

MAPA DE FLUJOS DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA Y FERROCARRIL

VOLUMEN I

Capítulo 1. Introducción

Capítulo 2. Antecedentes

MAPA DE FLUJOS DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA Y FERROCARRIL 1

VOLUMEN I	1
Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Antecedentes	1
1. Objetivo.....	5
2. Antecedentes.....	7
2.1. Estudio de vulnerabilidad, 1987.	7
2.1.A.1 Flujo de mercancías.....	9
2.1.A.1.1. Flujo de mercancías peligrosas por carretera	9
2.1.A.1.2. Flujo de mercancías por ferrocarril	14
2.1.A.2. Análisis de Siniestralidad.....	16
2.1.A.3. Análisis Global del Riesgo	18
2.1.B. Análisis de la capacidad de respuesta.....	19
2.1.C. Análisis de vulnerabilidad	22
2.1.D. Valoración del estudio “Análisis de vulnerabilidad”	26
2.2. Mapas de Flujos, 1998.....	28
2.2.A. Mapa de Flujos	29
2.2.A.1 Flujo de mercancías.....	35
2.2.A.1.1. Flujo de mercancías peligrosas por carretera	35
2.2.A.1.2. Flujo de mercancías peligrosas por ferrocarril	41
2.2.B Análisis de Riesgos	43
2.2.B.1 Probabilidad de accidente	43
2.2.B.2. Magnitud de los daños	51
2.2.B.3 Determinación del riesgo.....	58
2.2.C. Plan de encaminamiento	61
2.2.D. Conclusiones Mapa de Flujos.....	62
2.3. Actualización del mapa de flujos, 2003.	65
2.3.A. Mapa de flujos	66
2.3.B. Cálculo de riesgos.....	75
2.3.B.1. Riesgo para la Población	75
2.3.B.2. Riesgo para los Acuíferos y Aguas Superficiales.....	96
2.3.B.2.1. Riesgo para acuíferos.....	97

2.3.B.2.2. Riesgo para aguas superficiales	101
2.4. Los diferentes proyectos	106

1. Objetivo

Los documentos que se presentan a continuación constituyen el estudio denominado “Mapas de flujos del Transporte de Mercancías Peligrosas en Euskadi” realizado por IHOBE, Sociedad Pública Medioambiental del Gobierno Vasco del Departamento del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial.

La presentación de este estudio se ha dividido en 4 volúmenes:

Volumen I. Capítulo 1 Introducción. Capítulo 2. Antecedentes

Volumen II. Capítulo 3. Mapa de Flujos

Volumen III. Capítulo 4. Análisis y Conclusiones

Volumen IV. Anexos

El objetivo central de este trabajo ha sido establecer los mapas de flujo del transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril en el ámbito de la Comunidad Autónoma Vasca.

El Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, aprobó la Norma Básica de Protección Civil prevista en el artículo 8 de la Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil.

En la citada Norma Básica se dispone que, entre otras, las emergencias que puedan derivarse de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas, serán objeto de planes especiales, elaborados de acuerdo con la correspondiente Directriz Básica que establecerá los criterios mínimos que habrán de seguir las distintas Administraciones Públicas en la confección de estos Planes Especiales de Protección Civil frente a los riesgos de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas, por carretera y ferrocarril, en el ámbito territorial y competencial que a cada una corresponda.

Todo ello con la finalidad de prever un sistema que haga posible, en su caso, la coordinación y actuación conjunta de los distintos servicios y Administraciones implicadas. Dicha Directriz fue aprobada por Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, siendo publicada en el B.O.E. del 22 de marzo de 1996

A los efectos de la Directriz Básica se consideran mercancías peligrosas todas aquellas sustancias que, en caso de accidente durante su transporte, por carretera o ferrocarril, pueden suponer riesgos para la población, los bienes y el medio ambiente, y que, por ello, sus condiciones de transporte se encuentran

reguladas en el Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por ferrocarril (RID) y carretera (ADR).

En el apartado 2 del capítulo II de la Directriz 387/96, establece que los mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril constituirán el análisis numérico y la expresión gráfica, en relación con un período de tiempo y un territorio determinado de la estadística de los transportes de mercancías peligrosas, con detalle del número de transportes cuyo itinerario haya discurrido, en todo o en parte, por dicho territorio, y de las cantidades totales de materias peligrosas transportadas; agrupados estos datos según materias, clases de materias y tramos de las vías utilizadas para el transporte.

La elaboración de mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas tendrá como objetivos el servir de base para la previsión de las medidas y estrategias de intervención a adoptar para paliar las consecuencias de un posible accidente y el delimitar las áreas que, teniendo en cuenta la cantidad, frecuencia y características de las materias peligrosas que son transportadas por las vías que discurren en sus proximidades, hayan de ser consideradas de especial relevancia a efectos de prever medidas de protección a la población, los bienes o el medio ambiente que puedan verse afectados.

2. Antecedentes

El transporte de Mercancías Peligrosas en el País Vasco ha sido objeto de diferentes estudios a lo largo del tiempo, cada uno de ellos con sus peculiaridades. Es importante conocerlas con el fin de poder extraer conclusiones y evaluar la evolución en el tiempo de este tipo de transporte.

2.1. Estudio de vulnerabilidad, 1987.

En 1987 se llevó a cabo el primer estudio sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas en Euskadi titulado: *“Estudio de Vulnerabilidad asociado al transporte de mercancías peligrosas en el País Vasco”*, que fue realizado por la consultora INECO, Ingeniería y Economía del Transporte, para el Departamento de Política Territorial y Transportes del Gobierno Vasco.

Este estudio se estructuró en torno a tres ejes:

A. **Análisis de los factores de riesgo** que concurrían tanto en los tramos de carretera y ferrocarril, como en los núcleos urbanos de más de 50.000 habitantes, asignándoles en cada caso un índice global de riesgo.

A su vez este objetivo se dividió metodológicamente en 2 partes:

- Determinación de los **flujos de transporte** de mercancías peligrosas, caracterizados por su volumen o tonelaje total, su naturaleza o clasificación y el peligro inherente a sus características, índice de peligrosidad.
- Recopilación de **datos de accidentalidad** por tramos y modos de transporte tanto por el transporte específico de mercancías peligrosas como para el transporte general de mercancías.

B. Estudio de la **capacidad de respuesta** de la Comunidad Autónoma del País Vasco para hacer frente a un posible accidente en el transporte de mercancías peligrosas dentro de su ámbito territorial.

En esta fase a su vez, se abordaron tres apartados:

- Planificación preventiva y de actuación
- Organización de los servicios de intervención
- Infraestructura de recursos.

C. Análisis de la **potencial vulnerabilidad** en cada tramo para cada modo de transporte y para las poblaciones mayores de 50.000 habitantes. A partir de

dicho análisis se establecieron diversas propuestas de actuación encaminadas a minorar el riesgo y el impacto sobre el entorno afectado.

La densidad de la red de carreteras de Euskadi era ya elevada comparada con otras Comunidades Autónomas, la longitud total era de 4.158 km. Aunque se disponían únicamente de 195,2 km. de autopistas, autopista A-8 y A-68, y 90,0 km. de autovías.

La red de Ferrocarril era de 577,9 km. de los que Renfe disponía de 285 km.; Ferrocarriles de vía estrecha, FEVE, 50,2 km.; Ferrocarriles Vascos 206,6 km y Ferrocarriles del Urola 36,6 km. El estudio se centró lógicamente en los 335, 2 km. de Renfe y FEVE por los que transitaban las mercancías peligrosas.

Otro elemento importante en el estudio fue el Puerto de Bilbao constituido en aquellos momentos por cinco unidades claramente diferenciadas y notablemente distantes entre sí: Muelles de Bilbao Centro; Canal de Deusto; Muelles de Zorroza; Muelles de Santurce y Superpuerto, complejo petrolero contiguo al nuevo espigón de Punta Lucero.

Es de destacar que el Puerto de Bilbao es un elemento muy relevante en cualquier estudio de mercancías peligrosas en el País Vasco y cuya estructura y funcionamiento, como veremos, ha cambiado profundamente en los últimos años.

Asimismo, se consideraron el Puerto de Pasajes, el transporte por oleoducto y gaseoducto.

Los datos fueron obtenidos a partir de la **encuesta de flujos de transporte a nivel nacional** realizada por la consultora INECO en 1986, en algunos casos con datos de 1983 y homogeneizando los flujos mediante datos e índices del mercado de productos químicos.

Se estudiaron los **datos de 80 empresas**:

- 23 empresas con flujo de transporte de MMPP con factorías en Euskadi
- 57 empresas con flujo de transporte de MMPP en Euskadi. Es decir, empresas que pueden estar ubicadas fuera de Euskadi, pero cuyo transporte de MMPP afectaría a las carreteras de Euskadi.

Es de destacar que las empresas ubicadas en Euskadi contempladas en el estudio se agrupaban, salvo 1 empresa en Lantarón, otra en Beasain y otra en Tolosa, en torno al área del Gran Bilbao y al área de San Sebastián-Rentería-Lezo-Hernani.

En lo relativo a las mercancías, se establecieron como criterios del estudio:

- Cuantitativamente establecieron un umbral mínimo de transporte en torno a las 100 Toneladas.
- Cualitativamente buscaron recoger todos aquellos productos que presentarán alto riesgo, índice de peligrosidad 4 y 5, aunque se realizara en cantidades pequeñas.

2.1.A.1 Flujo de mercancías

El tráfico global que se obtuvo fue de:

Modo de transporte	Toneladas/año	Porcentaje
Carretera	3.813.890	87,76 %
Ferrocarril	531.892	12,24 %
Total	4.345.782	

Los flujos de mercancías se clasificaron en 4 categorías:

- Flujos *de origen* en el País Vasco
- Flujos *de destino* en el País Vasco
- Flujos *de paso a través* del País Vasco
- Flujos de tráfico interior:
 - Flujos internos en el área del Gran Bilbao
 - Flujos en todo el País Vasco

2.1. A.1.1. Flujo de mercancías peligrosas por carretera

Los resultados globales del flujo por carretera fueron:

Tráfico	Toneladas/año	Porcentaje
Origen	927.389	24,32
Destino	520.025	13,63
Paso	225.748	5,92
Interior	2.140.728	56,13
Total	3.813.890	

En el área del Gran Bilbao el flujo fue de 890.939 Toneladas, un 41,62 % del flujo interno y un 23,36 del total.

Se delimitó una malla de carretera atendiendo a criterios como:

- Datos de empresas, tanto productoras como especializadas en el transporte de MMPP
- Condiciones de circulación especificadas en la reglamentación TPC
- Datos sobre el transporte de MMPP del Ministerio de Obras Públicas
- Datos suministrados por el Departamento de Transportes del Gobierno Vasco

Esta malla incluyó núcleos de otras provincias en relación directa con Euskadi como Ontón, Alsasua y Lesaka, Fuenmayor y Miranda de Ebro.

Se realizó una tramificación de las carreteras según el Plan de Carreteras y la legislación de transporte de MMPP en vigor.

Al estudiar el flujo se vio como los tráficos más elevados se concentraban en tramos de carácter semiurbano y urbano, tales como las circunvalaciones de Vitoria-Gasteiz y Donostia-San Sebastián y en la solución Ugaldebieta en el área del Gran Bilbao.

Los tramos más afectados por el transporte de MMPP fueron:

- La autopista A-68 en su totalidad
- La autopista A-8 destacando los tramos:
 - Bilbao-Galdakao
 - Galdakao- Amorebieta
- La Nacional 1 especialmente:
 - Donostia-San Sebastián - Irun
 - Miranda - Vitoria-Gasteiz
 - Vitoria-Gasteiz - Salvatierra
- C-6210 en el tramo de autovía Altube - Vitoria-Gasteiz
- N-634 en las inmediaciones de Bilbao
- SS-500 entre Donostia-San Sebastián y Hernani
- SS-413 entre Hernani y Andoain
- N-240 entre Tolosa y Betelu
- C-6318 entre Bilbao y Alonsotegi
- C-6315 entre Amorebieta y Gernika
- Impacto del tránsito entre la zona centro y noroeste hacia la autopista del Ebro en Ribabellosa-Armiñon.

Y como hemos dicho los flujos en torno a núcleos de población que se producían en el ámbito del área del Gran Bilbao, área de Donostia-San Sebastián, Vitoria-Gasteiz e Irun.

En cuanto a la **peligrosidad del transporte** este estudio clasificó los productos según el índice de peligrosidad que aparecía en la “clasificación complementaria de las mercancías peligrosas en base a su peligrosidad

potencial o al riesgo que presente cada producto” del Reglamento Nacional de Mercancías Peligrosas en vigor.

Se establecían 5 niveles de peligrosidad, según los riesgos que presenta cada producto, de acuerdo con su:

- Inflamabilidad
- Toxicidad o corrosividad
- Peligro de reacción violenta por descomposición instantánea, polimerización, inestabilidad, reactividad y/o
- Peligro de explosión

De forma que las mercancías peligrosas se agruparon por índices de peligrosidad de mayor, IP=5 a menor peligrosidad IP=1.

Al estudiar el flujo según la tipología del transporte y la peligrosidad de la mercancía se observa como el tráfico interior es principalmente de peligrosidad baja en tanto que el tráfico de paso, aunque sólo representa el 5,92% del total corresponde a los productos más peligrosos.

Peligrosidad	Toneladas /año	%	Origen	Destino	Paso	Interior	Origen	Destino	Paso	Interior
1	1.605.148	42,09%	502.554	76.051	23.821	1.002.722	54,19%	14,62%	10,55%	46,84%
2	900.074	23,60%	73.170	239.318	42.178	545.408	7,89%	46,02%	18,68%	25,48%
3	571.883	14,99%	74.994	144.331	72.491	280.067	8,09%	27,75%	32,11%	13,08%
4	670.546	17,58%	257.059	45.466	55.490	312.531	27,72%	8,74%	24,58%	14,60%
5	66.239	1,74%	19.612	14.859	31.768	0	2,11%	2,86%	14,07%	0,00%
Total	3.813.890	100%	927.389	520.025	225.748	2.140.728	100%	100%	100%	100%
			24,32%	13,64%	5,92%	56,13%				

En relación con los **productos** el listado de los 25 productos más transportados fue el siguiente:

Orden	Producto	Toneladas/año	%
1	Fuel-Oil	1.690.605	39,72%
2	Gasóleo	960.043	22,55%
3	Gasolina	390.957	9,18%
4	GLP. Butano y Propano	225.396	5,29%
5	Oxígeno	120.840	2,84%
6	Ácido Sulfúrico	111.874	2,63%
7	Ácido Nítrico	100.450	2,36%
8	Butadieno	87.100	2,05%
9	Amoniaco anhidro	79.797	1,87%
10	Hidróxido Sódico	77.131	1,81%
11	Estireno	73.400	1,72%
12	Ácido Clorhídrico	61.825	1,45%
13	Nitrógeno	35.590	0,84%
14	Alquitranes	34.700	0,82%
15	Keroseno	33.691	0,79%
16	Hipoclorito Sódico	33.110	0,78%
17	Lubricantes env. Sol.	22.500	0,53%
18	Xileno	21.415	0,50%
19	Etanol	17.579	0,41%
20	Carburo de calcio	15.530	0,36%
21	Cloro	14.118	0,33%
22	Ácido Fluorhídrico	14.045	0,33%
23	Sulfuro de Carbono	13.400	0,31%
24	Cloro Fluormetanol	11.200	0,26%
25	Clorato Sódico	10.535	0,25%

Nuevamente los productos fueron clasificados en función de su índice de peligrosidad y resultaron los productos más peligrosos transportados:

Índice de Peligrosidad	Producto	Toneladas/año
5	Sulfuro de Carbono	13.400
	Acrilonitrilo	10.360
	Explosivos	10.312
	Kaltron	6.496
	Nitrato amónico	6.000
	Cloruro de Vinilo	5.119
	Metacrilato de metilo	3.760
	Óxido de etileno	120
4	GLP. Butano y Propano	225.396
	Ácido Sulfúrico	111.874
	Ácido Nítrico	100.450
	Butadieno	87.100

Índice de Peligrosidad	Producto	Toneladas/año
	Amoniaco anhidro	79.797
	Ácido Clorhídrico	61.825
	Cloro	14.118
	Ácido Fluorhídrico	14.045
	Percloroetileno	5.824
	Acetona	4.302
	Acetato de Vinilo	3.700
	Tolueno	3.050
	Ciclohexano	3.000
	Nitrocelulosa	2.560
	Benceno	1.016
	N.M. Dimetilacetona	500
	Gases licuados	450
	Ácido fenolsulfónico	349
	Acetileno	224
	Monometilamina	200

En cuanto a las **clases** de las mercancías peligrosas, se obtuvieron los siguientes datos:

Clase	1	2	3	4.1	4.2	4.3	5.1	6.1	8	Total	%
Origen	14.122	104.751	581.925	2.195	3.114			10.000	211.282	927.389	24,32%
Destino	1.657	39.087	440.173	1.004		1.300	11.140	13.942	11.722	520.025	13,64%
Paso	778	35.902	77.257	3.290		13.230	18.393	32.851	44.047	225.748	5,92%
Interior		424.316	1.627.118	2.471	526		2.000		84.297	2.140.728	56,13%
Total	16.557	604.056	2.726.473	8.960	3.640	14.530	31.533	56.793	351.348	3.813.890	100,00%
%	0,43%	15,84%	71,49%	0,23%	0,10%	0,38%	0,83%	1,49%	9,21%	100,00%	

Es muy importante destacar que la clase 3, inflamables, representaba el 71,49% de las mercancías peligrosas transportadas en aquel momento y la clase 2, gases, el 15,84% si a ello le sumamos la clase 8, corrosivos, con el 9,21%, obtenemos que el 95,54% de todas las mercancías peligrosas pertenecían a las clases 2, 3 o 8.

Las **empresas** que mayor número de toneladas movían de las consideradas en el estudio eran CAMPSA, Butano, Sefanitro y Nueva Alcudia. Dos de ellas

desaparecidas en la actualidad, Sefanitro y Nueva Alcudia, y con cambios accionariales las otras dos.

Otras empresas que movían también importantes volúmenes eran Argón, CEPSA, Electroquímica de Hernani, Explosivos de RíoTinto y la SEO.

Como se puede ver el entramado empresarial en este sector ha variado bastante en los últimos años.

2.1. A.1.2. Flujo de mercancías por ferrocarril

Mayoritariamente el flujo de mercancías peligrosas por ferrocarril era un flujo con origen en el País Vasco. Los tráficos por ferrocarril para distancias de menos de 300 km. son mínimos por lo que el tráfico interior también lo era.

Tráfico Ferrocarril	Toneladas/año	Porcentaje
Origen	470.300	88,57%
Destino	55.392	10,43%
Paso	5.200	0,98%
Interior	100	0,02%
Total	530.992	

La red de ferrocarril se vertebraba en torno a los **ejes ferroviarios** de Bilbao-Miranda e Irún-Miranda. Los tráficos más importantes tenían su origen localizado en las zonas de Santurce, Lutzana-Barakaldo en Bizkaia y Lezo-Rentería en Gipuzkoa.

En el flujo por ferrocarril destacaba el tráfico de origen fundamentalmente por la presencia de CAMPSA y el flujo de combustibles desde Lezo/Rentería a Navarra.

Sin embargo, la problemática principal en cuanto a la afección se planteaba en aquellos momentos en Bilbao con una íntima relación con Santurce. En aquellos momentos Renfe disponía como estación intermedia la ubicada en la Casilla-Amézola ya que el lanzamiento de mercancías se realizaba mediante agrupamiento hasta formar trenes completos con vagones y cisternas que se acumulaban en dicha estación. Este hecho también afectaba a la estación de Olabeaga. Además, había un importante tráfico de contenedores de cloro procedentes de Galicia con destino a Bilbao-Parque.

En cuanto a los **productos**, los que se transportaban con más volumen por ferrocarril eran:

Orden	Producto	Toneladas/año	%
1	Fuel-Oil	178.500	36,10%
2	Gasóleo	175.000	35,40%
3	Gasolina	65.500	13,25%
4	Naftas	31.000	6,27%
5	Ácido Sulfúrico	24.002	4,85%
6	Cloruro de Vinilo	20.408	4,13%

Por peligrosidad los productos eran:

Peligrosidad	Producto	Toneladas/año
5	Cloruro de Vinilo	20.408
	Explosivos	7.750
	Bombas	3.500
4	Ácido Fluorhídrico	3.600
	Ácido Sulfúrico	24.002
	Cloro	5.500

Los datos según las clases de las mercancías peligrosas transportadas por ferrocarril fueron:

Clase	1	2	3	6.1	8	Total	%
Origen	9.200		457.500		3.600	470.300	88,25%
Destino	350	30.600		1.440	24.002	56.392	10,58%
Paso	1.700	3.500				5.200	0,98%
Interior			1.000			1.000	0,19%
Total	11.250	34.100	458.500	1.440	27.602	532.892	100,00%
%	2,11%	6,40%	86,04%	0,27%	5,18%	100,00%	

El tráfico por ferrocarril era principalmente de la clase 3 y tráfico de origen y en mucha menor medida de clase 2 y clase 8, en ambos casos de destino principalmente.

