

Proyecto de Fin de Carrera
Ingeniero Superior Industrial

**Propuesta de KPIs para la evaluación de un
Corredor Verde: tramo Madrid-Lyon del Corredor
Mediterráneo**

MEMORIA

Autor: Miguel López Fraga
Director: Ernest Benedito Benet
Convocatoria: Junio 2014



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resumen

“Propuesta de KPIs para la evaluación de un Corredor Verde: tramo Madrid-Lyon del Corredor Mediterráneo” es un proyecto de fin de carrera de Ingeniería Industrial cuyo objetivo se enmarca dentro de la promoción del desarrollo logístico del transporte de mercancías europeo de una forma sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Después de aclarar el concepto de corredor verde a través de la revisión del Plan de Acción Logística de la UE y establecer cinco características principales que lo definen, se presentan los indicadores clave de rendimiento (KPIs) como una herramienta potente en el análisis de los modos de transporte de mercancías que afecten al corredor mediterráneo, directa o indirectamente. Los KPIs se pueden utilizar para conocer el estado actual de un corredor o para buscar medidas que mejoren los diferentes modos de transporte, cumpliendo con los objetivos de desarrollo sostenible de la Unión Europea, lo que resulta de interés para los agentes de la cadena de suministro.

Antes de efectuar la selección, se realiza una extensa revisión bibliográfica de las publicaciones existentes para analizar el estado del arte de los KPIs. Los indicadores clave de rendimiento elegidos se asignan a cinco grupos principales y se presenta un método pionero de filtrado en dos etapas para la elaboración de una lista definitiva compuesta por siete indicadores.

A modo de guía destinada a los diferentes agentes de interés, se propone una metodología de aplicación de los indicadores seleccionados. Como broche final se realiza de forma ilustrativa la evaluación de una operación de transporte de mercancías por carretera llevada a cabo en el eje Madrid-Lyon del Corredor Mediterráneo.

Sumario

RESUMEN	1
SUMARIO	3
1. GLOSARIO	7
2. PREFACIO	9
3. INTRODUCCIÓN	11
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: PROYECTOS EXISTENTES	13
4.1. Proyecto CLYMA.....	13
4.1.1. Relación del PFC con el marco del proyecto CLYMA	16
4.2. Proyecto SuperGreen.....	16
4.3. EWTC II	17
4.4. Proyecto BE Logic.....	20
5. INTRODUCCIÓN A LOS CORREDORES VERDES	21
5.1. Revisión del Concepto de Corredor Verde	22
5.1.1. Antecedentes	22
5.1.2. Trasfondo.....	23
5.1.3. Concepto de Corredor	23
5.1.4. Concepto de 'Verditud'	24
5.2. Definición de Corredor Verde.....	25
5.3. Definición de Transporte Verde	26
5.4. Características de un Corredor Verde	26
5.4.1. Soluciones logísticas sostenibles	27
5.4.2. Conceptos logísticos integrados: comodalidad	28
5.4.3. Regulaciones armonizadas.....	28
5.4.4. Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte y con puntos de transbordo estratégicos	29
5.4.5. Plataforma para la innovación	29
5.5. Principales efectos positivos de los CV	29
5.6. Agentes objetivo	30
5.7. Corredores de transporte en Europa	30

6. SELECCIÓN DE LOS INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO PARA UN CORREDOR VERDE	31
6.1. Objetivo principal de los KPIs	33
6.2. Metodología de selección de KPIs.....	34
6.3. Discusión de indicadores: revisión de proyectos existentes	34
6.3.1. KPIs en SuperGreen.....	35
6.3.2. KPIs en EWTC	37
6.3.3. KPIs en BE Logic	38
6.4. Conclusiones de la revisión y consideraciones generales	39
6.5. Recopilación de indicadores	40
6.6. Principales grupos de indicadores	41
6.7. Selección de KPIs	43
6.7.1. Método de filtrado.....	43
6.7.2. Etapa 1 de filtrado	45
6.7.3. Etapa 2 de filtrado para la selección definitiva de KPIs	47
6.8. Participación de expertos en el método de filtrado.....	50
6.9. Incorporación de la valoración de los expertos al método de selección	52
6.9.1. Prelación de indicadores: Método PRES	53
6.10. Propuesta de KPIs para la evaluación de un corredor: Lista definitiva	56
7. DIRECTRICES GENERALES PARA EL ANÁLISIS DE CVS MEDIANTE KPIS: METODOLOGÍA DE CÁLCULO	57
7.1. Descripción de los indicadores seleccionados	58
7.1.1. Eficiencia económica	58
7.1.2. Sostenibilidad ambiental.....	59
7.1.3. Aspectos sociales.....	61
7.1.4. Calidad del servicio	63
7.1.5. Infraestructura adecuada.....	66
7.2. Análisis del corredor a evaluar	68
7.3. Fuentes de información para la recopilación de datos	69
7.3.1. Herramientas de cálculo	70
7.4. Estimación de los KPIs seleccionados	76

8. EJEMPLO DE CÁLCULO EN EL EJE MADRID-LYON	77
8.1. El eje Madrid-Lyon en el Corredor Mediterráneo.....	77
8.1.1. Operación representativa de transporte de mercancías dentro del eje	79
9. PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y ESTUDIO ECONÓMICO	85
9.1. Planificación temporal	85
9.2. Costes del proyecto.....	87
9.2.1. Costes asociados a los recursos humanos.....	87
9.2.2. Costes asociados a los recursos materiales	87
9.2.3. Costes generales e indirectos.....	88
9.2.4. Coste total.....	89
10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	91
CONCLUSIONES	93
AGRADECIMIENTOS	95
BIBLIOGRAFÍA	97
Referencias bibliográficas.....	97
Bibliografía complementaria	99

1. Glosario

CV, corredor verde.

DSS, Deep Sea Shipping, transporte marítimo oceánico.

GPS, sistemas de posicionamiento geográfico.

IWS, Inland Waterway Transport, transporte fluvial por barco.

KPIs, indicadores clave de rendimiento.

OCDE, Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo.

SSS, Short Sea Shipping, transporte marítimo de corta distancia.

TIC, tecnologías de la información y la comunicación.

TEN-T, Red Transeuropea de Transporte, que es un conjunto de redes prioritarias de transporte pensadas para facilitar la comunicación de personas y mercancías a lo largo de toda la UE

VMS, del inglés Variable Message Signs, sistema TIC que proporciona información acerca de las condiciones del tráfico de las conexiones cercanas.

VTMIS, sistema integrado de vigilancia marítima, que puede incorporar telemática y diversos sistemas de información desarrollados para mejorar la seguridad y la eficacia del tráfico marítimo.

2. Prefacio

La globalización y la ampliación de la UE hacia el Este han establecido nuevos retos en el transporte de mercancías europeo. El rápido crecimiento de este transporte de mercancías, aunque contribuye a la economía, produce también congestiones, ruidos, contaminación y accidentes. Al mismo tiempo, los transportes han aumentado su dependencia de los combustibles fósiles. Como se indica en la “Comunicación de la Comisión sobre la logística del transporte de mercancías en Europa” del año 2006, sin medidas adecuadas, la situación seguirá deteriorándose y tendrá consecuencias cada vez más graves sobre la competitividad de Europa y el medio ambiente.

El “Plan de acción para la logística del transporte de mercancías” de 2007 es una de las diversas iniciativas políticas propuestas por la Comisión Europea para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del transporte de mercancías en la Unión Europea. En el mismo, se proponen una serie de acciones que contribuirán a garantizar la competitividad y sostenibilidad del sistema de transporte de mercancías de la UE. Una de estas iniciativas es el desarrollo de corredores verdes para el citado transporte.

Desde hace ya seis años, la Comisión propone reforzar los corredores verdes dentro de la Red Transeuropea de Transporte y el programa Marco Polo, además de cooperar con las autoridades y los operadores de logística de transporte de mercancías con el fin de definir las mejoras necesarias para garantizar una infraestructura adecuada para el transporte sostenible.

Uno de los proyectos prioritarios desde el año 2103 es el desarrollo del eje Madrid-Lyon en el corredor Mediterráneo (CLYMA Project), impulsado por la Universitat Politècnica de Catalunya o el Puerto de Barcelona, entre otras instituciones.

En la línea de estas iniciativas, si bien surge como un estudio de trabajo independiente, este documento guarda relación con los temas y conceptos desarrollados en este tipo de programas, y se tiene la motivación de que las conclusiones alcanzadas en el mismo ayuden en un futuro próximo en el desarrollo de proyectos que promuevan el uso de formas de transporte más eficientes y sostenibles, y que mejoren el rendimiento general de la logística.

3. Introducción

El planteamiento central de este proyecto consiste en proponer una lista reducida de indicadores para la evaluación de un corredor verde, en un ámbito de actuación circunscrito a la Red de Transeuropea de Transporte y en concreto al corredor Mediterráneo.

El presente estudio, por tanto, comienza con el objetivo de definir el concepto de corredor verde y las características que lo diferencian respecto de los corredores de mercancías tradicionales.

La metodología empleada para la consecución de este primer objetivo, considerando el alcance del proyecto y de que se trata de un concepto relativamente novedoso, ha consistido por una parte, en una recopilación bibliográfica de los documentos pioneros en materia de promoción de corredores verdes para comprender cuál es realmente la problemática que se trata de paliar. Por otra, se ha realizado una revisión de los principales proyectos que versan sobre la evaluación de corredores verdes.

Una vez identificadas las características que describen a un corredor verde, el siguiente objetivo consiste en realizar una propuesta de los KPIs más indicados para la evaluación del mismo. Para ello se propone una sistemática de selección que incluye una metodología de filtrado en dos etapas para reducir el número inicial de KPIs recopilados. En dicha metodología se cuenta con la participación de expertos en materia de selección de indicadores y puesta en marcha de proyectos relacionados con los corredores verdes.

Después de proponer la lista inicial, se plantea una metodología de cálculo en la que se describen en detalle los indicadores seleccionados y se efectúa un análisis de las fuentes de información disponibles de cara la recopilación de los datos necesarios para la estimación de los KPIs.

Como colofón, se realiza un ejemplo ilustrativo de cálculo de los KPIs aplicado en el eje Madrid-Lyon. Para ello, se describe brevemente el Corredor Mediterráneo, se selecciona una operación representativa llevada a cabo en el mismo y se contacta con una compañía de servicios logísticos que opere en el tramo a estudiar, obteniendo los datos necesarios para la obtención de los valores objetivo.

4. Revisión bibliográfica: proyectos existentes

En este capítulo se presentan los proyectos revisados que tienen una influencia relevante para el presente proyecto y de los cuales se realizan referencias cruzadas a lo largo del documento.

Revisión Bibliográfica de Proyectos	
	Programación
CLYMA Project	2013-2015
SuperGreen	2010-2013
EWTC II	2009-2012
BE Logic	2008-2010

Tabla 4.1 Proyectos relevantes relacionados con CVs y KPIs

En los casos del proyecto SuperGreen y del EWTC II, se ha mantenido contacto personal a través de correo electrónico con los directores de los respectivos proyectos, así como con los expertos encargados de coordinar las actividades de selección de KPIs. Dos de estos expertos participan en el proceso de filtrado de los indicadores propuestos en el presente proyecto y de quienes se hace una mención especial en el apartado 6.8.

4.1. Proyecto CLYMA

La Unión Europea (UE) aprobó el pasado 19 de noviembre la Red Europea de Transporte TEN-T, que incluye el Corredor Mediterráneo como elemento esencial para ejecutar la política de transportes europea. Ahora que esta red ya es una realidad sobre el mapa se deben desarrollar los proyectos específicos para cada corredor, cada tramo y cada infraestructura. El proyecto CLYMA (Desarrollo de la conexión Lyon-Madrid en el Corredor Mediterráneo), tiene el objetivo de analizar la situación actual de este eje y proponer un modelo de gestión que pueda aplicarse posteriormente a todo Corredor y también al conjunto de la red TEN-T [Port de Barcelona, 2013]

El proyecto CLYMA pretende evaluar las infraestructuras existentes –con especial atención a los cuellos de botella ferroviarios- la demanda potencial y las necesidades de oferta de servicios, el desarrollo del concepto de sostenibilidad a lo largo del Corredor y la integración entre los diferentes modos de transporte. Así mismo, también tiene que proponer cómo deben coordinarse e integrarse las diferentes administraciones implicadas, los operadores ferroviarios, públicos y privados, sus sistemas operativos (TIC, sistemas de señalización y electrificación de las vías, etc.).

El Port de Barcelona lidera el consorcio que está desarrollando el proyecto CLYMA, que tiene un presupuesto superior a los 2,5 millones €, de los cuales la TEN-T European Agency subvenciona un 50%. Los otros integrantes del consorcio son: el Port de Tarragona; Portic, la plataforma telemática de la Comunidad Portuaria de Barcelona; la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC); la Terminal Marítima de Zaragoza (tmZ); el Asociación de Logística Innovadora de Aragón (ALÍA); VIIA, empresa perteneciente a SNCF Geodis dedicada a desarrollar proyectos multimodales, y MP2, sociedad mixta que reúne las plataformas multimodales y operadores logísticos del Rosellón.

El proyecto, que ya está en marcha, se organiza en 8 actividades principales de trabajo:

1. Análisis del estado actual y futuro del eje Madrid-Lyon: estudios de oferta y demanda. Elaborar un catálogo de terminales y servicios existentes a lo largo del eje.
2. Desarrollo de un corredor intermodal: identificar los problemas y necesidades en el eje Madrid-Lyon y desarrollar un plan para solucionarlos y un análisis financiero ligado a las soluciones propuestas.
3. Creación de una estructura intermodal de gestión que apoye a la DG MOVE en la gestión de Corredor Mediterráneo. Implica desarrollar un modelo de gestión del eje Lyon-Madrid que debería poderse aplicar a todo Corredor Mediterráneo.
4. Desarrollo del concepto de “corredor verde” a lo largo del eje mediante sistemas para medir la sostenibilidad del transporte, proponiendo medidas para un desarrollo sostenible del eje y calculando las emisiones de CO₂ y otros contaminantes.
5. Desarrollo de un plan estratégico para la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) entre los diferentes agentes y administraciones del eje.
6. Proyectos piloto y estudios estratégicos específicos en el corredor: se realizarán estudios sectoriales y sobre actividades concretas –accesos a los puertos,

terminales interiores, trenes multiclientes, servicios de ferroutage (transporte de camiones en tren), etc.- que ayuden al desarrollo de Corredor Mediterráneo a largo plazo.

7. Promoción del corredor tanto en empresas públicas como privadas y entre el público en general. Se realizarán presentaciones en las principales ciudades incluidas en el proyecto y se realizará una acción de promoción en internet, prensa, congresos, etc.
8. Coordinación y seguimiento del proyecto. Se creará una dirección de proyecto y un comité técnico que velarán para que las acciones previstas se ejecuten. También se prevé la convocatoria de tres Stakeholders Forum que reunirán a los diferentes implicados (gobiernos, gestores ferroviarios, portuarios y del resto de infraestructuras, clientes y usuarios, etc.).

El proyecto supone la implicación del sector privado en el desarrollo del Corredor Mediterráneo. La presencia de las empresas transportistas y del clúster logístico de Aragón, de las terminales marítimas y zonas logísticas de Aragón y del Rosellón, o de una sociedad especializada en servicios ferroviarios multimodales garantiza que la propuesta de gestión estará en línea con las necesidades de los operadores y clientes de los servicios.

Entre otros aspectos, CLYMA ha despertado el interés de la Comisión Europea (CE) porque ayudará a definir un modelo de gobernanza sobre el conjunto de Corredor Mediterráneo y tendrá que ayudar también al futuro Corredor Manager a definir las necesidades y prioridades de inversión en el Corredor.

En materia de sostenibilidad y eficiencia energética, la CE también ha valorado especialmente el aspecto medioambiental del proyecto CLYMA, que dedica un apartado importante a medir el impacto de los diferentes modos de transporte en el tramo Lyon-Madrid. Plantea los diferentes modos de transporte –carretera, tren, short sea shipping y vías fluviales- como un sistema integrado y propondrá la combinación modal más respetuosa con el medioambiente y más eficiente energéticamente. Para hacerlo, se creará un sistema para medir las emisiones de CO₂ de cada modo de transporte, y realizará las propuestas más sostenibles para conseguir que el Corredor Mediterráneo sea percibido como un “corredor verde”.

El proyecto CLYMA ya está en marcha. El pasado 30 de octubre se celebró en Zaragoza el kick off meeting y el 24 de enero de 2014 se celebró un Stakeholders Meeting en Perpiñán.

4.1.1. Relación del PFC con el marco del proyecto CLYMA

Tal y como se indica en el prefacio, la puesta en marcha del presente documento surge como un proyecto de estudio independiente pero que guarda relación con los temas desarrollados en las actividades programadas por el proyecto CLYMA, y a grandes rasgos, comparte la temática de las subactividades 4.1.1 y 4.1.2 incluidas en la actividad 4.1 descrita a continuación.

- Actividad 4.1 (Proyecto CLYMA). Creación de un sistema estandarizado de medición de la sostenibilidad de los servicios de transporte en el corredor.

- Subactividad 4.1.1. Definir el significado de corredor verde, objetivos verdes y desarrollo de corredores verdes (Tiempo estimado: 4 meses)

- Subactividad 4.1.2. Propuesta de KPIs orientados a promover el desarrollo de la conexión Madrid-Lyon como corredor verde (Tiempo estimado: 6 meses). Esta subactividad incluye las tareas de identificar los objetivos verdes de la UE, definir una lista de al menos 5 KPIs y realizar una validación de los mismos por expertos.

- Subactividad 4.1.3. Desarrollo de herramientas para la medición estimación de KPIs en el corredor Madrid-Lyon (Tiempo estimado: 8 meses)

Los temas estudiados en este PFC están dentro de este marco. Por tanto, parte de la metodología y de los resultados presentados podrían ser de utilidad en el desarrollo de alguna de las subactividades del proyecto CLYMA, del que, hasta el momento, no se conocen avances y cuyas actividades están todavía por finalizar.

4.2. Proyecto SuperGreen

SuperGreen es un proyecto creado en el año 2010 dentro del *7th Framework Programme of Research and Technological Development*. Los objetivos de este proyecto recogen el apoyo al desarrollo de redes de transporte sostenibles cumpliendo los requisitos ambientales, técnicos, económicos, sociales y distribución de espacios [SuperGreen, 2014a].

El proyecto cuenta con la participación de 22 compañías pertenecientes a 13 países europeos y tuvo una duración de 3 años. SuperGreen ha contado con la participación de todo tipo de agentes, operados logísticos, de infraestructura, distribuidores, transitorios, organizaciones medioambientales, autoridades, consultores y multitud de instituciones.

SuperGreen estudia todos los modos de transporte en superficie: ferroviario, por carretera, SSS (transporte marítimo de corta distancia), DSS (transporte marítimo oceánico), IWS, así como transporte intermodal.

El trabajo está organizado en 7 entregas: Dirección del proyecto, Benchmarking de corredores verdes, Tecnologías verdes sostenibles e innovación, Utilización inteligente de las TIC, Recomendaciones, Implicaciones políticas y Difusión y sensibilización.

Derivado de los principios y objetivos que comparte con el presente proyecto, se ha realizado una revisión en detalle de todos los informes que se han publicado y en especial del D2.2. "Definition of Benchmark Indicators and Methodology" [Palson, 2010], contactando personalmente con el coordinador de esta actividad, el Pr. Harilaos N. Psaraftis, quien participa a la postre en el proceso de selección de KPIs del presente proyecto de fin de carrera (Apartado 6.8).

Los resultados del análisis del citado comunicado D2.2 se pueden consultar en el apartado 6.3, donde se realiza una discusión de indicadores a través de la revisión de los proyectos existentes.

La influencia principal de SuperGreen en el presente proyecto se remite al enfoque de presentar los indicadores agrupados en 5 categorías principales: eficiencia, calidad del servicio, sostenibilidad ambiental, infraestructura y aspectos sociales.

Otra cuestión de interés, es el método que se utiliza para el filtrado de KPIs, del que se han analizado los pros y las contras, para proponer después una nueva metodología de selección.

