodo para que correspondan a la realidad y puedan materializarse en la red de transporte real.

Si analizamos la simulación nodus, vemos que la demanda de transporte de mercancías se distribuye de forma desigual en Europa, ya que las mercancías se transportan cerca de las zonas más densamente pobladas y de las zonas industriales

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

con buenas conexiones de transporte (Puertos de Amberes y Rotterdam). Por tanto, en el contexto de la región estudiada, no es sorprendente que las zonas más congestionadas se encuentren al norte de la región parisina y que los principales flujos de mercancías procedan del norte (Amberes / Rotterdam hacia París). Por tanto, podemos concluir que la geografía es engañosa porque no refleja la demanda de transporte. En efecto, para abastecer a la región parisina de mercancías procedentes de otros continentes, parece natural utilizar la ruta más corta, es decir, de El Havre a París.

Incluso con la apertura del canal Sena Norte Europa, la transferencia modal de la carretera a la vía navegable sólo será de un 1,5%, por lo que la región parisina seguirá dependiendo en gran medida del transporte por carretera.

Sin embargo, esta estadística es algo engañosa porque no refleja las cantidades realmente asignadas a las distintas rutas de transporte ni el efecto de la reducción de las cantidades transportadas por carretera.

Dado que el transporte se considera una red dinámica, interconectada y multimodal, el aumento de la oferta de transporte resultante de la apertura de una nueva infraestructura modal repercute en la demanda de otros medios de transporte.

Vemos pues que la apertura del canal tendrá repercusiones en el conjunto de la red fluvial Sena-Escalda en términos de volúmenes transportados, y asistiremos a una reducción general del transporte por carretera en el conjunto de la red. El impacto de la apertura de la CSNE tendrá repercusiones insignificantes en el transporte ferroviario en todos los escenarios considerados. Cabe añadir que su cuota modal es la más baja.

En términos de cantidades, el Canal Sena Norte Europa podría generar algo más de 9.000.000 de toneladas de mercancías transportadas, lo que no es poco, reduciendo al mismo tiempo las externalidades negativas provocadas por el transporte por carretera en el conjunto de la red.



Análisis de la intermodalidad

La comparación con la construcción de los remotes de Strépy-Thieu nos muestra la importancia de realizar los análisis de demanda de transporte más actualizados, en consonancia con la naturaleza de lo que potencialmente se va a transportar y con la industria local. En el marco del proyecto SNE, los análisis de la demanda se basaron principalmente en el transporte de materiales de construcción (la región parisina tiene una escasez constante de viviendas y, por tanto, necesita expandirse). La demanda de materiales de construcción de todo tipo se estima entre 20 Mt y 30 MT al año, de las que sólo el 50% pueden ser cubiertas por las canteras de la región parisina (Demangeon, 2020)

Aquí es donde se produciría la mayor parte del cambio modal con la apertura del canal, ya que el gálibo de 900 toneladas del Canal du Nord no permite transportar estos materiales de forma rentable. En la actualidad, estos materiales se transportan principalmente por carretera, lo que resulta ineficaz, ya que el modo fluvial es el más atractivo para este tipo de material. La idea de transportar contenedores por el canal sólo se contemplaba como segunda opción. Así que la apertura de este canal tiene mucho sentido desde ese punto de vista.

Lo que la comparación con los ascensores de barcos también nos enseña es que las infraestructuras de transporte en general, y los megaproyectos en particular (túnel bajo el Canal de la Mancha, proyecto del Canal SNE, etc.), conciernen al dominio público y no pretenden ser rentables a corto plazo. De hecho, este tipo de proyecto también aporta beneficios que un simple análisis coste/beneficio o coste/flujo de bienes no puede tener en cuenta (efecto sobre las externalidades, el turismo, el desarrollo económico y social, etc.) Este proyecto también implica elevados riesgos financieros y tecnológicos que es importante tener en cuenta en la presupuestación del proyecto y minimizar.

Por lo tanto, en el próximo capítulo estudiaremos todos estos elementos para responder a nuestra pregunta de investigación.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?



Capítulo 5. Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

5.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

En este último capítulo analizaremos las principales críticas que se han hecho a este proyecto desde el punto de vista logístico, el desarrollo social y económico de la región en torno al canal y el impacto de la construcción del canal en la biodiversidad. No pretendo representar a la sociedad del canal Sena-Norte de Europa, por lo que no voy a responder a las críticas en detalle, porque no viene al caso. Sin embargo, me parece interesante analizar las críticas que este tipo de proyecto puede suscitar en la sociedad francesa. Veremos si estas críticas están justificadas a partir de la literatura científica sobre logística, la simulación NODUS y las entrevistas con Bart Jourquin. Ni que decir tiene que la parte dedicada a la logística se ha desarrollado más ampliamente, dado el enfoque de este trabajo.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

5.2. ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA LOGÍSTICO

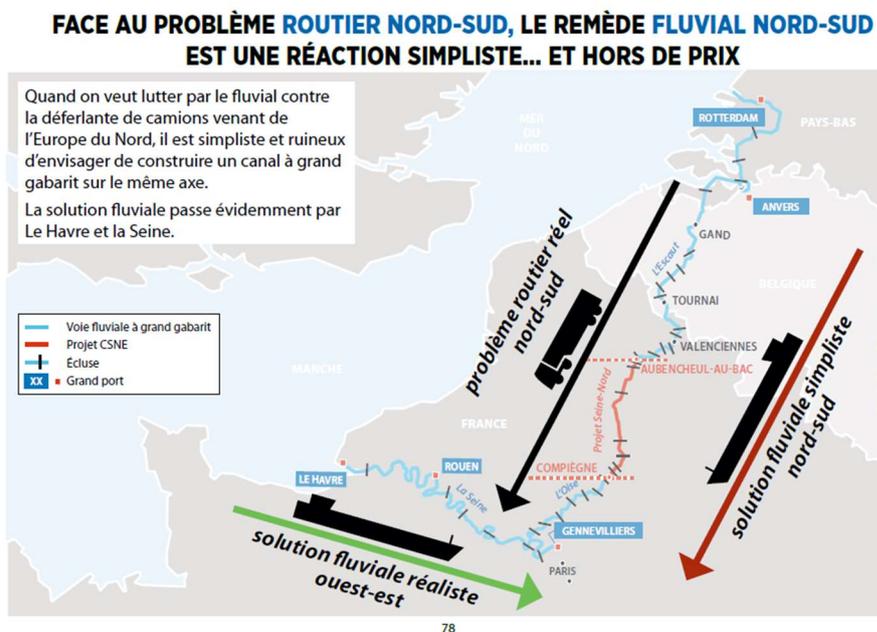


Figure 61 : Esquema de los oponentes del canal (Fuente: CLAC,2023)

Traducción del esquema

Título: “Frente al problema de la carretera norte-sur, el remedio fluvial norte-sur es una reacción simplista y cara”

Rectángulo de arriba izquierda: “ Cuando se quiere utilizar el transporte fluvial para combatir la avalancha de camiones procedentes del norte de Europa, resulta simplista y costoso plantearse construir un canal de vía ancha en la misma ruta. La solución más realista para las vías navegables pasa evidentemente por Le Havre y el Sena.”