Las **empresas** que mayor número de toneladas movían por ferrocarril fueron nuevamente CAMPSA con combustibles y Sefanitro con ácido sulfúrico, junto a Petronor con naftas y Río Ródano transportando cloruro de vinilo.

Se realizó una comparación entre el índice de peligrosidad ponderada y las toneladas transportadas para los núcleos de población tanto por carretera como por ferrocarril que arrojó los siguientes datos:

Transporte	Carretera		Ferrocarril		
	Área	IPm	T.P.	IPm	T.P.
Gran Bilbao		1,98	5.362.083	1,78	333.113
Donostia-San Sebastián		2,19	1.723.059	2,25	772.088
Vitoria-Gasteiz		1,88	1.186.521	4,77	163.611
Irun		2,16	308.517	4	28.400
Total		2,13	8.123.586	2,1	1.117.436

El índice de peligrosidad medio para el ferrocarril es del mismo orden que el índice de peligrosidad medio que se tenía para la carretera.

Los porcentajes ponderados de la carretera resultan los más elevados especialmente en el interior del área del Gran Bilbao.

Sin embargo, destacan los altos índices de peligrosidad media para el transporte ferroviario en Vitoria-Gasteiz e Irun.

2.1. A.2. Análisis de Siniestralidad

Se realizó una recopilación de datos estadísticos de la accidentalidad específica de MMPP por carretera y ferrocarril llevando a cabo un análisis de los mismos a nivel de frecuencia (índice de frecuencia de accidentes de MMPP).

Se definió un **índice de frecuencia de accidentes** definidos como el cociente de los accidentes de mercancías y el tráfico desarrollado en un periodo de tiempo dado, tanto por carretera como por ferrocarril (I.F.= accidentes/10⁶ km).

De esta manera el índice de frecuencia así determinado viene a representar el grado de **accidentalidad** o de riesgo de accidente de cada modo, en tramos, trayectos o relaciones considerados por lo que puede ser considerado como un índice de riesgo modal.

La accidentalidad general del transporte de MMPP por carretera tuvo como valores más representativos de las principales carreteras:

Carretera	I.F.
A-8	0,29

A-68	0,14
N-1	0,43
N-634	0,57

Se detectó una baja tasa de accidentalidad en las autopistas frente a los valores de las carreteras convencionales.

En el ferrocarril las estadísticas resultan más desfavorables en los entornos de población:

Ferrocarril	I.F.
Muskiz-Barakaldo	0,12
Santurce-Barakaldo	0,11
Tramos FEVE	0,22

La accidentalidad de FEVE fue atribuida a las malas condiciones de trazado y superestructura.

En cuanto a la **población afectada** se definió el **índice de impacto** que viene a reflejar directamente el número de personas que se verían realmente afectadas por un accidente de MMPP. Este índice se determinó como un porcentaje de población total de cada núcleo o conjunto de núcleos afectados en un tramo, trayecto o relación determinada, dependiendo a su vez dicho porcentaje del índice de peligrosidad o naturaleza de la mercancía implicada, así como del modo de transporte implicado y, a su vez de si el tramo o trayecto implicado en el itinerario discurre por autopista o no.

Los porcentajes de población afectada considerados fueron:

I.P.	Autopista	Carretera Nacional
1,2 y 3	1,5	3,1
4	5,6	10,9
5	9,2	18,9

El ferrocarril presta una afectación de población superior a la carretera adoptándose como índices de impacto:

I.P.	Ferrocarril
1,2 y 3	4,2
4	14,2
5	24,2

Las circunvalaciones de Vitoria-Gasteiz y Donostia-San Sebastián como en general toda la malla de carreteras incluida en el área del Gran Bilbao, especialmente en la margen izquierda dieron muy altas afecciones a la población. Para el ferrocarril la problemática ya comentada de las estaciones de Bilbao, así como los tráficos de paso de Vitoria-Gasteiz y Donostia-San Sebastián, resultaron los puntos más desfavorables en cuanto a población afectada.

2.1. A.3. Análisis Global del Riesgo

Se aplicó la metodología de evaluación de riesgos en la que se integraban en un índice agregado de riesgo, IGR, los efectos de:

- Flujos de Mercancías peligrosas
- Índice de Peligrosidad Medio
- Población afectada o Índice de impacto
- Índice de frecuencia de accidentes.

Los tramos más desfavorables por carretera fueron los siguientes:

Nº	Carretera	Tramo	IGR-100
1	N-1	Circunvalación Vitoria-Gasteiz	100
2	N-1	Donostia-San Sebastián - Irun	98
3	C-639	Portugalete-Sestao	97
4	C-639	Santurce-Portugalete	90
5	C-639	Sestao-Barakaldo	80
6	1-68	Arrigorriaga-Bilbao	79
7	N-1	Circunvalación Donostia-San Sebastián	71
8	A-8	Bilbao-Galdakao	56
9	SS-500	Hernani-Rentería	46
10	solución Ugaldebieta	Solución Ugaldebieta	41

Para el Ferrocarril:

Nº	Itinerario	Tramo	IGR-100
1	Miranda-Irun	Tramo urbano Vitoria-Gasteiz	100
2	Miranda-Irun	Tramo urbano Donostia-San Sebastián	71
3	Bilbao-Miranda	Santurce-Barakaldo	46
4	Miranda-Irun	Zumarraga-Hernani	38
5	Bilbao-Miranda	Tramo urbano Bilbao	35

Mediante el cálculo de índices de riesgo debidos a infraestructuras el estudio concluyó que la mayoría de las carreteras de Euskadi en las que se desarrollaba el transporte de MMPP se encontraban en condiciones infraestructurales adecuadas salvo en buena parte de los tramos de carácter urbano o semiurbano, en los que la situación de riesgo se agravaba al acumularse importantes cantidades de circulaciones de MMPP y verse afectada directamente la población de los márgenes de los trazados.

2.1.B. Análisis de la capacidad de respuesta

En este estudio se localizaron y cuantificaron los medios de actuación ante un accidente de MMPP: ambulancias, hospitales, Unidad de helicópteros y parques de bomberos y se estableció un **índice de capacidad de respuesta, I.C.R.**, asociado a cada tramo de carretera y ferrocarril.

El ICR era el sumatorio de los índices de respuesta de diferentes isócronas I_i , dónde I_i es directamente proporcional al sumatorio del producto de N_j , número de medios de cada tipo, por P_j : un factor cualitativo de ponderación función de la importancia de los medios dividido por el tiempo de respuesta asociado a cada isócrona, t_{ri} .

$$I.C.R. = \sum_1^4 I_i$$

$$I_i = \sum_j \frac{N_j \times P_j}{t_{ri}^2}$$

Para poder calcularlo hubo que hacer diferentes **hipótesis**, interesantes de visualizar para poder entender los resultados obtenidos en aquellos momentos y cuál era la situación de los recursos de intervención en Euskadi:

- Se consideraron medios de respuesta efectiva los que tuvieran un tiempo máximo de respuesta de 1 hora. Dadas las condiciones de Euskadi prácticamente todas las relaciones posibles quedan dentro de ese límite.
- Se supusieron unas velocidades medias de traslado de medios de:
 - o Ambulancias: 100 km/h
 - o Bomberos: 90 km/h
 - o Helicóptero: 150 km/h
- Los medios ubicados en los núcleos urbanos de Gasteiz, Donostia-San Sebastián y Gran Bilbao se consideraron agrupados.
- Se consideró como ponderación relativa de medios, P_j

Medios	Factor cualitativo
Ambulancias	1
Hospitales	4
Parques de Bomberos pequeños	6
Parques de Bomberos medianos	8
Helicópteros	8
Parques de Bomberos grandes	10

- Se establecieron 4 isócronas de 15 minutos con centro en los respectivos “centros de tramo” que establecen gradación en la respuesta desde inmediata: isócrona 1; medio plazo: isócrona 2 y 3: hasta largo plazo con isócrona 4.
- Se consideró que todos los medios incluidos dentro de una misma isócrona tenían un mismo tiempo de respuesta:

Isócrona	Tiempo de respuesta
1	7,5
2	22,5
3	37,5
4	52,5

Como dato anecdótico los que disponían de “teléfono de emergencia” con el 088, número de emergencia en Euskadi en aquellos momentos, se les consideraba una isócrona menos.

Los pasos que se siguieron para el cálculo de este índice tan singular fueron:

- Determinar para cada tramo de carretera y ferrocarril los medios contenidos en cada isócrona.

- Ponderación de los medios con el factor cualitativo correspondiente que define la calidad, versatilidad, potencia, etc.
- Afectación del tiempo medio de respuesta cuadráticamente para cada isócrona obteniéndose los índices de respuesta I_i , asociados a cada isócrona.
- Obtención del índice ICR
- Cálculo del índice de capacidad de respuesta en base 100 (independiente para carretera y ferrocarril) a efectos de establecer en términos relativos los tramos más desfavorables en cuanto a capacidad de respuesta.

Siguiendo esta metodología se obtuvieron los ICR de cada tramo, dibujándose una distribución gráfica del ICR en el País Vasco tanto para carretera como para ferrocarril.

Los valores de capacidad de respuesta obtenidos para los grandes núcleos de población para los 2 modos de estudio, que son similares al depender únicamente de la localización del potencial accidente y su accesibilidad por los medios de respuesta, fueron:

Núcleo	ICR - 100
Gran Bilbao	97
Donostia-San Sebastián	54
Vitoria-Gasteiz	25
Irun	42

Estos resultados ponían en evidencia la alta capacidad de respuesta del Gran Bilbao que aglutinaba la mayor parte de los medios de Euskadi frente a la baja capacidad de respuesta de Vitoria-Gasteiz y la respuesta media de Donostia-San Sebastián e Irun.

La zona sur-sureste del territorio de Araba presentaba los índices de respuesta menores de toda Euskadi tanto para los tramos de carretera como ferrocarril.

La evolución en el tiempo de la capacidad de respuesta va a ser un elemento que claramente va a influir en el análisis de riesgos que podamos realizar en la actualidad.

2.1.C. Análisis de vulnerabilidad

Finalmente, a partir de los valores de riesgo y capacidad de respuesta, se llegó a establecer los valores de vulnerabilidad asociados al transporte de MMPP en el País Vasco, que además sirvieron de base para las propuestas de actuación de mejora de la seguridad en dicho transporte.

Carretera	Tramo	IVG - 100	Flujos	Peligrosidad	Población afectada	Accidentalidad	Capacidad respuesta
N-1	Circunvalación Vitoria-Gasteiz	100	Gran tonelaje		Alta población afectada, estimada en 6.176 Hab.	Alta accidentalidad. Infraestructuras inadecuadas para el tonelaje soportado.	ICR=0,562 muy bajo. En t<30 min sólo contaba con sus propios medios
N-1	Donostia-San Sebastián - Irun	58	Altos tonelajes		Alta población afectada, por su carácter netamente urbano		
N-1	Circunvalación Donostia-San Sebastián	34	Altos tonelajes	Media	Alta población, por afección a barrios periféricos		
C-639	Portugalete-Sestao	25	Alto tráfico generados en Santurce		Afección a los núcleos de población de la margen izquierda	Alta accidentalidad, $I_m=0,03$. Malas infraestructuras	
A-68	Arrigorriaga-Bilbao	25	El tonelaje mayor del País Vasco		Alta población afectada, estimada en 6.896 Hab.		
C-639	Santurtzi-Portugalete	24	Altísimo tonelaje		Alta población afectada		

SS-500	Hernani-Rentería	22	Altísimo Tonelaje con origen/destino en Hernani	Alto índice de peligrosidad IPm=2,76 debido a las empresas de alto riesgo ubicadas en Hernani	Alta población afectada	Alta accidentalidad con malas infraestructuras para el tonelaje soportado.	
CR-639	Sestao-Barakaldo	21	Altísimo tonelaje		Afección a los núcleos de población de la margen izquierda	Alta accidentalidad con malas infraestructuras para el tonelaje soportado.	

La vulnerabilidad se plasmó a través de un índice de vulnerabilidad global, I.V.G., para cada modo y tramo. El índice de vulnerabilidad era mayor cuanto mayor fuera el riesgo, bien por aumento de la población afectada, por aumento de la peligrosidad media de las mercancías o por un mayor flujo de mercancías peligrosas y disminuiría lógicamente cuando la eficacia y disponibilidad de medios de respuesta fuera mejor.

Este planteamiento ya adelantaba las 2 posibles vías de actuación ante la existencia de altos índices de vulnerabilidad en el territorio adyacente a un tramo de infraestructura sujeto a tráfico de MMPP:

- Actuación dirigida a disminuir el riesgo
- Actuación dirigida a mejorar la capacidad de respuesta

Los valores de la vulnerabilidad por tanto se obtuvieron a partir del cociente entre el índice global de riesgo (I.G.R.) y el valor del índice de capacidad de respuesta (I.C.R.) para cada tramo y modo de transporte:

$$(I.V.G.)_i = \frac{(I.G.R.)_i}{(I.C.R.)_i}$$

Los resultados que se obtuvieron para los tramos más desfavorables del transporte por carretera, con $IVG > 20$ y las causas a las que se atribuían fueron:

Dentro de los grandes núcleos de población se obtuvieron unos índices de vulnerabilidad global en carretera, tras ponderar la vulnerabilidad de un tramo con su longitud respectiva, IV_p o Índice de vulnerabilidad ponderado:

Población	IVp-100
Gran Bilbao	100
Vitoria-Gasteiz	96
Donostia-San Sebastián	32
Irun	3

De manera análoga los tramos de ferrocarril que tuvieron un IVG superior a 20 fueron:

Ferrocarril	Tramo	IVG - 100	Flujos	Peligrosidad	Población afectada	Accidentalidad	Capacidad de respuesta
Miranda-Irun	Tramo Urbano Vitoria	100		Muy elevado IP de las mercancías	Muy alta la población afectada. Pob= 28.292		Muy baja capacidad de respuesta. ICR=0,608
Miranda-Irun	Tramo Urbano Donostia-San Sebastián	36	Alto tonelaje. T=318.150 Ton		Muy alta la población afectada. Paso a través de núcleo urbano. Pob = 7.514		
Miranda-Irun	Zumarraga-Hernani	26	Alto tonelaje. T=343.150 Ton				Baja capacidad de respuesta en el tramo. ICR=0,879

En cuanto a los índices de vulnerabilidad ponderados para el ferrocarril en grandes poblaciones se obtuvieron los siguientes:

Población	IVp-100
Donostia-San Sebastián	100
Gran Bilbao	95
Vitoria-Gasteiz	92
Irun	5

Por lo que la evaluación de la vulnerabilidad en núcleos urbanos concluyó que las actuaciones en carretera debían centrarse de forma especial en las áreas del Gran Bilbao y Vitoria-Gasteiz en tanto que para el ferrocarril el área de Donostia-San Sebastián en conjunto era más desfavorable que las áreas del Gran Bilbao y Vitoria-Gasteiz.

Se señalaron en el estudio 2 consideraciones importantes que debían de tenerse en cuenta en cualquier estudio de este tipo: los riesgos en las áreas rurales y las consecuencias medioambientales.

Al considerar como un factor básico de las consecuencias derivadas de un accidente en el que está implicada una mercancía peligrosa, la población que pueda verse afectada por localizarse a lo largo de la traza por la que se efectúa el transporte, es evidente que en los tramos de carácter rural con muy poca población afectada darán niveles de riesgo muy inferiores y relativamente poco significativos respecto a los tramos de naturaleza urbana.

Además, en los modelos matemáticos de análisis de riesgos inherentes al transporte de mercancías peligrosas utilizados hasta aquel momento, las consecuencias tenidas en cuenta eran siempre, y casi únicamente, las relativas a la población afectada y las posibles víctimas que pueden producirse y no se tenían en cuenta ninguna consecuencia hacia el medioambiente en forma de contaminación de tierras o cursos de agua, pérdida de riqueza forestal o ganadera, etc.

El estudio concluyó con recomendaciones tendentes a la disminución del riesgo y la vulnerabilidad en diferentes apartados que de manera esquemática y resumida fueron:

- Disminución de la accidentalidad
 - Recomendaciones generales
 - Conducción y conductores
 - Inspección de vehículos
 - Dotación de medios técnicos a patrullas
 - Vialidad invernal
 - Horas punta
 - Aparcamientos especiales sectorizados
 - Variantes en los núcleos urbanos
 - Control permanente de tractor y remolque
 - Normativas de revisión, homologación etc.
 - Estado conservación de carreteras
 - Señalización puntos negros o tramos conflictivos
 - Etc.
 - Recomendaciones de tramos
 - Control de vehículos y conductores de MMPP en Tramos de alta vulnerabilidad
 - Túnel de Malmasín: vigilancia en las horas punta
 - Aparcamientos para MMPP en las cercanías de los núcleos urbanos
 - Puestos estratégicos de actuación en accidentes
 - Unificación de criterios en los partes de accidentes
 - Etc.

- Disminución de la vulnerabilidad
 - Plan de Carreteras con 2ª circunvalación de Vitoria, puesta en explotación de la solución Ugaldebieta y otras medidas específicas en diferentes carreteras: Hernani-Renteria; Andoain-Hernani y Tolosa-Andoain
 - Centros de asistencia inmediata en A-8 Bilbao-Galdakao; A-68 Arrigorriaga-Bilbao; Vitoria-Altube y Circunvalación de Donostia-Bilbao. Centros con medios autónomos básicos de respuesta a accidentes de MMPP
 - 3 áreas de aparcamiento de MMPP en: Elgoibar, Altube y Beasain.
 - Etc.

2.1.D. Valoración del estudio “Análisis de vulnerabilidad”

Este primer estudio sobre el transporte de mercancías peligrosas en el País Vasco sentó las bases técnicas de los estudios que posteriormente se han desarrollado en esta materia, aunque hay que decir que fue un estudio fruto de su momento.

La utilización de aplicaciones informáticas de tratamiento de textos u hojas de cálculo no estaban generalizadas y mucho menos la utilización de cartografía digital y herramientas GIS de Sistemas de Información Geográfica. Con lo que los estudios de las mallas de carreteras y afecciones de tramos, etc. fueron elaborados manualmente mediante delineación y no están los planos georreferenciados, los análisis de afección no tienen un gran nivel de precisión, etc.

Por otro lado, la obtención de datos se realizó a partir de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC) que es una investigación estadística continua que figura en el Plan Estadístico Nacional y es llevada a cabo por la DG de Programación Económica y la SDG de Estadísticas y Estudios del Ministerio de Fomento.

La EPTMC se viene realizando ininterrumpida y permanentemente desde 1993 en cumplimiento de las directivas del Consejo de la Unión Europea números 78/546 y 89/462 (Directiva sobre las Estadísticas de los Transportes de Mercancías por Carretera en el Marco de un Estadística Regional), las cuales pasan a ampliarse con fecha 1 de enero de 1999 cuando el nuevo Reglamento nº 1172/98 de 25 de mayo de 1998 sobre la relación estadística de los transportes de mercancías por carretera entra en vigor.

Su principal objetivo consiste en investigar las operaciones de transporte efectuados por los vehículos pesados autorizados para realizar transporte de mercancías por carretera (vehículos con más de 6 toneladas de peso máximo

autorizado y más de 3,5 toneladas de capacidad de carga útil), para, con ello, medir el nivel de actividad del sector, evaluar el grado de ocupación de los vehículos y conocer los flujos de transporte generados.

La encuesta se realiza sobre unos 25.000 cuestionarios de aquellos vehículos de transporte que han realizado algún transporte en la semana de estudio. Las operaciones de transporte están en torno a 350.000/año para el conjunto del estado. Una operación de transporte es el desplazamiento de una única clase de mercancía desde un lugar de origen, en el que se carga la mercancía, a uno de destino, en el que se descarga. En cuanto a las mercancías peligrosas, las mercancías están clasificadas y dentro de esta clasificación figuran los productos petrolíferos y los productos químicos como grandes bloques. Fuera de esta información no se obtiene más detalle de los mismos.