4.3. EWTC II

El East West Transport Corridor II es una continuación del proyecto EWCT, creado a través de la cooperación de asociaciones de transporte de los países Bálticos y con el apoyo del gobierno sueco y lituano. El nuevo proyecto, que se inició en Septiembre de 2009 y presentó el informe final 3 años más tarde, centra sus esfuerzos en el desarrollo del concepto de corredor verde como una buena práctica en el contexto del transporte de mercancías.

A través de la cooperación internacional, el objetivo del proyecto es lograr un desarrollo eficiente, seguro y respetuoso con el medio ambiente de la creciente cantidad de mercancías en dirección este-oeste en la región del sur del Báltico. El proyecto trata de coordinar a las partes implicadas en la región para mejorar la planificación del transporte sostenible y desarrollo de soluciones de TI inteligentes en el sector del transporte.

Se considera que esto, en combinación con el desarrollo de negocios del sector del transporte, estimulará el crecimiento económico en todo el corredor.

Las conclusiones del proyecto se recogen en el Green Corridor Manual [Fastén, 2012]. El capítulo 4 de la memoria final trata sobre “Indicadores clave de rendimiento” [Fastén, 2012, p.17-21]. Con el propósito de ampliar la información sobre el mismo, se contacta con Mathias Roos, Director del Proyecto, quien pertenece al grupo Region Blekinge, socio principal de EWTC (mathias.roos@regionblekinge.se, +46-455-30 50 53). A través del Sr. Roos se consigue el borrador del manual final, donde se explica detalladamente cuales son los KPIs utilizados en EWTC II [Bäckström, 2012b].

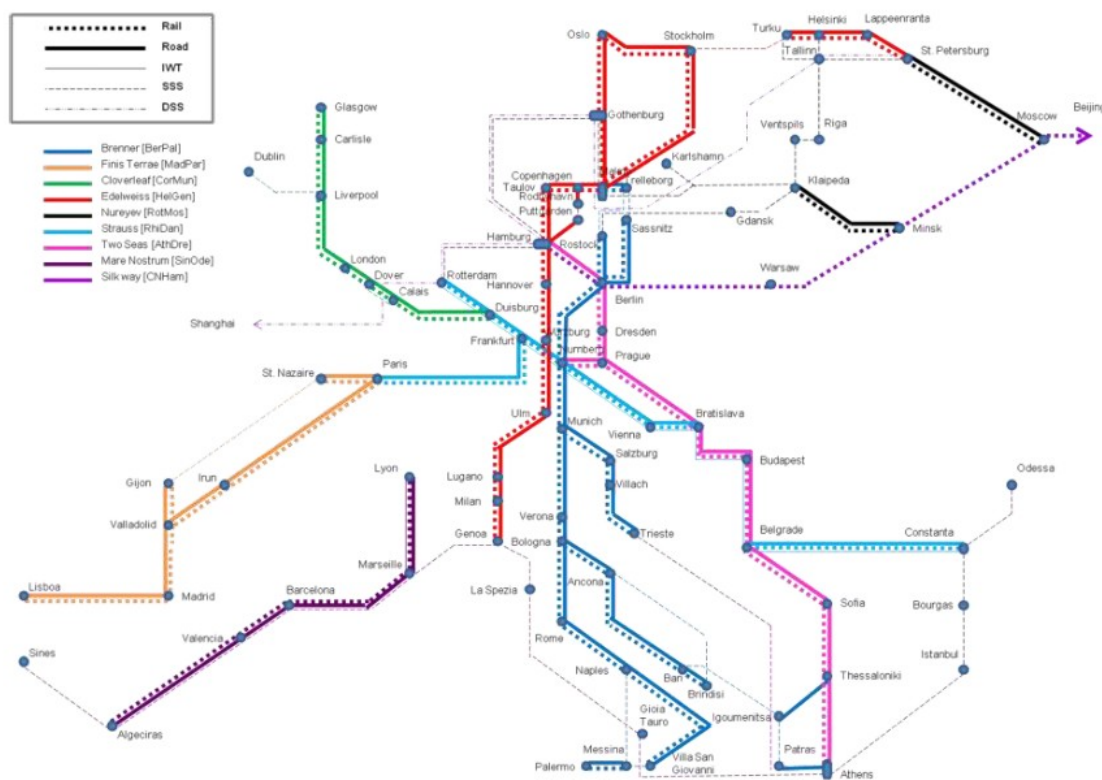


Figura 4.1. Red de corredores en formato metro

[Fuente: SuperGreen, 2014b]

Con el fin de aumentar la información acerca de los casos prácticos de evaluación de indicadores descritos en este manual, se contacta con el coordinador de la actividad de KPIs, Gunnar Fastén, Gestor de Proyecto de NetPort, quien facilita el documento de soporte requerido [Bäckström, 2012a] y la dirección de contacto su autor, el profesor Sebastian Bäckström (sebastian.backstrom@ivl.se), de quien, pese a los intentos, no se ha recibido respuesta hasta el momento.

En el Green Corridor Manual, se hace referencia al documento Green Corridor Criterias desarrollado por una de las agencias que colabora con el proyecto, Trafikverket - Agencia Sueca de Transporte-. Dicho informe recoge información de especial interés para adquirir la formación necesaria y continuar con el desarrollo óptimo del presente proyecto, por lo que, después de contactar con el autor del mismo (rikard.engstrom@trafikverket.se), se recibe el informe adjunto [Engstrom, 2012], donde se recogen los KPIs propuestos por EWTC para la evaluación de corredores y un método de aplicación de los mismos que presta especial atención a la selección del sistema a evaluar siguiendo la línea del informe del Pr. Bäckström.



Figura 4.2. Corredor East West

[Fuente: Fastén, 2012]

4.4. Proyecto BE Logic

Al igual que SuperGreen, BE Logic (Benchmark Logistics for Co-modality) está enmarcado dentro del *7th Framework Programme of Research and Technological Development*.

El proyecto se inició oficialmente el 1 de septiembre de 2008, con una duración de 30 meses. Su objetivo principal es el de mejorar la calidad y la eficiencia dentro de los distintos modos de transporte, a través de la evaluación comparativa a nivel logístico, y servir de punto de referencia para los agentes implicados en la cadena de suministro mostrando los beneficios de considerar las decisiones logísticas que proponen en términos de costos y actuaciones de impacto ambiental o calidad del servicio.

En el proyecto se explican las diferentes metodologías de evaluación comparativa y se analizan una serie de casos reales. A partir de esta base, se desarrolla una herramienta para el cálculo de indicadores que resulta de utilidad para el presente proyecto, la “e-benchmarking tool”.

Todos los informes consultados en relación con el proyecto BE Logic están disponibles su página web [BE Logic, 2014]. El “D2.1: Report on overall benchmarking framework” es el de mayor interés por ser donde se desarrollan los temas relacionados con KPIs.

5. Introducción a los Corredores Verdes

Existen varios factores convergentes que ejercen presión sobre los costes del transporte de los servicios de logística en Europa y que amenazan la sostenibilidad de las prácticas de los sectores de la logística y del transporte de mercancías.

La parte creciente que ocupa la logística en la economía mundial significa que estas tendencias pueden tener importantes repercusiones en la competitividad europea.

Un segundo aspecto que preocupa en la evolución de la logística es su impacto en el medio ambiente y, concretamente, su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero. En un momento en el que está mejorando el comportamiento medioambiental de muchas industrias, las emisiones de CO₂ procedentes del transporte, un tercio de las cuales se atribuyen al transporte de mercancías [Comisión Europea, 2007] van en aumento y podrían poner en peligro la consecución de los objetivos de la UE en materia de emisión de gases de efecto invernadero. Evidentemente, esta tendencia no es sostenible y debe controlarse.

Ambas tendencias, la ambiental y la económica, exigen la movilización de eficiencias no explotadas de la logística, con el fin de organizar de manera más eficaz las operaciones de transporte de mercancías. Esta necesidad es aún más apremiante si se tiene en cuenta el contexto del crecimiento previsto del transporte de mercancías y la evolución de los precios de los combustibles fósiles. En el Anexo D.1 se puede consultar un informe del estado actual de los precios energéticos de combustibles y carburantes.

Ante esta problemática una de las posibles medidas que debe emprender la UE para garantizar la sostenibilidad y la eficiencia continua de la logística del transporte de mercancías en Europa es el trabajar en el fomento de corredores de transporte de mercancías eficientes y verdes, que contribuyan a crear un sistema de transporte más sostenible, es decir, en el desarrollo de los “corredores verdes” de transporte de mercancía. Éstos se caracterizan por una elevada concentración del tráfico de mercancías entre ejes principales y por las distancias largas que los separan. Los corredores verdes deben de ser respetuosos con el medio ambiente, seguros y eficientes.

5.1. Revisión del Concepto de Corredor Verde

5.1.1. Antecedentes

La primera vez que se citó el concepto de “corredor verde” fue en el año 2006, en la revisión del “Libro Blanco de Transporte” de la Comisión Europea, como una herramienta a desarrollar en la búsqueda de la “comodalidad” en el transporte, lo que reflejaba que la cooperación entre los modos de transporte es el camino a seguir para mejorar la calidad e inducir un mejor desempeño ambiental del sector de transporte de mercancías.

Además de los efectos positivos para el sector del transporte, los corredores verdes mitigarían el impacto negativo para el medio ambiente, haciendo hincapié en la conservación de los recursos y la eficiencia energética.

Desde el año 2006, tanto el concepto de corredor verde, como los corredores verdes como tal, han sido parte de un proceso de desarrollo.

El plan de acción para la logística de transporte de mercancías [Comisión Europea, 2007, p.34] introduce una serie de iniciativas y un total de 30 medidas a medio plazo para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del transporte de mercancías en Europa. Una de estas acciones es la de “Definir el concepto de Corredores Verdes de transporte de mercancías”. En el comunicado se indica que:

- Se animará a la industria a recurrir a la comodalidad y a la tecnología avanzada para adaptar volúmenes de tráfico cada vez mayores, fomentando la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética.
- Reflejarán un concepto de transporte integrado en el que el transporte marítimo de corta distancia, el ferrocarril, las vías navegables interiores y la carretera se complementarán mutuamente para poder elegir un transporte respetuoso con el medio ambiente.
- Se equiparán con instalaciones de transbordo adecuadas, puntos de suministro de combustibles ecológicos y podrían utilizarse para experimentar soluciones innovadoras y respetuosas con el medio ambiente.

Hoy en día, la definición del concepto de corredor verde sigue generando controversia a pesar de haber sido aceptada por numerosos foros de expertos, como el Foro Sueco de Logística. De hecho, en una revisión posterior, la Comisión Europea lanzó un comunicado web posterior al Plan de Acción de 2007, con acciones a seguir y donde se instaba a los proyectos venideros a crear una definición más exacta con un horizonte marcado en el año 2008, que incluía la optimización de energía y emisiones, minimización de impactos ambientales, fiabilidad, congestión limitada y bajos costes operativos y administrativos.

Por su parte, en el *Green Corridor Manual* creado por el proyecto EWTC y cofinanciado por la UE, se definen los corredores verdes como el desarrollo de soluciones de transporte integradas, sostenibles, eficientes y verdes (pág.9).

5.1.2. Trasfondo

Con el fin de discutir los criterios de medición de una solución logística es necesario tener una idea clara del contenido de las soluciones, es decir, saber cuáles son los pilares de referencia de un corredor verde. El inconveniente es que ni el término "verde" ni el término "corredor" están definidos de una manera común en Europa. La consecuencia es que hay una gran difusión a nivel europeo de diferentes proyectos que se caracterizan a sí mismos o pueden ser caracterizados por otros como proyectos de corredores verdes. En este contexto y por tanto, el proyecto trata de cumplir cuatro pilares en el análisis y exposición de resultados: simplicidad y claridad, medibilidad, verificación y credibilidad.

5.1.3. Concepto de Corredor

Teniendo en cuenta los aspectos funcionales, el concepto de corredor, o corredor de transporte, se define como una combinación de redes de transporte que conectan los principales nodos de origen y destino [Reiss, 2006].

Desde el punto de vista físico, se consideran los siguientes aspectos [Arnold, 2005]:

- *Rutas*, que conectan los centros de actividad económica, con puntos de transferencia comunes y conectados a los mismos puntos finales.
- *Enlaces*, sobre los que viajan los servicios de transporte.
- *Nodos*, que interconectan los citados servicios de transporte.
- *Entradas*, que son puntos de origen y final que permiten al tráfico con origen o destino fuera del corredor y a su zona de influencia inmediata entrar o salir del pasillo.

Antes de definir qué es un corredor verde, se han recogido las características que debe de reunir cualquier corredor de transporte. Un corredor de transporte (sin incluir el término "verde") se caracteriza por:

- Concentración de tráfico de mercancías nacionales y / o internacionales en tramos de transporte relativamente largos.
- El corredor se utiliza para mover cantidades significativas de carga.
- Un corredor puede consistir en un conjunto de soluciones alternativas para lograr alguna demanda de transporte.

- La existencia de una normativa reguladora.

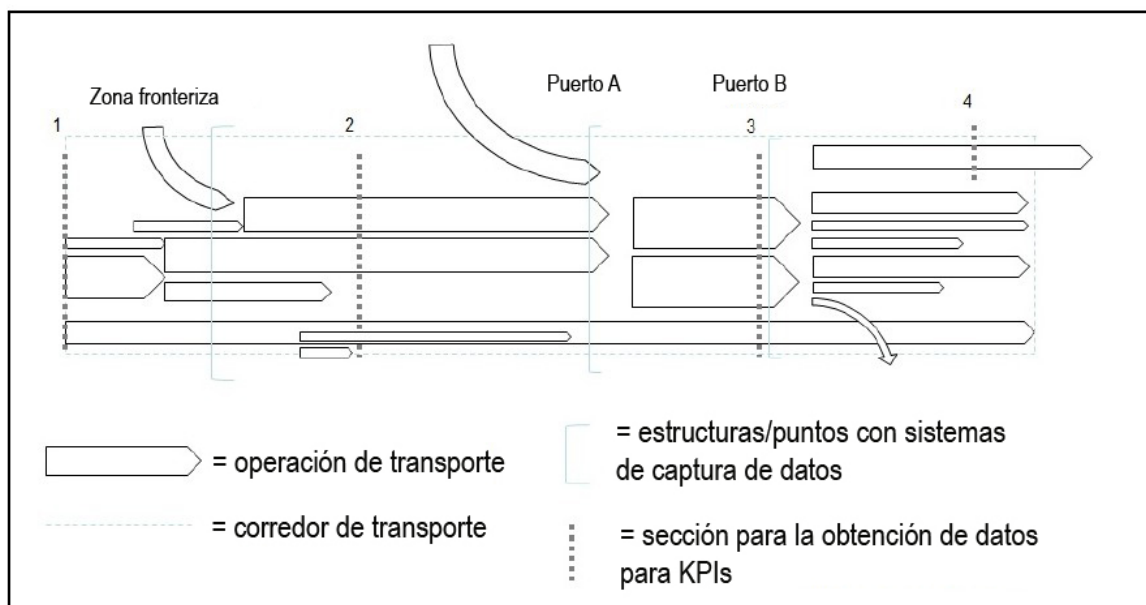


Figura 5.1. Esquema de un corredor de transporte.
(Traducción, elaboración propia)

[Fuente: Bäckström, 2012b, p.21]

5.1.4. Concepto de 'Verditud'

En logística, cuando se habla de "verde" se trata de buscar una reducción continua de los efectos externos derivados de las actividades logísticas. Se presta especial atención a los gases de efecto invernadero. Verde como se entiende aquí, se ocupa de los efectos en la salud de los seres vivos.

5.2. Definición de Corredor Verde

Ante la falta de consenso, uno de los objetivos fundamentales de este proyecto es proponer una definición óptima del concepto de corredor verde que recoja las premisas y recomendaciones de la Comisión Europea, de los proyectos actuales y los conceptos desarrollados en los apartados anteriores de corredor y ‘verditud’.

Por tanto, el presente proyecto propone la siguiente de definición:

Un **Corredor Verde** es “una vía que contiene líneas de transporte intermodales y sostenibles, diseñadas mediante soluciones que tienen el objetivo de optimizar de forma continua el impacto ambiental, aumentar la seguridad y la eficiencia y minimizar los costes operativos y administrativos”

Dicha definición se tomará como referencia de aquí en adelante.

Después de todo, un corredor se puede considerar como un corredor verde si éste es mejor que la media europea y muestra mejoras continuas en el tiempo en los KPIs estimados.

Por tanto, cada corredor verde está definido por una base de indicadores de rendimiento medibles, con lo que el corredor puede ser comparado con otros corredores en Europa, y con el tiempo, consigo mismo. Los indicadores deben estar vinculados a los volúmenes de carga, a la economía, a la eficiencia y al impacto ambiental y social.

La idea del concepto de corredor verde es crear corredores de mercancías de excelencia, con una concentración grande y fluida de flujos de carga. Esto implica la posibilidad de utilizar los medios de transporte a gran escala, mejorar los niveles de servicio por el aumento de la frecuencia del transporte y la disminución del impacto ambiental. El concepto se basa en soluciones empresariales de cooperación donde los diferentes modos de transporte sean complementarios. Los nodos multimodales en el corredor juegan un papel vital como puntos de entrada y salida. Un corredor verde debe ser una plataforma donde se innove y se mejore en términos logísticos.

5.3. Definición de Transporte Verde

Transporte verde en este contexto se utiliza como sinónimo de transporte sostenible.

Para hacer el transporte de mercancías más sostenible, el Plan de Acción Logística de la UE lanzó una serie de iniciativas para favorecer la consecución de los objetivos marcados para este transporte entre los que se incluyen:

- Eficiencia y calidad sostenibles
- Simplificación de las cadenas de suministro
- Corredores verdes de mercancías
- Logística de transporte urbano
- Estandarización de las cargas y las dimensiones de los vehículos

A los objetivos citados arriba, se pueden añadir el desarrollo de combustibles más limpios, estandarización de los precios del petróleo, incentivos de inversión en infraestructuras o la mejora del transporte integrado.

5.4. Características de un Corredor Verde

El objetivo general del Plan de Acción para la logística del transporte de mercancías es movilizar eficiencias no explotadas en la misma, con el fin de organizar de manera más eficaz las operaciones del citado transporte.

En este sentido, una de las medidas primordiales y cuyo desarrollo conllevará un impacto positivo mayor, tal y como se menciona en el subapartado 5.1.1, es el desarrollo de corredores verdes. Después de revisar los objetivos del ya citado Plan de Acción, el Foro Sueco de Logística, en el que participaron más de 90 expertos, llegó a un consenso en el que se establece que todo corredor verde estará caracterizado por o contribuirá a:

- Reducir el impacto medioambiental climático, al tiempo que se aumenta la seguridad y la eficiencia.
- Suponen una concentración de tráfico de mercancías.
- Incluyen soluciones logísticas sostenibles con reducciones documentadas de impacto ambiental y climático, alta seguridad, alta calidad y alta eficiencia.
- Adoptan conceptos logísticos integrados con la utilización óptima de todos los modos de transporte.
- Dispone de reglamentos armonizados con apertura a todos los actores.
- Dispone de puntos de transbordo eficientes y estratégicamente situados.
- Es una plataforma de desarrollo y demostración de soluciones innovadoras.

En base a estos puntos se establecen las cinco características principales que describen a todo corredor verde:

1. Uso de soluciones logísticas sostenibles que permitan reducciones de impacto ambiental y climático, alta seguridad, alta calidad y eficiencia fuerte, todo ello documentado debidamente.
2. Utilización óptima de todos los modos de transporte, comodidad.
3. Reglamentos armonizados con apertura y en beneficio de todos los actores.
4. Supone una concentración de tráfico de mercancías nacional e internacional en las rutas de transporte relativamente largas y con puntos de transbordo eficientes y estratégicamente situados, así como una adaptación en la infraestructura de apoyo.
5. Es una plataforma para el desarrollo de soluciones logísticas innovadoras, incluyendo sistemas de información, modelos de colaboración y tecnología.