Rectángulo pequeño: “vías navegables de grande gálibo”, “Proyecto SNE”, “esclusas”, “grandes puertos”

Flecha verde: “Solución fluvial realista oeste-este” **Flecha roja:** “Solución fluvial realista norte-sur” **Flecha negra:** “Problema del transporte por carretera”



Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

LE BATEAU N'EST QUE TRÈS RAREMENT LE CONCURRENT DIRECT DU CAMION

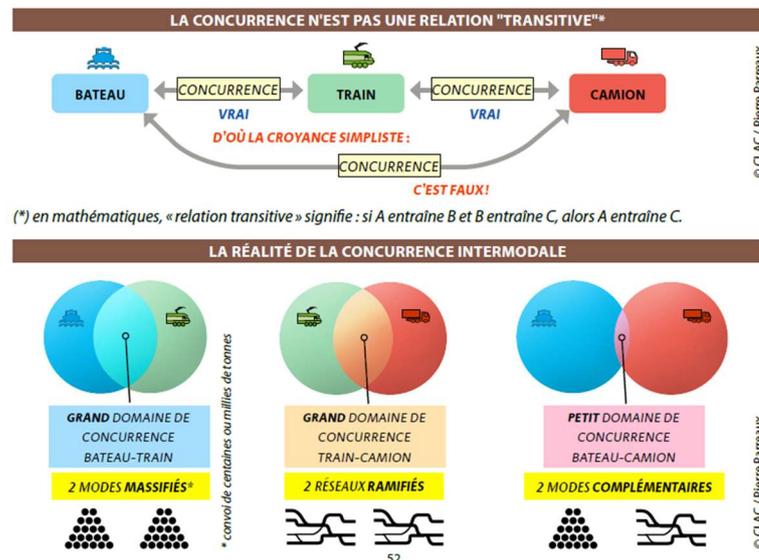


Figure 62 : : Infografía sobre la intermodalidad según los oponentes del canal (Fuete: CLAC,2023)

Traducción esquema

Título : " El barco rara vez es el competidor directo del camión "

Subtítulo : " La competencia no es una relación "transitiva" "

Contenido: " Barco competencia Tren competencia Camión entonces decir que el barco es competencia al camión es falso . "

Segundo subtítulo: " La realidad de la competencia del transporte intermodal "

Tren-Barco : " Gran área de competencia, dos modos masificado "

Tren-Camión: " Gran área de competencia, dos modos ramificados "

Barco-Camión: " Pequeña área de competencia, dos modos complementarios "

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

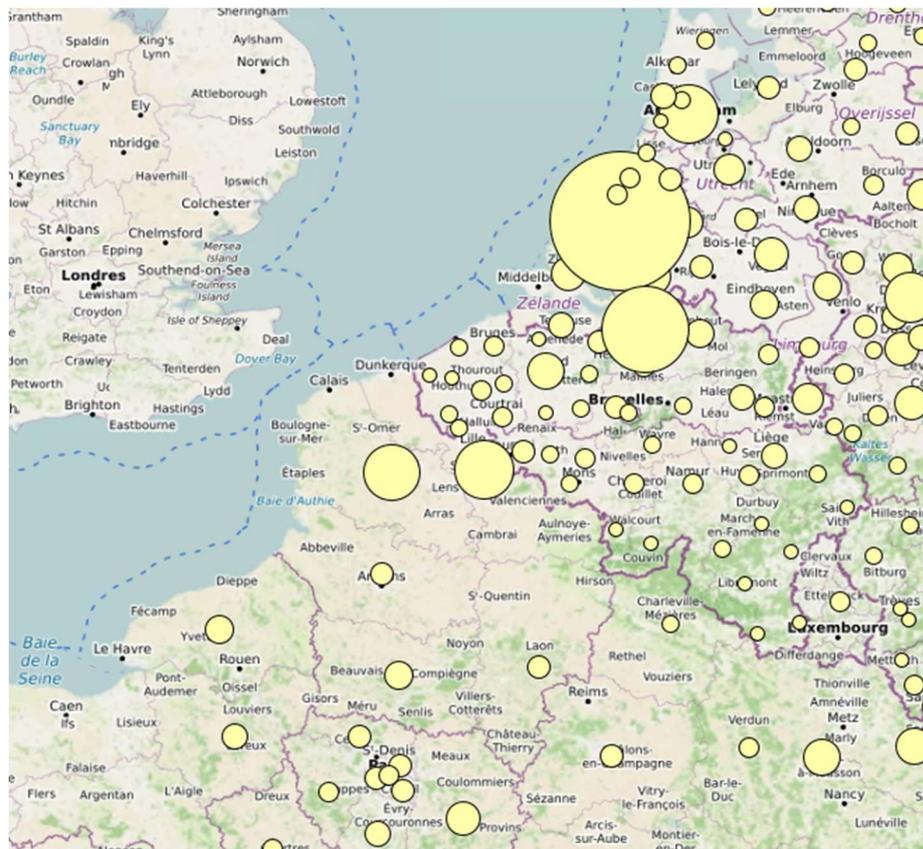


Figure 63 : : Distribución real de la demanda de transporte, (Nodus ;8,2) (Realización propia)

Las ilustraciones proporcionadas por el CLAC, *Comité de enlace para las alternativas a los canales intercuencas* (Clac, 2023), no concuerdan con la realidad de la logística, ya que, como se ha presentado en el capítulo anterior, la demanda de transporte está desigualmente repartida en Europa: desarrollar más el puerto de Le Havre y el eje Le Havre/París no tiene sentido porque el puerto de Le Havre no genera mucha demanda de transporte en comparación con Amberes y Rotterdam. (Amberes y Rotterdam 26 millones de TEU en 2023 frente a 3 millones de TEU en el puerto de Le Havre en 2023). Aunque el puerto de Le Havre ofrezca más terminales para albergar portacontenedores de 24.000 TEU, las navieras no van a parar allí debido al coste, en particular por depositar muy pocos contenedores. Tienen que pagar tasas portuarias y, en general, los motores de los buques permanecen en marcha durante su estancia en el puerto. Además, el desarrollo de las infraestructuras portuarias representa inversiones colosales que suelen estar fuertemente subvencionadas por la Unión Europea. Es probable que la Unión Europea evite *verter* fondos en todos los puertos



Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

Europeos para que todos se desarrollen de la misma manera. Por este motivo, los puertos europeos se han especializado: por ejemplo, el puerto de Dunkerque está especializado en la fruta en contenedores, el puerto de Gijón en áridos sólidos, etcétera. Por último, el canal Sena Norte Europa se concibió principalmente para el transporte de materiales de construcción, lo que no es el caso de la ruta Le Havre/París. En sus argumentos, los detractores mencionan también la oportunidad de utilizar el ShortSeaShipping entre el puerto de Amberes o Rotterdam y Le Havre para el transporte en contenedores, pero esta solución tampoco es atractiva, ya que implica un transbordo adicional en comparación con un descenso directo desde Amberes o Rotterdam hasta la cuenca del Sena a través del canal SNE.

En cuanto a la infografía sobre la intermodalidad, es cierto que el transporte fluvial y el ferroviario podrían competir en cierta medida porque ambos son modos de transporte masivo, pero en el contexto del CSNE, la cuota modal es prácticamente la misma en cualquiera de los dos escenarios. Con esta infografía he querido ilustrar un punto importante a tener en cuenta a la hora de modelizar redes de transporte. Las simulaciones basadas en un medio de transporte u otro, en una geografía u otra, y de un país a otro, son muy variables y no pueden compararse entre sí. Sin embargo, no podemos sacar conclusiones generales sobre la complementariedad o competitividad de uno u otro modo de transporte, como pretende hacer la CLAC. En algunos casos, el tren complementará al transporte fluvial, en otros competirá con él, porque las redes de transporte intermodal no son modelos estáticos, sino dinámicos, que cambian en función de la geografía, las redes de transporte disponibles, etcétera.