Por ello se antojan insuficientes tanto el volumen de los datos que fueron analizados como el número de empresas estudiadas para reflejar la realidad del transporte de MMPP en Euskadi en aquellos momentos.

Además, todo lo referido a la Red de Carreteras de Euskadi, así como a la Red Ferroviaria no guarda relación con la situación actual, con lo que los análisis de accidentalidad y hasta incluso la afección a la población no pueden ser trasladados sin las debidas reservas.

El análisis de vulnerabilidad no puede ser comparado con los resultados de otros estudios, pero quizás el mapa de flujos de mercancías sí pueda ser un primer eslabón para valorar la evolución de este transporte.

2.2. Mapas de Flujos, 1998.

En enero de 1998, el Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco convocó a concurso público la ejecución del Estudio denominado ***“Mapas de Flujos del Transporte de Mercancías Peligrosas en la Comunidad Autónoma del País Vasco”***. El estudio fue elaborado por la UTE Inguru Consultores, S.A. - LEIA C.D.T. y se realizó entre marzo de 1998 y abril de 1999 con datos referidos a 1.997.

Fue un estudio que costó casi veinte millones de las antiguas pesetas y fue realizado en cerca de año y medio por un equipo técnico de 18 personas que colaboraron en mayor o menor medida en su elaboración.

El estudio respondía a la publicación de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril, aprobada por el Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo.

En el apartado 2 del capítulo II de la Directriz 387/96 los mapas de Flujos se definían como: ***“Los mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril constituirán el análisis numérico y la expresión gráfica, en relación con un período de tiempo y un territorio determinado (nacional y de Comunidad Autónoma) de la estadística de los transportes comprendidos en los ámbitos de aplicación del Reglamento Nacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril y del Reglamento Nacional del Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, incluidos los transportes internacionales que requieran habilitación o autorización por la Administración española; con detalle del número de transportes cuyo itinerario haya discurrido, en todo o en parte, por dicho territorio, y de las cantidades totales de materias peligrosas transportadas; agrupados estos datos según materias, clases de materias y tramos de las vías utilizadas para el transporte”***.

“La elaboración de mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas tendrá como objetivos el servir de base para la previsión de las medidas y estrategias de intervención a adoptar para paliar las consecuencias de un posible accidente y el delimitar las áreas que, teniendo en cuenta la cantidad, frecuencia y características de las materias peligrosas que son transportadas por las vías que discurren en sus proximidades, hayan de ser consideradas de especial relevancia a efectos de prever medidas de protección a la población, los bienes o el medio ambiente que puedan verse afectados”.

Además, y no menos importante para la ejecución de un estudio de este tipo, la Directriz estableció la información a facilitar por expedidores y transportistas

de mercancías peligrosas para la elaboración del mapa de flujos, que se referirían fundamentalmente a:

- a) Denominación, clase y cantidad de cada una de las mercancías peligrosas expedidas o transportadas en un período de tiempo determinado.
- b) Localidades de origen y destino de los transportes, itinerarios seguidos y número de viajes efectuados a lo largo del período, según itinerarios y mercancías peligrosas transportadas.

Como veremos a pesar de lo establecido en el Decreto, esto será un auténtico caballo de batalla para estos estudios: la obtención de información veraz con la suficiente calidad para asignar itinerarios por las carreteras de las MMPP transportadas.

Para el desarrollo de los objetivos a cumplir por el estudio de Mapas de Flujos se plantearon las siguientes fases de operación:

- A. Determinación de los flujos actuales de mercancías peligrosas
- B. Análisis de riesgos
- C. Plan de Encaminamientos

2.2.A. Mapa de Flujos

Dentro del ámbito de aplicación se consideraron las mercancías peligrosas tal y como eran definidas en el Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas, ADR, de 1998 según su número ONU.

Ahora bien, también se tomaron en cuenta todos los residuos peligrosos que se transportan por las carreteras de la CAPV según la lista de residuos peligrosos del Real Decreto 952/1.997, así como los recipientes y envases que los hubieran contenido, estuvieran estos residuos incluidos en el ADR o no.

Como no todos los residuos peligrosos se corresponden unívocamente con un número ONU, la identificación de los residuos se realizó mediante un código ad-hoc, RPXX, dónde los dos primeros dígitos eran las primeras letras de Residuo Peligroso y los dos últimos correspondían a las categorías o tipos genéricos de residuos peligrosos definidos en la Tabla 3 (Partes A y B) del Anexo I del Real Decreto 952/1997.

Nº ONU	Descripción
RP02	Productos farmacéuticos, medicamentos, productos veterinarios
RP03	Plaguicidas
RP04	Otros biocidas
RP05	Residuos de productos utilizados como disolventes
RP06	Sustancias orgánicas halogenadas no utilizadas como disolventes
RP07	Sales de temple cianuradas
RP08	Aceites y sustancias oleosas minerales

Nº ONU	Descripción
RP09	Mezclas aceite/agua o hidrocarburo/agua, emulsiones
RP10	Sustancias que contengan PCB y/o PCT
RP11	Materias alquitranadas procedentes de operaciones de refinado. destilación o pirólisis
RP12	Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas, barnices
RP13	Resinas, látex, plastificantes, colas
RP17	Todos los materiales contaminados por un producto de la familia de los dibenzofuranos policlorados
RP18	Todos los materiales contaminados por un producto de la familia de las bienzo-para-dioxinas policloradas.
RP19	Jabones, materias grasas, ceras de origen animal o vegetal
RP20	Sustancias orgánicas no halogenadas no empleadas como disolventes
RP21	Sustancias inorgánicas que no contengan metales o compuestos de metales
RP22	Escorias y/o cenizas
RP23	Tierra, arcillas o arenas incluyendo lodos de dragado
RP24	Sales de temple no cianuradas
RP25	Partículas o polvos metálicos
RP26	Catalizadores usados
RP27	Líquidos o lodos que contengan metales o compuestos metálicos
RP28	Residuos de tratamiento de descontaminación excepto los mencionados en los puntos 29, 30 y 33.
RP29	Lodos de lavado de gases
RP30	Lodos de instalaciones de purificación de agua
RP31	Residuos de descarbonatación
RP33	Lodos de depuración no tratados o no utilizables en la agricultura
RP34	Residuos de la limpieza de cisternas y/o equipos
RP35	Equipos contaminados
RP36	Recipientes contaminados (envases, bombonas de gas, etcétera)
RP37	Baterías y pilas eléctricas
RP38	Aceites vegetales
RP39	Objetos procedentes de recogidas selectivas de basuras domésticas y que presenten cualesquiera de las características mencionadas en la tabla 5
RP40	Cualquier otro residuo que contenga uno cualquiera de los constituyentes enumerados en la tabla 4 y presente cualquiera de las características que se enuncian en la tabla 5.

Los residuos peligrosos se tuvieron que asociar a las clases definidas en el ADR, en función del peligro asociado que se consideró principal:

Clase ADR	Descripción	Residuos Peligrosos incluidos
4.2	Materias susceptibles de inflamación espontánea	RP05
6.1	Materias tóxicas	RP02, RP03, RP04, RP06, RP07, RP10, RP11, RP17, RP18, RP25, RP27
8	Materias corrosivas	RP38
9	Materias y objetos peligrosos diversos	RP08, RP09, RP12, RP13, RP19, RP20, RP21, RP22, RP23, RP24, RP26, RP28, RP29, RP30, RP31, RP33, RP34, RP35, RP36, RP37, RP39, RP41

Cuantitativamente, no se puso ningún límite inferior para la recogida de la información por debajo de la cual no consignar las mercancías peligrosas recibidas o expedidas.

La **red de carreteras** que se tomó como base se obtuvo de la aplicación GIS que había desarrollado la Dirección de Infraestructura del Transporte del Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco.

La red de carreteras una vez adaptada al estudio constaba de **789 carreteras** incluidas en la CAPV, de las que 302 transcurrían por Araba, 237 por Bizkaia y 252 por Gipuzkoa.

Las carreteras estaban agrupadas por su funcionalidad y siguiendo las pautas marcadas en el Plan General de Carreteras del País Vasco 1999-2010 en que se distinguían los siguientes tipos de redes:

- **Red de Interés Preferente:** formada por los itinerarios de tráfico internacional y de acceso a los principales pasos fronterizos; por los itinerarios de largo recorrido y tráfico interautonómico; por los itinerarios por los que discurre un volumen apreciable de vehículos pesados y/o mercancías peligrosas inter o intracomunitarios; y por los accesos a puertos y aeropuertos de interés general.
- **Red Básica:** formada por algunas carreteras Nacionales que han perdido su función como Red de Interés General del Estado; la mayor parte de las antiguas carreteras Comarcales; y algunas Provinciales de necesaria y reconocida potenciación.
- **Red Comarcal:** formada por itinerarios completos dentro de la Comunidad que conectan entre sí comarcas internas o de Comunidades Autónomas limítrofes.

Además de las mencionadas el GIS empleado también recogió las carreteras de tipo local y vecinal.

Cada una de las carreteras empleadas se subdividió en tramos. El origen y final de cada tramo correspondía generalmente, aunque no siempre, con las intersecciones de la carretera con otras vías. La tramificación de las carreteras, además de facilitar la elaboración de los mapas de flujo, permitió un análisis más detallado de las mismas. Las **789 carreteras** que se incluyeron en el Sistema GIS se dividieron en **2.913 tramos**.

En cuanto al Ferrocarril, las líneas de RENFE y FEVE que hacían el transporte de MMPP en la CAPV se subdividieron asimismo en tramos. Renfe con 285 kms. fue subdividida en 15 tramos:

1. Miranda-Arrigorriaga

2. Arrigorriaga-Bilbao
3. Bilbao-Barakaldo
4. Barakaldo-Santurtzi
5. Miranda-Vitoria
6. Vitoria-Alsasua
7. Alsasua-Zumarraga
8. Zumarraga-Beasain
9. Beasain-Tolosa
10. Tolosa-Villabona
11. Villabona-Andoain
12. Andoain-Hernani
13. Hernani-Donostia
14. Donostia-Renteria
15. Renteria-Irun

Estos tramos se agruparon en tres ramales principales:

- Línea Madrid-Irún
- Línea Zaragoza-Bilbao
- Línea Bilbao-Santurce-Puerto

En cuanto a FEVE, sólo estaba activa para el transporte de MMPP la línea Aris-Cantabria de 118,2 Km. Por la línea Aranguren-Balmaseda no se transportaba mercancía peligrosa.

Las líneas de ferrocarril se digitalizaron para su análisis posterior, en 97 tramos. Tres de ellos correspondían a las líneas de FEVE, y el resto 94 pertenecían a las líneas de RENFE.

La recopilación de la información del transporte de mercancías peligrosas se realizó por contacto directo con las empresas. La casuística que se podía encontrar y como se trataron fue:

Grupo	Casuística	Empresa objetivo
A	Fabricación en CAPV y consumo en CAPV	Empresas productoras
B	Fabricación en CAPV y consumo fuera CAPV	Empresas productoras
C	Fabricación fuera de CAPV y consumo en CAPV	Empresas consumidoras
D	Fabricación fuera de CAPV y consumo fuera CAPV	--

La selección de empresas se basó en listados facilitados por la Dirección de Transportes y la Dirección de Atención de Emergencias del Gobierno Vasco, cumplimentadas con datos del Catálogo Industrial Vasco de 1996, Censo de gestores de Residuos Tóxicos Peligrosos, Guías telefónicas y Consorcio de Aguas del Gran Bilbao.

De estos listados se seleccionaron las empresas en función de su actividad. Los CNAEs que se asociaron con empresas productoras fueron:

- 11.20 Actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección.
- 24.11 Fabricación de gases industriales
- 24.12 Fabricación de colorantes y pigmentos
- 24.13 Sustancias químicas inorgánicas básicas
- 24.14 Sustancias químicas orgánicas básicas
- 24.16 Fabricación de primeras materias plásticas
- 23.20 Productos del petróleo refinado
- 24.20 Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos
- 24.61 Fabricación de explosivos

En tanto que los CNAEs que fueron asociados a las empresas consumidoras de MMPP fueron:

- 15.91 Destilación de bebidas alcohólicas.
- 21.1 Fabricación de pasta papelera, papel y cartón.
- 22 Edición, artes gráficas y soportes grabados.
- 25.1 Fabricación de productos de caucho.
- 25.2 Fabricación de productos de materias plásticas.
- 26 Fabricación de otros productos minerales no metálicos.
- 27 Metalurgia.
- 28 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo.
- 32 Fabricación de material electrónico.

Los criterios de selección de las empresas fueron en general:

- número de empleados > 300 y
- límite de facturación > 1.000 millones de ptas. (en algunos CNAEs > 5.000 millones de ptas.).

Se confeccionó una **base de datos con un total de 379 empresas** que fueron objeto de encuesta de recopilación de datos y en la que debía responder a las preguntas fundamentales de:

- Qué tipos de materias peligrosas se transportan.
- Cuánta cantidad de cada materia peligrosa se transporta.
- Por dónde se transporta.
- Cuántas veces se transporta.

El mailing realizado requirió una intensa labor de seguimiento para poder obtener una respuesta de las empresas que fue:

Enviadas	Contestadas		No contestadas
379	215		164
	56,73%		43,27%
	Positivas	Negativas	
	169	46	
	44,59%	12,14%	

Es interesante visualizar las dificultades que se hallaron en la cumplimentación de la encuesta:

- Desconocimiento por las empresas de cuáles de las mercancías que manejaban eran peligrosas.
- Desconocimiento del itinerario seguido por las cargas enviadas o recibidas. Principalmente porque los envíos no se realizan en carga completa y es la empresa transportista la que establece sus itinerarios.
- Algunas empresas manejan cientos e incluso miles productos diferentes.
- Otras empresas trabajan con muy pocos productos, pero lo envían a casi todos los municipios de CAPV. Es muy difícil el desglose.
- La mayoría de las empresas no disponían de herramientas informáticas para extraer la información solicitada.

Estas dificultades como veremos, salvo quizás la disponibilidad de herramientas informáticas propia de aquel momento, permanecen en el tiempo y se reproducen y reproducirán en cualquier estudio de este tipo por las propias características del transporte de mercancías en general y de peligrosas en particular.

Para las mercancías en tránsito se realizaron encuestas a pie de carretera ya que no había ningún otro medio de conocer ese transporte. Se realizó la encuesta entre mediados de mayo y mediados de junio en muestreos de 5 horas, unos días por la mañana y otros por la tarde. En ambos sentidos de la carretera y en los siguientes puntos:

Territorio Histórico	Punto de muestreo	Vía	Nº de días
Araba	Egino	N-1	4
	Zambrana	Intercambiador A-1/A-68	3
	Rivabellosa	A-68	3
	Llodio	A-68	2
	Puerto de Azaceta	A-132	1
Bizkaia	Muskiz	A-68	4
Gipuzkoa	Irún	A-8	5
	Belabieta	A-15	2
	Endarlatza	N-121-A	2
	Puerto de Etxegarate	N-1	3

Además, se muestreo en el Aeropuerto de Foronda y los Puertos de Bilbao, Pasaia y Bermeo.

Los datos obtenidos se extrapolaron al resto del año para poder asimilarlos a los datos obtenidos de otras fuentes.

Los datos de los residuos peligrosos fueron obtenidos de la Dirección de Calidad Ambiental correspondientes al año 1996. Los datos de ferrocarril fueron proporcionados por la Dirección de Atención de Emergencias.

El estudio desarrolló una Base de datos informática en Access 2.0 y un Sistema de Información Geográfica que se denominó ADR-GIS para la incorporación de los datos y su georreferenciación.

2.2.A.1 Flujo de mercancías

El tráfico global que se obtuvo fue:

Modo de transporte	Toneladas/año	Porcentaje
Carretera	3.514.457	93,02%
Ferrocarril	263.901	6,98%
Total	3.778.358	

Los flujos de mercancías se clasificaron en esta ocasión en 3 categorías:

- Flujos internos: con origen y destino en el País Vasco
- Flujos de tránsito: con origen y destino fuera del País Vasco
- Flujos externos: con origen o destino fuera del País Vasco

2.2. A.1.1. Flujo de mercancías peligrosas por carretera

El transporte interno y externo eran bastante similares y unas 5 veces superior al transporte en tránsito:

Transporte	Toneladas/año	Porcentaje
Interno	1.684.714	47,94%
Tránsito	307.621	8,75%
Externo	1.522.121	43,31%
Total	3.514.456	

Se hizo un interesante análisis de la territorialidad. Para el Transporte Interno se vio cómo se distribuían las mercancías producidas en cada territorio y eran consumidas o recepcionadas en el resto de los territorios:

Transporte interno		Ton/año. Producido en				
		Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total	
Ton/año. Consumido en	Araba	190.319	296.047	6.996	493.362	29,28%
	Bizkaia	11.132	672.214	16.834	700.180	41,56%
	Gipuzkoa	28.315	297.311	165.546	491.172	29,15%
	Total	229.766	1.265.572	189.376	1.684.714	
		13,64%	75,12%	11,24%		

El 48% del total del transporte correspondía al transporte interno. De esas 1.684.714 toneladas anuales las cantidades consumidas en Araba y Gipuzkoa eran muy similares con un 29,28% y un 29,15% respectivamente y casi la mitad del consumo se producía en Bizkaia con el 41,56%.

Sin embargo, al analizar la producción vemos como el 75,12% del total del transporte interno era producido en Bizkaia manteniéndose las ratios nuevamente muy similares en Araba y Gipuzkoa.

Si analizamos territorio por territorio es de destacar que el 83% de la mercancía producida en Araba era consumida en la propia Araba, de manera similar a Gipuzkoa donde el 87% de lo producido era consumido en el mismo territorio. Sin embargo, Bizkaia consumía únicamente el 54% de lo producido, mientras que el 23% de lo producido en ese territorio se consumía en cantidades similares en Gipuzkoa y Araba.

Con lo que podemos concluir que en el Transporte interno que se producía en aquella época era clave el que tenía origen en Bizkaia hacia el resto de los Territorios.

Respecto del Transporte externo con origen o destino en CAPV se analizaron diferenciadamente los Transportes con origen en CAPV de los de destino.

Transporte externo	Origen		Destino		Total	
	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%
Araba	32.039	3,11%	106.346	21,61%	138.385	9,09%
Bizkaia	941.345	91,40%	79.508	16,16%	1.020.853	67,07%
Gipuzkoa	56.590	5,49%	306.294	62,24%	362.884	23,84%
Total	1.029.974	100,00%	492.148	100,00%	1.522.122	100,00%

Como se puede ver Gipuzkoa era un Territorio claramente importador de mercancías peligrosas mientras que la mayoría del producto que se exportaba fuera de las fronteras de Euskadi procedía de Bizkaia. Globalmente el 67,07% del Transporte externo era de Bizkaia, el 23,84% de Gipuzkoa y escasamente un 9,09% era de Araba.