En los siguientes subapartados, tomando como referencia el *Green Corridor Manual* en el que se recoge el consenso adoptado por el Foro de Logística Sueca, se desarrollan brevemente estas características, ya que a posteriori, serán la base de los criterios utilizados en el método de filtrado para la selección de los indicadores clave de rendimiento.

5.4.1. Soluciones logísticas sostenibles

Toda solución logística sostenible debe ser viable económica, ecológica y socialmente viable.

Para ello, se deben aplicar siempre los medios de transporte y los sistemas logísticos más económicos y respetuosos con el medio ambiente de los que se dispongan en el momento, además de perseguir el concepto de mejora continua de los servicios y procurando la eficiencia de todos los elementos de la cadena de transporte.

En base a la mejora continua y alguno de los principios populares derivados de esta teoría como el “Confiemos en ello, pero vamos a verificarlo” o “Si no lo puedes medir, no lo podrás gestionar”, se recomienda que las reducciones de impacto ambiental estén siempre documentadas. Las emisiones en cuestión son los gases de efecto invernadero (GEI), los contaminantes y el ruido.

Para probar que se trata de un concepto verde, se realiza la evaluación a través de los indicadores clave de rendimiento. Debido a que no todos los servicios se inician en el mismo nivel de emisiones, es necesario establecer objetivos de rendimiento que se ajusten al nivel de emisiones establecido por la normativa vigente.

La “alta seguridad” refleja la importancia de trabajar de forma continua en la búsqueda de la seguridad del tráfico en el corredor, lo que incluye la protección de la carga, los vehículos y el personal involucrado. El tema de la calidad tiene que ser visto desde la perspectiva de los clientes del sistema logístico. Los clientes exigen un conjunto de condiciones que deben cumplirse en la cadena logística y estos se describen en detalle en los contratos con los proveedores de servicios. Una cadena de transporte de alta calidad reúne eficiencia, puntualidad y seguridad.

5.4.2. Conceptos logísticos integrados: comodalidad

Las cadenas de transporte son normalmente multimodales, por tanto el concepto de corredor verde debe incluir todos los modos de transporte, utilizados en función del que tenga mejor rendimiento en la cadena logística.

El transporte por carretera no se considera por lo general un modo respetuoso con el medio ambiente, pero lo cierto es que no hay casi ninguna cadena de transporte que no implique el uso de un camión. La mayoría de las cadenas logísticas son de puerta a puerta, y la entrega final es una parte importante del proceso.

Se entiende comodalidad como: "El uso eficiente de los diferentes modos de transporte por separado y en combinación, lo que dará lugar a un uso óptimo y sostenible de los recursos" [Comisión Europea, 2006, p.36]

5.4.3. Regulaciones armonizadas

La responsabilidad del transporte internacional está regulada por convenios internacionales. Sin embargo, éstos prevén normas diferentes para los distintos modos de transporte, lo que dificulta la utilización combinada. Por tanto, a través la creación de una estructura normativa a escala europea o mundial se alcanzaría una mejoría sustancial.

Por otro lado, las normas que regulan la dimensión de los vehículos y las unidades de carga deben estar a la altura de las necesidades de la logística avanzada y la movilidad sostenible. La Comisión Europea propone normas europeas comunes para las unidades de carga intermodales, ya que las configuraciones son diversas y esto aumenta los costes del transporte intracomunitario.

En este sentido, el uso de KPIs puede indicar el cumplimiento o no cumplimiento de la regulación.

5.4.4. Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte y con puntos de transbordo estratégicos

Si bien los corredores verdes concentran grandes flujos de carga en rutas de larga distancia e internacionales, las mercancías distribuidas en rutas de corta-media distancia también hacen uso de los servicios del corredor, siendo éste un punto de entrada y salida en sus rutas.

Los nodos son puntos vitales para un intercambio fluido de mercancía entre los diferentes modos de transporte. Estos nodos o puntos de transbordo deben de ser eficientes en términos de tiempo de tránsito, coste y calidad.

Los puntos de transbordo deben de contar con infraestructura de apoyo basada en el uso de soluciones TIC, con el fin de mejorar la eficiencia y el flujo de información en la cadena logística. Uno de los primeros pasos será la eliminación de los cuellos de botella existentes, es decir, de los puntos de estrangulamiento, que representan un obstáculo para la logística y la fluidez de los transportes.

5.4.5. Plataforma para la innovación

Los corredores verdes deben de servir como plataforma para potenciar el desarrollo de nuevas ideas en todas las partes de la cadena, promoviendo el desarrollo de proyectos que recojan la implementación de soluciones logísticas innovadoras, el uso de motores más eficientes, combustibles más verdes o el intercambio de información de trazabilidad, es decir, del seguimiento y rastreo de las mercancías.

5.5. Principales efectos positivos de los CV

Para desarrollar soluciones de transporte sostenibles, eficientes y verdes se recurre al uso de nuevas técnicas, a la integración de los diferentes modos de transporte y a la mejora de la cooperación entre los numerosos actores que constituyen las cadenas de transporte.

Entre los efectos ocasionados cabe destacar los siguientes:

- Reducción del impacto negativo ambiental y climático, preservando los recursos y hábitats naturales.
- Desarrollo de nuevas tecnologías verdes a través de equipos de transporte y de soluciones logísticas inteligentes.
- Creación de nuevos programas de formación para cubrir las necesidades y puestos de trabajo que se derivan del desarrollo de un corredor verde.

- Conciencia medioambiental, en el sentido de que cuanto más eficientes energéticamente sean los corredores verdes más beneficioso será tanto para el medio ambiente, como para la competitividad europea.

5.6. Agentes objetivo

Los principales grupos objetivo son las autoridades competentes, los operadores de infraestructuras, proveedores de servicios de diferentes tipos y las organizaciones responsables de la gestión de los corredores verdes. Al mismo tiempo el proyecto sirve como una fuente de información para los clientes interesados en utilizar el corredor.

5.7. Corredores de transporte en Europa

La Red Transeuropea de transporte, a través del programa TEN-T, tiene el objetivo de garantizar la cohesión, interconexión e interoperabilidad de la red transeuropea de transportes, así como su accesibilidad, para mantener la competitividad y la riqueza de la Unión Europea. Actualmente, los 27 Estados miembros tienen cinco millones de kilómetros de carreteras pavimentadas, más de 215.000 km de líneas ferroviarias y 41.000 km de vías navegables interiores [TENtec, 2014], repartidos en 9 corredores que forman parte de 30 proyectos prioritarios. En la figura de abajo, se puede observar en color verde el eje Madrid-Lyon.



Figura 5.2. Mapa de la red de corredores TEN-T [Fuente: EC Mobility & Transport: Maps]

6. Selección de los indicadores clave de rendimiento para un Corredor Verde

Con el tiempo, el interés medioambiental de la sociedad ha evolucionado a partir del conocimiento de que el impacto sobre la naturaleza afecta directamente en la salud de los seres vivos. Hoy en día hay una gran conciencia con en el cambio climático global y el uso de recursos no renovables y los combustibles fósiles. Por tanto, el modelo de evaluación de impacto ambiental de la logística del transporte sigue el mismo enfoque.

Actualmente, la mayoría de los cálculos están orientados a la medición de emisiones, las cuales, se han ido regulando mediante legislaciones cada vez más estrictas para su reducción gradual, promoviendo el uso de combustibles y motores más limpios.

Más allá del impacto ambiental y el cambio climático, existe una gran preocupación por la dependencia actual del 97% que tiene la logística del transporte de los combustibles fósiles, recurso limitado y del que se prevé una disminución exponencial de la capacidad de producir petróleo [Energy Insights, 2014].

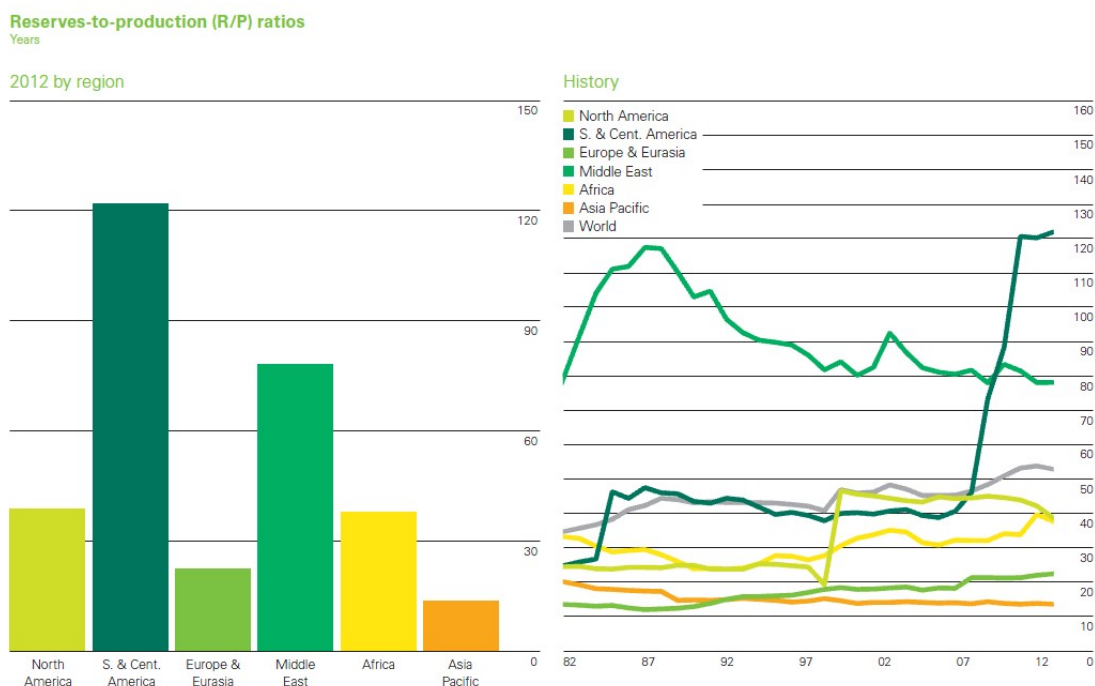


Figura 6.1. Ratios históricos y del año 2012 de Reservas / Producción de petróleo

[Fuente: BP, 2013, p.9]

Según la compañía de energía BP (British Petroleum), en el mundo hay unas reservas de petróleo estimadas de 1668,9 billones de barriles, con las cuales se podrían cubrir aproximadamente 53 años más de producción mundial.

El sector del transporte en España es el principal consumidor de energía (37,4%), así como el principal emisor de gases de efecto invernadero (cerca del 30%). El transporte, además, es un sector caracterizado por su dependencia casi exclusiva de productos petrolíferos importados, lo que contribuye a la elevada dependencia de nuestro país de suministros externos (próxima al 80%) [IDAE, 2014].

En la medida que escasee el petróleo, el precio de los combustibles tradicionales derivados de este aumentará exponencialmente y se disparará la demanda de combustibles alternativos. Por tanto, teniendo en cuenta este alto grado de dependencia y las correspondientes emisiones de gases de efecto invernadero, existe la necesidad de medir y controlar el uso de los combustibles fósiles del sector del transporte.

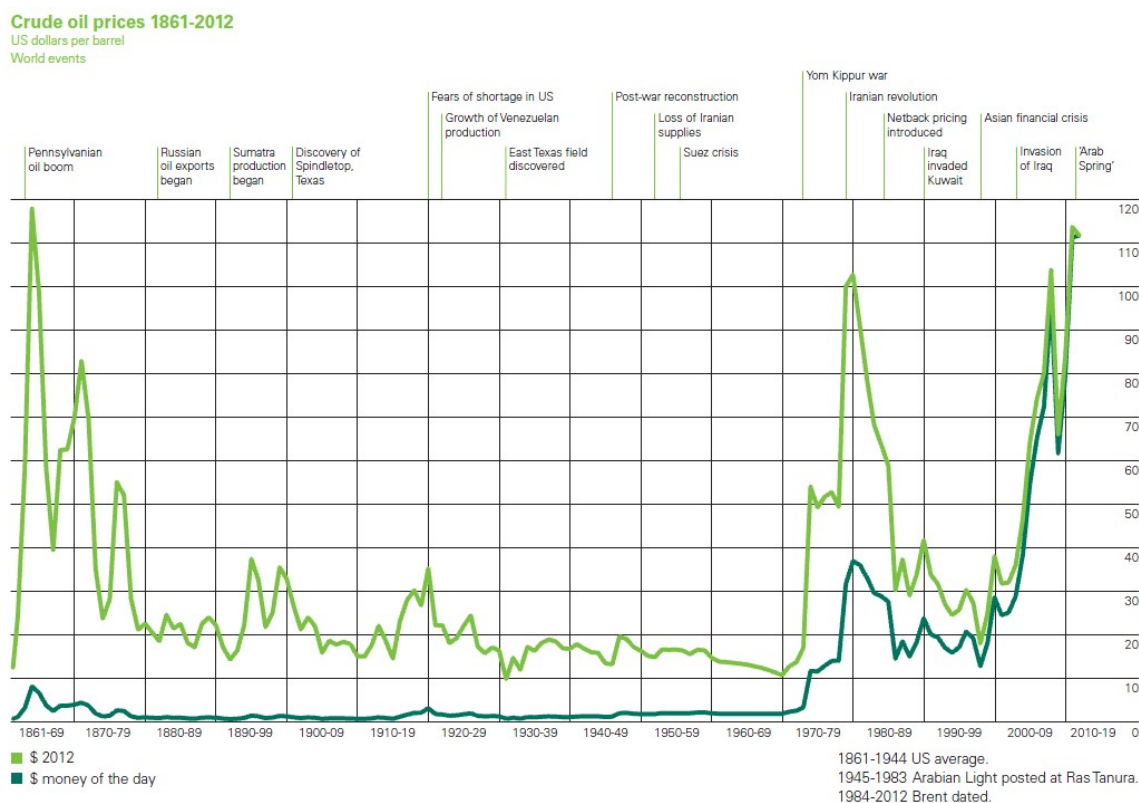


Figura 6.2. Evolución de los precios del petróleo: 1861-2012

[Fuente: BP, 2013, p.15]

Cuando se realiza una evaluación ambiental de un servicio de transporte se estima el rendimiento en base a una serie de supuestos, modelos y datos de la actividad. El resultado puede ser descrito en términos absolutos o relativos.

Los resultados absolutos indican el impacto real de una actividad de transporte en el medio, expresando por ejemplo la cantidad de recursos utilizados tales como [MJ, kWh, litro y kg], mientras que los relativos describen la eficiencia ambiental de la actividad de transporte, basándose en el indicador absoluto en materia consumo, expresados en [g/tn·km], unidad de tiempo [litros/h] o el volumen económico o resultado [kg/€].

En base a esto, el objetivo en este apartado es el de seleccionar los KPI más adecuados para la evaluación comparativa de los corredores de transporte de mercancías, cubriendo los aspectos ambientales, técnicos, económicos, sociales y de planificación infraestructural del transporte intermodal.

De esta manera, los KPI ayudan a obtener una imagen clara y analítica de la situación actual y abren una puerta hacia la detección de las necesidades requeridas para un desarrollo verde de las cadenas de transporte a lo largo de los corredores seleccionados, y en el caso que atañe a este proyecto, a lo largo del eje Madrid-Lyon.

A lo largo de este apartado, se presentan primero los objetivos principales de los indicadores utilizados en la evaluación de un corredor verde. En el subapartado 6.2. se propone una metodología de selección de KPIs en 6 pasos entre los que se incluye una discusión de indicadores de los proyectos más influyentes en esta materia, una recopilación inicial de KPIs, la clasificación de los mismos en grupos principales y un método de filtrado de indicadores en el que participan dos expertos de renombre. Al final, en el apartado 6.10. se presenta la lista definitiva de KPIs para evaluación de un corredor verde.

6.1. Objetivo principal de los KPIs

El objetivo de los indicadores clave de rendimiento es evaluar de manera eficiente el comportamiento medioambiental del transporte de mercancías en un corredor desde el origen hasta el destino final en términos de sostenibilidad.

El sistema de transporte evaluado incluirá todos los modos de la cadena de transporte en superficie -no se tiene en cuenta el transporte aéreo por su elevado coste y características de la ruta-. Los indicadores se proponen también como una herramienta útil para revelar el nivel de cumplimiento con objetivos marcados por la Unión Europea y con las características que definen a un corredor verde.

Los indicadores se utilizarán para:

- Identificar y evaluar el impacto de las medidas para el desarrollo 'verde' del corredor
- Caracterizar la sostenibilidad del plan de desarrollo del corredor

6.2. Metodología de selección de KPIs

El profesor Christopher Palsson (2010b, p. 16), propone para la selección de indicadores de rendimiento una metodología basada en el benchmarking descrita en 20 pasos, la cual se ha tomado como referencia para implementar una metodología de selección acorde a los objetivos y alcance del proyecto, en la cual se incluye un método diferente en el proceso de filtrado de KPIs. La metodología empleada se desarrolla en los sucesivos subapartados y se resume en los 6 siguientes pasos:

1. Revisión de las últimas publicaciones y proyectos de investigación que evalúan los corredores de transporte de mercancías haciendo hincapié en las cuestiones metodológicas y los indicadores utilizados e indicando los factores críticos que afectan al resultado.
2. Recoger en una lista todos los indicadores de interés y proponer nuevos si procede.
3. Agrupar los indicadores en grupos principales según su naturaleza.
4. Seleccionar un número reducido de indicadores representativos de cada grupo que compondrán la lista inicial de KPIs, buscando una relación directa con las características de un corredor verde y los objetivos del Plan de Acción de la UE.
5. Realizar un segundo filtrado de la lista inicial de KPIs solicitando la participación de expertos.
6. Incorporar las valoraciones recibidas para realizar la lista definitiva de KPIs.

6.3. Discusión de indicadores: revisión de proyectos existentes

Siguiendo la metodología planteada, se presentan en los siguientes puntos los artículos y proyectos más relevantes consultados sobre evaluación de corredores verdes mediante KPIs.

Tal y como se detalla en el capítulo 4, se establece un contacto personal con los coordinadores de los respectivos proyectos, con el fin de conocer en detalle los aspectos de interés en relación con la metodología de selección de KPIs, extrayendo los puntos fuertes e identificando sus posibles carencias.

6.3.1. KPIs en SuperGreen

El proyecto SuperGreen, en el desarrollo de la actividad D2.2 de definición de indicadores y metodología, organizó durante el año 2010 la celebración de congresos, celebrados en las principales ciudades de Suecia y que contaron con la participación de numerosos expertos en la materia. Por tanto, las conclusiones posteriores a estas reuniones, se deben de tener en cuenta y son de utilidad incuestionable a la hora de realizar una correcta selección de KPIs.

6.3.1.1. Grupos principales de indicadores propuestos por SuperGreen

El grupo de expertos reunido en el congreso celebrado en Gotemburgo, en mayo de 2010, acordó agrupar los KPIs en 5 grupos principales:

- Eficiencia
- Calidad del servicio
- Sostenibilidad ambiental
- Suficiencia infraestructural
- Aspectos sociales

6.3.1.2. Método de filtrado de KPIs en SuperGreen

La lista inicial de SuperGreen, compuesta por 17 KPIs, se sometió a dos etapas de filtrado.

En la primera se evalúa la disponibilidad de datos y la medibilidad de los KPIs para analizar la utilidad de cada indicador, como resultado, se valora cada KPI con un “SI” o un “NO” en función de si se selecciona o se desprecia en la posterior evaluación.

En la segunda etapa, se realiza un filtrado interno de KPIs en el que vuelven a constar los 17 indicadores iniciales, por lo que los objetivos funcionales de la primera etapa quedan en entredicho. En el filtrado interno, participan un total de 11 socios más el director y coordinador del proyecto, el Pr. Harilaos Psarftis, A través de este filtrado se dictaminan, en una escala de valoración del 1 al 3, los indicadores imprescindibles según SuperGreen para la evaluación óptima de un corredor.