Es por eso que la simulación que he ilustrado en el capítulo anterior ha sido adaptada y parametrizada (en cuanto a las redes de transporte de mercancías, los costes de transbordo y la región considerada) para analizar el impacto de la apertura de la CSNE, y las conclusiones que he sacado de ella sólo son válidas para este proyecto y esta región geográfica y no pueden compararse con otros proyectos fluviales en otra zona geográfica.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

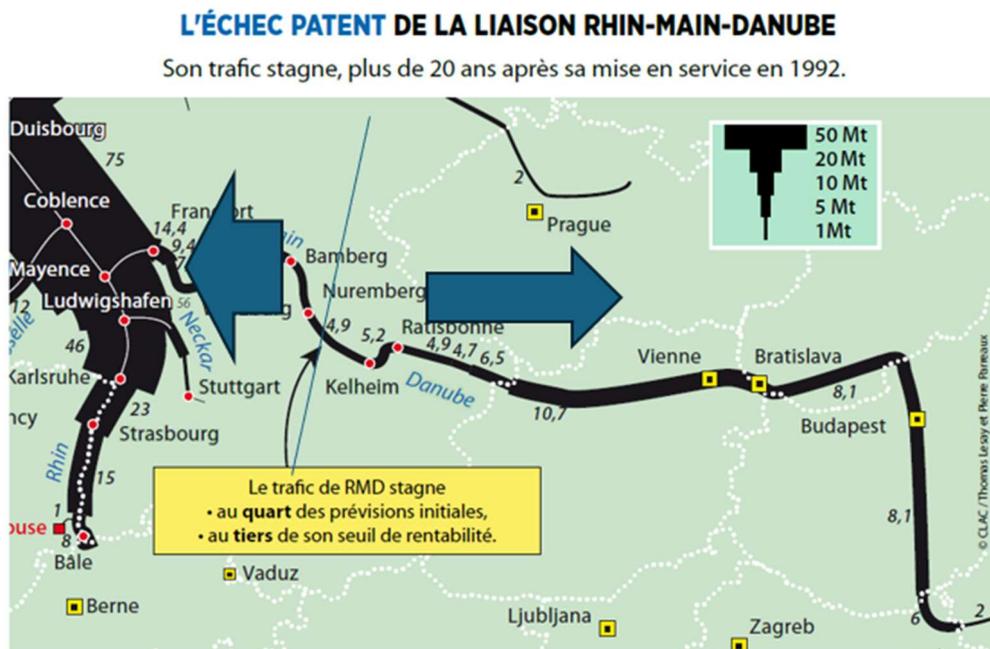


Figure 64 : Esquema del Canal Rin-Meno-Ródano (Fuente: CLAC,2023) (Flecha : Realización propia)

Traducción esquema

Titulo : “El evidente fracaso del enlace Rin-Meno-Danubio”, “ Su tráfico está estancado, más de 20 años después de su inauguración en 1992.”

Rectángulo amarillo: “El trafico de RMD estanca al cuarto de la previsiones iniciales y al tercero de su umbral de rentabilidad.”

En la misma línea , el argumento de la CLAC denuncia el hecho de que otro canal intercuenas, el Canal Rin-Meno-Danubio en Alemania, construido en los años 90 y que requirió importantes inversiones, no ha dado frutos en términos de transferencia modal y sólo ha beneficiado al turismo fluvial. Lo cual es absolutamente cierto: este proyecto de canal nunca debería haberse construido, porque no tenía sentido.

De hecho, este problema de la no transferencia modal es bastante fácil de entender porque hay muy pocos pares O/D entre el Rin y el Danubio, lo que significa que no hay demanda de transporte entre estos dos ríos. Esto se debe sencillamente a que el Rin y el Danubio se encuentran en dos zonas económicas casi herméticamente cerradas, es



Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

decir, las empresas de la región del Meno envían sus mercancías a la región del Rin y del Ruhr (a Frankfurt, Mainz, etc.), o las reciben de ellas, y las empresas del Danubio reciben sus mercancías del Mar Negro y de Budapest, o las envían a ellos. Esto demuestra que los estudios de la demanda de transporte realizados en aquella época estaban mal hechos. En consecuencia, había muy pocos flujos de transporte en la región del Canal. Las redes ferroviarias y de carreteras existentes eran más que suficientes para absorber la escasa demanda de transporte (Beuthe et al., 2012).

Esta especificidad demuestra que es importante establecer un escenario de base y luego variarlo en función de lo que se pretenda demostrar. Así pues, es muy difícil sacar conclusiones globales, como pretenden los de la CLAC, porque los modelos cambian completamente de un proyecto a otro.

Lo que quería ilustrar aquí es la importancia de no sacar conclusiones demasiado precipitadas basándose en la geografía: el mundo del transporte funciona en forma de una red interconectada y compleja que no refleja especialmente la realidad geográfica. Además, he querido demostrar que es importante realizar simulaciones adaptadas a la situación geográfica y al proyecto estudiado, y desconfiar de los modelos "listos para usar". El hecho de que la construcción de este canal, en el contexto del proyecto SNE, parezca eficiente desde el punto de vista logístico, no significa que debamos empezar a construir canales por toda Europa.

Otro argumento que esgrimen a menudo los detractores de este proyecto es que sería preferible desarrollar el ferrocarril en lugar de las vías navegables, en particular porque este proyecto sería demasiado destructivo para el medio ambiente. Es un argumento comprensible, pero una vez más no tiene nada que ver con la realidad logística y económica del transporte de mercancías por ferrocarril. De hecho, desde 1960, el tráfico ferroviario no ha hecho más que disminuir en Francia (un 80%, con una cuota modal del 10%). Además, todas las políticas públicas destinadas a aumentar su cuota modal han fracasado. Por ejemplo, en 2000 la SNCF se fijó como objetivo un gran plan de impulso del transporte ferroviario de mercancías, con el fin de multiplicar

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

por 2 su cuota modal entre 2000 y 2010. El resultado fue una reducción a la mitad de la cuota modal (Bigo, 2023). Los fracasos de este plan para impulsar el transporte de mercancías por ferrocarril se deben a una combinación de factores, entre ellos la falta de inversión en infraestructuras, pero no es la única razón. De hecho, el modelo de negocio del transporte de mercancías por ferrocarril resulta especialmente poco atractivo para los clientes que desearían utilizar el transporte intermodal en lugar del transporte por camión. Las razones de esta falta de atractivo están relacionadas con el hecho de que las redes ferroviarias europeas son de titularidad pública. Esta gestión pública de las redes ferroviarias de mercancías es lenta y requiere muchos trámites administrativos. Es costosa porque los trabajadores del ferrocarril tienen un estatuto privilegiado en comparación con los demás profesionales del transporte; es poco flexible en el sentido de que hay que encontrar personal para trabajar de noche para evitar la competencia con el transporte de pasajeros. Aunque es más rápido que el transporte fluvial y suele tener más capilaridad, no puede transportar tanta carga. Por último, hay que señalar que el declive del transporte de mercancías por ferrocarril también se debe al auge del transporte por camión desde los años sesenta.

El transporte fluvial se distingue del ferroviario por su gran capacidad de respuesta y adaptación a las necesidades del cliente. Esta flexibilidad, que ha permitido al sector superar con éxito la supresión del sistema por turnos, lo convierte en un atractivo modelo de negocio.

De hecho, antes de una reforma del sector dictada por la Unión Europea en 2000, el transporte fluvial en el norte de Europa, sobre todo en Bélgica, Países Bajos y Alemania, se regía por un riguroso sistema de rotación, conocido comúnmente como "tour à tour". Esta práctica, una auténtica institución del transporte fluvial en estas regiones, garantizaba que todos los barqueros tuvieran igual acceso a la carga, independientemente del tamaño de su embarcación. El primer barco que llegaba a un muelle con carga para transportar tenía prioridad, independientemente del volumen de la mercancía a embarcar. Esto significaba que un barco pequeño podía cargar su capacidad máxima antes que uno más grande, aunque esto supusiera dejar parte de la carga por transportar. Aunque este sistema, basado en una fuerte solidaridad



Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

corporativa entre los barqueros, garantizaba un reparto equitativo del trabajo, no era óptimo en términos de eficacia, ya que los barcos iban a menudo medio vacíos. La supresión de este sistema, decidida por la Unión Europea, causó inicialmente gran inquietud entre los barqueros, que temían por el futuro de sus actividades. Sin embargo, esta transformación ha resultado ser una verdadera oportunidad. La especialización no sólo ha optimizado las operaciones de transporte, sino que también ha abierto nuevos mercados. Muchos clientes, antes reacios a utilizar las vías navegables por el riesgo de contaminación entre diferentes cargas, han optado ahora por esta opción, atraídos por la calidad y fiabilidad del servicio que ofrecen los transportistas especializados. Por ejemplo, antes de la reforma, un buque que transportaba limaduras de hierro corría el riesgo de contaminar una carga siguiente de arena, lo que disuadía a algunos clientes. Gracias a la especialización, ahora se evitan este tipo de problemas, lo que aumenta la confianza de los clientes en el transporte fluvial. Este cambio no sólo ha mejorado la calidad del servicio, sino que también ha permitido a los transportistas fluviales aumentar sus ingresos (Jourquin, 2002).