Respecto al transporte en tránsito, se analizaron los itinerarios de tránsito principalmente utilizados:

Trayecto	Ton./Año	%
Irún - A8 - Arrigorriaga - A68 - Interc. Miranda	83.649	27,19
Muskiz - A8 - Bilbao - A68 - Interc. Miranda	28.228	9,18
Irún - A8 - Donosti - NI - Armiñón - A1 - Interc. Miranda	26.204	8,52
La Rioja - A68 - Interc. Miranda - A1 - Burgos	21.644	7,04
Burgos - A1 - Interc. Miranda - A68 - La Rioja	21.198	6,89
Interc. Miranda - A68 - Arrigorriaga - A8 - Irún	17.590	5,72
Irún - A8 - Donosti - NI - Andoain - A15 - Irurzun	16.361	5,32
Irún - A8 - Arrigorriaga - A8 - Muskiz	15.305	4,98
Muskiz - A8 - Arrigorriaga - A8 - Irún	14.826	4,82
Interc. Miranda - A68 - Bilbao - A8 - Muskiz	13.378	4,35
Alsasua - NI - Armiñón - A1 - Interc. Miranda	8.334	2,71
Irurzun - A15 - Andoain - NI - Donosti - A8 - Irún	5.819	1,89
Interc. Miranda - A1 - Armiñón - NI - Alsasua	4.770	1,55
Irún - A8 - Donosti - NI - Andoain - A15 - Irurzun - Alsasua - NI - Armiñón - A1 - Interc. Miranda	4.755	1,55
Muskiz - A8 - Santurce - N644 - Puerto Santurce	3.546	1,15
Muskiz - A8 - Bilbao - A68 - Altube - N622 - Foronda - NI - Alsasua	3.120	1,01
Interc. Miranda - A1 - Armiñón - NI - Donosti - A8 - Irún	2.928	0,95
Campezo - A132 - Vitoria - N104 - NI - Foronda - N622 - Altube - A68 - Bilbao - A8 - Muskiz	2.674	0,87
Puerto Santurce - N644 - Santurce - A8 - Muskiz	2.661	0,87
Burgos - A1 - Armiñón - NI - Burgos	2.506	0,81
Interc. Miranda - A1 - Armiñón - NI - Alsasua - Irurzun - A15 - Andoain - NI - Donosti - A8 - Irún	1.709	0,56
Irurzun - A15 - Andoain - NI - Donosti - A8 - Puerto Pasajes	1.248	0,41
La Rioja - A68 - Interc. Miranda - A1 - Armiñón - NI - Burgos	1.247	0,41
Burgos - A624 - Amurrio - A625 - BI625 - Arrigorriaga - A8 - Irún	1.229	0,4
Irún - N121 - Endarlatza	1.048	0,34

Trayecto	Ton./Año	%
Alsasua - NI - Foronda - N622 - Altube - A68 - Bilbao - A8 - Muskiz	1.018	0,33
Irurzun - A15 - Andoain - NI - Donosti - A8 - Arrigorriaga - A68 - Interc. Miranda	312	0,1
Puerto Pasajes - A8 - Donosti - NI - Armiñón - A1- Interc. Miranda	312	0,1

Es muy interesante ver que ya entonces se realizaban unos encaminamientos que delimitaban 2 ejes principales:

- Una Y griega del transporte en tránsito entre la frontera de Irún por la A-8 hasta Basauri y después por la A-68 hasta Miranda, con la A-8 desde Muskiz a Basauri y por la A-68 hasta Miranda de Ebro.
- Y desde Irún hasta el enlace con Miranda o hacia Rioja por La N-I.

Desde el punto de vista de las **carreteras** la distribución de las mercancías peligrosas a través de la geografía vasca se realizaba mediante la utilización de 197 carreteras de las 790 existentes en la red viaria del País Vasco. De estas 18 pertenecían a la red preferente, 32 a la Red Básica, otras 32 a la Red Comarcal y 115 a la red local.

Es de destacar que ya entonces la legislación sobre el transporte de mercancías peligrosas obligaba a circular por vía desdoblada.

El análisis de la distribución de las cargas entre las carreteras de la Comunidad Autónoma puso de relieve que **las principales vías empleadas para el transporte de mercancías peligrosas eran:**

- Las autopistas **A-8, A-68 y A-1**, ejes fundamentales tanto para el tráfico interno, externo o de tránsito. La A-8 a su paso por la Margen Izquierda del Nervión-Ibaizabal soportaba los mayores tráfico.
- Ya aparecía la A-15, especialmente en tránsito y en transportes con origen o destino en Cataluña u otras Comunidades a las que se acceda a través de la autopista del Ebro.
- Otras vías de la Red Preferente como la N-I, sobre todo por Araba y la N-622 en su totalidad de su recorrido al enlazar Vitoria-Gasteiz con la A-68.
- En menor medida estaban la BI-637 de enlace entre la A-8 Rontegi y Erandio-Barakaldo, la BI-636 y la N-240.
- Existían otras carreteras que se utilizaban en alguno de sus tramos como vías de acceso a municipio como Galdakao, Eibar, Trapaga, Hernani, etc. o de acceso a las principales empresas químicas.

CTRA	TRAMO	ORIGEN	FINAL	Ton/año
A-8	25	E -LA PAZ ; A-8/(BARAKALDO)	E -GURUTZETA ; A-8/N-634/N-637	1.845.821,78
A-8	23	E -SABINO ARANA ; A-8/(BILBAO)	E -KASTREXANA ; A-8/BI-636	1.747.035,14
A-8	24	E -KASTREXANA ; A-8/BI-636	E -LA PAZ ; A-8/(BARAKALDO)	1.736.797,69
A-8	29	E -SANTURTZI ; A-8/BI-3791	E -PUERTO SANTURTZI ; A-8/N-644	1.720.925,15
A-8	22	E -JUAN DE GARAI ; A-8/(BILBAO)	E -SABINO ARANA ; A-8/(BILBAO)	1.718.965,87
A-8	28	E -PORTUGALETE ; A-8/BI-3749	E -SANTURTZI ; A-8/BI-3791	1.710.470,75
A-8	21	E -BUIA ; A-8/A-68	E -JUAN DE GARAI ; A-8/(BILBAO)	1.698.925,51
A-68	1	E -BUIA ; A-8/A-68	E -ARRIGORRIAGA ; A-68/BI-625	1.684.770,72
A-8	27	E -KAREAGA ; A-8/BI-3744	E -PORTUGALETE ; A-8/BI-3749	1.665.226,38
A-8	26	E -GURUTZETA ; A-8/N-634/N-637	E -KAREAGA ; A-8/BI-3744	1.658.155,68
A-68	2	E -ARRIGORRIAGA ; A-68/BI-625	E -ARETA ; A-68/BI-625	1.129.540,83
A-68	3	E -ARETA ; A-68/BI-625	E -LANDIO ; A-68/BI-2522	1.096.146,84
A-68	6	ENLACE ZIORROGA: INT. ACC. A-68/A-624	ENLACE ALTUBE: INT. A-68/N-622	1.084.476,93
A-68	4	E -LANDIO ; A-68/BI-2522	L.T.-ARABA ; A-68	1.084.402,63
A-68	5	L.P. BIZKAIA/A-68	ENLACE ZIORROGA: INT. ACC. A-68/A-624	1.084.402,63
A-8	30	E -PUERTO SANTURTZI ; A-8/N-644	E -SANFUENTES ; A-8/N-634	1.022.792,35
A-8	31	E -SANFUENTES ; A-8/N-634	E -POBEDA ; A-8/BI-3795	993.693,98
BI-625	8	E -ARRIGORRIAGA ; A-68/BI-625	RE-ARRIGORRIAGA-2 ; BI-625/BI-3701/BI-3702	924.195,87
BI-625	9	RE-ARRIGORRIAGA-2 ; BI-625/BI-3701/BI-3702	E -BASAURI ; A-8/BI-625	913.897,88

El mapa de flujo realizado en 1997 concluyó que por las carreteras vascas circulaban **332 tipos diferentes de mercancías peligrosas**.

Las 20 mercancías peligrosas que se transportaban en mayor cantidad en 1997 eran:

Nº ONU	Descripción de la mercancía	Ton. año 97	%
1202	Fuel Oil Nº2 (Gasóleo). Diésel (Gasoil, etc.)	1.271.584	36,18%
1203	Gasolinas	416.898	11,86%
1830	Ácido Sulfúrico	276.955	7,88%
3257	Líquido a Temperatura Elevada, n.e.p.	250.862	7,14%
1073	Oxígeno Líquido Refrigerado	130.017	3,70%
RP27	Líquidos o Lodos Que Contengan Metales	101.335	2,88%
1824	Hidróxido de Sodio (Disolución)	88.143	2,51%
1789	Ácido Clorhídrico (Disolución)	59.937	1,71%
1977	Nitrógeno Líquido Refrigerado	53.154	1,51%
1791	Hipocloritos	42.905	1,22%
1086	Cloruro de Vinilo	42.840	1,22%
1230	Alcohol Metílico (Metanol)	42.045	1,20%
1831	Óleum (Ácido Sulfúrico Fumante)	41.980	1,19%

Nº ONU	Descripción de la mercancía	Ton. año 97	%
1263	Pinturas (P.I.<21_C)	31.378	0,89%
1956	Gas Comprimido n.e.p.	26.220	0,75%
3262	Metasilicato Sódico Anhidro	26.021	0,74%
2067	Abonos a Base de Nitrato Amónico	22.814	0,65%
RP09	Mezclas Aceite/Agua o Hidrocarburo/Agua, Emulsiones	20.151	0,57%
1495	Clorato de Sodio (Solido)	18.658	0,53%
1052	Ácido Fluorhídrico Anhidro	18.464	0,53%
Total		2.982.361	84,86%

Como se puede ver el 48,04% lo representa el transporte de combustibles líquidos y estas 20 mercancías entre las que se encuentra un residuo peligroso casi representan el 84,86% de las mercancías peligrosas transportadas.

Podemos concluir que los grandes transportes que se producían estaban ligados a las grandes empresas productoras de la época:

- Gasóleos y gasolinas: Esergui, Repsol, Agip, etc.
- Ácido sulfúrico: Rontealde y Acideka.
- Líquidos a temperaturas elevadas (asfaltos): Asfalnor, del grupo Petronor.
- Oxígeno : Praxair, Air Liquide, etc.

El análisis por clases volvía a arrojar un panorama similar al estudio realizado 10 años antes en cuanto a que el 81,78% son mercancías pertenecientes a las clases 2, gases, 3, combustibles, y 8, corrosivas. Con la irrupción en este estudio de la clase 9 al haberse incluido la totalidad de residuos peligrosos de Euskadi. Si contamos la clase 9 tenemos el 91,58% en estas 4 clases. Pero siempre destacable que más del 50 % corresponde a los inflamables.

Clase	Descripción	Ton/año	%
1	Materias y objetos explosivos	9.225	0,26%
2	Gases	355.693	10,12%
3	Materias líquidas inflamables	1.887.376	53,70%
4.1	Materias sólidas inflamables	11.121	0,32%
4.2	Materias susceptibles de inflamación espontánea	11.481	0,33%
4.3	Materias que, al contacto con el agua, desprenden gases inflamables	4.687	0,13%
5.1	Materias comburentes	81.363	2,32%
5.2	Peróxidos orgánicos	2.186	0,06%
6.1	Materias tóxicas	175.632	5,00%
8	Materias corrosivas	630.963	17,95%

Clase	Descripción	Ton/año	%
9	Materias y objetos peligrosos diversos	344.730	9,81%
	TOTAL	3.514.457	100

2.2. A.1.2. Flujo de mercancías peligrosas por ferrocarril

La mayoría de las mercancías eran transportadas por Renfe, 262.020 toneladas más del 99 por ciento, frente a las 1.882 toneladas transportadas por FEVE. La línea entre Alsasua e Irun era la que más tráfico soportaba.

Los tramos que soportaron el tráfico por ferrocarril fueron:

Itinerario	Ton. /año
Alsasua-Zumárraga	156.749
Zumarraga-Beasain	156.749
Beasain-Tolosa	156.749
Tolosa-Villabona	156.749
Villabona-Andoain	156.749
Andoain-Hernani	156.749
Hernani-Donostia	156.749
Donostia-Rentería	156.749
Rentería-Irún	156.749
Miranda-Júndiz	106.486
Júndiz-Alsasua	100.411
Arrigorriaga-Bilbao	96.253
Miranda-Arrigorriaga	96.029
Bilbao-Barakaldo	80.321
Barakaldo-Santurtzi	41.960
Ariz-Aranguren	1.881,91
Aranguren-Cantabria	1.881,91
Aranguren-Balmaseda	0

Por ferrocarril circulaban **134 tipos diferentes de mercancías peligrosas**. Las 20 mercancías que se transportaban en mayor cantidad eran:

Nº ONU	Descripción de la mercancía	Ton. año 97	%
1086	Cloruro de Vinilo	69.036	26,16
1830	Ácido Sulfúrico	54.044	20,48
2067	Abonos A Base de Nitrato Amónico	42.165	15,98
2785	4-Tiopental	14.060	5,33
1824	Hidróxido de Sodio (Disolución)	10.622	4,02
1202	Fuel Oil Nº2 (Gasóleo). Diésel (Gasoil, etc.)	10.247	3,88
2215	Anhídrido Maleico	8.506	3,22
1017	Cloro	5.900	2,24

1965	Mezcla de Hidrocarburos Gaseosos	5.862	2,22
1831	Óleum (Ácido Sulfúrico Fumante)	4.971	1,88
1131	Sulfuro de Carbono	4.378	1,66
1495	Clorato de Sodio (Sólido)	3.947	1,5
1005	Amoniaco	2.842	1,08
1052	Ácido Fluorhídrico Anhidro	2.575	0,98
2795	Acumuladores Eléctricos de Electrolito Líquido Alcalino	2.395	0,91
2023	Epiclorhidrina	1.619	0,61
2015	Peróxido de Hidrogeno Estabilizado (>60%)	1.568	0,59
1078	Gases Refrigerantes	1.159	0,44
3261	Sólido Inorgánico Ácido N.E.O.P.	966	0,37
2796	Ácido Sulfúrico Con Menos Del 51% de Ácido // Electrolito Ácido Para Baterías	863	0,33
			93,88

La suma del cloruro de vinilo, el ácido sulfúrico y los abonos a base de nitrato amónico representaban el 62,2% del total.

Por clases, el transporte principal por ferrocarril era el de los gases y las materias corrosivas. Pero en contraste con la carretera las materias comburentes tienen gran importancia como se ha visto al ver las materias principalmente transportadas.

Clase	Descripción	Ton/Año	%
2	Gases	87.592	33,19%
3	Materias líquidas inflamables	18.685	7,08%
4.1	Materias sólidas inflamables	1.363	0,52%
4.2	Materias susceptibles de inflamación espontánea	172	0,07%
4.3	Materias que, al contacto con el agua, desprenden gases inflamables	165	0,06%
5.1	Materias comburentes	48.480	18,37%
5.2	Peróxidos orgánicos	16	0,01%
6.1	Materias tóxicas	18.393	6,97%
8	Materias corrosivas	87.774	33,26%
9	Materias y objetos peligrosos diversos	1.261	0,48%

2.2.B Análisis de Riesgos

El análisis de riesgos realizado en este estudio parte de la consideración de los 2 tipos de riesgos que se producen en el transporte de MMPP, los riesgos:

1. debidos a los peligros inherentes a los tipos de sustancias transportadas,
2. ocasionados por los riesgos normales de cualquier tipo de transporte debido a las condiciones de tráfico.

Estos riesgos potenciales se materializan en incidentes y en accidentes o incidentes con producción de daño. El número de accidentes en el ámbito de las MMPP respecto al total de los accidentes de transportes es muy reducido, pero son muy importantes por la capacidad de ocasionar grandes daños tanto a personas como a bienes.

Estos accidentes tendrán mayor o menor gravedad en función de la vulnerabilidad del medio afectado.

El análisis que se realizó tuvo en cuenta los 2 aspectos:

- los específicos del riesgo de accidente. La frecuencia con que ocurren los accidentes con los productos considerados.
- las consecuencias que puede ocasionar un accidente sobre una serie de elementos físicos más o menos vulnerables.

La metodología considerada tuvo en cuenta los factores más importantes para el análisis de riesgos de este transporte, englobados en 2 grandes grupos que desglosados presentan el siguiente esquema:

- 1. Probabilidad de que se produzca un accidente**
 - a. Frecuencia incidental del trayecto objeto de estudio.
 - b. Intensidad de tráfico total por el tramo.
 - c. Intensidad de viajes de mercancías peligrosas por el tramo en cuestión.
 - d. Peligrosidad de las diferentes mercancías peligrosas que circulan por el tramo en cuestión.
- 2. Magnitud de los daños ocasionados por un potencial accidente.**
 - a. El tipo de accidente
 - b. El tipo de materia peligrosa involucrada en el accidente
 - c. Los elementos vulnerables existentes alrededor del tramo involucrado.

2.2.B.1 Probabilidad de accidente

Para la evaluación de la **Probabilidad de que se produzca un accidente** tomaron los datos del Plan General de Carreteras 1999-2010 que recogía, por un lado:

- IMD o Intensidad media Diaria de Vehículos, calculada según estadísticas de 1990-1996
- Número de accidentes con víctimas, durante el periodo 1994-1996.

Con estos datos se construyó un **Índice de accidentabilidad, IndAcci**, representativo de la accidentabilidad de cada tramo estudiado, independientemente del paso de MMPP por él o no.

Este índice era directamente proporcional al número de accidentes con víctimas e inversamente proporcional a la IMD, de manera que el índice aumentaba cuanto mayor era el número de accidentes y menor la IMD.

Los resultados obtenidos según la información obtenida del Plan de Carreteras 1999-2010 que recogía la IMD para el periodo 1990-1996 y el número de accidentes con víctimas para 1994-1996 fueron que la **IMD mayor en la CAPV** era la correspondiente a la A-8 fundamentalmente entre la A-68 y Barakaldo que soportaba más de 80.000 vehículos/día. También era destacable, pero en menor medida la variante de Donostia-San Sebastián entre Intxaurre y el enlace de Loiola, y asimismo el trayecto de la N-I que iba desde el enlace con la A-15 en Andoain hasta Rentería por el que circulaban más de 78.000 vehículos/día.

En lo que respecta a la accidentabilidad, en general, los enlaces de las carreteras principales con otras de menor rango suelen ser lugares de accidentabilidad elevada.

Destacaríamos como tramos “negros”:

- **A-68:** Enlaces de Ciorraga, Pobes y Llodio. También los situados en las cercanías de Izarra, el trayecto entre Hereña y San Miguel y el itinerario entre Murueta y Arbaiza.
- **A-8:** Los principales tramos “negros” se sitúan entre el límite con Cantabria y Galdakao, en el enlace de Erletxeta, en el túnel entre Eibar y Zaldibar y en la variante de San Sebastián.
- **N-I:** enlace con la N-124, las proximidades del acceso al polígono de Los Llanos, varios tramos situados entre Vitoria-Gasteiz y Salvatierra, el puerto de Etxegarate, el enlace con la Gi-632, varios tramos entre Itxasondo y Beasain, el trayecto de calzadas separadas entre Andoain y Lasarte, el itinerario entre Lasarte y Añorga y el itinerario entre Rentería e Irún.
- **N-622** desde Vitoria-Gasteiz hasta su enlace con la A-68 en los siguientes tramos peligrosos: el enlace con la circunvalación norte de Vitoria-Gasteiz, el enlace con la carretera del aeropuerto y el puerto de Aiurdin.
- **N-240**

- Araba, desde Vitoria-Gasteiz hasta el final del embalse de Urrúnaga existían varios puntos peligrosos: el enlace de Gamarra Mayor, el acceso a Gamarra Menor, el acceso a Retana, el acceso a Miñano Mayor, la intersección con la A-623 y el acceso a Elosu.
- Bizkaia: presentaba tramos peligrosos en las proximidades del enlace del Gallo, en la intersección con la Bi-635 en Lemoa, la travesía de Areatza-Zeanuri y el puerto de Barázar.
- **N-634:**
 - Gipuzkoa entre Lasarte y Orío, los enlaces con la A-8, las travesías de las principales poblaciones (Mendaro, Elgoibar, Alzola, etc.) y la intersección con la Gi-631 a Azpeitia.
 - Bizkaia: el itinerario desde Zaldibar a Durango, el enlace con la Bi-635 destino Gernika, varios tramos entre Amorebieta y Erletxeta, los itinerarios desde El Gallo a Bilbao y desde Sestao a las Carreras.

El índice de accidentabilidad, IndAcci, que combina los valores de IMD con el número de accidentes arrojó los siguientes resultados:

Territorio	Carretera	IndAcci máximo
Araba	A-2128	100
	A-126	51
	A-2625	43
	A-2622	39
	A-624	22
	A-124	20
	A-2122	18
	A-2521	16
	A-2522	15
A-132	11	
Bizkaia	BI-2224	38
	N-637	23
	BI-2701	20
	BI-635	17
	N-634	17
	BI-636	16
	BI-630	15
	BI-631	13
	BI-2121	13
BI-625	11	
Gipuzkoa	GI-2635	36
	GI-3410	33
	GI-2131	21
	GI-131	20
	GI-2632	16
	GI-2630	14
	N-634	14

Territorio	Carretera	IndAcci máximo
	GI-2639	12
	GI-2638	11
	GI-631	11

Según los datos que se obtuvieron la carretera que presentaba el mayor índice de accidentabilidad de la CAPV fue la A-2128 que enlaza con la A-132 y que presenta un número elevado de accidentes con víctimas. También la A-126 a la altura de Bernedo presenta un índice alto.

En Bizkaia era la carretera BI-2224 en los tramos con las intersecciones con BI-4401 en Bolibar y BI-633. En Gipuzkoa era la carretera GI-2635 entre Nuarbe y Azpeitia.

Para el transporte por Ferrocarril se tuvieron solamente en cuenta los datos sobre número y tipo de accidentes ya que no se dispuso de los datos de IMD. El mayor valor lo obtuvo el trayecto entre Irun y Bilbao pasando por Rentería, Arrigorriaga, Barakaldo y Santurtzi.