KPI	Input unit	Output unit	Assessment
Efficiency			
Absolute costs	ton, €	€/ton	3 Can manage without
Relative costs	ton, €, km	€/ton-km	1 Must have
Service quality			
Transport time	hours	hours	1 Must have
Reliability	Total number of shipments, On-time deliveries	%	1 Must have
ICT appl.	Availability, integration & functionality of cargo tracking & other services	graded scale	2 Prefer to have
Frequency	Services per week	number	1 Must have
Cargo security	Total number of shipments, Security incidents	%	2 Prefer to have
Cargo safety	Total number of shipments, Cargo safety incidents	%	2 Prefer to have
Environmental sustainability			
CO ₂ emissions	ton, km	g/ton-km	1 Must have
NO _x emissions	kg, km	g/1,000 ton-km	1 Must have
SO _x emissions	kg, km	g/1,000 ton-km	2 Prefer to have
PM emissions	kg, km	g/1,000 ton-km	2 Prefer to have
Infrastructural sufficiency			
Congestion	ton, km, Average delay	hours/ton-km	2 Prefer to have
Bottlenecks	number & category	graded scale	2 Prefer to have
Social			
Corridor land use	Share of distance per area type	percent	2 Prefer to have
Traffic safety	Traffic safety incidents	percent	2 Prefer to have
Noise	Share of distance above level	percent	2 Prefer to have

Tabla 6.1. Método de filtrado interno de SuperGreen [Fuente: Ilves, 2010, p.21]

6.3.1.3. Lista definitiva de SuperGreen

Indicador	Unidad
Coste relativo	€/tn·km
CO ₂ e	g/tn·km
SO _x	g/1000·tn·km
Duración del transporte	horas
Confianza	%
Frecuencia de servicio	nº por año

Tabla 6.2. Lista definitiva de SuperGreen

6.3.2. KPIs en EWTC

EWTC presentó dos años más tarde, una lista compuesta por 13 indicadores, clasificados en función de tres grupos principales de Eficiencia: Social, Económica y Ambiental.

Por otro lado, con el fin de reflejar y abarcar todos los aspectos que influyen de forma determinante en el rendimiento de un corredor, se realiza una segunda clasificación de los KPIs en función de los aspectos *operacionales* (operational indicators), es decir, nodos, técnicas de transporte y soluciones logísticas, y para los aspectos de apoyo: infraestructuras, políticas y normativa, para los que se utilizan los *indicadores facilitadores* (enabling indicators).

Performance areas	Operational indicators	Enabling indicators
<i>Economic efficiency</i>	Total cargo volumes On time delivery	Corridor capacity
<i>Environmental efficiency</i>	Total energy use Greenhouse gases, CO ₂ e Engine standards ISO 9001 dangerous goods	Alternative fuels filling stations
<i>Social efficiency</i>	ISO 31 000 ISO 39 000	Safe truck parking Common safety rating Fenced terminals

Tabla 6.3. Lista de indicadores propuesta por EWTC. [Fuente: Fastén, 2012, p.18]

6.3.3. KPIs en BE Logic

El marco de trabajo del proyecto BE Logic está fundamentado en la metodología benchmarking, empleada para definir un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios a partir de los cuales se desarrolla una herramienta para la evaluación comparativa de indicadores, la e-Benchmarking Tool.

Be Logic sugiere que los KPIs, en su fase identificación, deben ser o cumplir las siguientes características [Kramer, 2009, p. 40]:

- Fáciles de usar
- Medibles o disponer de un significado final claro para los usuarios.
- Ponderables (importancia relativa con otros indicadores)
- Agrupables (ajuste dentro de los grupos preconcebidos)
- Que guarden relación con el negocio u objetivos sociales de una empresa de transporte
- Capaces de ser utilizados directa o indirectamente para lograr una ventaja competitiva para la empresa involucrada
- Estar actualizados y con información de calidad
- Relevancia (debe de haber una relación clara entre los indicadores y los objetivos)
- Comparables (cuantificados en todas las organizaciones de la misma manera)
- Duraderos (ser capaces de evaluar el rendimiento de al menos 10 años)
- Robustez (resistentes a la manipulación por parte de los responsables)
- Fáciles de calcular (en relación a la adquisición de datos requeridos)
- Sensibles a la información
- Mutuamente excluyentes

Los indicadores propuestos por BE Logic son: coste, tiempo, flexibilidad, confianza, calidad de la gestión y sostenibilidad.

6.4. Conclusiones de la revisión y consideraciones generales

En la bibliografía consultada se detectan una serie de puntos débiles o aspectos susceptibles de mejora:

- Hay demasiados indicadores diferentes
- Existe dificultad para capturar los datos relevantes con suficiente precisión, a fin de no poner todos los recursos en la captura de datos, debido a la baja disponibilidad de los mismos.
- Las empresas no están dispuestas a compartir información con terceras partes, especialmente en temas relativos a costes.
- Las listas definitivas de KPIs no concuerdan en muchos casos entre los resultados obtenidos y los mostrados en los anexos tras el método de valoración o filtrado empleados.
- Las unidades de algunos indicadores son cuestionables.
- En algunos casos se presentan indicadores que se pueden reemplazar por un único KPI.

Por otro lado, se valora positivamente los principios del proceso filtrado de SuperGreen, que incluye la participación de expertos en el mismo, así como la agrupación de indicadores en 5 grupos principales.

Además, se han interiorizado los fundamentos del proceso de evaluación comparativa (benchmarking) de BE Logic, concluyendo que los KPIs deberán de cumplir una serie de características:

- Preferiblemente deben de ser cuantitativos.
- Deben ser comparables, lo que permite resultados significativos.
- Deben de ser útiles, en el sentido de que los resultados obtenidos pueden conducir a un mejor rendimiento.

6.5. Recopilación de indicadores

Tras realizar la revisión de los indicadores propuestos por los principales proyectos de desarrollo de corredores verdes, se sintetizan en una lista compuesta por los 17 indicadores más representativos.

	KPI	ud.
LISTA INICIAL DE KPIS	Coste absoluto	€/tn
	Coste relativo	€/tn·km
	Emisiones CO ₂ e	g/tn·km
	Emisiones NO _x	g/1000·tn·km
	Emisiones SO _x	g/1000·tn·km
	Estaciones de suministro de combustible alternativos	nº/km
	Seguridad del tráfico	%
	Ruido	% > 50-55 dB
	Áreas urbanas afectadas	%
	Zonas sensibles afectadas	%
	Velocidad de transporte	km/hora
	Confianza	%
	Frecuencias de servicio	nº/año
	Servicios TIC	escala 1-5
	ISO 31000 (riesgos seguridad carga)	(SI/NO)
	Cuellos de botella	escala 1-5
	Congestión	h/tn·km

Tabla 6.4. Lista inicial de KPIS

6.6. Principales grupos de indicadores

Después de definir la lista inicial de KPIs, el siguiente paso según la metodología presentada en el apartado 5.2 es el de agrupar los indicadores en categorías principales según su naturaleza.

Después de comparar las clasificaciones por grupos que proponen los principales proyectos de selección de KPIs, se acepta y da por válida la elaborada por el proyecto SuperGreen durante la celebración del seminario en Gotemburgo con la participación de más de 90 expertos. El único matiz propuesto, reside en la denominación del grupo “Eficiencia económica” en lugar de “Eficiencia”, ya que, en este grupo, las unidades de los indicadores se expresan en términos monetarios y de esta forma se elimina el carácter genérico de la denominación inicial, en la cual se podrían incluir por confusión otros KPIs, como los referentes a la calidad del servicio.

Los grupos son los siguientes:

- **Eficiencia económica:**

Se emplean KPIs en términos relativos expresados en €/tn-km en relación al volumen total de bienes transportados desde el origen hasta el destino. Un incremento de este volumen debería aumentar el atractivo del corredor y por tanto su mercado.

- **Sostenibilidad ambiental:**

Este grupo de indicadores refleja las emisiones en g/tn-km de los principales contaminantes y los gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) que describen el impacto sobre el clima, así como la relación indirecta de combustibles renovables que se utilizan.

- **Aspectos sociales:**

En este grupo se compilan los indicadores relacionados con la seguridad. Se tiene en cuenta por ejemplo la probabilidad de que una persona o de que los bienes estén involucrados en incidentes que puedan suponer la muerte, lesiones graves o daños durante el transporte. También tiene en cuenta la perspectiva de la sociedad en su conjunto, es decir, el número total de muertes relacionadas con el tráfico y las lesiones graves y el impacto de la pérdida y los daños derivados de los accidentes de tránsito. Por otro lado, la contaminación acústica se define comúnmente como el grado excesivo o molesto de sonido no deseado en un área en particular. El nivel de ruido aceptable y recomendado por la OCDE se establece en 55 dB.

- **Calidad del servicio:**

La Comisión Europea considera que las instalaciones de transbordo, como los puertos marítimos y los aeropuertos, deben aplicar soluciones tecnológicas modernas como la informática más avanzada. La normativa debería proporcionar el marco conveniente para avanzar en este sentido. Dentro de esta categoría se agrupan indicadores como la velocidad de transporte, la fiabilidad o confianza, que expresa el porcentaje de las entregas a tiempo, o la frecuencia del servicio.

- **Infraestructura adecuada:**

En este grupo se recogen los indicadores que evalúan las situaciones que generan estrangulamientos y perjudican por tanto la fluidez del tráfico.

	Grupo principal	KPI	ud.
LISTA INICIAL DE KPIS	Eficiencia Económica	Coste absoluto	€/tn
		Coste relativo	€/tn·km
	Sostenibilidad ambiental	Emisiones CO ₂ e	g/tn·km
		Emisiones NO _x	g/1000·tn·km
		Emisiones SO _x	g/1000·tn·km
		Estaciones de suministro de combustible alternativos	nº/km
	Aspectos sociales	Seguridad del tráfico	%
		Ruido	% > 50-55 dB
		Áreas urbanas afectadas	%
		Zonas sensibles afectadas	%
	Calidad del servicio	Velocidad de transporte	km/hora
		Confianza	%
		Frecuencias de servicio	nº/año
		Servicios TIC	escala 1-5
		ISO 31000 (riesgos seguridad carga)	(SI/NO)
	Infraestructura adecuada	Cuellos de botella	escala 1-5
Congestión		h/tn·km	

Tabla 6.5. Lista inicial de KPIS agrupados en categorías principales

6.7. Selección de KPIs

Cuando se realiza una selección de indicadores, se establecen una serie de criterios que ayudan a elegir los KPIs más indicados. Estos criterios, dependen de los objetivos para los cuales se vayan a utilizar.

Los KPIs seleccionados en este proyecto buscan ser potencialmente útiles en la búsqueda y diseño de medidas que cumplan con el desarrollo sostenible marcado por la UE, con el programa de TEN-T [Comisión Europea, 2014] y en particular, con el desarrollo del eje Madrid-Lyon del Corredor Mediterráneo.

Por tanto, se selecciona un número reducido de indicadores representativos de cada uno de los grupos principales definidos en el apartado anterior, indicadores que compondrán la lista final de KPIs, relacionados con las características de un corredor verde y los objetivos del Plan de Acción de la UE.

6.7.1. Método de filtrado

Relación con las características de un corredor verde

Se realiza un proceso selectivo de tabla multicriterio que dará como resultado una lista de indicadores comparativamente mejores que el resto. El primer paso es seleccionar los criterios de evaluación y elaborar así la matriz de selección. A diferencia de los principales proyectos relacionados con la selección de KPIs para la evaluación de corredores verdes de mercancías que utilizan entre sus criterios de filtrado la disponibilidad de datos, el beneficio para los agentes de la cadena de suministro o la medibilidad de los mismos, se propone un proceso pionero en el cual se establece como criterio principal el grado de relación de los KPIs con las 5 características de que debe cumplir un corredor verde (apart. 4.3).

Se llevan a cabo dos etapas de filtrado y en ambas, para elaborar la matriz, se asignan puntuaciones a cada criterio. A partir de aquí, se consideran sólo los KPIs que superen el requisito establecido de puntuación, con la restricción de que haya por lo menos un indicador representativo de cada grupo principal, eliminando así una de las carencias de los métodos de selección estudiados (apart. 6.3).

Para tratar de evitar la subjetividad en la valoración de indicadores y con el objetivo de que cualquier agente interesado pueda realizar una selección de indicadores en función de sus necesidades, se facilita una tabla con las “key-words” o palabras clave de cada subcriterio, lo que agiliza el proceso de familiarización con los conceptos relativos a la selección.

Dicha tabla se presenta en el siguiente subapartado.

6.7.1.1. Palabras clave

		Palabras clave
Características Corredor Verde	1 Soluciones logísticas sostenibles	impacto ambiental, seguridad, calidad, eficiencia, sostenibilidad, economía, emisiones, sociedad, cumplimiento de condiciones, puntualidad
	2 Conceptos logísticos integrados: comodalidad	modos de transporte, rendimiento, flota, combinación, recursos
	3 Regulaciones armonizadas	reglamento, normativa, emisiones, agentes, cadena de suministro
	4 Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte. Nodos estratégicos	tiempo, tránsito, cuellos de botella, puntos estratégicos, transbordo, infraestructura, economía de escala, eficiencia, TIC
	5 Plataforma de desarrollo de soluciones logísticas innovadoras (SI)	estrangulamiento, registro, base de datos, tecnología, modelos de colaboración, información, TIC, trazabilidad, innovación

Tabla 6.6. Palabras clave de las características de selección

6.7.2. Etapa 1 de filtrado

Para comparar con detalle los KPIs se elabora una primera matriz de selección. Las filas de esta la matriz la componen los 17 KPIs recopilados en el apartado 6.5, clasificados en los grupos principales definidos y con su unidad respectiva. Las características de un corredor verde forman las columnas (criterios).

Para realizar el filtrado, se asignan puntuaciones a través de una escala donde el “0” representa el índice más bajo en relación con las características de un corredor verde, el “2” el más alto y el “1” es el valor intermedio.

Posteriormente, se suman las puntuaciones de cada indicador por columnas para obtener la puntuación total de cada indicador.

Expresado en términos matemáticos, se tiene una matriz de 5 filas ($i=1\dots5$) y 17 columnas ($j=1\dots17$), es decir, una matriz 5x17, donde la puntuación total de cada indicador sería:

$$T_j = \sum_{i=1}^5 a_{ij} \quad (\text{Eq. 6.1})$$

Así por ejemplo, el KPI $j=2$ “Coste Relativo”, que pertenece al grupo de “Eficiencia económica”, tiene una puntuación total de:

$$T_2 = \sum_{i=1}^5 a_{i2} = 2 + 2 + 0 + 1 + 0 = 5 \quad (\text{Eq. 6.2})$$

La puntuación máxima que puede obtener cada indicador es de 10 puntos. Los KPIs que tienen una valoración mayor o igual a la mitad de la puntuación máxima, es decir, 5 puntos, se denominan “KPIs prioritarios”. Los que tienen una puntuación comprendida entre 4 y 5 son designados como “KPIs valorables” y aquellos con una puntuación inferior a 4, “KPIs prescindibles”. Debido al carácter intrínseco de una valoración escalar, las puntuaciones otorgadas son implícitamente subjetivas, por tanto, se establece una puntuación de corte igual o superior al 40% de la máxima puntuación posible. De esta forma, se tendrán en cuenta para la siguiente etapa los indicadores denominados como valorables y los prioritarios.

En resumen, en esta primera etapa, se consideran únicamente los KPIs con un valor igual o superior a cuatro puntos y como resultado se reduce el número de KPIs de 17 a 11.

Grupo principal	KPI	KPIs																		
		Eficiencia Económica		Sostenibilidad ambiental				Aspectos sociales					Calidad del servicio				Infraestructura adecuada			
		Coste añadido	Coste relativo	Emisiones CO ₂	Emisiones MO _x	Emisiones SO _x	Emisiones amon. otros	Seguridad del tráfico	Ruido	Seguridad laboral	Accesibilidad	Confiabilidad	Velocidad de transporte	Procesado del servicio	Recursos TIC	ISO 31000 (riesgo seguridad cargo)	Cadena de custodia	Disponibilidad		
	ud.	€/km	€/tkm	g/km	g/km	g/km	g/km	%	% > 50-55 dB	%	%	%	%	km/hour	%	Escala 1-5	Escala 1-5	Escala 1-5 (SIMAO)	tkm/km	
1	Soluciones logísticas sostenibles	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
2	Conceptos logísticos integrados: comodidad	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	2	1
3	Regulaciones armonizadas	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
4	Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte. Nodos estratégicos	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	2	1
5	Plataforma de desarrollo de soluciones logísticas innovadoras (S)	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
total "0"		2	2	2	2	2	1	0	1	3	3	3	3	2	2	3	0	4	2	2
total "1"		2	1	0	1	3	3	4	4	2	2	2	2	2	1	2	4	0	1	3
total "2"		1	2	3	2	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	1	1	2	0
TOTAL (T)		4	5	6	5	3	5	6	4	2	2	2	4	5	2	6	2	3	5	3

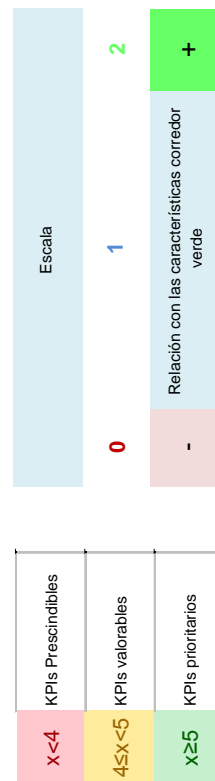


Tabla 6.7. Método de filtrado: Etapa 1



6.7.3. Etapa 2 de filtrado para la selección definitiva de KPIs

Con el objetivo de reducir el número de indicadores que compondrán la lista definitiva, se realiza una segunda iteración de filtrado. En este caso se otorga un peso a cada criterio y una puntuación en una escala del 1 al 5 a cada alternativa.

$$T_j = \sum_{i=1}^5 a_{ij} \cdot p_i \quad (\text{Eq. 6.3})$$

Si el interesado quisiera profundizar en el proceso y aumentar la calidad de las valoraciones, dispone de una tabla en la que se resumen brevemente las características de cada indicador implicado.

Grupo KPIs	Indicador	Input. Unidades	Output. Unidad	Descripción
Eficiencia Económica	Coste absoluto	tn, €	€/tn	Coste total del transporte desde el origen (carga) hasta el destino final (descarga)
	Coste relativo	tn, €, km	€/tn·km	Coste total del transporte desde el origen (carga) hasta el destino final (descarga) y dividido por la distancia total del trayecto
Sostenibilidad ambiental	Emissiones CO ₂ e	tn,km	g/tn·km	Emissiones totales de CO ₂ e debidas al transporte
	Emissiones NO _x	tn,km	g/1000·tn·km	Emissiones totales de NO _x debidas al transporte
	Estaciones de suministro de combustible alternativos	nº, km	nº/km	Disponibilidad para repostar combustible con menos contenido de carbono
Aspectos sociales	Seguridad del tráfico	incidentes de seguridad	%	Relación entre el nº de accidentes y el nº total de envíos
	Ruido	nivel de ruido <ó> a 50db	%	Grado excesivo o molesto de sonido no deseado en un área particular
Calidad del servicio	Velocidad de transporte	km, horas	km/horas	Tiempo empleado en recorrer la distancia que separa el punto de carga del de descarga
	Confianza	entregas a tiempo, nº total de envíos	%	Relación entre el tiempo real y el esperado de transporte
	Aplicaciones TIC	Disponibilidad, Ftto sistemas de seguimiento carga y +	Escala 1-5	Presencia y grado de sofisticación de la disponibilidad de servicios de seguimiento de bienes
Infraestructura adecuada	Cuellos de botella	número, categoría	Escala 1-5	Evaluación de la estado de los diferentes tipos de cuellos de botella

Tabla 6.8. Descripción de los indicadores involucrados en la Etapa 2 de filtrado

En esta segunda etapa, se asignan ponderaciones a partir del cálculo de la puntuación total de cada característica del corredor verde y computando únicamente los puntos de los indicadores que finalmente han superado la primera etapa de filtrado. A modo de ejemplo, para obtener el peso del primer criterio, $i=1$ (Soluciones logísticas sostenibles), se suman las 11 puntuaciones de la primera fila de la matriz que han superado el requisito establecido de filtrado, lo que da un valor de 16. Ponderando este valor con la suma total de puntuaciones positivas ("total ok" en la tabla 6.8), que es igual a 55, se obtiene un peso del 29% para el primer criterio.