El transporte fluvial también tiene ventajas logísticas:

Permitiría una logística inversa para los contenedores vacíos que llegan en tren a la región parisina y los devuelven a su punto de partida (Amberes-Rotterdam).

Aunque es más lento que el transporte ferroviario o por carretera, constituye "almacenes móviles" y es más seguro que el transporte ferroviario o por carretera porque no está sujeto a atascos ni accidentes. Esto permite una mejor planificación "justo a tiempo", para adaptar la producción a la llegada de los buques.

Los pequeños canales vuelven a estar de moda gracias al programa Watertruck de la Comisión Europea, cuyo objetivo es transportar mercancías por pequeños canales en las ciudades para acercarse lo más posible al centro, a las zonas de cosecha o a las obras, y así evitar el uso de camiones. (Watertruck+ - Avenir De La Navigation Fluviale, s.f.)

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Desde el punto de vista tecnológico, el transporte por vías navegables interiores también se beneficia de todas las tecnologías de descarbonización y está incluso más avanzado que el transporte por carretera, puesto que ya se utilizan tecnologías de embarcaciones autónomas. Son más fáciles de implantar que en el caso del transporte por carretera.

Por último, las vías navegables permiten un desarrollo económico y social mucho más diversificado que el ferrocarril, a través del cicloturismo, el turismo fluvial y la economía local.

Volviendo al proyecto SNE, las simulaciones mostraron que la transferencia modal no era enorme, que la región parisina seguía dependiendo del transporte por carretera y que sería conveniente imponer una tasa al transporte por carretera para forzar la transferencia modal. No creo que sea una buena solución (o al menos habría que hacer simulaciones) porque no todas las mercancías pueden trasladarse a las vías navegables. Además, el transporte por carretera tiene más capilaridad que el transporte fluvial y entonces es necesario.

Al final se corre el riesgo de debilitar el modelo económico del transporte por carretera, que ya es muy frágil y de no provocar una transferencia modal si está mal puesta.

5.3. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

La página web de la sociedad del canal Sena Norte Europa es bastante evasiva en cuanto a la creación de empleo; las cifras oficiales hablan de 10.000 a 13.000 empleos directos e indirectos al año durante los años de construcción y de 50.000 empleos a más largo plazo, gracias sobre todo a los puertos interiores y sus 4 plataformas logísticas (Gouv.fr). Estas plataformas no están incluidas en el presupuesto de construcción del canal, ya que son las regiones las que deberán desarrollarlas y financiarlas. A título comparativo, la zona portuaria de Amberes genera unos 60.000 empleos (La libre.be). Por tanto, es probable que estas cifras estén sobrevaloradas,



Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

como afirman los detractores del proyecto (Mante, 2024). Esta sobreestimación no es sorprendente en el contexto de un proyecto bastante politizado cuyos promotores están tentados de aumentar artificialmente las previsiones para obtener subvenciones europeas y estatales. Por otra parte, no hay que olvidar que la construcción del canal SNE permitirá la conexión Sena-Escaut y, por tanto, generará empleo en toda la red, que se estima, probablemente también en exceso, en 175.000 puestos de trabajo (GEIE,2023).

Un aspecto importante que suelen olvidar los promotores del Canal, y que constituye un punto débil del proyecto, es el desarrollo económico local y sostenible. En efecto, la oportunidad de construir un canal es un vector de externalidades sociales y económicas positivas. Hay que recordar que el desarrollo territorial está ligado al desarrollo económico y social. Este canal debe ser algo más que una "autopista fluvial" en la que las barcazas portacontenedores y los barcos de 2.000 toneladas procedentes de Bélgica no aporten nada a la economía local. Este canal debe proporcionar algo más que puestos de trabajo en logística o almacenaje, que generalmente no ofrecen empleos muy bien remunerados.

La literatura científica respalda esta opinión. En un artículo publicado en 2013 en la revista de ciencias sociales Cairn.info, titulado *"Infraestructuras de transporte y desarrollo económico: ¿cuáles son las dinámicas de apropiación por parte de los actores productivos? L'exemple de la filière céréalière autour du canal Seine-Nord Europe"*, se lee que la apertura del canal debería poder ampliar el campo de los posibles desarrollos económicos y que las regiones responsables del desarrollo socioeconómico de sus territorios deben poner en marcha estrategias de apoyo para desarrollar herramientas y formaciones dedicadas a los oficios de transformación de cereales, abundantes en la región, y desarrollar también el sector cervecero (Blanquart et al., 2013).

En una disertación pública sobre *"El impacto del canal Sena Norte Europa en el desarrollo regional"* de la Universidad Gustave Eiffel y la Universidad de París, publicada

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

en enero de 2023, el autor recomienda poner en marcha procesos locales de aprendizaje de la logística fluvial para que sea más conocida a nivel local, así como en cursos universitarios y otros dedicados a la formación logística.

Y existe una necesidad urgente de desarrollar la formación relacionada con el transporte por vías navegables interiores, porque con el resurgimiento de la popularidad de las vías navegables interiores en el norte de Europa, hay una grave escasez de esta actividad, a pesar de que se espera que Europa necesite más de 20.000 nuevos barqueros para 2030 (Rtbf, 2024).

Por último, este proyecto sería un éxito si permitiera el desarrollo de una logística más ecológica para reducir nuestra dependencia del transporte por carretera y generar un cambio modal más eficiente. Podríamos mencionar el desarrollo de sinergias industriales que permitan masificar los flujos de transporte, la oportunidad de desarrollar la logística urbana, la ciclo-logística, etcétera. Todos estos ámbitos ya han sido ampliamente estudiados en la literatura científica sobre logística y han demostrado su rentabilidad. La ciclo-logística ya está bastante implantada en los países del norte, pero también en España, como en el caso de Cargobicy en Barcelona y Madrid. Eventualmente, y desde una perspectiva *lean*, cada medio de transporte podría utilizarse en forma de cadena, con, por ejemplo, ciclo-logística para el primer km hasta el almacén urbano, luego camión antes del transporte masivo, luego camión de nuevo hasta el almacén urbano, y finalmente ciclo-logística de nuevo.

Todavía estamos lejos de esta realidad en términos de eficiencia, pero la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías ya son una buena herramienta de optimización.

Esta evolución debe implicar cambios sociales y de gestión en las empresas. Desde el punto de vista de la sociedad, como cita Adrien Bigo en su artículo, querer hacerlo todo siempre lo más rápido posible (modelo de Amazon) impone plazos logísticos insostenibles y no es rentable; la mayor parte del volumen de negocio de Amazon procede del alquiler de servicios en la nube, lo que está muy alejado de sus actividades logísticas (Delage, 2024); por tanto, es importante avanzar hacia un modelo de "logística lenta".



Impactos finales del proyecto del Canal Sena-Norte Europa

Desde el punto de vista de la gestión, la logística, y especialmente el transporte, se sigue considerando una fuente de costes que hay que optimizar al máximo. Esto es totalmente erróneo, porque la logística es una función de apoyo a otras actividades de la empresa (ventas, marketing, etc.); si la logística funciona bien, la empresa funcionará bien; si no recibe suficiente financiación o simplemente se percibe como un coste, será una fuente de graves disfunciones y pérdidas para la empresa, como pude comprobar durante mis prácticas en el hospital de Valladolid. Por tanto, hay que ver la logística y el transporte como fuentes de valor añadido para la empresa y no como un coste.