En la metodología de evaluación de la **Intensidad de viajes de mercancías peligrosas** por los tramos no se obtuvieron datos homogéneos en las encuestas realizadas, por lo que se realizó una simplificación asociando el dato a la carga asignada a un tramo.

Por lo que finalmente la **Probabilidad de que ocurra un accidente con mercancías peligrosas** resultaba del producto de la carga asignada a un tramo por su índice de accidentabilidad.

Pero aún había que incorporar el **índice de peligrosidad de la materia** para lo que se adoptó como índice de peligrosidad la clasificación de la peligrosidad que se realiza en el ADR dentro de cada clase y según el accidente más grave que se puede producir para cada una de las subclases consideradas:

Clase ADR	Definición	Sub clase	Denominación	Accidente más grave	Índ de peligro
1	Explosivos	1.a	Mat. que presentan riesgo de incendio	Incendio	1
		1.b	Mat. con riesgo de explosión en masa	Explosión en masa	3
		1.c	Mat. con riesgo de proyección de partículas	Proyección de partículas	2
		1.d	Mat. con pequeño o nulo riesgo de explosión	Proyección de partículas	1
2	Gases	2.a	Inflamable	BLEVE	4
		2.b	Tóxico	Dispersión nube tóxica	5
		2.c	No inflamable, no tóxico	Explosión	1
3	Líquidos Inflamables	3.a	Materias muy peligrosas	Flash fire	3
		3.b	Materias peligrosas	Incendio	2
		3.c	Mat. que comportan un peligro menor	Incendio	1
4	Sólidos Inflamables incluye (4.1,4.2, 4.3)	4.a	Materias muy peligrosas	Flash fire	3
		4.b	Materias peligrosas	Incendio	2
		4.c	Mat. que comportan un peligro menor	Incendio	1
5	Comburentes (5.1) Peróxidos orgánicos (5.2)	5.a	Mat. muy comburentes/Peróxidos orgánicos muy peligrosos	Incendio	3
		5.b	Mat. comburentes/Peróxidos orgánicos peligrosos	Incendio	2
		5.c	Mat. poco comburentes/ Peróxidos orgánicos poco peligrosos	Incendio	1
6	Tóxicas (6.1)	6.a	Mat. muy tóxicas/Materias muy infecciosas	Dispersión nube tóxica	3
		6.b	Mat. tóxicas/Materias infecciosas	Dispersión nube tóxica	2
	Infecciosas (6.2)	6.c	Mat. que presentan un grado de toxicidad menor/Materias poco infecciosas	Dispersión nube tóxica	1
8	Corrosivos	8.a	Materias muy corrosivas	Dispersión nube tóxica	3
		8.b	Materias corrosivas	Dispersión nube tóxica	2
		8.c	Mat. que presentan un grado de corrosividad me	Dispersión nube tóxica	1
9	Diversos	9.a	Materias peligrosas	Indefinido	2
		9.b	Mat. que comportan un peligro menor	Indefinido	1

Con lo que a la carga ponderada por este índice de peligrosidad se le denominó **Índice de carga: IndCarga**.

Vemos que la mayor carga bruta o Toneladas de mercancía peligrosas transportada correspondió a tramos ubicados en las siguientes carreteras:

Carretera	Cantidad Tm/año	Territorio
A-8	1.718.966	Bizkaia
A-68	1.684.771	Bizkaia
A-68	1.084.403	Araba
BI-625	924.196	Bizkaia
N-644	881.411	Bizkaia
A-1	632.400	Araba
A-8	595.532	Gipuzkoa
N-I	471.618	Gipuzkoa
N-622	330.641	Araba
N-I	286.239	Araba
A-2122	260.364	Araba
GI-2132	136.826	Gipuzkoa
BI-636	99.864	Bizkaia

Sin embargo, al ponderar dicha carga el orden de las carreteras variaba:

Carretera	Cantidad Tm/año	Territorio
A-68	100	Bizkaia
A-8	98	Bizkaia
A-68	86	Araba
BI-625	80	Bizkaia
A-8	71	Gipuzkoa
A-1	42	Araba
N-I	40	Gipuzkoa
N-I	33	Araba
N-644	24	Bizkaia
N-622	24	Araba
A-2122	22	Araba
GI-2132	16	Gipuzkoa
BI-636	13	Bizkaia

Aquellas carreteras que ganaban puestos eran debido a que transportaban cargas más peligrosas. Las cargas más peligrosas en general fueron las de la clase 2.b correspondientes a gases tóxicos y las de las clases 2.a. que corresponden a gases inflamables.

En el caso del ferrocarril los resultados obtenidos fueron:

Trayecto	Línea	IndCarga
Miranda-Arrigorriaga	Renfe	100
Arrigorriaga-Bilbao	Renfe	100
Beasain-Tolosa	Renfe	95
Villabona-Andoain	Renfe	95
Tolosa-Villabona	Renfe	95
Rentería-Irún	Renfe	95
Andoain-Hernani	Renfe	95
Hernani-Donostia	Renfe	95
Donostia-Rentería	Renfe	95

Zumárraga-Beasain	Renfe	95
Alsasua-Zumárraga	Renfe	95
Jundiz-Alsasua	Renfe	94
Bilbao-Barakaldo	Renfe	76
Miranda-Júndiz	Renfe	67
Barakaldo-Santurtzi	Renfe	58
Ariz-Aranguren	Feve	10
Aranguren-Cantabria	Feve	10
Aranguren-Balmaseda	Feve	<1

El itinerario con mayor índice de carga fue el que circulaba entre Miranda y Bilbao.

A partir del índice de accidentalidad y el de carga se definía el **Índice de Probabilidad, IndProb**, de que ocurriera un accidente como resultado de:

$$\text{IndProb} = \text{IndCarga} \times \text{IndAcci}$$

Su significado se puede asimilar a la probabilidad de ocurrencia de un accidente muy peligroso.

Este índice se calculó para todos los tramos y en cada tramo de forma independiente para cada una de las 24 subclases indicadas, con lo que se podía comparar en un mismo tramo el grado de peligrosidad aportado por las diferentes subclases.

Para el ferrocarril se hizo el mismo planteamiento, pero no se pudieron obtener datos de la Intensidad de tráfico diario de ferrocarriles por la CAPV por lo que el índice de accidentalidad por ferrocarril se obtuvo únicamente de la frecuencia incidental.

Los resultados obtenidos para el Territorio de Araba fueron:

Territorio	Carretera	IndAcci	IndCarga	IndProb máximo
Araba	A-68	4	62	39
	N-622	5	24	23
	A-2122	5	22	18
	N-I	3	22	14
	A-1	2	42	12
	N-240	3	5	3
	A-627	7	1	2
	A-2622	13	1	2
	A-2522	15	1	2
	A-2128	11	1	2

Para las primeras 6 carreteras el factor predominante era el índice de carga en tanto que para las 4 últimas el factor era el índice de accidentalidad.

En el caso de Bizkaia destacaron la N-637 y en menor medida la N-240 por el índice de accidentabilidad en tanto la BI-625, A-8 y A-68 lo fueron por el índice de carga ya que eran las que más tráfico de MMPP soportaban:

Territorio	Carretera	IndAcci	IndCarga	IndProb máximo
Bizkaia	BI-625	7	80	100
	A-8	5	98	95
	N-637	23	11	40
	A-68	2	100	28
	BI-636	8	13	19
	N-644	1	24	5
	N-634	4	9	5
	N-240	7	2	3
	BI-637	4	3	2
	BI-632	5	3	2

En cuanto a Gipuzkoa son la A-8 y la N-I las que destacaron por el índice de carga en tanto la GI-627, GI-631 y Gi-632 lo fueron por el índice de accidentabilidad:

Territorio	Carretera	IndAcci	IndCarga	IndProb máximo
Gipuzkoa	A-8	3	71	37
	N-I	3	29	13
	GI-2132	2	16	8
	GI-131	3	12	7
	A-15	3	10	5
	GI-632	9	2	3
	GI-627	11	1	3
	N-634	5	2	2
	GI-631	8	1	2
	GI-2634	6	2	2

Para el ferrocarril los resultados arrojaron que los itinerarios con mayor índice de probabilidad son los que circulaban entre Arrigorriaga y Bilbao y entre Rentería e Irún fundamentalmente por el elevado índice de carga que soportaban.

Trayecto	Línea	IndAcci	IndCarga	IndProb
Arrigorriaga-Bilbao	Renfe	100	100	100

Renteria-Irún	Renfe	100	95	90
Bilbao-Barakaldo	Renfe	100	76	75
Barakaldo-Santurtzi	Renfe	100	58	59
Miranda-Arrigorriaga	Renfe	40	100	40
Donostia-Rentería	Renfe	40	95	36
Jundiz-Alsasua	Renfe	20	94	24
Hernani-Donostia	Renfe	20	95	18
Zumárraga-Beasain	Renfe	20	95	18
Tolosa-Villabona	Renfe	20	95	18
Alsasua-Zumárraga	Renfe	20	95	18
Villabona-Andoain	Renfe	20	95	18
Andoain-Hernani	Renfe	20	95	18
Beasain-Tolosa	Renfe	20	95	18
Miranda-Júndiz	Renfe	20	67	14
Ariz-Aranguren	Feve	40	10	5
Aranguren-Cantabria	Feve	40	10	5
Aranguren-Balmaseda	Feve	40	<1	<1

Una vez estudiada la influencia de la carretera y de la materia transportada se realizó la evaluación de la magnitud de los daños.

2.2. B.2. Magnitud de los daños

Como ya hemos dicho para la magnitud de los daños ocasionados por un potencial accidente había que tomar en cuenta:

- a. El tipo de accidente
- b. El tipo de materia peligrosa involucrada en el accidente
- c. Los elementos vulnerables existentes alrededor del tramo involucrado.

Los tipos de accidente en el transporte de mercancías peligrosas se clasifican como:

- TPC1.
Avería o accidente en el que el vehículo no puede continuar la marcha, pero no existen desperfectos en el continente ni fugas de las materias transportadas.
- TPC2.
Como consecuencia del accidente el continente ha sufrido desperfectos o se ha producido vuelco o descarrilamiento, pero no existe fuga o derrame del contenido.
- TPC3.
Como consecuencia de un accidente el continente ha sufrido desperfectos y existe fuga o derrame del contenido.
- TPC4.

Existen daños o incendio en el continente y fugas con llamas del contenido.

- TPC5.

Explosión del contenido destruyendo el continente.

Para cada tipo de accidente el área y grado de afección de cada área será diferente, se simplificó el análisis considerando el peor accidente posible que pudiera ocurrir a un camión con mercancía peligrosa.

Para la evaluación del tipo de materia peligrosa involucrada en un accidente y la intensidad de la afección o zonificación de la peligrosidad se extrajo de la recopilación bibliográfica realizada en las “Fichas de Intervención ante Materias Peligrosas” de la Dirección de Atención de Emergencias del Gobierno Vasco publicadas por el Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco en 1997 y realizadas asimismo por la empresa Inguru.

Se simplificó tomando como base las 24 subclases indicadas, el peor accidente posible y dentro de cada subclase la materia que provoca una mayor zona afectada. De manera resumida vemos el tratamiento que se hizo en la siguiente tabla:

Clase ADR	Subclase	Denominación	Distancia explosión (m)	Distancia intervención (m)	Distancia alerta (m)
1	1.a	Materias que presentan riesgo de incendio	600		
	1.b	Materias con riesgo de explosión en masa			
	1.c	Materias con riesgo de proyección de partículas			
	1.d	Materias con pequeño o nulo riesgo de explosión			
2	2.a	Inflamable			
	2.b	Tóxico		450	7.500
	2.c	No inflamable, no tóxico			
3	3.a	Materias muy peligrosas			
	3.b	Materias peligrosas			
	3.c	Materias que comportan un peligro menor			
4	4.a	Materias muy peligrosas			
	4.b	Materias peligrosas			
	4.c	Materias que comportan un peligro menor			
5	5.a	Materias muy comburentes/Peróxidos orgánicos muy peligrosos			
	5.b	Materias comburentes/Peróxidos orgánicos peligrosos			
	5.c	Materias poco comburentes/Peróxidos orgánicos poco peligrosos			

Clase ADR	Subclase	Denominación	Distancia explosión (m)	Distancia intervención (m)	Distancia alerta (m)
6	6.a	Materias muy tóxicas/Materias muy infecciosas		450	7.500
	6.b	Materias tóxicas/Materias infecciosas		360	6.000
	6.c	Materias que presentan un grado de toxicidad menor/Materias poco infecciosas		270	4.500
8	8.a	Materias muy corrosivas		450	7.500
	8.b	Materias corrosivas		45	300
	8.c	Materias que presentan un grado de corrosividad me		45	300
9	9.a	Materias peligrosas			
	9.b	Materias que comportan un peligro menor			

Una vez seleccionadas las distancias de afección y en el caso de existir distancia de explosión y áreas de alerta e intervención y siguiendo el criterio de adoptar el peor de los casos se seleccionó la mayor de las 3 distancias indicadas. Con lo que la zonificación de peligrosidad fue:

Clase ADR	Sub clase	Denominación	Distancia (m)
1	1.a	Materias que presentan riesgo de incendio	600
	1.b	Materias con riesgo de explosión en masa	600
	1.c	Materias con riesgo de proyección de partículas	600
	1.d	Materias con pequeño o nulo riesgo de explosión	600
2	2.a	Inflamable	600
	2.b	Tóxico	7.500
	2.c	No inflamable, no tóxico	600
3	3.a	Materias muy peligrosas	600
	3.b	Materias peligrosas	600
	3.c	Materias que comportan un peligro menor	600
4	4.a	Materias muy peligrosas	600
	4.b	Materias peligrosas	600
	4.c	Materias que comportan un peligro menor	600
5	5.a	Materias muy comburentes/Peróxidos orgánicos muy peligrosos	600
	5.b	Materias comburentes/Peróxidos orgánicos peligrosos	600
	5.c	Materias poco comburentes/Peróxidos orgánicos poco peligrosos	600
6	6.a	Materias muy tóxicas/Materias muy infecciosas	7.500
	6.b	Materias tóxicas/Materias infecciosas	6000
	6.c	Materias que presentan un grado de toxicidad menor/Materias poco infecciosas	4.500
8	8.a	Materias muy corrosivas	7.500
	8.b	Materias corrosivas	600
	8.c	Materias que presentan un grado de corrosividad me	600
9	9.a	Materias peligrosas	600

Clase ADR	Sub clase	Denominación	Distancia (m)
	9.b	Materias que comportan un peligro menor	600

Con esta zonificación de la peligrosidad se determinaron los elementos vulnerables del entorno. Para ello tomaron como vulnerables principales la población afectada y las zonas de captación de aguas potables superficiales, embalses y cursos de agua, y subterráneas sobre la base de los datos facilitados por el Eustat por un lado y el Departamento de Medio Ambiente por otro.

Se realizó un análisis geográfico para lo que se crearon 24 áreas de afección para cada uno de los tramos de la red, 2913 tramos de carretera y 97 de ferrocarril, y cada uno de los vulnerables considerados con lo que realizaron 288.960 intersecciones.

Se obtuvieron de estas intersecciones:

- Número de habitantes afectados
- Superficie de embalse afectada
- Superficie de acuífero afectada
- Número de captaciones de agua superficial afectada

Y se ponderó esta afección de manera que la afección a la población tuviera más importancia que la afección a los cursos de agua, concretamente el 75% frente al 25%.

Los índices que se adoptaron y los cálculos realizados fueron:

$$\text{IndVulGlob} = \text{IndVulPobl} * 0.75 + \text{IndVulAguas} * 0.25$$

siendo

- **IndVulGlob** = índice de vulnerabilidad global representativo de la magnitud de los daños causados por un potencial accidente.
- **IndVulPobl** = índice de vulnerabilidad de población. Este índice correspondía al número de habitantes afectados normalizados a 100 respecto al máximo por subclase.
- **IndVulAguas** = índice de vulnerabilidad de aguas, representativo de la magnitud del daño ocasionado al agua potable.

El índice de vulnerabilidad del conjunto de las aguas se ponderó asimismo de manera que pesaba más la existencia de una captación de agua superficial, bien puntual, bien embalsada que un acuífero ya que se consideró que las aguas subterráneas eran menos vulnerables a una potencial contaminación que las superficiales.

El índice de vulnerabilidad de las aguas se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IndVulAgua} = \text{IndVulAcuif} * 0.20 + \text{IndVulEmb} * 0.40 + \text{IndVulCaps} * 0.40$$

siendo

- **IndVulAcuif** = índice de vulnerabilidad de acuíferos. Este índice correspondía a las superficies de acuíferos afectadas normalizadas a 100 respecto al máximo por subclase.
- **IndVulEmb** = índice de vulnerabilidad de embalses. Este índice correspondía a las superficies de embalses afectadas normalizadas a 100 respecto al máximo por subclase.
- **IndVulCaps** = índice de vulnerabilidad de captaciones. Este índice correspondía al número de captaciones afectadas normalizadas a 100 respecto al máximo por subclase.

Se obtienen estos índices, normalizados a 100 respecto del máximo de cada subclase, por subclases y el riesgo total de mercancías se calcula mediante la suma de los índices de cada subclase nuevamente normalizado a 100 respecto del máximo calculado.

La **población** era el principal vulnerable a considerar en esta determinación y la misma tenía una distribución muy diferente en los 3 territorios vascos.

Mientras en Araba la mayor parte de la población alavesa se concentraba en el centro urbano de Vitoria-Gasteiz, el resto excluido Llodio presentaba un bajo número de habitantes.

En Bizkaia por el contrario la distribución de la población es más dispersa y existen localidades importantes como Durango, Ermua, Gernika, etc. A pesar de ello el grueso de la población se concentra en torno al Gran Bilbao y en poblaciones de su entorno.

En Gipuzkoa nuevamente es la capital, Donostia-San Sebastián el enclave principal y la diferencia con otros núcleos de población no es tan acentuada como en los otros territorios.

Las carreteras con mayor índice de vulnerabilidad a la población fueron:

Territorio	Carretera	IndVulPobl máximo
Araba	A-2124	45
	N-104	32
	N-102	26
	A-3632	12
	N-622	10
	N-I	9

Territorio	Carretera	IndVulPobl máximo
	A-132	8
	N-240	8
	A-3302	6
	A-3110	5
Bizkaia	N-634	90
	A-8	81
	BI-3704	69
	BI-3749	60
	BI-636	47
	N-637	46
	BI-637	41
	BI-3744	39
	BI-625	30
	BI-3703	27
Gipuzkoa	N-I	96
	A-8	37
	GI-131	33
	N-634	26
	GI-2638	26
	GI-2639	24
	GI-2132	18
	GI-632	17
	GI-627	17
	A-15	15

En Araba las carreteras que presentan mayores índices de afección a la población son las que finalizan en Vitoria-Gasteiz, en sus tramos más próximos a la ciudad. Sin embargo, los índices son menores que en Bizkaia y Gipuzkoa en general.

En Bizkaia de igual manera que en Araba las carreteras con mayor índice son las que se encuentran en el entorno del Gran Bilbao. Destacan la N-634 y A-8 en la totalidad del itinerario que recorre la margen izquierda del Nervión. La comarcal BI-3749 entre el enlace A-8 con Lamiako, la BI-636 entre el enlace A-8 y Alonsotegi y la N-637 en el puente de Rontegi.

En Gipuzkoa la carretera que presenta el mayor índice de riesgo es la N-I prácticamente en todo su recorrido, salvo el puerto de Etxegarate. Esta carretera circula atravesando poblaciones altamente pobladas como Beasain, Tolosa, Andoain, Donostia-San Sebastián, Pasaia, Rentería, etc.

En cuanto a los resultados de la magnitud de daños medioambientales a embalses, captaciones de aguas superficiales y acuíferos, variaron mucho de un territorio a otro.

Teniendo en cuenta los embalses hay que considerar que mientras Gipuzkoa dispone de una numerosa red de embalses de reducida capacidad ubicados en los tramos altos de las cuencas fluviales, tanto Araba como Bizkaia cuentan como fuente principal de suministro hídrico con el aporte de los embalses de Ulibarri-Gamboa y Urrunaga. Los tramos afectados fueron lógicamente los que se encontraban muy próximos a estos embalses.

La captación de agua superficial en Araba es muy reducida en comparación con Gipuzkoa y Bizkaia y además se encontraba muy dispersa por lo que los índices de riesgo sobre las captaciones alavesas fueron menores que en los otros 2 territorios.