Las tablas están configuradas en .excel con fórmulas automáticas para que el usuario sólo tenga que introducir las puntuaciones que considere oportunas en función de sus intereses y las características del corredor a evaluar, dando como resultado los KPIs a considerar. Todas las hojas de cálculo están disponibles en el CD adjunto.

A diferencia de la etapa 1, para obtener la puntuación total de cada indicador, se pondera la suma de los valores asignados por columnas, considerando sólo los indicadores que tienen una puntuación superior al 50% del valor máximo posible, es decir, mayor igual a 2,5 puntos.

El resultado de este segundo filtrado es la obtención de la lista definitiva de 7 indicadores, con lo que se ha logrado reducir la lista inicial en un 41%.

El 5º paso de la metodología de selección presentada en el apartado 6.2, contempla la intervención de expertos en la segunda etapa de filtrado. Se contacta pues con agentes familiarizados con corredores verdes y la selección de KPIs, solicitando su participación en esta segunda etapa de filtrado.

KPIs												Pesos (d)	
Grupo principal	KPI	Eficiencia Económica		Sostenibilidad ambiental			Aspectos sociales		Calidad del servicio				Infraestructura adecuada
		Costo absoluto unitario	Costo relativo unitario	Emissiones CO ₂ e	Emissiones SO _x	Estaciones suministro comb. altern.	Seguridad del tráfico	Ruido	Velocidad de transporte	Confianza	Servicios TIC	Cuellos de botella	
		€/tn	€/tn-km	g / tn-km	g /1000-tn-km	nº / km	%	%	km / horas	%	Escala 1-5	Escala 1-5	
Características Corredor Verde	1 Soluciones logísticas sostenibles	2	5	5	4	3	4	2	2	3	3	2	29%
	2 Conceptos logísticos integrados: comodalidad	4	5	1	1	1	3	1	5	4	2	4	25%
	3 Regulaciones armonizadas	1	1	4	3	2	2	3	1	1	2	1	15%
	4 Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte. Nodos estratégicos	1	1	1	1	1	3	1	3	3	2	4	18%
	5 Plataforma de desarrollo de soluciones logísticas innovadoras (SI)	1	1	3	2	2	2	3	1	1	5	1	13%
TOTAL (T)		2,05	3,18	2,85	2,29	1,85	3,02	1,84	2,67	2,71	2,67	2,60	100%

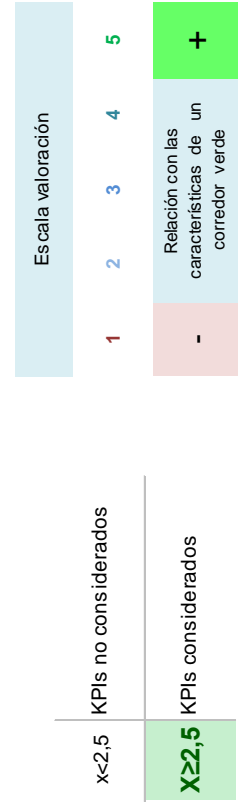


Tabla 6.9. Método de filtrado: Etapa 2. Obtención de la lista definitiva de KPIs

6.8. Participación de expertos en el método de filtrado

Para aumentar la calidad de la experiencia al otorgar las puntuaciones a cada alternativa, se ha solicitado la participación en el proceso de selección de indicadores a 9 expertos en la materia.

Experto	Organización & e-mail	Cooperación
1 Harilaos Psaraftis	SuperGreen, MIT, DTEU, NTUA hnpasar@gmail.com	✓
2 Rikard Engstrom	Trafikverket, EWTC rikard.engstrom@trafikverket.se	-
3 Mathias Roos	EWTC, Blekinge mathias.roos@regionblekinge.se	✓
4 Ronny Klaeboe	Institute of Transport Economics of Denmark rk@toi.no	-
5 Sgouridis Sgouris	Masdar Institute of Science and Technology ssgouridis@masdar.ac.ae	-
6 Sebastian Bäckström	IVL Svenska Miljöinstitutet, WSP, Supergreen sebastian.backstrom@ivl.se	-
7 Johanna Ludvigsen	Institute of Transport Economics of Denmark jlu@toi.no	-
8 Magnus Swahn	Conlogic AB of Sweden magnus.swahn@conlogic.se	-
9 Gunnar Fastén	NetPort.se gunnar.fasten@netport.se	-

Tabla 6.10. Relación de expertos contactados: solicitud de participación en el método de filtrado.

El contacto con los expertos se realiza el día 2 de mayo de 2014 a través de correo electrónico. Para ello, se prepara un cuestionario tópico que incluye: cuerpo del correo y Excel adjunto (Anexo A.1), en inglés, el idioma que dominan todos los expertos consultados. En base a ese modelo, se envía individualmente a cada experto la petición de participación, con los documentos personalizados a su nombre.

En el cuerpo del correo se presenta el proyecto y el método de filtrado que requiere su participación destacando el ámbito académico del estudio y el tiempo estimado para realizarlo.

En el Excel se compone de 4 hojas: 1. Descripción de KPIS; 2. Palabras clave; 3. 1ª Etapa de Filtrado (Interno); 4. 2ª Etapa de Filtrado (Nombre experto).

Hasta la fecha de publicación del presente proyecto, se ha recibido respuesta y contado con la participación de los dos expertos indicados en la tabla de la página anterior.

Aunque la participación de los expertos ha sido baja en cantidad, el método Delphi [Gordon, 1994], propone calificar a los expertos que participan en una consulta en función de sus competencias, y en este sentido, la participación se considera óptima en cuanto a la calidad.

El Pr. Harilaos Psaraftis, *Project Manager* de SuperGreen, actualmente es miembro del Departamento de Optimización de Transporte de la Universidad Politécnica de Dinamarca. Profesor del MIT entre 1974 y 1979, ha sido reconocido mundialmente en los últimos años por sus aportaciones en la búsqueda de un transporte más amigable con el medio ambiente y seguro (Lloyds List Greek Shipping Awards). Como gestor de Supergreen, participó en la realización y revisión de todas las actividades, coordinando el proceso de filtrado interno de KPIs de ese proyecto. Por tanto, se valoran muy positivamente los datos derivados de su participación en el método de selección del presente proyecto y el interés mostrado por él y su equipo de trabajo, que según notifica, revisaron sus valoraciones y solicitaron las actualizaciones que se puedan llevar a cabo en el desarrollo del presente proyecto.

Por su parte, el Sr. Mathias Roos, *Project Manager* del EWTC II, dirige el Departamento de Estrategia de la compañía Regio Blekinge, empresa sueca de logística, especializada en transporte y logística. Ha destacado la originalidad y utilidad del método propuesto.

En el anexo A.2 se puede consultar con detalle las matrices de valoración enviadas por los expertos después de requerir su participación

6.9. Incorporación de la valoración de los expertos al método de selección

Después de aplicar los criterios de selección en la etapa 2 de filtrado, se derivan de las 3 matrices (las de los dos expertos más la realizada internamente) un total de 7 indicadores para la lista definitiva. Además, los indicadores derivados del filtrado interno, hecho con anterioridad al contacto con los expertos, coinciden en su totalidad con los del Pr. Harilaos, difiriendo en 2 indicadores con respecto a la lista propuesta por el Sr. Roos.

Los valores presentados en la tabla inferior corresponden a la media de las 3 matrices de selección (la interna y las de los dos expertos), reduciendo así la subjetividad de una única puntuación posiblemente influenciada por las expectativas de un sólo evaluador y el contexto.

		KPIs												
		Grupo principal	Eficiencia Económica		Sostenibilidad ambiental			Aspectos sociales		Calidad del servicio			Infraestructura adecuada	
			KPI	Costo absoluto unitario	Costo relativo unitario	Emisiones CO ₂ e	Emisiones SO _x	Estaciones suministro comb. altern.	Seguridad del tráfico	Ruido	Velocidad de transporte	Confianza	Servicios TIC	Cuellos de botella
				ud.	€/tn	€/tn-km	g/tn-km	g/1000-tn-km	nº/km	%	%	km/horas	%	Escala 1-5
Características Corredor Verde	1 Soluciones logísticas sostenibles	1	5	5	4	3	4	2	2	4	4	3		
	2 Conceptos logísticos integrados: comodidad	3	5	3	1	1	2	1	4	4	4	4		
	3 Regulaciones armonizadas	1	2	4	2	3	3	2	2	2	3	2		
	4 Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte. Nodos estratégicos	1	2	2	1	2	3	1	3	2	2	3		
	5 Plataforma de desarrollo de soluciones logísticas innovadoras (SI)	1	1	3	2	3	3	3	1	3	5	1		
TOTAL (Tj)		1,58	3,66	3,47	2,05	2,49	3,24	1,94	2,70	3,37	3,47	2,85		

Tabla 6.11 Matriz de filtrado: Etapa 2. Cómputo de la participación de los expertos + valoración interna

En la tabla anterior, 6.11, se observa cómo el indicador “Estaciones de suministro de combustible alternativas” no se considera como KPI para la lista definitiva por una décima, al obtener una puntuación de $2,49 < 2,50$.

Desde un punto de vista cualitativo, podría incluirse este indicador en la lista final y aumentar así el número de KPIs a 8, pero con el objetivo marcado previamente de reducir este número de indicadores representativos al mínimo posible, se procede a comparar el mismo con los dos siguientes KPIs que obtuvieron una puntuación mayor: “Velocidad de transporte” $T_8=2,70$ y “Cuellos de botella” $T_{11}=2,85$.

6.9.1. Prelación de indicadores: Método PRES

Para comprobar la prelación entre indicadores, se utiliza el método PRES, desarrollado por el Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia, que considera que la alternativa óptima es aquella que es mejor que las demás en el mayor número posible de criterios y es la que tiene menores debilidades frente a las restantes. Dicha metodología se expone en el Anexo C.3. y se aplica en este subapartado.

	KPI	KPIs			pesos	PRES
		Estaciones sum. comb. alternativas	Velocidad de transporte	Cuellos de botella		Máximo de columna
Características Corredor Verde	1 Soluciones logísticas sostenibles	3	2	3	29%	3
	2 Conceptos logísticos integrados: comodalidad	1	4	4	25%	4
	3 Regulaciones armonizadas	3	2	2	15%	3
	4 Concentración de tráfico de mercancías en rutas largas de transporte. Nodos estratégicos	2	3	3	18%	3
	5 Plataforma de desarrollo de soluciones logísticas innovadoras (SI)	3	1	1	13%	3
TOTAL		2,49	2,70	2,85	100%	

Tabla 6.12. Método Pres: Establecimiento de criterios y pesos específicos

De donde se obtiene la matriz de valoración:

Estaciones suministro comb. altern.	Velocidad de transporte	Cuellos de botella
29,09	20,36	23,27
7,83	23,50	25,45
14,55	9,70	11,31
12,12	18,18	18,18
12,73	5,66	2,83

Tabla 6.13. Método Pres: matriz de valoración

La matriz de dominación es:

	Estaciones suministro comb. altern.	Velocidad de transporte	Cuellos de botella	Dominada
Estaciones suministro comb. altern.	0,00	21,72	23,68	45,41
Velocidad de transporte	20,65	0,00	6,48	27,13
Cuellos de botella	18,95	2,83	0,00	21,78
Dominación	39,60	24,55	30,17	

Tabla 6.14. Método Pres: matriz de dominación

Finalmente, se obtienen las siguientes relaciones dominación/dominada:

	Estaciones suministro comb. altern.	Velocidad de transporte	Cuellos de botella
Relación	0,87	0,91	1,39

Tabla 6.15. Matriz de relación dominación/dominada

Por tanto, la prelación de indicadores se mantiene, donde $KPI_{11} > KPI_8 > KPI_5$, es decir el indicador “Cuellos de botella” es mejor que “Velocidad de transporte” y éste mejor que “Estaciones de suministro de combustible alternativas”. En consecuencia, se mantiene el número de indicadores en 7.

6.10. Propuesta de KPIs para la evaluación de un corredor: Lista definitiva

Una vez realizados los 6 pasos presentados en la metodología de selección de KPIs: la discusión de indicadores de los proyectos más influyentes en esta materia, la recopilación inicial de KPIs, la categorización de los mismos en grupos principales y el desarrollo del método de filtrado; se presenta en este apartado la lista definitiva de 7 indicadores para evaluación de un corredor verde que cubren los aspectos ambientales, técnicos, económicos, sociales y de planificación infraestructural del transporte intermodal, y pueden ser utilizados en la evaluación del eje Madrid-Lyon.

	Grupo principal	KPI	ud.
LISTA DEFINITIVA DE KPIs	·Eficiencia Económica	Coste relativo	€/tn·km
	·Sostenibilidad ambiental	Emisiones CO₂e	g/tn·km
	·Aspectos sociales	Seguridad del tráfico	%
	·Calidad del servicio	Velocidad de transporte	km/hora
		Confianza	%
		Aplicaciones TIC	escala 1-5
	·Infraestructura adecuada	Cuellos de botella	escala 1-5

Tabla 6.16. Propuesta de KPIs para la evaluación de un CV: Lista definitiva

7. Directrices generales para el análisis de CVs mediante KPIs: Metodología de cálculo

Se plantea este apartado como una guía de aplicación de los KPIs seleccionados anteriormente para la evaluación del estado de un corredor verde, destinada a cualquier operador del mismo.

Partiendo de la base de que el propósito del análisis mediante KPIs es supervisar una actividad específica con el fin de:

- Conocer la situación actual
- Identificar los procesos que requieren más atención
- Observar los cambios que se producen con el tiempo
- Posibilitar la comparación con otro sistema
- Pronosticar el impacto de posibles mejoras

Por tanto, el uso de indicadores clave de rendimiento en relación con corredores verdes no tiene como objetivo el encontrar un KPI que represente a todo el corredor o a todas las operaciones que se llevan a cabo dentro del mismo, sino que es entendido como una herramienta para evaluar y controlar el estado o desarrollo de las actividades o procesos llevadas a cabo en los corredores.

Haciendo valer los aspectos positivos de la metodología del benchmarking que se plantea en los principales proyectos de evaluación de corredores verdes mediante KPIs, se propone seguir los siguientes pasos para la correcta aplicación de los KPIs previamente seleccionados y recogidos en la lista del apartado 6.10:

1. Realizar una descripción detallada de cada uno de los indicadores seleccionados
2. Efectuar un breve análisis del corredor a evaluar: selección de un número reducido y representativo de operaciones de transporte de mercancías dentro del corredor
3. Indicar y localizar las fuentes de información más adecuadas para la estimación de los indicadores, incluyendo el contacto con operadores y las herramientas de cálculo
4. Estimación de los KPIs seleccionados

Estos pasos se desarrollan y describen en los subapartados sucesivos.

7.1. Descripción de los indicadores seleccionados

En el siguiente apartado se describen los indicadores seleccionados en el punto 6.10. En base a la experiencia adquirida a través de la revisión bibliográfica y de las conclusiones y recomendaciones de los proyectos correspondientes, se detallan los KPIs siguiendo el siguiente esquema: breve descripción, fórmula, unidad de salida, desglose de las variables de entrada, disponibilidad de datos y herramientas o fuentes para la recopilación de los datos necesarios.

7.1.1. Eficiencia económica

El grupo de KPIs de “Eficiencia económica” se relaciona con los costes económicos tradicionales de las operaciones logísticas.

Los indicadores incluidos en esta categoría son interesantes para los agentes de carga y los transitarios a la hora de seleccionar el corredor más apropiado o el operador más adecuado para transportar la carga a través del corredor.

El coste relativo unitario es el indicador seleccionado para representar este grupo principal.

7.1.1.1. Coste relativo unitario

Las unidades del coste relativo unitario están expresadas en €/tn·km, representando todo el tramo, desde el nodo de carga hasta el nodo de descarga. Permite comparar las diferentes alternativas de modos de transporte en un corredor en particular o con otros.

- Fórmula:

$$\text{Coste relativo unitario} = \frac{\text{Coste total del transporte}}{\text{Cantidad de bienes} \cdot \text{Distancia}} ; \left[\frac{\text{€}}{\text{tn} \cdot \text{Km}} \right] \quad (\text{Eq. 7.1})$$

- Desglose de variables de entrada:

Coste relativo unitario	VARIABLES DE ENTRADA	Unidad
Numerador	·Coste total del transporte	€
	·Coste en el nodo de carga	
	·Coste en los nodos de enlace	
	·Coste en los nodos de transbordo	
	·Coste en el nodo de descarga	
Denominador	·Cantidad de bienes	tn
	·Distancia total	km

Tabla 7.1. Variables influyentes en el indicador “Coste relativo unitario”

- Obtención de datos:

A pesar de que este indicador es de vital importancia para todos los agentes involucrados en la cadena de suministro, esta información es a menudo difícil de conseguir a través del contacto directo con las partes implicadas. Por tanto, en la mayoría de los casos se recurre a las herramientas de cálculo de costes, las cuales aportan los datos necesarios para facilitar el cálculo del valor representativo de este KPI. Otra forma de conseguir los datos, es a través de Eurostat (Estadísticas Europeas por país) o de boletines económicos anuales.

- Herramientas:

-Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/introduction>

7.1.2. Sostenibilidad ambiental

El grupo de sostenibilidad ambiental está representado por el KPI “Gases de efecto invernadero”, que lidia con los aspectos ambientales que generan impacto debido a las operaciones logísticas de transporte.

Para los agentes logísticos, el indicador seleccionado servirá para evaluar si se cumple o no con las regulaciones ambientales tanto a nivel europeo como nacional. En cualquier caso, se deberán implementar acciones y políticas orientadas a la reducción continua de estas emisiones y mejorar la imagen que tienen los consumidores.

7.1.2.1. Gases de efecto invernadero, CO₂-e

El KPI seleccionado en el grupo de sostenibilidad ambiental es el de gases de efecto invernadero (GEI) de CO₂ equivalente, ya que no sólo incluye al dióxido de carbono, sino a todos los gases que producen efecto invernadero.

Este indicador está directamente relacionado con la huella de carbono, que en este caso, es un estimativo total del impacto que una actividad tiene sobre el cambio climático.

El dióxido de carbono equivalente es una medida universal utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global por cada uno de los gases con efecto invernadero. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero. La “posibilidad de calentamiento global”, de los tres gases con efecto invernadero asociados con el transporte son los siguientes: dióxido de carbono, que persiste en la atmósfera entre 200 a 450 años, definido como un potencial 1 del calentamiento mundial; el metano, persiste en la atmósfera entre 9 a 15 años y tiene un potencial de calentamiento global 22 (tiene 22 veces la capacidad de calentamiento del dióxido de carbono); y el óxido nitroso, que persiste por unos 120 años y tiene un potencial de calentamiento global 310. La concentración actual de gases con efecto invernadero tiene una capacidad de calentamiento equivalente a una concentración cercana a 472 partes por millón, lo cual es lo suficientemente caliente para incrementar la temperatura más de 2° C [WorldBank, 2013]

- Fórmula:

$$GEI = \frac{\text{Emisiones totales de } CO_2e}{\text{Cantidad de bienes} \cdot \text{Distancia} \cdot 10^6} ; \left[\frac{g}{tn \cdot Km} \right] \quad (Eq. 7.2)$$

- Desglose de variables de entrada:

GEI	Variables de entrada	Unidad
Numerador	·Emisiones totales de CO ₂ e	g
	·Cantidad de bienes	tn
Denominador	·Distancia total	km

Tabla 7.2. Variables influyentes en el indicador “GEI”

- Obtención de datos:

La disponibilidad y calidad de los resultados que aportan las herramientas de cálculo de emisiones disponibles en el mercado, hacen de estas la mejor opción para calcular de una forma efectiva el valor del KPI correspondiente sin necesidad de recurrir al contacto directo con los agentes implicados. A partir del tipo de vehículo y el motor utilizado por este, se pueden estimar con una precisión aceptable los valores.

- Herramientas:

- NTM-calc

- IMTIS

- EcoTransIT

7.1.3. Aspectos sociales

Esta categoría refleja el impacto social del transporte. Representa a este grupo el indicador seguridad del tráfico.