5.4. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

Es evidente que la construcción de cualquier infraestructura tiene un impacto en el medio ambiente, ya se trate de una carretera, una línea de ferrocarril o un canal. Sin embargo, en el caso del canal se ha prestado mucha atención a este aspecto, a diferencia de lo que ocurría en el pasado, cuando se descuidaba totalmente el impacto ambiental de los megaproyectos (Chiapparo, 2020). En la medida de lo posible, el trazado evita zonas de gran biodiversidad (el valle del Somme), gracias sobre todo al puente del canal, y el 97% del trazado discurre por terrenos agrícolas ya "artificializados". En cuanto a las medidas compensatorias por la biodiversidad destruida, el éxito de la recreación de zonas de alta biodiversidad depende mucho de la organización responsable de la recreación de estas zonas y también del seguimiento que se lleve a cabo posteriormente (Brut, 2024).

Desde el punto de vista logístico, hemos visto en la simulación Nodus que el canal permitirá reducir el tráfico por carretera en toda la red Sena-Escalda y, por tanto, también las emisiones de CO relacionadas con el transporte.

Por otra parte, han surgido sospechas sobre la gestión del agua, la estanqueidad del canal, etc.), pero la sociedad del canal Seine Nord Europe ha dado recientemente respuestas en un escrito de contestación. (DENV, 2024).

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Podemos alegrarnos de que el aspecto medioambiental directo de este proyecto se tenga realmente en cuenta y sea objeto de consultas públicas que cuestionan las afirmaciones de los promotores para que mejoren su proyecto o den respuestas a las cuestiones medioambientales.



Capítulo 6. Estudio económico del proyecto

A continuación, se expone el estudio de viabilidad económica del proyecto. Se han cuantificado todos los gastos incurridos, desde los salarios del personal hasta los consumibles y servicios básicos, considerando las horas efectivas trabajadas y los salarios medios del mercado español. Este análisis proporciona una visión completa de los costos asociados a cada etapa del proyecto.

6.1. CONSIDERACIÓN

La primera consideración que vamos a hacer es que este estudio fue llevado a cabo por un economista que, además, se encuentra ejerciendo la titulación de Máster en Logística. Esta persona presentará el rol de técnico de proyectos, respondiendo ante el director de proyectos el cual estará a cargo de este proyecto.

En cuanto al cálculo de costos, es importante resaltar que el responsable del proyecto es un profesional autónomo en España, procedente de la región valona (o francófona) de Bélgica y registrado en el Régimen Especial de Trabajadores Autónomos (RETA). Este trabajo se realiza para la Universidad de Valladolid, lo que implica seguir las normativas vigentes de dicho país.

Además, se considera la participación de un auxiliar administrativo, quien también está registrado bajo el mismo régimen autónomo. Este auxiliar desempeñará un papel relevante en la gestión documental y apoyo logístico durante el desarrollo del proyecto. Las siguientes etapas del proyecto describen el trabajo realizado para la Universidad de Valladolid.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Por último, pero no por ello menos importante, mencionar el papel de un experto externo en el soporte de las herramientas de simulación e interpretación de los resultados.

6.2. ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

- **Análisis y lluvia de ideas para definir la pregunta de investigación**

Inicialmente, se llevó a cabo un exhaustivo análisis de las diferentes opciones de proyecto, provenientes tanto de propuestas académicas como de iniciativas propias. El director y el técnico de proyectos evaluaron la factibilidad y el valor de cada alternativa para seleccionar la más adecuada.

- **Decisión de tema para proyecto**

Una vez evaluadas todas las opciones, se procede a elegir el proyecto que mejor se ajuste a los criterios establecidos. Estos criterios incluyen la viabilidad del proyecto, la originalidad de la propuesta y su relación con los contenidos del máster. La selección del proyecto culmina con la formulación de una pregunta de investigación precisa y concisa que guíe el desarrollo del estudio.

- **Búsqueda de referencias y datos**

El técnico de proyectos asumió la tarea de investigar a fondo la sostenibilidad del proyecto CSNE. Para ello, consultó diversas fuentes, incluyendo la página web del promotor, artículos científicos y sus propios conocimientos. Su análisis se centró en evaluar los posibles beneficios logísticos del canal, según la visión del promotor, así como sus potenciales impactos ambientales y socioeconómicos. Además, se recopilieron opiniones contrarias al proyecto para obtener una perspectiva más completa.

- **Simulación e interpretación de los resultados**



Estudio económico del proyecto

Durante esta fase, el técnico de proyectos recibió el apoyo de un experto externo para familiarizarse con el funcionamiento y la configuración de la plataforma Nodus. El experto no solo le brindó capacitación técnica, sino que también le enseñó a extraer y analizar los datos de manera efectiva. Además, revisó y orientó al técnico en la interpretación de los resultados obtenidos.

- **Análisis de las críticas del CSNE y sugerencia de mejoras**

En esta etapa, el técnico de proyectos se dedicó a analizar las críticas al proyecto del canal, evaluando su pertinencia desde una perspectiva logística, socio económica y medioambiental. A partir de este análisis, identificó oportunidades para mejorar la sostenibilidad del proyecto y presentó sus hallazgos y propuestas al director de investigación.

- **Revisión y correcciones**

En esa etapa, el director del proyecto evaluó los resultados obtenidos por el técnico y propuso modificaciones.

- **Estructura y redacción del proyecto**

La fase final del proyecto consistió en la elaboración de un informe detallado. Este documento incluyó un análisis general del contexto económico, industrial y de transporte en Francia, así como una descripción exhaustiva del proyecto del canal, justificando su necesidad desde una perspectiva logística. Asimismo, se presentaron los resultados del análisis realizado con la herramienta Nodus y las propuestas de mejora identificadas. El técnico de proyectos, en colaboración con el auxiliar administrativo, se encargó de recopilar toda la información y redactar el informe final.

La duración total de 38 semanas Las etapas incluyen la investigación inicial, el análisis de datos, la propuesta de mejoras y, finalmente, la redacción del informe.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

6.3. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

A continuación, se presentará un estudio económico completo del proyecto. Este análisis incluirá una estimación detallada de los costos de personal, basados en las horas trabajadas y los salarios promedio en España, así como los costos de equipos, materiales y servicios generales.

6.4. HORAS EFECTIVAS POR ETAPA DEL PROYECTO

La Tabla 2 muestra a continuación el desglose de horas efectivas que se invirtieron en la realización de cada etapa de este proyecto. Cabe destacar que dichas horas deben multiplicarse por el total de semanas (38).

Etapa	Horas por semana	Numero de semanas	Total Horas
Análisis y lluvia de ideas para definir la pregunta de investigación	3	2	6
Decisión de tema para proyecto	4	2	8
Búsqueda de referencias y datos	15	6	90
Simulación e interpretación de los resultados	30	6	180
Análisis de las críticas del proyecto y sugerencia de mejoras	20	6	120
Revisión y correcciones	6	6	36
Estructura y redacción del proyecto	8	10	80
Total Horas Efectivas			520

Tabla 2 : Total Horas Efectivas



Estudio económico del proyecto

La Tabla 3 refleja las horas de participación en cada etapa del proyecto, tanto por parte del director de proyectos, como del técnico de proyectos, auxiliar administrativo y experto externo involucrados en el desarrollo del proyecto.

Etapas	Director de Proyecto	Técnico de proyecto	Auxiliar Administrativo	Experto externo
Análisis y lluvia de ideas para definir la pregunta de investigación	2	4	0	0
Decisión de tema para proyecto	6	2	0	0
Búsqueda de referencias y datos	6	92	20	0
Simulación e interpretación de los resultados	0	120	0	50
Análisis de las críticas del proyecto y sugerencia de mejoras	0	30	0	0
Revisión y correcciones	26	10	20	0
Estructura y redacción del proyecto	12	45	75	0
Total horas por participante	52	303	115	50

Tabla 3 : Total horas por participante

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Ahora que se han calculado el total de horas efectivas invertidas en la realización de este proyecto por cargo, se procede a desglosar a continuación los costes de las tasas horarias de salarios en base a las consideraciones planteadas.