Por lo que respecta a los acuíferos la utilización de aguas subterráneas en la CAPV para abastecimiento urbano e industrial y para regadío era más importante de lo que podía parecer.

A partir de los estudios de afección en embalses, agua superficial y acuíferos se calculó el **Índice de vulnerabilidad de aguas** que arrojó los siguientes resultados:

Territorio	Carretera	IndVulAcuif	IndVulEmb	IndVulCaps	IndVulAgua máximo
Araba	N-240	3	74	<1	62
	A-2620	2	58	4	51
	A-623	2	48	3	43
	N-1	81	<1	<1	28
	A-3130	72	<1	<1	24
	A-3110	51	5	<1	22
	A-4403	7	22	<1	21
	N-622	61	<1	<1	21
	N-104	51	1	<1	19
	A-132	53	<1	1	18
Bizkaia	N-240	8	9	100	88
	BI-3447	75	<1	6	30
	BI-638	79	<1	1	28
	BI-3242	61	<1	2	22
	A-8	5	<1	25	22
	BI-3302	2	<1	27	22
	BI-3448	47	<1	8	22
	BI-633	6	<1	22	19
	N-634	2	<1	22	18
	BI-623	1	19	2	17
Gipuzkoa	A-8	4	<1	48	39
	GI-2635	5	36	8	37
	A-8	58	<1	17	33

Territorio	Carretera	IndVulAcuif	IndVulEmb	IndVulCaps	IndVulAgua máximo
	N-I	58	<1	16	32
	GI-631	2	<1	29	23
	GI-3720	15	2	21	23
	GI-2634	47	<1	9	23
	N-634	<1	<1	29	23
	GI-627	5	14	8	20
	GI-2639	<1	<1	25	19

La N-240 tanto en Araba como en Bizkaia por su proximidad al embalse de Urrunaga presenta los mayores índices de vulnerabilidad. Igualmente, las carreteras A-623 y A-2620 que circulan junto al embalse de Albina.

La N-I tanto en Araba como en Gipuzkoa por su trayecto junto a acuíferos muy importantes presenta también altos índices de vulnerabilidad.

Las captaciones serán la razón de los índices de las carreteras bizkainas del entorno de Durango y Ermua A-8, N-634, BI-633 y BI-3302. De igual manera que la A-8 en el trayecto gipuzkoano que va de Elgoibar hasta Ermua.

2.2.B.3 Determinación del riesgo

Finalmente se determinó el riesgo, combinación de la probabilidad de que ocurra un accidente y de la magnitud de daños ocasionados por el accidente.

$$\text{IndRiesgo (total/tramo)} = \text{IndProb} * \text{IndVulGlob}$$

siendo

- **IndRiesgo (total/tramo)** = índice de riesgo. Este índice era el representativo del riesgo asociado al transporte de mercancías peligrosas por cada uno de los tramos.
- **IndProb** = índice de probabilidad
- **IndVulGlob** = índice de vulnerabilidad global

El índice de riesgo global para la totalidad de la mercancía peligrosa por tramo se ha calculado mediante la suma de los índices de cada clase. También en este apartado se ha procedido a normalizar los datos a 100 respecto al máximo obtenido.

Para finalizar, se incluyó un último parámetro: la longitud de cada tramo.

Dado que la longitud de cada tramo variaba de forma importante para los diferentes tramos (algunos tienen menos de 1 Km de longitud, mientras que

otros tienen varias decenas) se ponderó el riesgo calculado por la longitud de cada tramo, de tal manera que se obtiene una medida representativa del riesgo por kilómetro de cada uno de los tramos de la red viaria y de ferrocarril.

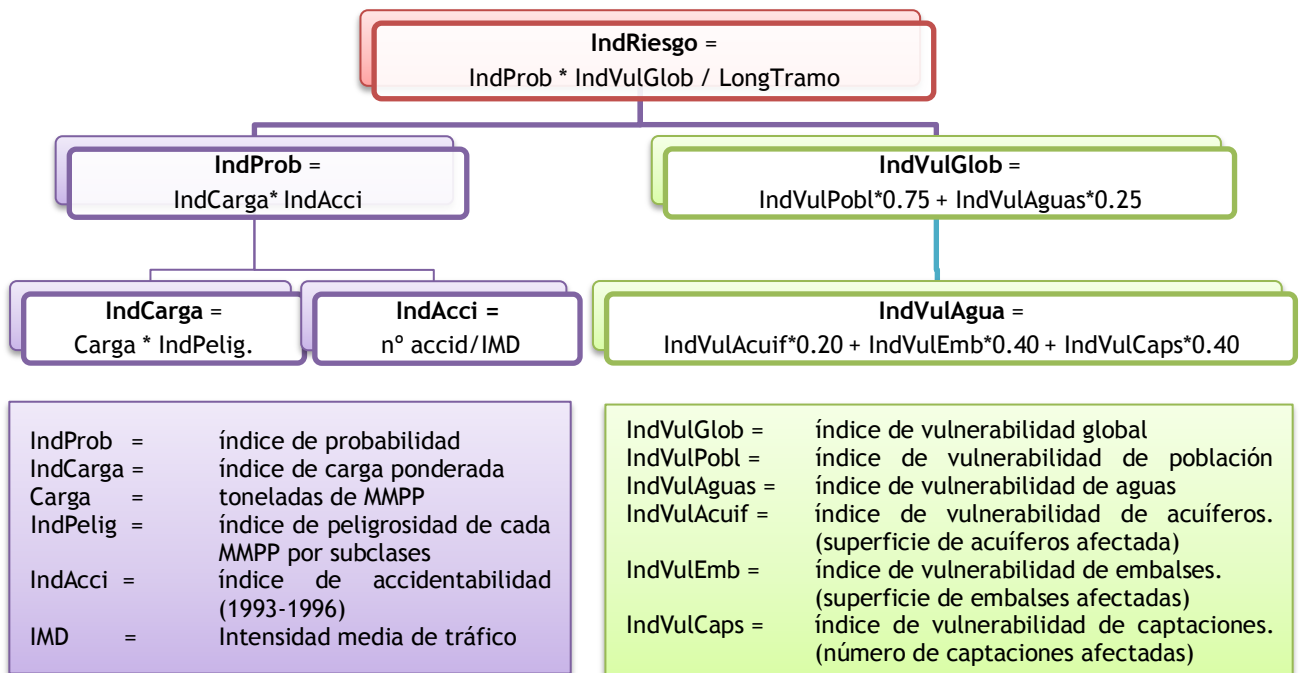
$$\text{IndRiesgo/km} = \text{IndRiesgo (total/tramo)} / \text{Long tramo (km)}$$

siendo

- **IndRiesgo/km** = índice de riesgo representativo del riesgo por kilómetro asociado a cada tramo de la red.
- **IndRiesgo (total/tramo)** = índice de riesgo
- **Long tramo** = la longitud del tramo en kilómetros, calculada a partir de la base gráfica.

Nuevamente los índices se normalizaron a 100 respecto al máximo por subclase.

El esquema seguido para el análisis de riesgos por subclases de peligro fue:



Las carreteras cuyos tramos presentaron mayores índices de riesgos fueron:

Territorio	Carretera	IndVulGlob	IndProb	Riesgo (total /tramo)	Riesgo/km máx.
Araba	N-622	8	15	1.316	12
	N-I	1	8	79	5
	N-240	9	2	194	1
	A-68	7	39	4645	1
	A-2522	2	2	97	1
	N-104	10	1	19	<1
	A-132	10	<1	<1	<1
	A-627	6	<1	<1	<1
	A-2122	<1	18	15	<1
A-625	3	<1	4	<1	
Bizkaia	A-8	95	41	53.080	100
	N-637	40	20	9.931	42
	BI-625	100	11	16.117	33
	A-68	28	18	6.765	3
	N-634	4	22	902	2
	BI-637	2	21	662	2
	BI-636	19	20	10.961	2
	N-644	5	19	752	1
	BI-632	2	4	42	1
N-240	1	7	72	<1	
Gipuzkoa	A-8	37	10	4.783	17
	GI-131	7	16	1.802	8
	N-I	13	34	6.051	2
	GI-2132	8	18	1.854	2
	N-634	2	12	291	1
	GI-2638	<1	26	163	1
	GI-631	2	13	420	1
	A-15	5	19	1.234	<1
	GI-627	1	19	342	<1
GI-2632	<1	3	7	<1	

Con estos resultados el Análisis planteó unas propuestas en torno a un Plan de Encaminamiento de carreteras.

Para el Ferrocarril se obtuvieron los siguientes resultados:

Trayecto	IndVulGlob	IndProb	Riesgo (total /tramo)	Riesgo/km máx.
Barakaldo-Santurtzi	63	59	46270	100
Bilbao-Barakaldo	75	75	71278	77
Donostia-Rentería	20	36	9681	59
Arrigorriaga-Bilbao	19	100	26150	45
Miranda-Arrigorriaga	28	40	14372	32
Hernani-Donostia	26	18	6121	27
Rentería-Irún	7	90	8387	26
Villabona-Andoain	34	18	7457	17

Trayecto	IndVulGlob	IndProb	Riesgo (total /tramo)	Riesgo/km máx.
Beasain-Tolosa	6	18	1388	17
Andoain-Hernani	9	18	2212	15
Jundiz-Alsasua	48	24	14668	13
Tolosa-Villabona	7	18	1684	10
Miranda-Júndiz	29	14	4344	8
Zumárraga-Beasain	7	18	1770	4
Alsasua-Zumarraga	13	18	2936	4
Ariz-Aranguren	100	5	6122	2
Aranguren-Cantabria	6	5	261	<1
Aranguren-Balmaseda	5	<1	<1	<1

Los trayectos que mayor índice de riesgo presentan correspondieron a los que iban de Bilbao a Santurtzi. Pero es de destacar que el tramo que mayor vulnerabilidad obtuvo, Ariz-Aranguren, dado su bajo índice de probabilidad obtuvo un índice de riesgo bajo.

2.2.C. Plan de encaminamiento

El Plan de encaminamientos del estudio “Mapas de Flujo del Transporte de Mercancías Peligrosas en la CAPV” se desarrolló a partir de los resultados del Análisis de Riesgos. Lo que trató de abordar fue:

- seleccionar, para cada uno de los tres Territorios Históricos, los tramos con mayor Índice de Riesgo
- analizar las causas que generaban ese riesgo asociado y
- sugerir las medidas que se consideraron más oportunas para su minimización.

Entre las posibles medidas a adoptar estaban:

- Las restricciones temporales a la circulación de mercancías peligrosas.
- Las restricciones totales para todas las mercancías peligrosas, con indicación de los itinerarios alternativos.
- Las restricciones parciales para ciertas clases de mercancías peligrosas.
- Los incentivos en peajes de autopistas.

Hay que tener en cuenta que la orografía de Euskadi y la diseminación de las empresas productoras y consumidoras de MMPP, el acceso a muchas de ellas deberá ser a través de las redes básicas, comarcales y locales de carreteras con lo que su paso por tramos peligrosos va a ser inevitable y muchas veces sin itinerarios alternativos.

Además, cada Territorio presenta sus peculiaridades. Araba soportaba el menor tráfico de MMPP de la CAPV, pero se concentraba en 4 vías: A-8, N-I, N-240 y N-622.

Bizkaia presentó el mayor tráfico con la zona más conflictiva de la margen izquierda y el acceso a la A-68. En esta zona se daban las mayores cargas por tramo de toda Euskadi y una gran afección a la población.

Gipuzkoa soportaba una carga media entre Bizkaia y Araba con una afección combinada entre población y acuíferos. Pero Gipuzkoa destacaba por la ausencia de itinerarios alternativos dada la ubicación de las empresas en los valles del Deba, Urola y Oria con una vía de comunicación central.

Por lo que principalmente se plantearon medidas de prohibiciones de tránsito y desvío de tráfico en tránsito a las autopistas A-68 y A-8. Desvío de los flujos de Donostia-San Sebastián hacia Navarra, Aragón y Cataluña a través de la A-15. Y otro tipo de medidas menores.

Si consideramos que la configuración de la red de carreteras actual ha variado sustancialmente sobre todo en lo referente al entorno de las capitales de los territorios las propuestas de Plan de se circunscriben al momento en que fueron propuestas.

2.2.D. Conclusiones Mapa de Flujos

En comparación con el estudio anterior vemos como ya desde el propio título se diferencian claramente sus objetivos principales. Mientras que el primer estudio era un **Análisis de vulnerabilidad** en este caso se habla de **Mapa de Flujos**, a pesar de que luego se realice un profundo análisis de riesgos y hasta un detallado Plan de mejora del transporte de MMPP por Euskadi.

Se toman en cuenta además de las mercancías peligrosas tal y como se clasifican en el ADR Acuerdo Europeo para el Transporte de Mercancías Peligrosas la totalidad de los **Residuos Peligrosos transportados**. Y para asimilarlos se hacen una serie de encuadramientos de los residuos en bases a sus características. Puede considerarse que este hecho, más allá del hecho de poder disponer de una completa información de los residuos peligrosos, distorsiona un tanto los datos.

Según el Capítulo 1.2. del ADR donde se establecen las definiciones, “Mercancías peligrosas” son las materias y objetos cuyo transporte está prohibido según el ADR o autorizado únicamente en las condiciones que éste prevé.

En el caso de los residuos peligrosos, no todos los residuos clasificados como tales tienen por qué ser mercancía peligrosa. Requiere que se sigan los pasos establecidos en el artículo 2.1.3, **Clasificación de las materias, incluidas las soluciones y mezclas (tales como preparados y residuos), no expresamente mencionadas**, donde se establece que el peligro o los peligros que presenta una materia se determinarán sobre la base de sus características físicas y químicas y sus propiedades fisiológicas. Y 2.1.3.5.5 donde se establecen las condiciones para su clasificación en diferentes grupos de embalaje.

Por lo que no parece adecuado incorporar todos los residuos peligrosos como mercancías peligrosas sin disponer de más información. Esta información deberá ser además proporcionada por las propias empresas lo que complica sobremanera su tratamiento en un estudio de estas características.

En muy pocos años la extensión de herramientas informáticas fue tremenda con lo que este estudio presenta ya una potencia de tratamiento de datos, cálculo numérico y gráfico que el anterior estudio no poseía. Se utilizó el GIS de carreteras existente en el Departamento de Medio Ambiente y se utilizaron como herramientas Access 2.0 y ArcGIS. La tramificación que se realizó del GIS disponible en el Departamento fue muy exhaustiva y detallada para realizar un análisis geográfico de todos los datos.

Hay que señalar que en ambos casos el esfuerzo fue muy grande para facilitar una herramienta de gestión de los datos tanto numérica como gráfica. Sin embargo, hay que decir que no se produjo a posteriori ni en el mantenimiento ni en la actualización de datos que hubiera permitido disponer de herramientas de futuro. Por lo que en la actualidad el acceso a la información que en su día se generó es imposible y queda como una foto fija de lo que ocurría en aquel momento.

El estudio también realizó una clasificación un tanto particular entre empresas productoras y empresas consumidoras. Si obviamos el hecho de la posible producción de residuos clasificados como mercancías peligrosas sería posible identificar empresas cuya actividad bien fabril o de distribución fundamentalmente se apoya en consumir mercancía peligrosa como materia prima.

Ahora bien, las empresas clasificadas como productoras y algunas clasificadas como consumidoras disponen de mercancía peligrosa que reciben o descargan como materia prima y de mercancías peligrosas que cargan o expiden como producto final o residuo peligroso.

Esta clasificación también hay que tomarla en cuenta a la hora de analizar los resultados obtenidos por la forma de obtención de la información de partida.

Sin embargo y a pesar de todo, es interesante que a pesar de la diferencia en la metodología de obtención de la información y de su tratamiento, la cantidad de mercancías peligrosas transportadas en ambos estudios fuera bastante similar.

También resultó muy interesante el análisis que se realizó de los distintos transportes por territorios.

Si bien como ya hemos señalado la obtención de información de origen y los criterios para su obtención en cuanto a empresas, materias, etc. fueron diferentes, el análisis de riesgos realizado en ambos estudios fue radicalmente diferente.

El análisis de vulnerabilidad de 1987 hizo un tratamiento exhaustivo de los medios de intervención existentes en la comunidad y traslado este análisis al cálculo del riesgo por el transporte de MMPP, que fue bastante somero y simplista.

Sin embargo, en el Mapa de flujos de 1997 el Análisis de Riesgos obvia el abordaje de los medios de intervención. En esos años se estaba produciendo un importante despliegue de los Parques de Bomberos en el territorio de Euskadi, así como una reconfiguración de la red de transporte de urgencias y los servicios de emergencias sanitarias con lo que su repercusión en el transporte de MMPP, aunque absolutamente real no presentaba a priori grandes diferencias entre territorios y carreteras que justificasen su incorporación.

El análisis de riesgos realizado se construyó a partir del tratamiento de los datos en base a índices. Índices que fueron calculados a partir de información y datos ya existentes y ajustándolos y simplificándolos en función del objetivo buscado.

Este tratamiento por índices fue la base de los Análisis realizados en los mapas de flujos destinados a los Planes de Emergencias en el transporte de Mercancías Peligrosas por carretera y Ferrocarril no sólo en Euskadi sino en el resto de Comunidades Autónomas.

El Plan de encaminamientos planteó interesantes propuestas si bien el establecimiento de la Red Internacional de Mercancías Peligrosas RIMP a nivel europeo ha legislado muchas de ellas con lo que de facto se realiza un encaminamiento obligatorio y legalmente establecido.

Este estudio presenta un gran avance respecto al anterior. La metodología empleada sienta las bases de estudios posteriores. Fue muy exhaustivo en el análisis gráfico y el desarrollo de los índices si bien haber considerado el tratamiento de los residuos como MMPP, y la selección de empresas de las que se obtuvieron los datos, únicamente 169, hizo que las conclusiones se obtuvieran de un escenario de partida no excesivamente completo.

2.3. Actualización del mapa de flujos, 2003.

En el año 2003 se acomete el estudio titulado “*Actualización del mapa de flujos del transporte de mercancías peligrosas en la CAPV*” contratado por la Dirección de Transportes y Obras Públicas a través del Observatorio del Transporte de Euskadi OTEUS y que fue realizado por las empresas MECSA que realizó la actualización de los flujos, TEMA responsable del cálculo del Riesgo y Evaluación de Emergencias y SITESA que desarrolló el Sistema de Información Geográfica. El importe de la contratación fue de 190.000 euros.

El estudio desarrolló los siguientes ejes:

- Actualización de Flujos
- Cálculo de Riesgos
- Elaboración del Sistema de Información Geográfica

El objetivo central del proyecto era el de actualizar los mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco después de transcurrir 6 años del estudio anterior.

Además, se planteó en el marco del estudio un modelo computacional específico para cuantificar el riesgo en las vías de circulación de mercancías peligrosas mediante el cual se estimó el número de víctimas que podrían darse en un año como consecuencia de los accidentes que puedan acaecer en este tipo de transporte.

Finalmente, y con el fin de obtener una herramienta que facilitara la consulta y el planteamiento territorial en materia de transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril, se representó toda la información en un Sistema de Información Geográfica, SIG. La aplicación SIG permitía visualizar, consulta, analizar e imprimir la información del transporte de mercancías peligrosas.

Además de visualizar el flujo de transporte, la aplicación permitía según se recoge en la documentación escrita:

- Visualizar y analizar los resultados del análisis de riesgos
- Simular emergencias con la generación de áreas de influencia

Destacar que no ha sido posible analizar dicha aplicación SIG, parte muy importante y que tuvo gran peso en el desarrollo de este estudio de 2003, ya que ninguna persona de la Dirección de Transportes conocía de su existencia o posible ubicación.

2.3.A. Mapa de flujos

Se realizó la **tramificación de la red de carreteras** a partir de las intersecciones entre carreteras y núcleos urbanos. La Red de carreteras considerada en el estudio fue la establecida en el Plan General de Carreteras del País Vasco 1999-2010. Los tipos de arco considerados fueron:

- Autopistas
- Autovías
- Red de interés preferente
- Red básica
- Red comarcal
- Redes urbanas

No se abordó el análisis de flujos de MMPP en las redes urbanas interiores de los grandes núcleos.

La red de ferrocarriles fue tramificada a partir de las estaciones y terminales existentes en aquel momento:

Terminal	Localización
Bilbao contenedores	Santurtzi
Irun cargas	Irun
Irun contenedores	Irun
Jundiz	Vitoria-Gasteiz
Lutxana-Barakaldo	Barakaldo
Santurtzi Puerto	Santurtzi

Se consideró que con estos criterios de tramificación se obtendrían tráficos generales y de MMPP uniformes, ya que la variación de tráficos en una infraestructura lineal se da, bien cuando se produce una incorporación desde otro eje o bien cuando se localiza un núcleo urbano, para las carreteras, o una estación, para los ferrocarriles, como polos de generación o atracción de tráficos.