7.1.3.1. Seguridad del tráfico

Este indicador refleja el porcentaje de incidentes con respecto al número de envíos. Al tratarse de un indicador englobado en la categoría de aspectos sociales, sólo se tienen en cuenta los incidentes que involucran a las personas y no a la carga.

Un problema inherente al indicador son las diferencias que existen a la hora de definir qué es un “accidente” dependiendo del modo de transporte. En el presente proyecto, se tomará como referencia las definiciones que utiliza Eurostat para el cálculo interno de sus indicadores.

- Fórmula:

$$\text{Seguridad del tráfico} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes}}{N^{\circ} \text{ total de envíos}} ; \quad [\% \text{ incidentes}] \quad (\text{Eq. 7.3})$$

- Desglose de variables de entrada:

Seguridad del tráfico	Variables de entrada	Unidad
Numerador	.Nº Incidentes	nº
	.Graves (Fallecimientos)	
	.Leves (Lesiones)	
Denominador	.Nº Total de envíos	nº

Tabla 7.3. Variables influyentes en el indicador “seguridad del tráfico”

- Obtención de datos:

Los datos necesarios para el cálculo de este indicador se pueden recoger también de institutos de estadística europeos o nacionales.

Eurostat publica anualmente un estudio sobre la seguridad del transporte en la Unión Europea en función del modo de transporte. En la siguiente tabla se recogen los enlaces a los boletines del año 2013, así como otros enlaces de interés para recolectar los datos necesarios.

Por otro lado, los operados logísticos cuentan por lo general con un registro de los incidentes anuales.

- Herramientas y enlaces:

INE (Instituto Nacional de Estadística de España, <http://www.ine.es/>)

Insee (Instituto Nacional de Estadística y de estudios Económicos de Francia, <http://www.insee.fr/>)

-Tren

<http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/SPR%202013%20Final%20for%20web.pdf>

-Carretera

http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2013_en.htm

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/introduction>

<http://erso.swov.nl/safetynet/content/safetynet.htm>

<http://erso.swov.nl/safetynet/content/safetynet.htm>

<http://www.etsc.eu/home.php>

-Mar

<http://www.emsa.europa.eu/>

<http://www.sintef.no/Projectweb/Shipping-KPI/Testside/Shipping-Performance-Indices/Safety-Performance/>

7.1.4. Calidad del servicio

Como resultado del método de filtrado desarrollado en el presente proyecto, el grupo que refleja la “calidad del servicio” es el que contiene un mayor número de indicadores representativos en relación a la influencia con las características de un corredor verde establecidas previamente como criterios.

7.1.4.1. Velocidad de transporte

Este indicador se refiere al tiempo de viaje de los bienes en horas por la distancia recorrida en km entre nodos significativos. Por lo general, indica la velocidad media de transporte desde el nodo de carga al de descarga.

En la mayoría de proyectos consultados en la revisión bibliográfica, se utiliza el “tiempo de transporte” como KPI característico. En el presente proyecto, se considera que la utilidad y calidad del indicador aumenta si se tiene en cuenta la distancia recorrida. Argumento corroborado tras la gran aceptación que tiene por parte de los expertos entrevistados en el método de filtrado.

- Fórmula:

$$Velocidad\ de\ transporte = \frac{Distancia\ total}{Tiempo\ total\ de\ transporte} ; \quad \left[\frac{km}{h} \right] \quad (Eq. 7.4)$$

- Desglose de variables de entrada:

Velocidad de transporte	Variables de entrada	Unidad
Numerador	· Distancia total	km
Denominador	· Tiempo total de transporte	h

Tabla 7.4. Variables influyentes en el indicador “velocidad de transporte”

- Obtención de datos:

Los datos necesarios para este indicador se pueden obtener del contacto directo con los operadores de transporte logístico o a través de estadísticas europeas.

- Herramientas:

Vía Michelin: <http://www.viamichelin.es/>

7.1.4.2. Confianza

La confianza en el transporte refleja la relación entre el tiempo real de transporte y el tiempo esperado.

Si se desea hacer un análisis más preciso, se pueden incluir en la fórmula valoraciones que recojan las quejas del cliente o la reputación del operador logístico en cuestión.

- Fórmula:

$$\text{Confianza} = \frac{N^{\circ} \text{ de envíos entregados a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de envíos}} ; \quad [\%] \quad (\text{Eq. 7.5})$$

- Desglose de variables de entrada:

Confianza	Variables de entrada	Unidad
Numerador	·Nº o % de envíos entregados a tiempo	Nº o %
Denominador	·Nº total de envíos	100·km

Tabla 7.5. Variables influyentes en el indicador “confianza”

- Obtención de datos:

Los datos necesarios para este indicador se pueden obtener del contacto directo con los operadores de transporte logístico.

Después de la experiencia adquirida a través del contacto con operadores logísticos desarrollada en el apartado 8 del presente proyecto, se comprueba que estos disponen de este tipo de estadísticas y en el caso de CLI, no tienen inconveniente en facilitarlo.

Además, para la evaluación de la mayoría de corredores se pueden considerar válidos los valores que recogen los institutos nacionales de estadística, aunque hay que tomarlos por lo que son, estimaciones.

Para el tramo de Madrid-Lyon, se considerarán positivos aquellos valores superior al 90% en carretera y al 85% en el caso del transporte por ferrocarril.

- Herramientas:

Estadística.

7.1.4.3. Aplicaciones TIC

Este indicador refleja la presencia, grado de sofisticación y disponibilidad de los servicios de seguimiento de bienes así como de otros servicios TIC.

Modo de transporte	TIC
Ferrovionario	GPS, sistemas de comunicación, sistemas de señalización, centros de control
Carretera	Cámaras, centro de control de tráfico, GPS, VMS, gestión de carriles preferentes
Marítimo	GPS, VTMS sistemas de comunicación con puerto

Tabla 7.6. Principales sistemas TIC por modo de transporte

El grado de disponibilidad de servicios TIC tiene que ver con el porcentaje de corredor que está cubierto por estos servicios, dependiendo de su integración y funcionalidad. Un corredor está formado por diferentes tramos, a cada tramo se le asigna un grado de disponibilidad entre 1-5, donde 5 es el grado máximo de cobertura. Para obtener el valor final, se realiza la media de las puntuaciones asignadas por tramo. Si se establecen medidas orientadas a la mejora de este grado de disponibilidad, las conexiones serán más competitivas, eficientes, seguras y atractivas para los usuarios de servicios de transporte de mercancías.

- Fórmula:

Aplicaciones TIC = Grado de disponibilidad de servicios TIC ; [Escala 1 ... 5] (Eq.7.6)

- Desglose de variables de entrada:

Aplicaciones TIC	Variables de entrada	Unidad
Factor	·Disponibilidad de servicios TIC	Escala 1-5

Tabla 7.7. Variables influyentes en el indicador “aplicaciones TIC”

- Obtención de datos:

Las fuentes principales para la recopilación de los datos necesarios son las agencias nacionales o locales, como por ejemplo el Ministerio, y los propios operadores logísticos.

- Herramientas:

Contacto directo con los agentes de interés.

7.1.5. Infraestructura adecuada

Este grupo hace referencia a los atributos de la infraestructura de un corredor. En él, se tienen en cuenta factores como la congestión, la capacidad y las limitaciones geográficas.

7.1.5.1. Cuellos de botella

Este KPI incluye el nº de áreas a lo largo del corredor que generan colas de espera.

Según la clasificación que propone TEN-T, los cuellos de botella son debidos a:

- Barreras infraestructurales debidas al mal estado de las carreteras o de las red ferroviaria.
- Barreras geográficas o medioambientales a lo largo del corredor, como montañas, aduanas o condiciones meteorológicas adversas como las lluvias torrenciales, el hielo o los glaciares.
- Barreras relacionadas con la capacidad de las vías, como carriles únicos o las diferencias entre las características permitidas en el transporte de determinadas cargas.

- Fórmulas:

$$\text{Cuellos de botella (1)} = \text{Distancia promedio de retención cada 100km} ; \quad [\%] \quad (\text{Eq. 7.7})$$

$$\text{Cuellos de botella (2)} = \text{Tiempo medio de retención por cuello de botella} ; \quad [h] \quad (\text{Eq. 7.8})$$

$$\text{Cuellos de botella (T)} = \text{Valoración media del estado del corredor } f(1,2) ; \quad [h] \quad (\text{Eq. 7.9})$$

- Desglose de variables de entrada:

Cuellos de botella	Variables de entrada	Unidad
Factores	·Tiempo medio de retención por cuello de bot.	h/cuellobot.
	·Distancia promedio de retención cada 100km	%

Tabla 7.8. Variables influyentes en el indicador “cuellos de botella”

- Obtención de datos:

La recolección de datos para este KPI no es sencilla, sin embargo, los agentes implicados en la construcción y mantenimiento de las infraestructuras cuentan con información privilegiada.

- Herramientas:

- Contacto directo con agentes implicados
- Bases de datos estadísticas

7.2. Análisis del corredor a evaluar

La segunda etapa a seguir para la correcta aplicación de los KPIs previamente seleccionados consiste en realizar un breve análisis del corredor a evaluar con el objetivo de seleccionar un número representativo de operaciones de transporte de mercancías dentro del corredor.

En la actualidad, existen proyectos dedicados exclusivamente al análisis exhaustivo de las características de los corredores y en concreto, del Corredor Mediterráneo.

Por tanto y debido a que este estudio no se encuentra dentro del alcance del presente proyecto, se presentan una serie de recomendaciones generales para efectuarlo. El corredor deberá de ser caracterizado en función de sus nodos importantes, desde el origen hasta el destino, según el tipo de mercancía transportada, los modos principales utilizados y las rutas utilizadas o disponibles.

Tal y como se citó anteriormente en la introducción de este capítulo, el análisis de corredores verdes no tiene como objetivo el encontrar un KPI que represente a todo el corredor o a todas las operaciones que se llevan a cabo dentro del mismo, sino que es entendido como una herramienta para evaluar y controlar el estado o desarrollo de las actividades o procesos de los corredores. En consecuencia, después de seleccionar las operaciones principales objeto de estudio, se deben de seleccionar los puntos estratégicos entre los que se llevarán a cabo la medición de indicadores. En este sentido, es preferible barajar las operaciones llevadas a cabo por organizaciones o compañías con un grado de reticencia bajo hacia compartir la información de interés.

Por otro lado, se debe establecer el período al que se refieren los KPIs a estudiar. A efectos prácticos, lo más usual es escoger un horizonte temporal de un año, cubriendo así las variaciones derivadas de los períodos vacacionales y de las estaciones.

7.3. Fuentes de información para la recopilación de datos

El siguiente paso consiste en indicar y localizar las fuentes de información más adecuadas para la estimación de los indicadores, incluyendo el contacto con operadores y las herramientas de cálculo.

Una vez establecidos y descritos el alcance y los límites, el proceso de recopilación de datos puede empezar. Al depender de fuentes externas, este paso suele ser el que más recursos consume. Para realizar el proceso de una forma adecuada, se deben de enumerar las siguientes consideraciones generales para cualquier analista [Bäckström, 2012a, p.17]:

- Hacer una recopilación de datos preliminar y establecer contacto con las personas que proporcionan la información, de esta forma, se obtendrán datos con más facilidad. La persona de contacto también puede ser de ayuda en la búsqueda de formas alternativas para resolver situaciones en las que los datos no pueden ser desvelados.
- Cuando no se obtiene una respuesta o datos de un actor que ejecuta una operación considerada vital para el análisis, se debe hacer una evaluación basada en la literatura, las fuentes secundarias de datos y juicios de expertos o supuestos.
- Los datos relacionados con la sostenibilidad medioambiental se pueden obtener de varias fuentes, tales como herramientas de cálculo y bases de datos, por ejemplo:

· Emisiones en función de la categoría del vehículo: www.dieselnet.com/standards/eu

· Emisiones por carretera: www.hbefa.net/e/index.html

- Las siguientes organizaciones internacionales proporcionan una gran cantidad de informes en el ámbito de la sostenibilidad que contiene datos relevantes:

· Mar – IMO: <http://www.imo.org/>

· Ferrocarril - UIC - Unión Internacional de Ferrocarriles: www.uic.org

· Carretera – IRU: <http://www.iru.org/>

· Aire – ICAO: <http://www.icao.int>

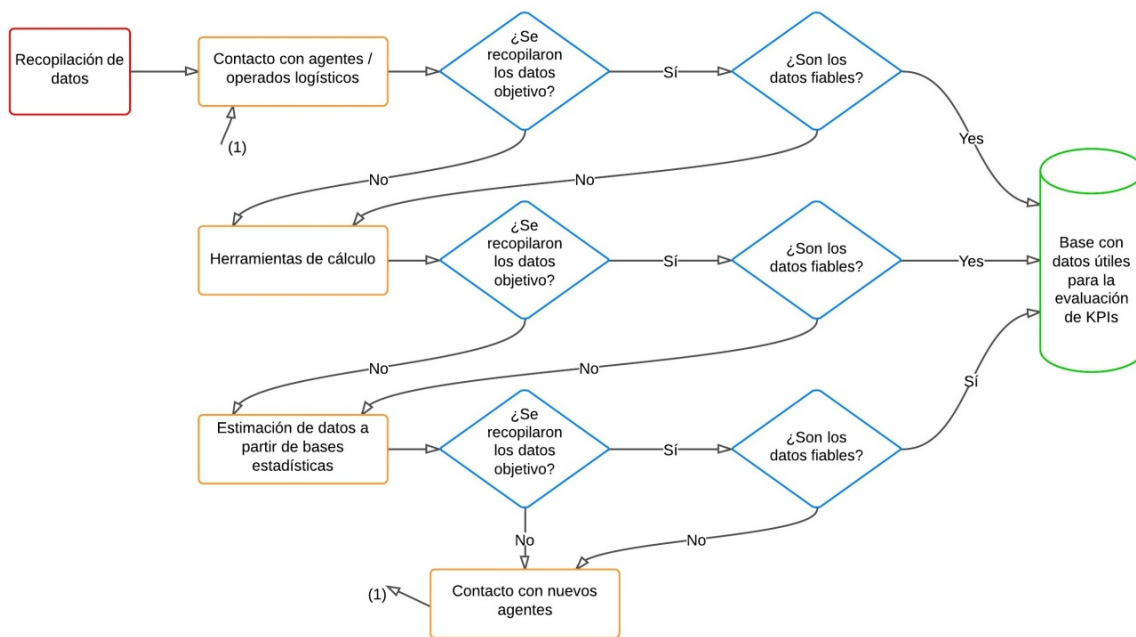


Figura 7.1. Pasos a seguir en la recopilación de datos

[Fuente: Elaboración propia]

7.3.1. Herramientas de cálculo

7.3.1.1. EcoTrasnIT World

Con el objetivo de cuantificar las emisiones causados por el transporte de mercancías, el Instituto de Investigación de Energía y Medioambiente (IFEU) de Heidelberg y el Öko-Institut de Berlín desarrollaron la EcoTransIT-Tool (*Ecological Transport and IT*). Este proyecto se inició a través de la colaboración entre cinco empresas de ferrocarriles en el año 2000. En la actualidad, la herramienta se actualiza constantemente gracias a la información que facilitan las nuevas compañías asociadas al proyecto entre las que figura la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE).

EconTransIT está basada en un algoritmo de rutas que compara el consumo de energía con las emisiones producidas por el transporte en tren, barco, avión y carretera.

La herramienta cuenta con una interfaz online muy intuitiva y de fácil acceso a través de la página web del proyecto [EconTransIT World, 2000]. Además, está disponible en 7 idiomas, entre ellos el castellano.



Figura 7.2 Panel de control de la herramienta EcoTransIT [Fuente: captura web]

Permite ejecutar un cálculo de las emisiones siguiendo los siguientes pasos:

- Paso 1: Modo input

Para empezar, se tiene que seleccionar el modo input de datos para el cálculo. Hay dos tipos de modo input disponibles: el estándar y el experto. El modo estándar facilita un cálculo “rápido”, mientras que el modo experto permite una especificación más precisa de la cadena de transporte.

- Paso 2: Mercancías

Se especifican las mercancías a transportar al introducir el peso o número de contenedores y el tipo de mercancía (granel, mercancías de densidad media, mercancías ligeras...). Además se puede definir el tipo de manipulación.

- Paso 3: Origen

Se selecciona el origen introduciendo el nombre correspondiente. Después, se clasifica el tipo de punto de origen eligiendo entre distrito urbano, estación de ferrocarril, puerto o aeropuerto. Además, se puede introducir el código postal o elegir el origen vía Google Maps.

- Paso 4: Transporte

Se dispone de distintos modos de transporte: camión, tren, avión, navegación marítima y navegación fluvial.

El modo input experto permite especificar los detalles operativos y técnicos. Se puede elegir la clase de emisión para el transporte en camión o el peso del tren para transportes ferroviarios. Este modo permite además introducir puntos de paso que pueden influir en la ruta del transporte, o cambiar el modo de transporte (para transporte combinado). También se puede seleccionar el factor de carga del vehículo individualmente.

- Paso 5: Destino

Se procede de manera análoga a la selección de origen.

Después de introducir todos los factores relevantes, se pincha en el botón “Calcular” para empezar con el cálculo.

- Paso 6: Resultados

Los resultados del cálculo se presentan a modo de gráficos de barras y tablas. Si se selecciona “Distancias” en el último desplegable, se verán los resultados en términos de longitud de las rutas de los diferentes modos seleccionados. La ruta se puede seguir vía Google Maps o exportar como una ruta de Google Earth.

7.3.1.2. COMPASS

“Compass” es una herramienta desarrollada por IHS Fairplay para la evaluación y comparación de transporte intermodal. El software permite modelar la cadena de suministro en actividades y procesos, permitiendo configurar cada cadena de transporte sin límite en el número de nodos o enlaces requeridos.

IHS Fairplay figura como la compañía coordinadora de la actividad D2.2 del proyecto Supergreen [Palson, 2010, p. 60] y en el citado documento se presenta Compass como una potente herramienta cuyo resultado final proporciona una descripción del transporte a través de:

- El coste directo total del transporte
- El tiempo de transporte
- Los costos socioeconómicos totales del transporte

Dichos resultados resultan relevantes de cara el cálculo de los KPIs propuestos en el presente proyecto. Sin embargo, la mención en el proyecto SuperGreen, es la única

referencia que se ha encontrado sobre la herramienta. Con el objetivo de obtener más información acerca de la disponibilidad y funcionamiento de la aplicación, en la página web de la compañía IHS Fairplay, se solicita información sobre Compass Tool a través del Servicio de Atención al Cliente¹.

Email Customer Care Close

Required Fields*

Country*

Product*

First Name*

Last Name*

Email*

Company*

Please respond to me by E-mail
 Please respond to me by Phone

Country Code + Phone Number

Comments*

By submitting this request, I agree with the IHS [email](#) and [privacy policy](#).*

Figura 7.3. Atención al Cliente de IHS: Solicitud de información sobre Compass

Dos días después de solicitar la información, el 2 de mayo de 2014, a pesar de marcar la preferencia de respuesta a través de correo electrónico, se recibe una llamada telefónica del servicio de atención al cliente de IHS en Londres (Tlf: +44 1344 328000). La persona interlocutora requirió la confirmación de los credenciales del solicitante y la descripción del presente proyecto, antes de continuar con la llamada. En la misma, se comunica que la herramienta ya no está disponible en su versión libre como Compass Tool y ha pasado a formar parte de los servicios de gestión de recursos empresariales que oferta la compañía.

¹ <http://www.ihs.com/about/contact-us/customer-care/>

7.3.1.3. Logistics e-benchmarking tool

Esta herramienta desarrollada por Be Logic tiene como objetivo servir de soporte de ayuda en la toma de decisiones estratégicas en la selección de la mejor ruta de transporte de mercancías. Para comparar las posibles alternativas compuestas por los diferentes medios de transporte, se utilizan seis criterios principales: el tiempo, el coste, la flexibilidad, la fiabilidad, la calidad y la sostenibilidad. La combinación de estos criterios proporciona al usuario una visión general de los efectos potenciales de un cambio modal y especialmente a las empresas distribuidoras, que pueden utilizar la herramienta para comprobar si un cambio modal puede ser beneficioso para aumentar la 'verditud' de su cadena de suministro.