6.5. CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS ANUALES Y TASAS DE PERSONAL

A continuación, se procede a realizar el cálculo de horas efectivas anuales en España, tomando como referencia el Estatuto de los Trabajadores (Boletín Oficial del Estado, 2022). En la Tabla 4 se presenta el desglose de las horas efectivas anuales.

Total días año	N.º Días
Días año	365
Días vacaciones	30
Número de festivos	12
Número de fines de semana	104
Número de días laborables	219
Horas promedio	8
Total horas laborables	1752

Tabla 4: Total horas laborables

En la Tabla 5 de abajo se muestra un desglose del cálculo de tasas del personal involucrado en la realización de este proyecto.



Estudio económico del proyecto

Participantes	Horas promedio	Salario Bruto Anual	Seguridad social (35%)	Total Salario Anual	Sueldo/Hora
Director del proyecto	8	55,000.00 €	19,250.00 €	74,250.00 €	42.38 €
Técnico del Proyecto	8	30,000.00 €	10,500.00 €	40,500.00 €	23.12 €
Auxiliar administrativo	8	20,000.00 €	7,000.00 €	27,000.00 €	15.41 €
Experto de externo	8	60,000.00 €	21,000.00 €	81,000.00 €	46.23 €

Tabla 5 : Cálculo de tasas del personal

Por último, la Tabla 5 muestra el cálculo de los salarios en base al salario por hora calculado en la anterior Tabla 4 arriba y al número de horas trabajadas desglosado en la Tabla 6

Concepto	Director de Proyecto	Técnico de proyecto	Auxiliar Administrativo	Experto externo
Costo/Hora	38.527 €	19.264 €	15.411 €	46.233 €
Horas efectivas trabajadas	52	303	115	50
Costo total por participante	2003.425 €	5836.901 €	1772.260 €	2311.644 €
Costo total personal	11,924.23 €			

Tabla 6: Costo total del personal

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

En la siguiente sección se procede a analizar el cálculo de las amortizaciones de los equipos utilizados para la realización de este proyecto.

6.6. CÁLCULO DE AMORTIZACIONES EQUIPO INFORMÁTICO

En esta sección se desglosan los costes de los equipos informáticos y software utilizados para la realización de este proyecto. Aquí consideraremos un periodo de amortización de 3 años, con cuota lineal, considerando al mismo tiempo tanto para el software como para el hardware.

Para proceder al cálculo de la amortización de los equipos, se deben calcular primero los costes totales de estos. En la siguiente Tabla podemos ver el cálculo de dichos costes.

Equipos	Costo
Dell XPS 13 Intel® Core™ Ultra 7 155H Windows 11 Famille Graphiques Intel® Arc™ 16 Go LPDDR5X SSD 512 Go Écran 13.4" Full HD+ (1920X1200)	984.00 €
Canon Pixma MG2550S Multifunción USB	45.00 €
Philips Monitors 221V8/00-22	50.00 €
Licencia DeepL Pro	30.00 €
Licencia Microsoft Office 365	85.00 €
Total	1,194.00 €

Tabla 7 : Costes de los equipos informáticos amortizados



Estudio económico del proyecto

A continuación, en la Tabla 7 se muestra el coste de los equipos informáticos amortizados en un periodo de 3 años. Posteriormente, en la Tabla 8 se calculan los costes por hora de utilización para cada equipo amortizado. Cabe destacar que los equipos utilizados por los cuatro puestos mencionados anteriormente, es decir, las horas que aparecen reflejadas en la Tabla 9, considera el total de horas utilizadas por los tres trabajadores.

Equipos	Costo	Amortización por hora
Dell XPS 13 Intel® Core™ Ultra 7 155H Windows 11 Famille Graphiques Intel® Arc™ 16 Go LPDDR5X SSD 512 Go Écran 13.4" Full HD+ (1920X1200)	984.00 €	0.04 €
Canon Pixma MG2550S Multifunción USB	45.00 €	0.00171 €
Philips Monitors 221V8/00-22	30.00 €	0.00114 €
Licencia DeepL Pro	30.00 €	0.00114 €
Licencia Microsoft Office 365	85.00 €	0.00323 €
Total	1,174.00 €	0.04 €

Tabla 8: coste costes por hora de los equipos informáticos amortizado

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Equipos	Amortización por hora	Horas Usadas	Coste por concepto
PC Notebook HP - 14-dq0002dx, 8GB RAM, 512GB SSD Intel® Core™ i5, 16GB RAM, 512GB SSD	0.0374 €	520	19.47 €
Canon Pixma MG2550S Multifunción USB	0.0017 €	520	0.89 €
Philips Monitors 221V8/00-22	0.0011 €	520	0.59 €
Licencia DeepL Pro	0.0011 €	520	0.59 €
Licencia Microsoft Office 365	0.0032 €	520	1.68 €
Costo total			23.23 €

Tabla 9 : Costo total del equipamiento informático amortizado

6.7. CÁLCULO DE COSTES MATERIAL CONSUMIBLE

La Tabla 10 muestra un desglose de los costes del material consumible utilizado en este proyecto.

Concepto	Costo
Papeles de impresora	45 €
Suministros para impresora	80 €
Coste Total	125 €

Tabla 10 : Coste total de material consumible

Ahora se procede a calcular los costes indirectos y, posteriormente, se realizará la suma de todos los costes que intervinieron en la realización del proyecto.



6.8. CÁLCULO DE COSTES INDIRECTOS

Este apartado muestra un desglose de los costes indirectos del proyecto, entre los que se encuentran el consumo de electricidad, agua, internet, alquiler, etc. En la Tabla 11, se desglosan los costes de dichos conceptos.

Concepto	Costo mensual	Costo por semana	Costo total 38 semanas
Electricidad	38 €	9.5 €	361 €
Agua	30 €	7.5 €	285 €
Gas	42 €	10.5 €	399 €
Internet	15 €	3.75 €	142.5 €
Alquiler	220 €	55 €	2090 €
Total	345 €	86.25 €	3277.5 €

Tabla 11 : Costes Total indirectos

6.9. CÁLCULO DEL COSTE TOTAL DEL PROYECTO

Por último, se calcula el coste total de este proyecto en base al estudio económico llevado a cabo en los apartados anteriores. En la siguiente tabla, se muestra el resumen de costes.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Concepto	Costo	% Costo
Costo personal	11924.229 €	78.24%
Costo Equipos	23.230 €	0.15%
Costo Indirecto	3277.50 €	21.51%
Costo Materia	15.0 €	0.10%
Costo total del proyecto	15239.959 €	100%

Tabla 12 : Coste total del proyecto

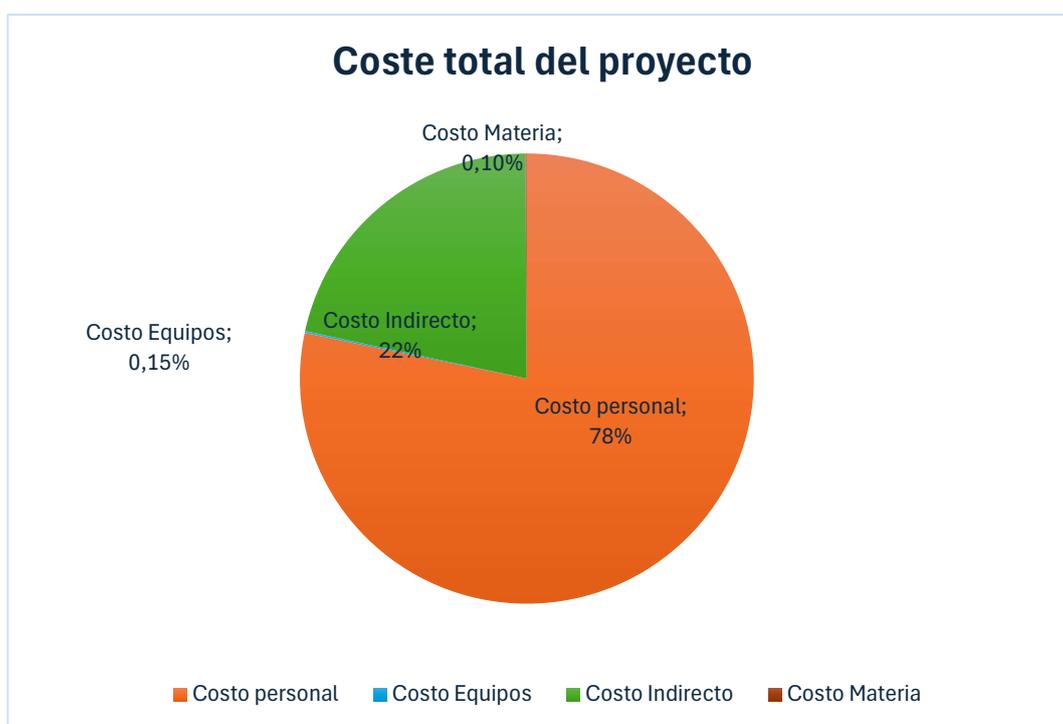


Figure 65 : Grafico de los costes total del proyecto (Realización propia)