En cuanto a las **mercancías peligrosas consideradas** se incorporaron **todos** los números ONU y residuos peligrosos notificados por las empresas independientemente de la cantidad transportada.

El ADR establece como clases de mercancías peligrosas según sus propiedades:

Clase ADR	Descripción
Clase 1	Materias y Objetos Explosivos
Clase 2	Gases
Clase 3	Materias líquidas inflamables
Clase 4.1	Materias sólidas inflamables
Clase 4.2	Materias susceptibles de inflamación espontánea

Clase ADR	Descripción
Clase 4.3	Materias que, al contacto con el agua, desprenden gases inflamables
Clase 5.1	Materias comburentes
Clase 5.2	Peróxidos orgánicos
Clase 6.1	Materias tóxicas
Clase 6.2	Materias infecciosas
Clase 7	Materias radiactivas
Clase 8	Materias corrosivas
Clase 9	Materias y objetos peligrosos diversos

Sin embargo, en este estudio a efectos de la actualización de flujos y del cálculo de riesgos se reagruparon las clases en 7 categorías establecidas por peligrosidad y volumen, referenciadas como CATEGORÍAS TRANSIT:

Categoría TRANSIT	Descripción	Sustancia representativa	NºONU	Clase ADR
MP1	Gases Licuados Inflamables	Propano	1978	2
MP2	Líquidos Muy Inflamables	Gasolinas	1203	3
MP3	Líquidos Inflamables	Gasóleos	1202	3
MP4	Gases Licuados Tóxicos	Cloro	1017	2
MP5	Líquidos Tóxicos	Tetracloruro de Carbono	1846	6.1
MP6	Potencialmente Explosivas	Nitrato de Amonio	1942	5.1
MP7	Otros	-	-	-

Además del cálculo de flujos y de riesgos según categorías TRANSIT se calcularon los flujos individuales de los 24 números ONU siguientes:

Nº ONU	Descripción	Carretera	FFCC	Motivo
1005	Amoniaco anhidro	x	x	Peligrosidad
1017	Cloro	x		Peligrosidad
1052	Fluoruro de Hidrógeno	x	x	Peligrosidad
1053	Sulfuro de Hidrógeno	x		Peligrosidad
1073	Oxígeno líquido refrigerado	x		Cantidad
1079	Dióxido de Azufre	x	x	Peligrosidad
1086	Cloruro de vinilo	x	x	Peligrosidad-Cantidad
1131	Sulfuro de Carbono	x	x	Peligrosidad-Cantidad
1154	Dietilamina	x		Peligrosidad
1202	Gasóleos	x	x	Cantidad
1203	Gasolinas	x		Peligrosidad-Cantidad
1263	Pinturas	x		Cantidad
1300	Sucedáneo de Trementina	x		Peligrosidad-Cantidad
1547	Anilina	x		Peligrosidad-Cantidad
1789	Ácido Clorhídrico	x		Cantidad
1824	Hidróxido de Sodio (disolución)	x		Cantidad
1830	Ácido sulfúrico	x	x	Cantidad
1846	Tetracloruro de Carbono	x		Cantidad
1942	Nitrato Amónico	x		Peligrosidad
1965	GLP	x		Peligrosidad
2067	Abonos a base de nitrato amónico	x	x	Cantidad

Nº ONU	Descripción	Carretera	FFCC	Motivo
2078	Diisocianato de Tolueno	x	x	Peligrosidad-Cantidad
2785	4-tiopental		x	Cantidad
3257	Líquido a T elevada, n.e.p.	x		Cantidad

Se identificaron 512 empresas a partir de los listados del estudio anterior, empresas SEVESO, informe anual de consejeros de seguridad, etc. a las cuales se les remitió una encuesta mediante mailing. De estas 512 empresas únicamente se obtuvieron datos y fueron procesadas **194 empresas**.

Se realizaron las matrices de origen y destino de las materias transportadas tanto para el tráfico interno como el externo con origen o destino fuera de la CAPV. Se trató de identificar los datos duplicados de aquellos transportes que eran identificados como de origen en unas empresas y como destino en otras a través de las cantidades declaradas.

Para la evaluación de las mercancías en tránsito se utilizó el **“Estudio de Movilidad del Observatorio de los Pirineos”** realizado mediante encuestas en los pasos fronterizos España-Francia.

La información para el ferrocarril fue obtenida de los datos de RENFE disponibles en el “Mapa nacional de Flujos de los transportes de mercancías peligrosas por ferrocarril del año 2002”.

La cantidad total de MMPP transportada fue de:

Ámbito de Estudio	Carretera	Ferrocarril	Total
Total MMPP	5.420.143	304.778	5.724.921
Total ONU y RP	5.179.835	304.778	5.484.613

Tomando los datos de las mercancías identificadas por número ONU y residuos peligrosos el porcentaje del transporte por ferrocarril representó prácticamente el 6%:

Modo de transporte	Toneladas/año	Porcentaje
Carretera	5.179.835	94,44%
Ferrocarril	304.778	5,56%
Total	5.484.613	

En cuanto a la tipología del transporte su reparto fue de:

Tráfico	Toneladas/año	Porcentaje
Interno	2.468.076	45%
Tránsito	219.385	4%
Externo	2.797.153	51%
Total	5.484.613	

Se identificaron un total de 391 MMPP, 383 números ONU y 8 residuos peligrosos cuya distribución por clase fue:

Clase ADR	MMPP	Ton/año	%
1	4	29	0,001%
2	61	639.665	12,349%
3	81	2.972.593	57,388%
4.1	18	16.414	0,317%
4.2	8	1.391	0,027%
4.3	10	38.588	0,745%
5.1	26	63.683	1,229%
5.2	4	2.126	0,041%
6.1	67	60.473	1,167%
6.2	2	26	0,001%
7	0	0	0,000%
8	95	820.538	15,841%
9	15	564.309	10,894%
TOTAL	391	5.179.835	

Más de la mitad de las MMPP transportadas fueron materias líquidas inflamables, clase 3 con el 57%, seguidas por las materias corrosivas, clase 8 con el 15,84%, y los gases, clase 2 con el 12,35%.

La distribución de las categorías TRANSIT de este estudio arrojaron los datos:

Categoría TRANSIT	MMPP	Ton/año	%
MP1	12	222.998	4,305%
MP2	31	437.466	8,446%
MP3	53	2.965.461	57,250%
MP4	5	18.207	0,351%
MP5	36	136.984	2,645%
MP6	4	13.585	0,262%

MP7	250	1.385.134	26,741%
TOTAL	391	5.179.835	

Los líquidos inflamables del tipo del gasóleo MP3 fueron los que se transportaban en mayor cantidad, 57%, mientras que el transporte de gases tóxicos tipo cloro solo representaba el 0,35% de la categoría MP4.

Tomando en cuenta el número ONU, las mercancías que más se transportaban eran:

ONU	Nomenclatura	Cantidad	%
1202	Gasóleo	1.731.696	33,43%
1300	Sucedáneo de trementina	561.750	10,84%
3257	Líquidos inflamables a Tª inferior a la de inflamación	430.159	8,30%
1830	Ácido sulfúrico	324.687	6,27%
1203	Gasolina	285.787	5,52%
1965	GLP	188.228	3,63%
1263	Pinturas P.I.>21	153.528	2,96%
1824	Lejía de sosa	151.707	2,93%
3077	Peligrosa para el M.A. Sólida	111.315	2,15%
1072	Oxígeno comprimido	103.225	1,99%
3264	Líquido inorgánico corrosivo, ácido	89.887	1,74%
1789	Ácido clorhídrico, soluciones	64.423	1,24%
1993	Mezclas líquidas inflamables	61.080	1,18%
1951	Argón líquido refrigerado	55.975	1,08%
1049	Hidrógeno comprimido, botellones	50.507	0,98%
1791	Hipoclorito en soluciones	49.209	0,95%
1831	Oleum	44.371	0,86%
1073	Oxígeno líquido	36.942	0,71%
3170	Subproductos Fab. Aluminio	35.885	0,69%
1066	Nitrógeno comprimido, botellones	33.612	0,65%
1086	Cloruro de Vinilo (CVM)	31.629	0,61%
1999	Alquitranes líquidos	31.026	0,60%
1230	Metanol	25.967	0,50%

Destacó la pérdida de peso de las gasolinas respecto a estudios anteriores mientras que, entre los gasóleos, sucedáneo de trementina y líquidos inflamables constituían el 53% del total inventariado.

Analizando el Transporte interno se veía cómo el 68% era producido en Bizkaia frente al 20% de Gipuzkoa y Araba, mientras que el consumo tenía cantidades similares en Bizkaia y Araba y algo menores en Gipuzkoa.

El 76% de lo producido en Araba era consumido en el propio territorio mientras que Bizkaia consumía el 52% de lo producido en su territorio, pero ya exportando hacia Araba y Gipuzkoa el resto. Gipuzkoa tenía como principal destinatario de su expedición Araba y en muy pequeña cantidad Bizkaia.

Transporte interno		Ton/año. Producido en			
		Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
Ton/año. Consumido en	Araba	216.735	487.049	244.299	948.083
		76%	28%	47%	37%
	Bizkaia	31.369	904.520	62.374	998.264
		11%	52%	12%	39%
	Gipuzkoa	37.073	347.892	213.112	598.077
		13%	20%	41%	24%
	Total	285.177	1.739.461	519.786	2.544.424
		11%	68%	20%	

El 6 % de la MMPP transportada por vía terrestre se hacía por ferrocarril. Se identificaron 31 mercancías por su número ONU transportadas en Euskadi de las que las 15 que más se transportaban suponían el 90% de la cantidad total de MMPP transportada bien en vagón o contenedor:

ONU	Denominación	Ton/año	%
1830	Ácido Sulfúrico	66.024	21,66%
1086	Cloruro de Vinilo	36.087	11,84%
2785	4-Tiapentanal (3-Metilpropanal)	31.190	10,23%
1495	Clorato Sódico	27.151	8,91%
1131	Sulfuro de carbono	24.557	8,06%
1052	Fluoruro de hidrógeno	22.474	7,37%
1831	Óleum	12.974	4,26%
1790	Ácido fluorhídrico, soluciones	9.884	3,24%
2023	Epiclorhidrina	8.918	2,93%
1005	Amoniaco anhidro, cisternas	7.909	2,60%
2078	Diisocianato 2-4 de tolueno	6.852	2,25%
3256	Líquidos inflamables a Tª superior a la de inflamación	5.783	1,90%
2211	Polímeros expansibles en gránulos (que desprendan vapores inflamables)	5.254	1,72%
2218	Ácido acrílico	5.116	1,68%
2586	Ácidos alquilsulfónicos	4.643	1,52%
TOTAL		274.816	90,17%

La distribución según las clases ADR presentó un panorama muy diferente del transporte por carretera, en este transporte destacaba el transporte de corrosivos por encima del de tóxicos y gases.

Clase ADR	Ton/año	%
1	0	0,00%
2	45.034	14,78%
3	32.376	10,62%
4,1	3.236	1,06%
4,2	0	0,00%
4,3	0	0,00%
5,1	35.704	11,71%
5,2	0	0,00%
6,1	52.424	17,20%
6,2	0	0,00%
7	0	0,00%
8	127.921	41,97%
9	8.083	2,65%
TOTAL	304.778	

El tráfico de MMPP por ferrocarril tiene mayoritariamente su origen o destino fuera de la CAPV, el 100% de los internos son trayectos entre Irún contenedores y Jundiz, pero solo representan el 3% del total del transporte. En el transporte externo, el 72% tiene su origen en Euskadi y el 28% es destino.

Procesados los datos y creadas las matrices de origen y destino, el siguiente paso para la obtención del Mapa de Flujos era la asignación de rutas. Para ello se utilizó un software comercial: **VISUM** o actualmente **PTV VISUM**. Este programa es utilizado para el análisis de tránsito, planificación y gestión de datos basada en SIG. Modela redes de transporte y demanda de viajes, planifica servicios de transporte público, etc.

Se utilizó un módulo de red que describe la oferta del sistema de transporte y está formado por zonas, nodos y paradas de transporte público, arcos y líneas de transporte público. Y módulo de asignación que se encarga de analizar y evaluar el sistema de transporte. Asigna los tráficos a la red y permite obtener una serie de características de ellos.

Se presentaron gráficamente los resultados obtenidos en la red de carreteras y red de ferrocarriles muy detalladamente facilitando diferentes mapas temáticos de flujos.

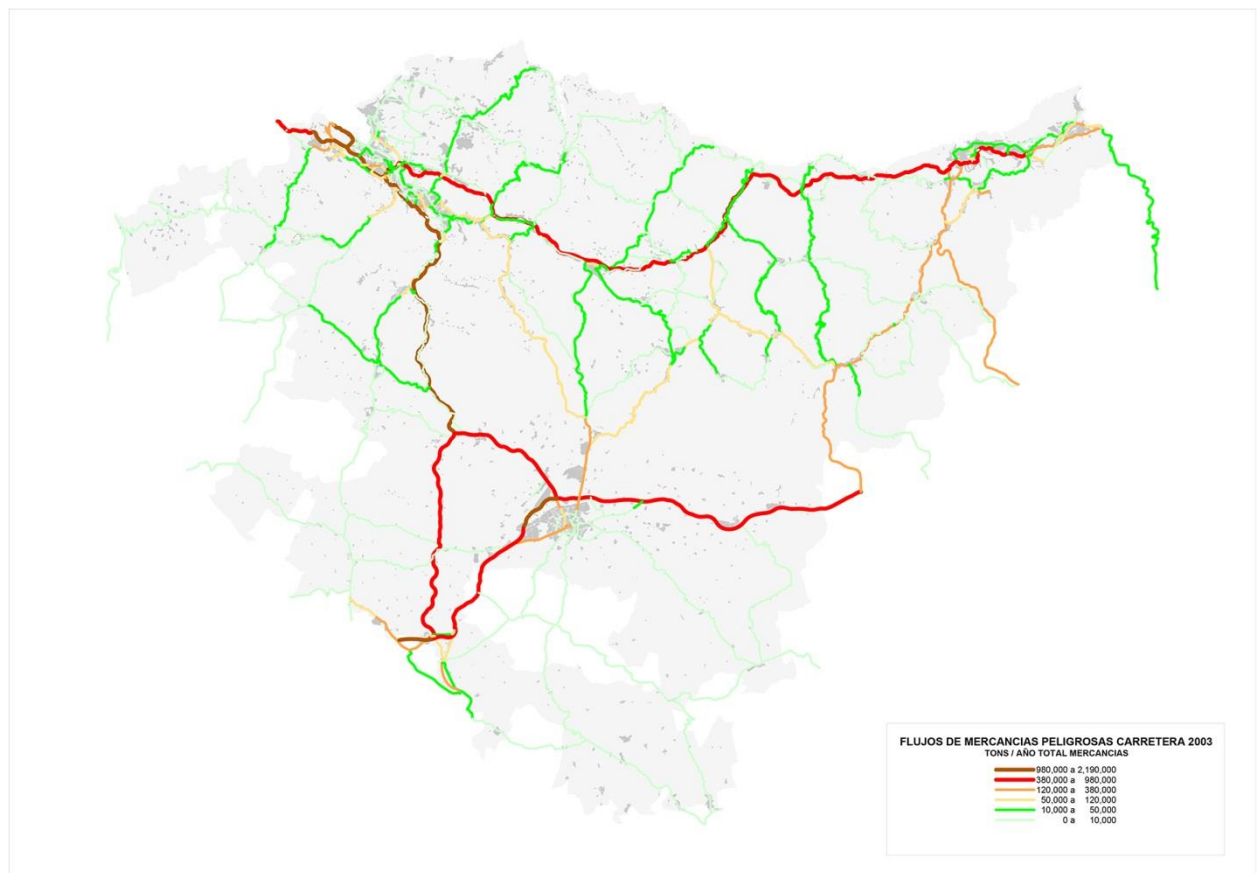
En el caso de la red de carreteras los resultados se presentaron en los siguientes mapas de flujos:

- Mapa del total de mercancías peligrosas transportadas por carretera
- Mapa de flujos con el volumen de mercancías peligrosas transportadas en Cisternas.
- Un mapa para cada una de las clases ADR transportadas (a excepción de la 4.3 y la 7)
- Un mapa para cada uno de los 24 números ONU más importantes
- Mapa resumen de la comparación de Flujos de Mercancías Peligrosas entre 1998-2003 en una selección de puntos de la red vial.

En el caso de la red ferroviaria, los siguientes mapas de flujos:

- Mapa del total de mercancías peligrosas transportadas por ferrocarril
- Mapa de flujos con el volumen de mercancías peligrosas transportadas contenedores.
- Mapa de flujos con el volumen de mercancías peligrosas transportadas vagones.
- Un mapa para cada una de las clases ADR transportadas: 2, 3, 4.1, 5.1, 6.1, 8, 9.
- Un mapa para cada uno de los 10 números ONU más importantes

El Mapa del flujo de MMPP por carretera fue:

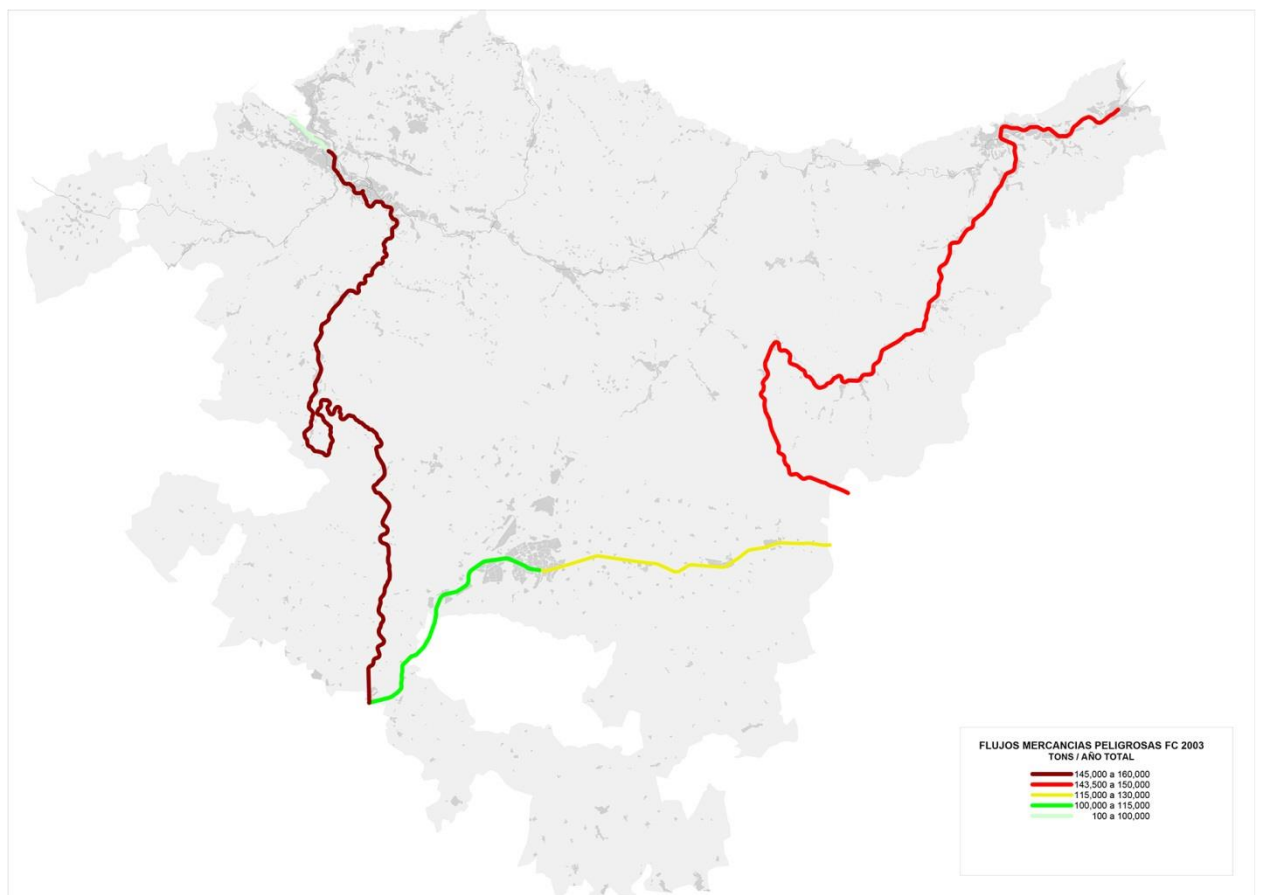


Se produce una elevada concentración de flujos en los itinerarios siguientes:

- A-8: Recoge los flujos tanto internos con el flujo Este-Oeste desde Bilbao a Donostia, pero también los externos con origen/destino en Francia a través de Irun o en Cantabria o España Oeste.
- A-68 y N-622: Flujos hacia Araba, Castilla y Valle del Ebro sobre todo generados en el Gran Bilbao o procedentes de Cantabria.
- N-1 y A-15: Flujos procedentes de Francia y generados en Donostialdea que se dirigen a Meseta y Valle del Ebro.