A mayo de 2014, la herramienta se encuentra todavía en vías de desarrollo. Mientras tanto, Be Logic facilita un email de contacto para que aquellos usuarios interesados en probar la herramienta soliciten acceso a la versión online.

BE LOGIC
Benchmark Logistics for Co-modality

SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME

Project Web Site | Home Page | User guideline | Contact Us | User: MIGUEL | Logout

Logistics Benchmarking tool

Chain Process Iter

New Session

New Alternative

Transport time

Transport cost

Flexibility

Reliability of service

Quality

Environmental sustainability

Final Results

Step 0 - New Session

Please, insert origin and destination for the new session in the boxes below.

Country of Origin: Spain | Country of Destination: France

Place of Origin: Madrid | Place of Destination: Lyon

Clear the lists | Next >>

Powered By BeLogic Consortium

Figura 7.4. Panel de control de la e-benchmarking tool: eje Madrid-Lyon

[Fuente: captura de imagen]

Tras enviar un breve correo a la dirección indicada², se recibió al instante la clave de acceso compuesta por un nombre de usuario y una contraseña (ver Anexo D.1).

Lo primero a tener en cuenta antes de hacer uso de la aplicación es que ésta requiere información específica que probablemente no está al alcance del usuario. Un ejemplo de estos datos son el tiempo de viaje, los costes de transporte, distancia entre origen y destino o las emisiones de CO₂. Aunque se recomienda recolectar toda la información posible antes de iniciar la herramienta, esta permite guardar los cambios a medida que se completan los campos requeridos.

Por tanto, esta herramienta es útil para comparar alternativas, pero no para el mero cálculo de los KPIs.

7.3.1.4. IMTIS Calculator

Desde 1996, la compañía alemana Contargo, especializada en contenedores multimodales, ha desarrollado una herramienta gratuita, la IMTIS (InterModal Tariff Information System), que determina el mejor modo y la ruta óptima de transporte.

A diferencia de la e-benchmarking tool, IMTIS sólo necesita como entradas de datos el origen y el destino de la mercancía. Como resultado, el software propone una ruta que integra los diferentes modos de transporte disponibles y las emisiones y costos relacionados con el transporte. La última versión de la herramienta, permite además incluir en el cálculo de las emisiones de CO₂ los costes relativos a la producción y distribución de combustibles.

Tras solicitar las claves de registro³, en un plazo de 2 semanas se recibe la confirmación de acceso (Ver Anexo D.2) y se procede a comprobar su utilidad. En el caso del eje Madrid-Lyon no resulta de interés, ya que la herramienta sólo permite realizar los cálculos de aquellas operaciones cuyo nodo inicial esté definido por un puerto de mar.

² belogic@dappolonia.it

³ <https://imtis.contargo.net/web/>

7.3.1.5. NTM-CALC

NTM ofrece una herramienta de evaluación ambiental avanzada para todos los modos de transporte. La herramienta evalúa el impacto climático, en el medio ambiente y el impacto de los servicios de transporte en la salud de los seres vivos.

La calculadora básica está disponible en la página principal de NTM (<http://www.ntmcalc.org>). Para estudiantes y otras ocasiones especiales ofrece la posibilidad de solicitar una cuenta de acceso temporal a la versión avanzada, se envió un correo a la dirección info@ntmcalc.org, pero de dicha petición no se obtuvo respuesta.

Esta herramienta proporciona resultados relativos a las emisiones de CO₂, NO_x, HC, CO y PM, al introducir 4 variables de entrada: peso de la carga, modo de transporte, distancia de la ruta y el medio de transporte utilizado (*Ver Anexo C.4. "Diferencia entre modo y medio de transporte"*).

7.4. Estimación de los KPIs seleccionados

Los indicadores clave de rendimiento seleccionados se calculan en base a los datos recopilados. Los cálculos se limitan generalmente a la conversión de unidades y factores.

Hay que tener en cuenta que el método de recopilación no está orientado a recopilar datos exactos. La interacción con los agentes implicados lleva implícita la falta de precisión de los datos.

De cara a obtener la mejor aproximación, se recomienda que el analista siga los siguientes pasos:

- Explicar con claridad el sistema objeto de estudio -en este caso el corredor-, los métodos utilizados y las fuentes de datos.
- Recopilar datos de diferentes fuentes y evaluar las diferencias (media ponderada).
- Limitar el número de cifras significativas.

8. Ejemplo de cálculo en el eje Madrid-Lyon

En base a las directrices generales establecidas en el capítulo anterior para el análisis de un corredor verde mediante KPIs, se lleva a cabo en los sucesivos apartados el cálculo de 5 los indicadores que componen la lista final propuesta en el presente proyecto.

Se debe de resaltar el carácter “ilustrativo” del cálculo, cuyo objetivo no es otro que el de realizar un ejemplo práctico de la metodología propuesta experimentando la aplicabilidad de los KPIs seleccionados. Un cálculo exhaustivo y en detalle conllevaría la realización de tareas que no están dentro del alcance ni de la programación del proyecto.

Una vez elegidos los indicadores a calcular, se procede a efectuar un breve análisis del corredor a evaluar y la selección de una operación representativa de transporte de mercancías en el corredor.

8.1. El eje Madrid-Lyon en el Corredor Mediterráneo

El Corredor Mediterráneo une el sur-oeste del citado mar con la frontera de Ucrania con Hungría, a lo largo de las costas de España, Francia, cruzando los Alpes y hacia el Este a través de Italia, Eslovenia y Croacia. A lo largo de más de 3000 km., esta es una vía de enlace multimodal entre los puertos del Mediterráneo y el centro de Europa.

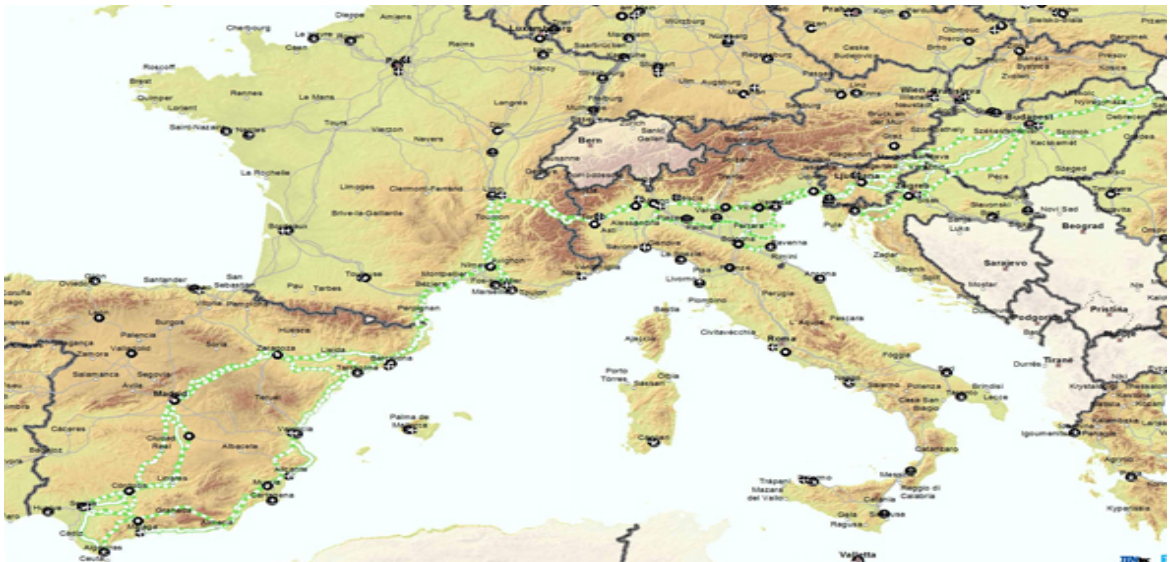


Figura 8.1. El Corredor Mediterráneo

[Fuente: Comisión Europea, 2013, p.15-16]

La línea de ferrocarril de alta velocidad entre Madrid y Barcelona se inauguró en febrero de 2008. Esta nueva línea de 621 km reduce el tiempo de viaje entre ambas ciudades en casi 3 horas con respecto al año 1996, lo que permite disminuir el nivel de saturación del tráfico aéreo entre ambas ciudades.

La línea de alta velocidad Perpiñán-Figueras conecta la red de alta velocidad española con la red ferroviaria francesa. Está diseñada para permitir tráficos mixtos, tanto de viajeros como de mercancías, y se encuentra abierta al tráfico comercial de trenes desde diciembre de 2010. [Comisión Europea, 2013, p.14]

El proyecto CLYMA (código de referencia del proyecto: 2012-EU-94174-S y mencionado en el apartado 4.1) es el encargado del análisis de la situación actual del eje Madrid-Lyon y la propuesta de un modelo de gestión que pueda aplicarse posteriormente a todo Corredor y también al conjunto de la red TEN-T.

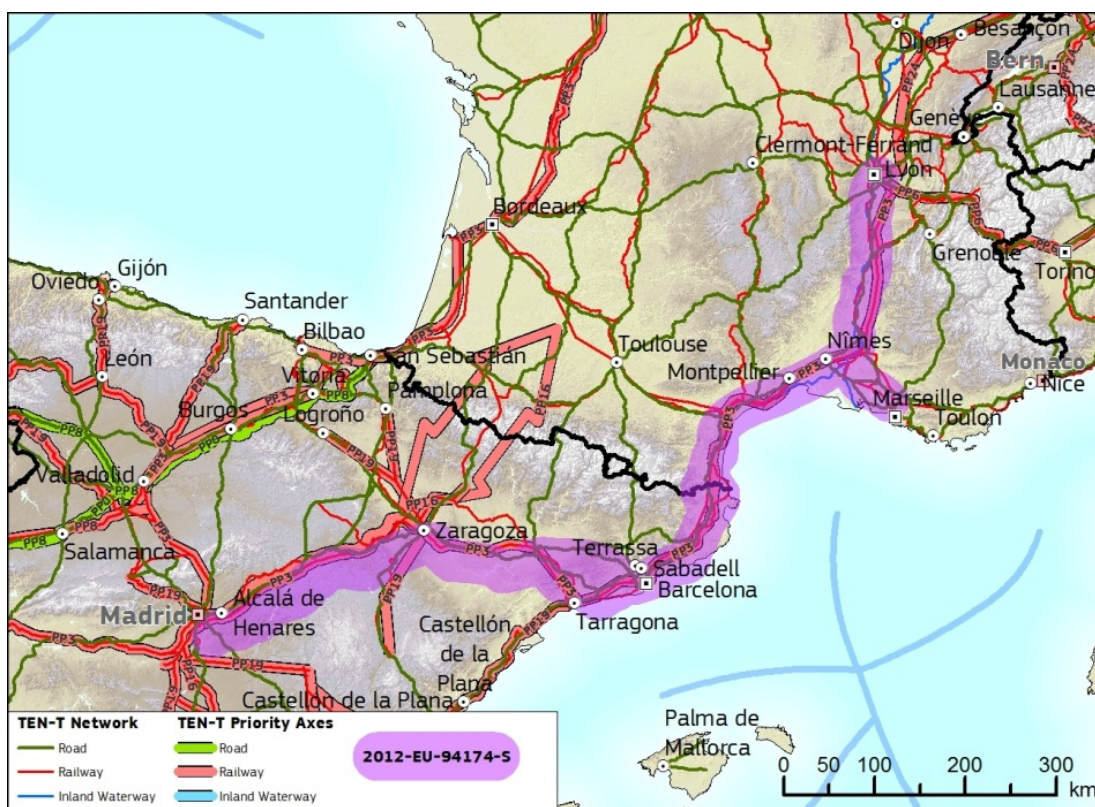


Figura 8.2. Corredor Mediterráneo: Eje Madrid-Lyon [Fuente: INEA, 2013]

8.1.1. Operación representativa de transporte de mercancías dentro del eje

Se selecciona una operación representativa llevada a cabo entre los puntos estratégicos de Madrid y Lyon en el corredor Mediterráneo realizada por carretera, siguiendo las directrices generales establecidas en el capítulo 7 para el análisis de un corredor verde mediante KPIs,

Recopilación de datos:

A través de un motor de búsqueda web, se escogen dos operados logísticos con actividad dentro del corredor y en concreto en la ruta Madrid-Lyon.

En un primer intento, se contacta con Intereco S.L., empresa que realiza diariamente envíos de carga paletizada por carretera a toda Europa. Este operador, se muestra reticente a proporcionar los datos solicitados. Una vez comunicado el motivo de la llamada (Tlf: 972 188 703), rápidamente expresa que no disponen de tiempo para este tipo de menesteres.

La segunda empresa elegida es C.L.I., S.L. (Coslada Logística Internacional, S.L.), empresa de transportes, radicada en Madrid, que cubre con líneas regulares propias Europa y el Magreb y gestionan tráfico terrestre, aéreo, marítimo, aduanas, logística y transportes especiales. En este caso, su director, Andrés Martínez, a través del teléfono +34 916 707 523, responde con interés a los datos solicitados, realizando los cálculos pertinentes en el momento, cuando no disponía de los valores con anterioridad.

Compañía	Modo de transporte	Carretera
	Período de cálculo	12 meses
	Empresa	Coslada L.I.,S.L.
	Contacto realizado por	Teléfono: +34 916 707 523

Tabla 8.1 Datos del Operador Logístico contactado

Descripción del proceso	Origen	Madrid
	Destino	Lyon
	Ruta	A2-A9 (Corredor Mediterráneo) Ida
	Tipo de carga	Carga completa de mercancía general por grupaje
	Tipo de vehículo	Trailer SCANIA R500 16.000 cc Motor Diésel V8
	Frecuencia	Diaria

Tabla 8.2. Descripción general de la operación de transporte seleccionada

Cuestionario	Datos facilitados		Estimaciones o conversiones		Comentarios
	Valor	Ud.	Valor	Ud.	
Coste Total del Transporte	1400	€/envío	511000	€/año	
Cantidad de bienes	24	tn/envío	8760	tn/año	
Distancia total	1236	km/envío	451140	km/año	
Tiempo total de transporte	17	h/envío	6205	h/año	2 conductores
Emissiones totales de CO2	-		3,13	kg CO ₂ /kg diésel	ρ gasoil a 15 °C= 833 kg/m ³
Consumo de combustible	-		38	l/100km	SCANIA R500
Nº total de envíos	365	envíos/año	366	envíos/año	
Nº incidentes	2	incidentes/año	3	incidentes/año	
Nº de envíos entregados a tiempo	320	envíos/año	321	envíos/año	
Disponibilidad de servicios TIC	-		-		
Tiempo medio de retención por cuello de botella	-		-		
Distancia promedio de retención cada 100 km	-		-		

Tabla 8.3. Cuestionario de recopilación de datos

Estimación de KPIs

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se considera que la densidad del gasóleo utilizada en la automoción es de 833 kg/m³ (a 15 °C). Este valor corresponde a la media de los límites mínimo y máximo establecidos en el Real Decreto 1088/2010 [BOE, 2010, p.9] Las emisiones a carga completa (24 tn) de un motor diésel utilizado por el camión son: 2,61 kg de CO₂/litro, es decir, 3,13 kg de CO₂/kg diésel.

Con el resto de datos recopilados y estimados, se pueden calcular 5 de los indicadores propuestos en la lista de selección final.⁴

KPI	Resultado
Coste relativo	0,047 €/tn·km
Emisiones CO ₂ e	41 g CO ₂ /tn·km
Seguridad del tráfico	0,55 % incidentes
Velocidad de transporte	73 km/hora
Confianza	88 %

Tabla 8.4. Estimación de KPIs en el eje Madrid-Lyon

⁴ Los cálculos intermedios relativos a conversiones y fórmulas utilizadas para la obtención del resultado final están a disposición del lector en el cd adjunto: Carpeta Anexos/ .excel "Ejemplo de cálculo"

Cálculo de las emisiones de CO₂ a través de Herramientas web:

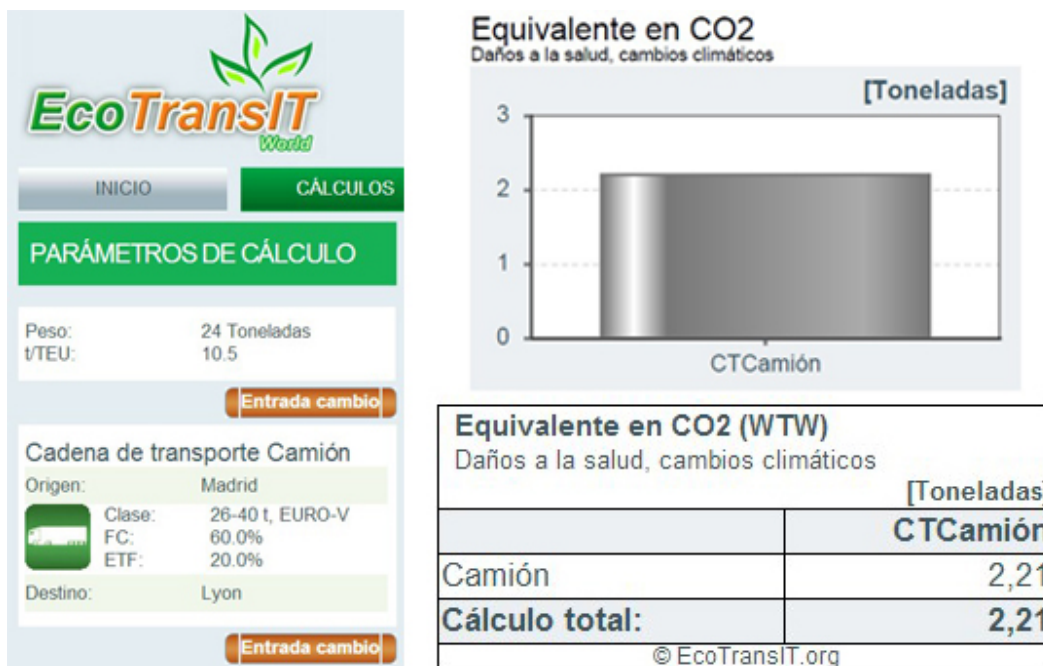


Figura 8.3 Estimación del KPI “Emisiones de CO₂” con la herramienta EcoTransIT

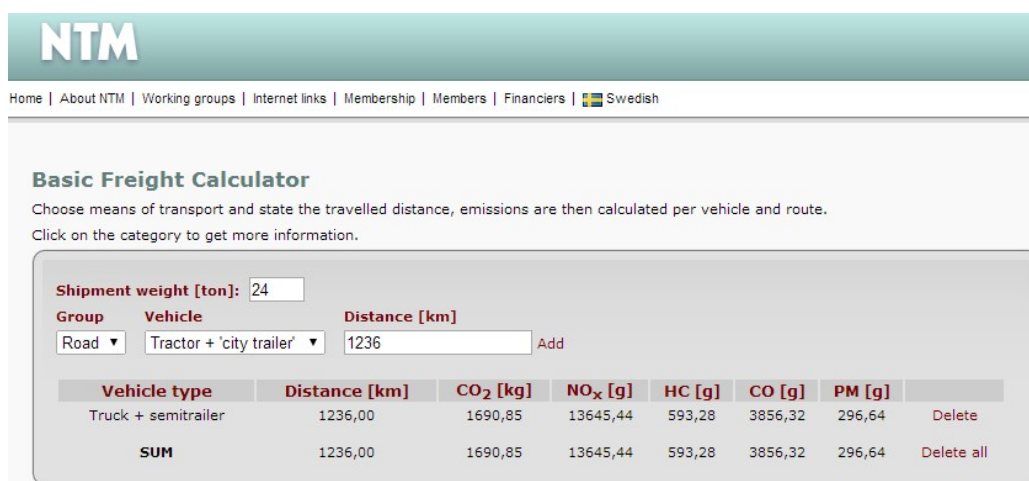


Figura 8.4 Estimación del KPI “Emisiones de CO₂” con la herramienta NTM-CALC”

Si los resultados obtenidos con las herramientas EcoTransIT y NTM-CALC se dividen por la distancia recorrida y el peso de la carga, se obtienen los siguientes resultados en comparación con el valor obtenido a través del cálculo interno estimado:

	Emisiones CO ₂ e	
Cálculo interno	41	g CO ₂ /tn·km
NTM-CALC	57	g CO ₂ /tn·km
EcoTransIT	74	g CO ₂ /tn·km

Tabla 8.5. Estimación de las Emisiones de CO₂: Comparación de resultados

Las diferencias en el resultado radican en que las herramientas web computan los daños a la salud asociadas a la operación de transporte. Por otro lado, si bien el campo de selección de vehículo disponible en NTM-CALC se adapta mejor a las características del ejemplo presente, ésta no permite seleccionar los puntos de origen y destino, parámetro que si tiene en cuenta EcoTransIT.