Como se puede observar, el coste total para la realización del proyecto de la sostenibilidad del canal SNE, es de 15.239,959 € de los cuales 3.277,50€ son costes indirectos, por lo que se obtiene un porcentaje del 78.49% de costes directos y un 21.51% de costes indirectos.



Capítulo 7. Conclusión y futuros desarrollos

El proyecto CSNE forma parte de un planteamiento sostenible en la medida en que pretende reducir el tráfico por carretera, aunque quizá no en gran medida. Como mínimo, el canal contribuirá a descarbonizar el sector del transporte y a reducir sus externalidades. También existe la perspectiva de una "*gestión ajustada*", ya que los camiones excedentarios de Bélgica, cargados de materiales de construcción, se transportarán por vía fluvial, lo que supone una mejora, ya que el transporte fluvial es el modo de transporte más adecuado para estos materiales. Además, el canal Sena Norte Europa es el eslabón que faltaba en la red Sena-Escaut, lo que contribuye a reducir el tráfico por carretera. Como último enlace esencial con París, no tendría sentido no construir el canal, máxime cuando las obras ya han comenzado aguas arriba del mismo.

Por otro lado, debemos ser prudentes con los resultados obtenidos con Nodus, ya que no deja de ser una simulación y no podemos decir con exactitud cuánta carga generará la construcción de este canal, sobre todo porque la base de datos O/D data de 2010 y los parámetros también.

No obstante, podemos afirmar que los resultados obtenidos siguen siendo fiables para juzgar la pertinencia logística del proyecto.

Desde un punto de vista personal, me ha gustado mucho hacer este TFM porque todo lo relacionado con el mundo del transporte y la movilidad me atrae, pero me ha exigido un gran sacrificio personal.

Además, poder proponer algo nuevo, abordar el mundo del transporte de mercancías en forma de redes interconectadas, nociones que había estudiado en mis cursos de modelización en Bélgica, era realmente motivador.

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

El impacto medioambiental de la obra y del canal parece haber sido tenido en cuenta y considerado importante por los promotores del proyecto, pero el impacto socioeconómico y el desarrollo de las economías locales no se han planteado, a pesar de que el canal puede transmitir externalidades positivas y mejorar la logística urbana.

En términos de desarrollo futuro, se plantea la cuestión de saber si es realmente oportuno construir las 4 plataformas logísticas o intermodales en una distancia de sólo unos 100 km y, en particular, de saber si podrán manejar volúmenes de mercancías suficientes. Esto plantea la cuestión de si sería posible desarrollar una logística urbana asociada al canal. Desde el punto de vista agronómico, hay que analizar si todas las compensaciones están bien pensadas y son eficaces, sobre todo en lo que se refiere al análisis del ciclo del agua. Por último, desde el punto de vista social, hay que comprobar si se pueden planificar más proyectos sociales y económicos para desarrollar la economía local y conseguir que el canal no sea una simple autopista fluvial que atraviesa una región con escaso impacto positivo.



Capítulo 8. Bibliografía

REFERENCIAS

(CEPE/ONU,2001 (s. f.). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:42001X0625\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:42001X0625(01))

20 ans assenceurs. (2020). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: En <https://sofico.org/app/uploads/2022/09/220902-20-ans-ascenseur-bateaux-strepy-thieu-dossier-presse.pdf>.

A.A. (2023, 13 julio). Le Canal Seine-Nord Europe certifié HQE Infrastructures Durables. *Environnement Magazine*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.environnement-magazine.fr/eau/article/2023/07/13/145169/canal-Senanord-europe-certifie-hqe-infrastructures-durables>

AGuissard,(2024, 20 febrero). *Transports routiers : grosse opération de contrôle contre dumping social et de la concurrence déloyale pour les véhicules de transport et poids lourds*. RTBF. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de:<https://www.rtb.be/article/transports-routiers-grosse-operation-de-contrôle-contre-dumping-social-et-de-la-concurrence-déloyale-pour-les-vehicules-de-transport-et-poids-lourds-11332602>

Bart Jourquin. (s. f.). UCLouvain. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://uclouvain.be/fr/repertoires/bart.jourquin>

Beuthe, M., Jourquin, B., Urbain, N., Bruinsma, F., Lingemann, I., Ubbels, B., & Van Heumen, E. (2012). Estimating the Impacts of Water Depth and New Infrastructures on Transport by Inland Navigation: A Multimodal Approach for the Rhine Corridor. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 387-401. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.758>

Beuthe, Michel & Jourquin, Bart. (2002). L'influence du tour de rôle sur les coûts de la navigation intérieure. *Revue d'économie régionale et urbaine*. 3. 417 - 427. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: https://www.researchgate.net/publication/266143486_L'influence_du_tour_de_role_sur_les_couts_de_la_navigation_interieure



Bibliografía

gabarit Seine-Nord Europe sur les secteurs 2 à 6 de Passel (Oise) à Aubencheul-aubac (Nord). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.somme.gouv.fr/contenu/telechargement/47632/319081/file/DAE%20CSNE%20II%20Rapport%20CE%20Annexe%20M%20C3%A9moire%20en%20r%20C3%A9ponse%20SCSNE.pdf>

Dhaya, S. B. (2024, 23 julio). L'industrie en France : état des lieux d'un secteur stratégique. *Big Media*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://bigmedia.bpifrance.fr/nos-actualites/lindustrie-en-france-etat-des-lieux-dun-secteur-strategique>

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE. (2018). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de https://www.canal-seine-nord-europe.fr/content/uploads/2024/04/DAE_S1_B2_RESUME_NON_TECHNIQUE_E00_ECAPE_Version-imprimable.pdf

Ecarru. (s. f.). *Histoire*. Nord Evasion. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://evasion.lenord.fr/fr/culture-et-patrimoine/histoire>

Enquête mensuelle de conjoncture – Début août 2024 | Banque de France. (s. f.). Banque de France. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.banque-france.fr/fr/publications-et-statistiques/publications/enquete-mensuelle-de-conjoncture-debut-aout-2024>

Faire de la France la première économie verte d'Europe en 2040. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://www.economie.gouv.fr/economie-vert>

Gaudiaut, T. (2024, 15 mayo). Combien pèse l'industrie dans l'économie des pays européens? *Statista Daily Data*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://fr.statista.com/infographie/28517/part-industrie-dans-le-pib-pays-europe/15%20Mayo%202024>

Gouvernal, E., & Daydou, J. (2005). Container Railfreight Services in North-west Europe: Diversity of Organizational Forms in a Liberalizing Environment. *Transport Reviews*, 25(5), 557-571. <https://doi.org/10.1080/01441640500072127>

Gronalt, M., Schultze, R., & Posset, M. (2019). Intermodal Transport—Basics, Structure, and Planning Approaches. En *Elsevier eBooks* (pp. 123-149). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814242-4.00005-3>

guide-piscine.fr. (2020, 22 octubre). *Dimensions et volume d'une piscine olympique*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.guide-piscine.fr/taille-du-bassin/dimensions-et-volume-d-une-piscine-olympique->



Bibliografía

Septiembre de 2024 de: <https://transports-territoires.eelv.fr/canal-seine-nord-europe-en-finir-avec-ce-projet-destructeur-et-inadapte-aux-enjeux-ecologiques-economiques-sociaux-et-democratiques/>

Mers, D., Van Lier, T., & Macharis, C. (2018). Longer and heavier vehicles in Belgium: A threat for the intermodal sector? *Transportation Research Part D Transport And Environment*, 61, 459-470. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.08.007>

Moreschi, Romain. *Les différents modèles d'affectation dans le transport de marchandises*. Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2020. Prom. : Jourquin, Bart. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:24451>

Présentation du port de Dunkerque - Port français de la mer du Nord. (s. f.). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <http://www.dunkerque-port.fr/fr/presentation/presentation-port-dunkerque.html>

Publications Office of the European Union. (2020). *Handbook on the external costs of transport: version 2019 – 1.1*. Publications Office Of The EU. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1>

Qualitair&Sea. (2024, 7 mayo). *Fret maritime: principaux ports à conteneurs mondiaux*. QUALITAIR&SEA Roissy CDG (HQ). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.qualitairsea.com/newsroom/fret-maritime/articles/fret-maritime-principaux-ports-a-conteneurs-mondiaux>

Raymond Woessner, « [Le projet de canal à grand gabarit entre le Rhône et le Rhin : un conflit sans fin entre ses promoteurs et ses opposants ?](#) », *Géocoïnfluences*, janvier 2019. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/territoires-europeens-regions-etats-union/rte-t/canal-rhone-rhin-conflit>

Robert, C. (2024, 26 junio). *Baromètre mensuel des émissions*. Citepa. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.citepa.org/fr/barometre/>

Rotaris, L., Tonelli, S., & Capoani, L. (2022). Combined transport: Cheaper and greener. A successful Italian case study. *Research In Transportation Business & Management*, 43, 100792. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100792>

Roy, A. (2023, 31 diciembre). *Où en est l'industrie française ? - ESCadrille Toulouse Junior Conseil*. ESCadrille Toulouse Junior Conseil. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.escadrille.org/ou-en-est-lindustrie-francaise/>

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Savey, P. (2002). Le transport fluvial, un mode très ancien devenu moderne. *La Houille Blanche*, 88(4-5), 146-150. <https://doi.org/10.1051/lhb/2002074>

Sylvain Zeghni, Nathalie Fabry, Christian Bourret. Impact économique du canal Seine Nord Europe. Séminaire de recherche du Centre de Recherches de l'Ecole des Officiers de Gendarmerie (CREOGN), May 2019, Issy les Moulineaux, France. (hal-02132328) Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/EDSESAM/2023/2023ULILA002.pdf>

Thème: Le transport ferroviaire en France. (2024, 23 mayo). Statista. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://fr.statista.com/themes/2754/le-transport-ferroviaire-en-france/>

Topic: Demographics of the Benelux. (2024, 3 julio). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: Statista. <https://www.statista.com/topics/3552/benelux-demographics/>

Voies Navigables de France. (2021, 24 marzo). *2 réseaux - VNF*. VNF. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.vnf.fr/vnf/accueil/qui-sommes-nous-vnf/2-reseaux/>

Walker, W. E., Van Grol, H. J. M., Rahman, S. A., Lierens, A., & Horlings, E. (2004). Improving the Intermodal Freight Transport System Linking Western Europe with Central and Eastern Europe: Identifying and Prioritizing Policies. *Transportation Research Record Journal Of The Transportation Research Board*, 1873(1), 109-119. <https://doi.org/10.3141/1873-1>

Watertruck+ - El futuro de la navegación interior. (sin fecha). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://watertruckplus.eu/fr>

Wikimedia. (2024, 25 marzo). *Histoire du Nord-Pas-de-Calais*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: https://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_du_Nord-Pas-de-Calais

Wikimedia. (2024c, agosto 19). *Ruhr (région)*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Ruhr_\(r%C3%A9gion\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ruhr_(r%C3%A9gion))

Wikipedia. (2024b, abril 25). *Canal du Nord (France)*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Canal_du_Nord_\(France\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Canal_du_Nord_(France))

REFERENCIAS IMAGENES



Bibliografía

Canal de Saint-Quentin. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de https://fr.wikipedia.org/wiki/Canal_de_Saint-Quentin#:~:text=Le%20canal%20de%20Saint%2DQuentin,la%20France%20et%20la%20Belgique

Canal Seine-Nord-Europe : Enquête publique environnementale. (s. f.). Les Services de L'État Dans Le Pas-de-Calais. <https://www.pas-de-calais.gouv.fr/Publications/Consultation-du-public/Enquetes-publiques/Enquete-environnementale/Canal-Seine-Nord-Europe-Enquete-publique-environnementale>

Carte des grand axes routier. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://about-france.com/fr/carte-routiere-grands-axes.htm>.

Découvrir la France - Welcome to France. (2020, September 22). Welcome to France. . Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.welcometofrance.com/fiche/decouvrir-la-france>

Dunkerque. (2024b, agosto 22). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Dunkerque>

Eurocontainer. (2024, 13 marzo *Swap body courtainsider - Eurocontainer*. Eurocontainer - Container Manufacturer. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de <https://eurocontainer.es/en/products/swap-bodies/swap-body-courtainsider/>

Flipo, E. (2022, 17 noviembre). *Riverdating : un rendez-vous du transport fluvial et de la logistique multimodale*. Innovation24.news. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de <https://www.innovation24.news/2022/11/17/riverdating2022/>

France. (2024, August 26). . Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://fr.wikipedia.org/wiki/France>

Groupe PAS. Ports de Strasbourg. (n.d.). Ports De Strasbourg. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.strasbourg.port.fr/>

HAROPA PORT signe avec Paris 2024. (2024, January 2). HAROPA PORT. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.haropaport.com/fr/actualites/haropa-port-signes-avec-paris-2024>

Images libres de droits de container barge. (s. f.). shutterstock.com. Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://shutterstock.com>

Karam, A., Jensen, A. J. K., & Hussein, M. (2023). Analysis of the barriers to multimodal freight transport and their mitigation strategies. *European Transport Research Review*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00614-0>

¿En qué medida el proyecto del Canal Sena Norte Europa forma parte de un planteamiento sostenible?

Kubanova, J., & Schmidt, C. (2016). Multimodal and Intermodal Transportation Systems. *Communications - Scientific Letters Of The University Of Zilina*, 18(2), 104-108. <https://doi.org/10.26552/com.c.2016.2.104-108>

Les Ecluses. (n.d.). Société du Canal Seine nord europe. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://www.canal-seine-nord-europe.fr/lessentiel-du-canal/les-ecluses/>

LES FAUX-SEMBLANTS DU PROJET DE CANAL SEINE-NORD EUROPE. (16d. C.). En *www.clac-info.fr*. Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://clac-info.fr/>

Les types de bateaux. (n.d.). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://mobilite.wallonie.be/files/bateau/16%20Types%20de%20bateaux.pdf>.

Office du Tourisme de la Ville du Roelx. (2024, 9 abril). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de Office Du Tourisme Du Roelx. <https://www.leroelxtourisme.be/>

Plans de péniche Freycinet et de bateaux fluviaux anciens et contemporains. (n.d.). Pnich. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de <https://www.pnich.com/planbat.html>

Presentation du port. (2024, janvier). Dunkerque Promotion. Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: <https://dunkerquepromotion.org/>

Réseau ferré national (France). (2024, July 31). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_ferr%C3%A9_national_\(France\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_ferr%C3%A9_national_(France))

Seine Escaut. (2023, 7 diciembre). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de *Accueil - seine Escaut*. <https://seine-scheldt.eu/>

Transport fluvial. (2024b, May 13). Recuperado el 04 de Septiembre de 2024 de: https://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_fluvial#:~:text=Le%20transport%20fluvial%20est%20le,am%C3%A9nag%C3%A9s%2C%20ou%20des%20canaux%20artificiels.



Abreviaturas