Por tanto, se toma como valor final estimado la media entre los resultados obtenidos mediante NTM-CALC y EconTransIT, y se actualiza la tabla 8.4, obteniendo los siguientes valores:

KPI	Resultado
Coste relativo	0,047 €/tn·km
Emisiones CO ₂ e	66 g CO ₂ /tn·km
Seguridad del tráfico	0,55 % incidentes
Velocidad de transporte	73 km/hora
Confianza	88 %

Tabla 8.6. Estimación final de KPIs en el eje Madrid-Lyon

9. Planificación temporal y estudio económico

9.1. Planificación temporal

El presente proyecto ha sido elaborado durante el curso académico 2013-2014, desde el 17 de enero de 2014 al 2 de junio de 2014, como parte del convenio derivado del programa de movilidad académica SICUE (Sistema de Intercambio entre Centros Universitarios Españoles).

El diagrama Gantt permite visualizar la distribución temporal de las tareas desarrolladas en el proyecto.

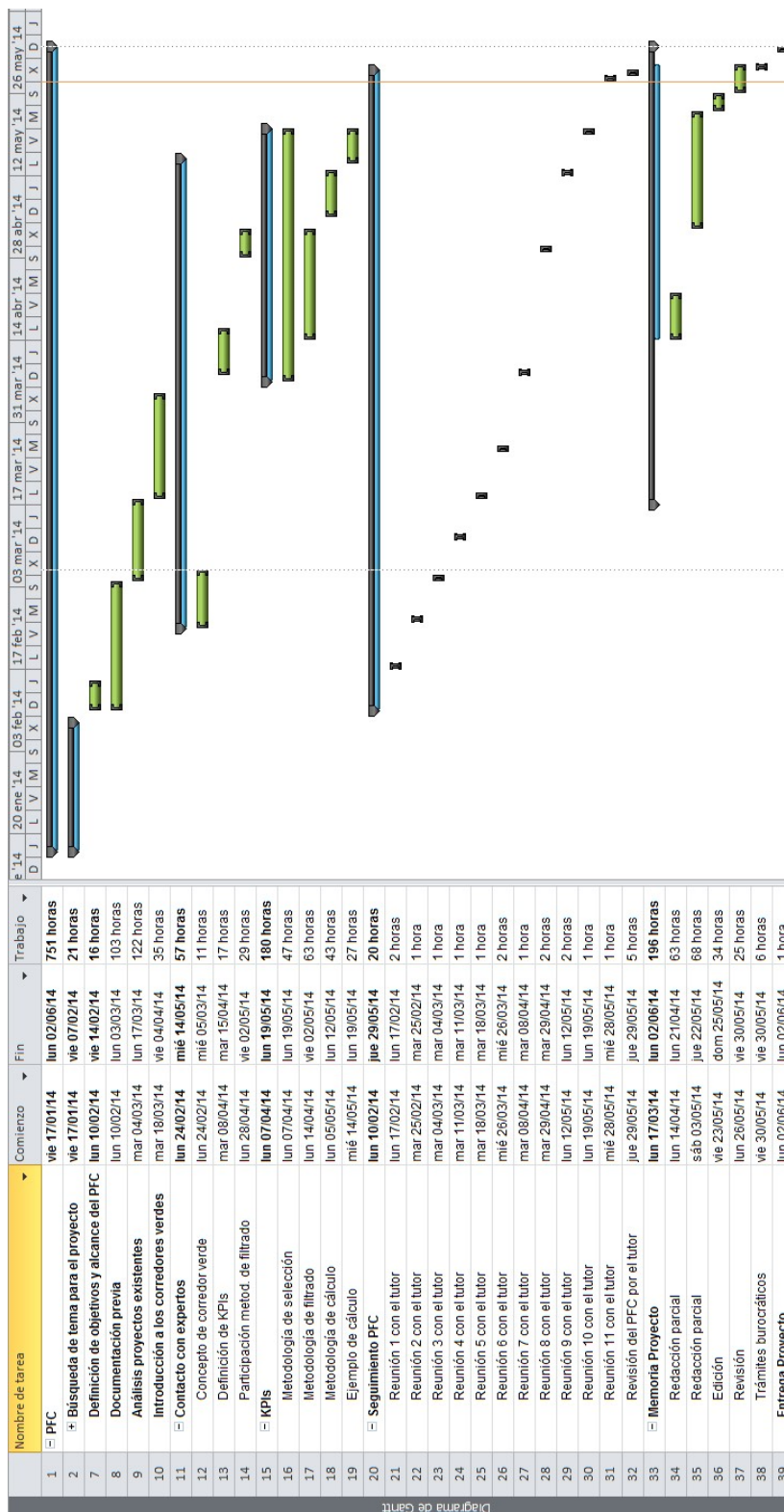


Tabla 9.1. Diagrama de Gantt del PFC

9.2. Costes del proyecto

El estudio de costes del proyecto se basa en los recursos requeridos durante la realización del mismo, es decir, los costes asociados a la consecución de los objetivos marcados. Dichos costes se pueden dividir en costes asociados a los recursos humanos, a los materiales y costes indirectos.

9.2.1. Costes asociados a los recursos humanos

Durante la realización del proyecto se ha requerido fundamentalmente la colaboración y asesoramiento del tutor del PFC. Se han realizado consultas a expertos, a agentes terceros implicados en las operaciones a realizar en los corredores verdes y con los departamentos de atención al cliente de las herramientas de cálculo.

El coste de los recursos humanos se computa por horas de trabajo en función de la categoría salarial de los implicados. En la siguiente tabla se refleja el coste total de los recursos humanos implicados en el proyecto.

	h	€/h	Coste (€)
Ingeniero junior(autor)	751	35	26285
Ingeniero asesor senior (tutor)	20	60	1200
Total			27.485 €

Tabla 9.2. Costes asociados a los RRHH

9.2.2. Costes asociados a los recursos materiales

Los costes materiales hacen referencia a los costes del material necesario para la ejecución del proyecto. En este apartado se incluyen los gastos de utilización de equipos informáticos (ordenador), los gastos derivados de la utilización de material fungible (material de oficina, papel, bolígrafos), y los gastos de documentación (impresión, encuadernación, cd's y carpeta).

Se estiman los gastos de utilización de los equipos informáticos en 141 €. Dicho importe se obtiene teniendo en cuenta una vida útil de 2 años, un coste de adquisición de 1.500 euros y una utilización exclusiva para el proyecto del 50% durante 4 meses y medio.

	ud	€/ud	Coste (€)
Presentación del PFC	5	43	215
Licencias Software	1	300	300
Equipo informático (4,5 meses)	1	1500	141
Material fungible	1	150	150
Total			950 €

Tabla 9.3. Costes asociados a los recursos materiales

9.2.3. Costes generales e indirectos

Los gastos generales e indirectos corresponden al consumo eléctrico, de internet y de las llamadas realizadas y recibidas a cobro revertido del extranjero.

	ud	€/ud	Coste (€)
Teléfono (llamadas a expertos)	3	2	6
Internet	1	1	54
Consumo energético	1	50	50
Total			110 €

Tabla 9.4. Costes generales indirectos

9.2.4. Coste total

	Coste (€)
Recursos humanos	27.485
Recursos materiales	950
Costes generales e indirectos	110
IVA (21 %)	5.964
TOTAL	34.509 €

Tabla 9.5. Coste total del PFC

Se estima un coste general del proyecto, correspondiente a la suma de los costes de recursos humanos, recursos materiales, generales e indirectos, de **34.365 €**

10. Estudio del impacto ambiental

La realización de este proyecto no implica impacto ambiental directo alguno al no derivar en ninguna actividad que presente una alteración en el medio ambiente.

Sin embargo, los temas objeto de estudio sí tienen una incidencia directa. Los corredores verdes de transporte reflejan un concepto de transporte integrado en el que el transporte marítimo de corta distancia, el ferrocarril, las vías navegables interiores y la carretera se complementan mutuamente para posibilitar opciones de transporte más respetuosas con el medio ambiente.

El transporte es una actividad, que a través de la dependencia actual de los motores producen dos efectos trascendentales: en primer lugar, emisiones de gases y ruido que tienen como consecuencia el impacto medioambiental de la contaminación del aire, y en segundo, el consumo de combustible que conlleva un impacto medioambiental relacionado con la disminución de recursos.

Por tanto, si los indicadores propuestos en el presente proyecto se tienen en cuenta en la toma de decisiones para el desarrollo de las cadenas logísticas del transporte de mercancías, no solo serían útiles para mejorar la calidad del servicio, sino también para medir los impactos sociales y medioambientales, para ayudar en la mejora del impacto ambiental en la actividad del corredor, fomentar formas de transporte más eficientes y sostenibles, y para mejorar el rendimiento general de la logística de transporte.

Por otro lado, aunque no se puede considerar como impacto ambiental del proyecto a los consumos (energía, papel, etc.) debidos a la redacción de la memoria o las actividades personales realizadas durante el desarrollo del mismo, sí se consideran como buenas prácticas la disposición hacia reducir el consumo de energía eléctrica, haciendo uso por ejemplo de la iluminación natural o prescindiendo de climatización en el puesto de trabajo, o la predisposición hacia el reciclaje del papel utilizado.

Conclusiones

El rápido crecimiento del transporte de mercancías contribuye al desarrollo económico y la creación de empleo, pero provoca contaminación, congestión, accidentes y una dependencia cada vez mayor de combustibles fósiles importados. Los recursos infraestructurales son limitados y cualquier trastorno en la cadena de suministro, como por ejemplo, una variación en los precios del petróleo, tiene un impacto negativo sobre la economía de la UE. Sin las medidas oportunas, la situación seguirá empeorando y minando la competitividad de Europa y el medio ambiente en el que vivimos.

Los proyectos revisados en la documentación bibliográfica tienen un objetivo común, impulsar un cambio hacia modos de transporte menos perjudiciales para el medio ambiente, especialmente tratándose de distancias largas, zonas urbanas o corredores de transporte sobrecargados.

De esta revisión, se denota la falta de consenso que todavía existe en torno al concepto de “Corredor Verde”, por lo que se propone una definición que recoge las premisas y recomendaciones de la Comisión Europea.

Con el objetivo de evaluar de manera eficiente el comportamiento medioambiental del transporte de mercancías en un corredor desde el origen hasta el destino final en términos de sostenibilidad, se realiza un proceso de selección de indicadores clave de rendimiento. En el desarrollo de este proceso, se propone un método de filtrado que establece como criterios de selección de indicadores el nivel de cumplimiento de las características asignadas a un CV. Además, de la participación de expertos en el método, se constata la originalidad del mismo y puede ser de provecho para el desarrollo de futuros proyectos en materia de selección de KPIs.

La lista final está constituida por 7 indicadores: Coste relativo, Emisiones CO₂e, Seguridad del tráfico, Velocidad de transporte, Confianza, Aplicaciones TIC y Cuellos de botella.

De las directrices generales para el análisis de corredores verdes mediante KPIs presentadas en el capítulo 7 y consecuentemente, del análisis de las fuentes de información para la recopilación de datos, se concluye que en la actualidad hay una falta de datos disponibles para un cálculo óptimo de los indicadores y que existe una clara reticencia de los operados logísticos a facilitar los datos requeridos.

Esta metodología se ejemplifica en el apartado 8 a través del cálculo ilustrativo de 5 de los KPIs seleccionados. Se elige una operación por carretera de transporte de mercancías representativa del eje Madrid-Lyon y se obtienen los valores estimados de los indicadores,

comprobando la validez de las fórmulas propuestas en el apartado de descripción de KPIs al estar los resultados dentro del orden de magnitud esperado.

A modo de recomendación para futuras acciones y con el objetivo de aumentar la utilidad de los KPIs seleccionados, el siguiente paso debería de ser el establecimiento de niveles a partir de los cuales los corredores, o los componentes de un corredor, cumplen o no los requisitos de rendimiento establecidos para poder ser considerados como “verdes”. Para que esta acción se pueda llevar a cabo, es necesario un estudio de comparación y de evaluación del estado actual de los corredores europeos de transporte a través de un consenso de KPIs.

Como última reflexión, expresar que el desarrollo de la logística del transporte de mercancías es ante todo una actividad comercial y una tarea que deberá llevar a cabo el sector. Sin embargo, las autoridades tienen un papel importante que desempeñar para crear un marco de condiciones adecuado y promover la mejora continua del sistema. En la medida que se logre una mayor colaboración y cooperación entre todas las partes implicadas, la logística puede aumentar la eficiencia de los distintos modos de transporte y sus combinaciones. Como resultado de ello, con menos unidades de transporte (vehículos, vagones, embarcaciones) se podrán transportar más mercancías y por tanto el impacto negativo sobre el medio ambiente disminuirá de forma proporcional.

Agradecimientos

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente proyecto, en especial al Pr. Ernest Benedito Benet por darme la oportunidad de realizar este Proyecto de Fin de Carrera bajo su dirección. Más allá de sus valiosos consejos aportados y de su capacidad para orientar el proyecto hacia la consecución de objetivos, por creer en mí y hacerme ver que no existen límites. Ya pienso en “grande”. Gracias Maestro.

Al Pr. Harilaos Psaraftis y a D. Mathias Roos, por su desinteresada participación en el método de filtrado.

Al Pr. Jesús García Arca, por el soporte que me ha proporcionado desde la distancia y por orientarme académicamente en la especialidad de Organización Industrial.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud hacia mi familia y amigos, por ser los pilares sobre los que se ha ido construyendo mi proyecto de vida, por ayudarme a crecer como persona y servir de apoyo moral en la toma de decisiones importantes y en el desarrollo de este trabajo.

A mi abuela Dolores, por enseñarme a valorar la vida por los pequeños detalles, por ser mi ángel de la guarda, esto va por ti.

A mi abuela Sara y a mi abuelo Penín, porque de ellos aprendí que el trabajo en equipo hace la fuerza.

A mis tíos Víctor y Jaime, a mi padre, y a mis amigos Héctor, Marco, Portela, Manuel, Grishin y Fernando, porque a través de sus palabras de aliento y sugerencias, y “aunque no hay camino fácil que lleve a un sitio que merezca la pena”, consiguen que pueda disfrutar de éste y que todo sea más fácil. Ellos forman parte de mi equipo.

A Pablito, por el ánimo infundido y su apoyo incondicional, gracias por ser feliz.

Mención especial, merece mi madre, porque lo da todo por mí sin recibir nada a cambio, porque gracias a su trabajo y esfuerzo, ha conseguido brindar a sus hijos las oportunidades necesarias para que puedan luchar por sus sueños. Gracias a ella, lo imposible es factible y uno de esos sueños se ha hecho realidad. Gracias de corazón mamá.



Bibliografía

Referencias bibliográficas

ARNOLD, J. *The World Bank Best Practices in Corridor Management*. Febrero 2005.

BÄCKSTRÖM, S. *Task 3- KPI Test cases evaluation, V2.0*. WSP, Enero, 2012a, p.17.

BÄCKSTRÖM, S. *Green Corridor Manual (Draft), Key Performance Indicators (KPIs) and policy measures in green transport corridor establishment*. Publicaciones NetPort.Karlshamn, Febrero 2012b.

BE LOGIC. *Results: Project Deliverables*, 2014 [<http://www.be-logic.info/>, 4 de febrero de 2014]

BOE. Especificaciones técnicas de gasolinás y gasóleos. 2010, p.8 [<http://www.boe.es/boe/dias/2010/09/04/pdfs/BOE-A-2010-13704.pdf>, 20 de mayo de 2014]

BP. *BP Statistical Review of World Energy June 2013*, 2014, p.6-19 [<http://www.bp.com/statistical-review>, 6 de marzo de 2014]

COMISIÓN EUROPEA. *Libro Blanco - La política Europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad*. COM 314 final, Bruselas, 2006, p. 35-36.

COMISIÓN EUROPEA. *Freight Transport Logistics Action Plan*. Com. Bruselas, 2007. Final. [<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52007DC0607>, 20 de febrero de 2014]

COMISIÓN EUROPEA. *The Core Network Corridors*. Bruselas, 2013, p. 14-17.

COMISIÓN EUROPEA. *Transport Themes: Infrastructure - TEN-T - Connecting Europe, 2014*. [http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/index_en.htm, 30 de marzo de 2014]

ECOTRANSIT WORLD. *Cálculos*, 2000. [<http://www.ecotransit.org/calculation.es.html>, 4 de mayo de 2014]

ENERGY-INSIGHTS. *Oil Reserves Per Country and Region*, 2013 [<http://www.energyinsights.net/cgi-script/csArticles/articles/000073/007352.htm>, 5 de marzo de 2014]

- ENGSTROM, R. *Green Corridor Criterias*. Trafikverket. Estocolmo, Junio 2012.
- FASTÉN, G. *Green Corridor Manual*. Publicaciones NetPort.Karlshamn, Julio 2012.
- GORDON, T. *The Delphi Method*. AC/UNU. Washington, 1994.
- IDAE. Transporte y consumo de energía, 2014. [<http://www.idae.es/index.php/idpag.783/releategoria.3986/mod.pags/mem.detalle>, 20 de Abril de 2014]
- ILVES, I. [et al.]. *Benchmarking of Green Corridor V.2, SuperGreen Deliverable D.2.4*. 2010.
- INEA. *Development of the Madrid–Lyon axis on the TEN-T Mediterranean Corridor*, 2013. [http://inea.ec.europa.eu/en/ten-t/ten-t_projects/ten-t_projects_by_country/multi_country/2012-eu-94174-s.htm, 7 de Mayo de 2014]
- KRAMER, H. [et al.] *D2.1. Report on overall benchmarking framework*, 2009.
- PALSON, C. [et al.]. *Definition of Benchmark Indicators and Methodology, SuperGreen Deliverable D.2.2*. 2010.
- PORTdeBARCELONA. *CLYMA: el Corredor Mediterráneo empieza a ser una realidad*, 2013 [<http://news.portdebarcelona.cat/esp/noticia.php?id=177&p=>, 5 de febrero de 2014]
- REISS, R. [et al.]. *Integrated Corridor Management Concept Development and Foundational Research*. 2005
- SUPERGREEN. *Project*. 2013a [<http://www.supergreenproject.eu/project.html>, 2 de Febrero de 2014]
- SUPERGREEN. *Network, Lista de corredores*. 2013b [<http://www.supergreenproject.eu/docs/public/SuperGreen%20network%20and%20corridors.pdf>, 3 de Febrero de 2014]
- SUPERGREEN. *D2.2, Definition of Benchmark Indicators and Methodology*. 2010
- TENTEC. *Maps: TEN-T Core Network Corridors, Metro Map and Mediterranean corridor*. 2014 [<http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/site/en/maps.html>, 9 de Febrero de 2014]
- WORLD BANK. *Climate Finance*, 2013 [<http://www.worldbank.org/en/topic/climatefinance>, 28 de abril de 2014]

Bibliografía complementaria

- Compañías que realizan operaciones de transporte en el eje Madrid-Lyon:

INTERECO. Transporte de Pallets [<http://www.transportesmercanciasintereco.es/>, 20 de mayo de 2014]

RENFE. Transporte ferroviario de contenedores [<http://www.renfe.com/GA/empresa/mercancias/intermodal/index.html>, 20 de mayo de 2014]

- Otras webs consultadas:

ICT applications on the road to sustainable urban transport

[http://www.openstarts.units.it/dspace/bitstream/10077/6059/1/vanGeenhuizen_ET41.pdf]

- Vídeos:

White Paper on the future of the European Transport Policy

[<http://ec.europa.eu/avservices/video/player.cfm?ref=1069182>]