El resto de la red desempeña un papel distribuidor, sirviendo para canalizar los flujos desde los anteriores ejes hacia todo el territorio.

El Mapa del flujo de MMPP por ferrocarril:

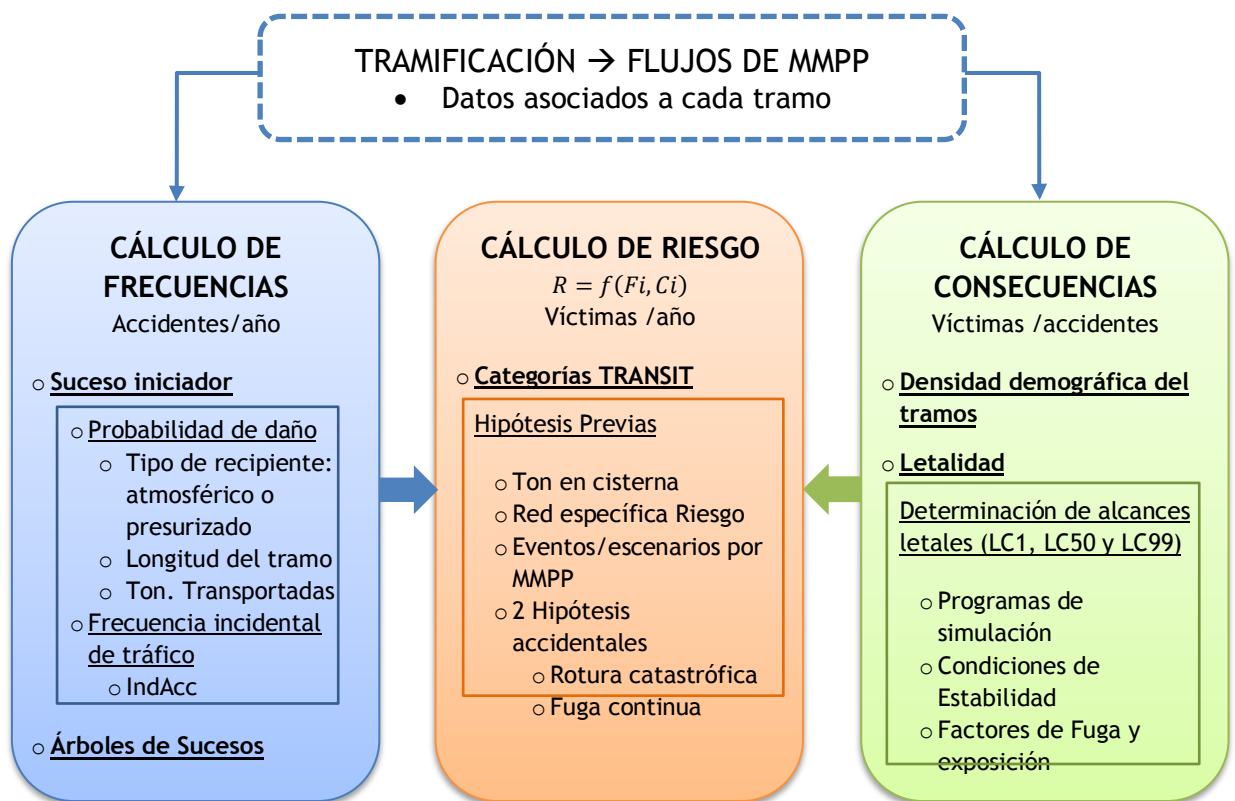


De manera resumida vemos como los flujos de MMPP por ferrocarril se daban únicamente en las líneas Puerto-Bilbao-Miranda e Irun-Vitoria-Miranda de Renfe. El resto de operadores no transportaban MMPP.

2.3.B. Cálculo de riesgos

A partir de la información obtenida de las Matrices de Origen-Destino y los resultados de Flujos de Mercancías Peligrosas se calcularon de manera independiente el Riesgo para la población y el riesgo para acuíferos y aguas superficiales.

2.3. B.1. Riesgo para la Población



2.3. B.1.1. CONDICIONES PREVIAS DE CÁLCULO DE RIESGO

Se establecieron 4 condiciones previas a la realización del cálculo de riesgo.

- Categorías TRANSIT
- Eventos a considerar
- Redefinición de la red
- Cantidad límite de mercancías peligrosas

A. Categorías TRANSIT

Como ya se ha apuntado al margen de la clasificación ADR y a efectos del cálculo de riesgo se agruparon las MMPP según una serie de categorías que fueron denominadas TRANSIT. No se explicita en el estudio la razón de este agrupamiento ad hoc.

Categoría TRANSIT	Descripción	Sustancia representativa	NºONU	Clase ADR
MP1	Gases Licuados Inflamables	Propano	1978	2
MP2	Líquidos Muy Inflamables	Gasolinas	1203	3
MP3	Líquidos Inflamables	Gasóleos	1202	3
MP4	Gases Licuados Tóxicos	Cloro	1017	2
MP5	Líquidos Tóxicos	Tetracloruro de Carbono	1846	6.1
MP6	Potencialmente Explosivas	Nitrato de Amonio	1942	5.1
MP7	Otros	-	-	-

Se agrupan todos los números ONU identificados según estas categorías y se listan.

B. Eventos a considerar

El alcance del estudio se limita a aquellos eventos o escenarios accidentales que, teniendo consecuencias letales, puedan ser originados por sustancias de cualquiera de las categorías TRANSIT que se transporten por carretera o ferrocarril.

Los eventos fueron seleccionados en base a la experiencia de la empresa TEMA:

Evento	Descripción del Evento	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7
Bola de Fuego (Fire Ball)	Incendio que conlleva al fenómeno BLEVE de gases licuados inflamables o sustancias inflamables recalentadas.							
Incendio de Charco	Cuando un líquido inflamable fuga accidentalmente, parte de él puede acumularse en el suelo formando un charco. Si el charco entra en contacto con un punto a temperatura superior a la de inflamación de líquido, éste se incendiará.							
Llamarada	Se produce como consecuencia de la dispersión de una sustancia inflamable en la atmósfera y su posterior ignición, sin que ello lleve aparejado la generación de ondas de sobrepresión.							

Evento	Descripción del Evento	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7
Nube tóxica	Se generan por dispersión de gases tóxicos. En este caso, el concepto de interés es la dosis inhalada en lugar de un determinado nivel de concentración o un tiempo de exposición.							
Explosión	La energía liberada en una explosión confinada en un recipiente se distribuye entre energía de ondas de choque y energía de proyección de fragmentos.							
Derrame	Pérdida de la Carga con posibles efectos letales							

C. Redefinición de la Red

La red vial básica inicial tenía las siguientes características:

Parámetros de Red Vial Básica	Carretera	Ferrocarril	Red Vial Total
Nº tramos	673	258	883
Longitud Total (Km)	2.370,3	588	2.954

Pero sólo realizaron el análisis de riesgos en los tramos que satisficieron los 2 requisitos siguientes:

1. Estar comprendido dentro de los límites administrativos de la CAPV.
 2. Contener flujos de mercancías peligrosas en recipientes de gran capacidad (cisternas, vagones-cisterna o contenedores-cisterna).
- NO se realizó análisis de riesgo en tramos por el que sólo se transportaban MPs en grupaje.

Por lo tanto, la Red Vial en la que se realizó el cálculo de riesgos fue:

Parámetros de Red (Riesgo)	Carretera	Ferrocarril	Total
Nº tramos	534	90	508
Longitud Total (Km)	1.761,7	288	1.896

D. Cantidad límite de MMPP

Esta fue una limitación muy importante ya que sólo se realizó el análisis del transporte realizado en Cisternas excluyéndose todo lo que se transporta en bultos.

Así de todos los datos obtenidos:

- Se analizó el 77% de la cantidad total transportada por carretera, el 33% restante (1.200.623 Toneladas) quedó excluido del ámbito de cálculo de riesgos puesto que se transportaba como grupaje.
- En ferrocarril se analizó el 100% de los datos obtenidos ya que Renfe no les facilitó las toneladas transportadas en bultos, sólo se dio datos de MMPP transportadas en vagón-cisterna o vagón-contenedor.

Con lo que finalmente los datos analizados fueron los siguientes:

Categoría TRANSIT	Carretera		Ferrocarril	
	Ton	% / Total	Ton	% / Total
MP1-Gases Licuados Inflamables	133.799	3,36%	36.087	11,84%
MP2-Líquidos Muy Inflamables	376.221	9,45%	30.716	10,08%
MP3-Líquidos Inflamables	2.431.678	61,11%	1.660	0,54%
MP4-Gases Licuados Tóxicos	15.658	0,39%	31.421	10,31%
MP5-Líquidos Tóxicos	121.915	3,06%	61.159	20,07%
MP6-Potencialmente explosivas	13.455	0,34%	4.093	1,34%
MP7-Otros	886.486	22,28%	139.642	45,82%
TOTAL	3.979.212	100%	304.778	100%

2.3. B.1.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO EMPLEADA

Se utilizó el método computacional TRANSIT, que basa su proceso de cálculo en la integración de F_i o frecuencias con que se manifiestan los sucesos de un tipo i , y C_i que serán las consecuencias

$$R = f(F_i, C_i)$$

El riesgo asociado a cada una de las hipótesis individualizadas del suceso se estima mediante la operación básica:

$$R_i = F_i \times C_i$$

Hubo que realizar una serie de **simplificaciones** al modelo para poder aplicarlo en el estudio:

- Agrupar en dos clases las estabilidades meteorológicas.
- No incorporar datos sobre direcciones de viento.
- Agrupar sustancias en 7 categorías.

Tanto para realizar el cálculo de frecuencias como el de consecuencias se precisaba de la búsqueda de información de parámetros concretos para cada tramo:

Cálculo de Frecuencias	Cálculo de Consecuencias
<ul style="list-style-type: none"> - Longitud (km) - Cantidad total de MMPP por categoría transportada por un tramo. - Capacidad de los vehículos o trenes - Nº de vehículos (cisternas y vagones) por tramo - Frecuencia incidental media para el transporte (por carretera y ferrocarril) (en ocasiones/km tren u ocasiones/km vehículo). - Intensidad Media Diaria de Tráfico (IMD) - Probabilidad de daño al recipiente - Probabilidad de ignición de una nube 	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje zona rural, semi-urbana y urbana. - Densidad de población (habitantes / km²) - Matriz de Estabilidad Meteorológica - Alcances letales correspondientes al LC1, LC50, LC99 - Factor de fuga y de exposición por tipo de evento y tramo

• **CÁLCULO DE CONSECUENCIAS**

La valoración de los efectos del accidente se realizó estimando el número de víctimas mortales que podía ocasionar el mismo.

Para ello los datos que se precisaban eran por un lado la densidad demográfica y por el otro el cálculo de la letalidad, parámetro que también dependería de la movilidad y/o permanencia de la población y los alcances letales originados en cada accidente.

Los criterios metodológicos adoptados en el cálculo de consecuencias fueron los indicados en el *Purple book (CRP 18-Guidelines for quantitative risk assessment)*.

De acuerdo con esto las hipótesis accidentales o supuestos iniciadores fueron:

- Fuga instantánea de toda la cisterna, y

- Fuga continua de 5m³

Los parámetros necesarios para el cálculo fueron:

- **Densidad demográfica**

Se tomaron los siguientes criterios para asignar a cada tramo uno de los siguientes tipos de suelo:

- Suelo Urbano: 24.500 hab./km² (245 hab./ha.)
- Suelo Semiurbano: 3.250 hab./km² (32,5 hab./ha.)
- Suelo Rural: 150 hab./km²(1,5 hab./ha.)

Para el suelo urbano se tomó la densidad media de los cascos urbanos de la CAPV y equivalente a densidades de 122 viviendas/ha.

- **Porcentaje de zona rural, semi-urbana y urbana.**

Para saber el porcentaje de cada tramo de la red que tiene entorno urbano, semiurbano o rural:

- Se generó una capa GIS de suelos a partir de UDALPLAN 2002 y agrupando las delimitaciones de los suelos según los criterios anteriores.
- Se generó una capa temática GIS con bandas de 100 metros de ancho y eje en los elementos lineales que representan los tramos con el fin de interseccionar con los polígonos que representan los sectores residenciales o industriales
- Se calculó el porcentaje de la longitud de cada banda que se interseccionó con los polígonos de suelos urbanos, semiurbanos y rurales.

- **Matriz de estabilidad meteorológica**

Respecto a las **condiciones meteorológicas** que van a afectar de manera muy significativa al cálculo de consecuencias, la estabilidad atmosférica es una variable que se establece para caracterizar la capacidad que la atmósfera tiene para dispersar un contaminante representando para un momento determinado, el grado de turbulencia existente. Según la clasificación Pasquilli la estabilidad atmosférica se clasifica en:

Clase Estabilidad Atmosférica. Pasquilli	
A	Muy inestable
B	Inestable
C	Ligeramente inestable
D	Neutra
E	Ligera estabilidad
F	Estable

Y se establece la velocidad del viento en función de la insolación del día o si es de día o de noche.

De las 13 posibilidades en que se clasifica la estabilidad atmosférica, en el estudio se consideraron únicamente 2 tipos de condiciones meteorológicas:

- Estabilidad D o neutra, viento 4 m/s. La más probable en la mayoría de los tramos.
- Estabilidad F o estable, viento 2 m/s. la más habitual en este tipo de estudios.

Y del mismo modo que para la densidad de población, se indica para cada tramo, la media porcentual de días al año en que se da estabilidad D o F. Para seleccionar los parámetros climatológicos de cada tramo de las redes de carreteras y ferrocarriles se seleccionaron 15 de las estaciones meteorológicas de Euskalmet y se asociaron los parámetros de cada tramo a una de las estaciones de su ámbito meteorológico.

- **Alcances letales**

El cálculo de las víctimas potenciales se realizó mediante modelos de simulación para la determinación de los alcances letales y sus correspondientes áreas. Para ello, mediante las ecuaciones de Probit, se determinaron los valores umbrales de la variable característica del fenómeno al cual se debe el daño (radiación, sobrepresión, toxicidad) para tres porcentajes de letalidad de la población expuesta.

El producto de las áreas letales por la densidad de población en el entorno de un tramo concreto proporcionaba por tanto el número de víctimas potenciales para un accidente.

- **Factores de Fuga y de Exposición:**

Una vez determinados los alcances letales y con el fin de cuantificar las víctimas de un accidente de la forma más realista posible, se hicieron estimaciones sobre el grado de exposición de las personas, si éstas estaban dentro o fuera de las casas, y a la capacidad de fuga que éstas tengan.

Según criterios del Purple Book y estimación realizada por la empresa TEMA, en función del tipo de entorno del tramo se estableció:

- El **factor de fuga** se definió como la probabilidad de que, dado un accidente, la población del entorno pueda escapar sin verse afectada por las consecuencias del mismo. Los valores se asignaron en función del tipo de evento y según la densidad media (tipo de suelo) del entorno:

Tipo de Suelo	Porcentaje de población que escapa	
	Bleve / Explosión	Llamarada/Nube tóxica
Urbano	54%	24%
SemiUrbano	36%	10%
Rural	18%	2%

- El **factor de exposición** se consideró como la fracción de la población que se encuentra expuesta y, por lo tanto, es susceptible de sufrir los efectos de un accidente.

Para su determinación se hicieron estimaciones de la presencia de personas dentro y fuera de las casas cuyos porcentajes se asignan según el tipo de suelo. Dicho factor **no era aplicable** para el caso de BLEVEs y explosiones:

Tipo de Suelo	Factor de Exposición
Urbano	15% ^a
SemiUrbano	25%
Rural	40%

^a Promedio diario según estimaciones del TNO.

Los dos datos restantes se obtuvieron por extrapolación

- **CÁLCULO DE FRECUENCIAS**

No todos los incidentes dan lugar a la pérdida de producto potencialmente peligroso para la población circundante. Por lo que se requería el conocimiento de la frecuencia probable con la que ocurría un determinado tipo de incidente, que dependería de:

- Probabilidad de daño de un suceso iniciador o aquel accidente que implique fuga relevante de MMPP, que a su vez depende de la frecuencia incidental de tráfico en carretera (Índice de Accidentalidad).
- Árboles de Sucesos: La evolución del suceso iniciador que es función de las propias características de la MP y de factores del entorno.

- Probabilidad de daño**

Es entendida como la probabilidad de accidente con fuga y se obtiene de multiplicar la probabilidad de accidente por la probabilidad de que el recipiente se vea dañado y por lo tanto haya una fuga importante de materia peligrosa.

	Carretera	Ferrocarril	MPs
	Acc./km*vehic	Acc./km*tren	
Recipientes Atmosféricos	$8,38 \cdot 10^{-9} \cdot 1,0$	$8,6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,56$	2,3,5,6 y 7
Recipientes Presurizados	$4,32 \cdot 10^{-9} \cdot 0,3$	$8,6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0028$	1 y 4

Datos extraídos del Purple Book, CPR 18E

Para obtener el parámetro era también preciso calcular el número de vehículos y de trenes que circulaban respectivamente por un tramo de carretera y ferrocarril. Por lo que partiendo de las toneladas totales que se transportaran por un tramo concreto, se estimaron los vehículos o trenes que por él transcurrían a partir de las siguientes capacidades medias:

- Carretera: La capacidad media de las cisternas va en función del tipo de mercancías peligrosas:

Categoría MPs	Capacidad Cisternas (Ton)
MP1	20
MP2	23
MP3	23
MP4	16
MP5	16
MP6	23
MP7	20

- Ferrocarril: según datos de RENFE se aplica la siguiente relación
 - 40 contenedores / tren (1 contenedor = 13 ton)
 - 20 vagones / tren (1 vagón = 40 ton)

Con el fin de diferenciar la peligrosidad de cada uno de los tramos de carretera respecto de los demás se estableció un **Índice de Accidentalidad** representativo de la probabilidad de ocurrencia de accidentes de un tramo determinado, independientemente del paso de mercancías peligrosas por el mismo.

Este índice fue considerado como directamente proporcional al número de accidentes con víctimas e inversamente proporcional a la IMD, de manera que el índice aumenta cuanto mayor es el número de accidentes y menor es la IMD.

El rango de valores que se obtuvo para los tramos en que se dividió la Red de Carreteras osciló entre el 1 y el 2. Por consiguiente, los tramos en los que la probabilidad de accidentes de tráfico era mayor se penalizaron asignándoles el valor más elevado del IndAcc, el 2.

Hubo 10 tramos penalizados con un índice de accidentalidad por encima del 1,50 que, ordenados de más a menos peligrosos, fueron los siguientes:

ID_Tramo	Denominación	IndAcc asignado	t. en Cisternas
42	BI-735	2,000	0
243	GI-2635	1,880	8808
283	N-240	1,779	59859
480	A-2622	1,745	0
223	N-634	1,701	189
324	BI-626	1,687	0
134	A-2128	1,660	1884
218	GI-2631	1,563	0
578	BI-627	1,538	0
618	GI-120	1,537	0

En el caso de ferrocarril la peligrosidad intrínseca de cada tramo se consideró constante.

El Índice de Accidentalidad se determinó en base a las dos variables siguientes:

- **Número de Accidentes con Víctimas:**

El promedio de accidentes con víctimas de cada tramo se estimó a partir de los datos extraídos de los Anuarios Estadísticos de Accidentes de Tráfico (emitidos por el Departamento de Interior) de los años 2000 y 2002.

Con el fin de aproximar la siniestralidad de un tramo concreto se extrapolo el número anual de accidentes con víctimas (dato publicado en dichos anuarios) acaecidos en la carretera concreta a la que pertenezca el tramo en cuestión. La extrapolación se realiza, considerando factores inherentes al tramo como longitud, localización y demás condiciones del entorno.

- **Intensidad Media Diaria, IMD:**

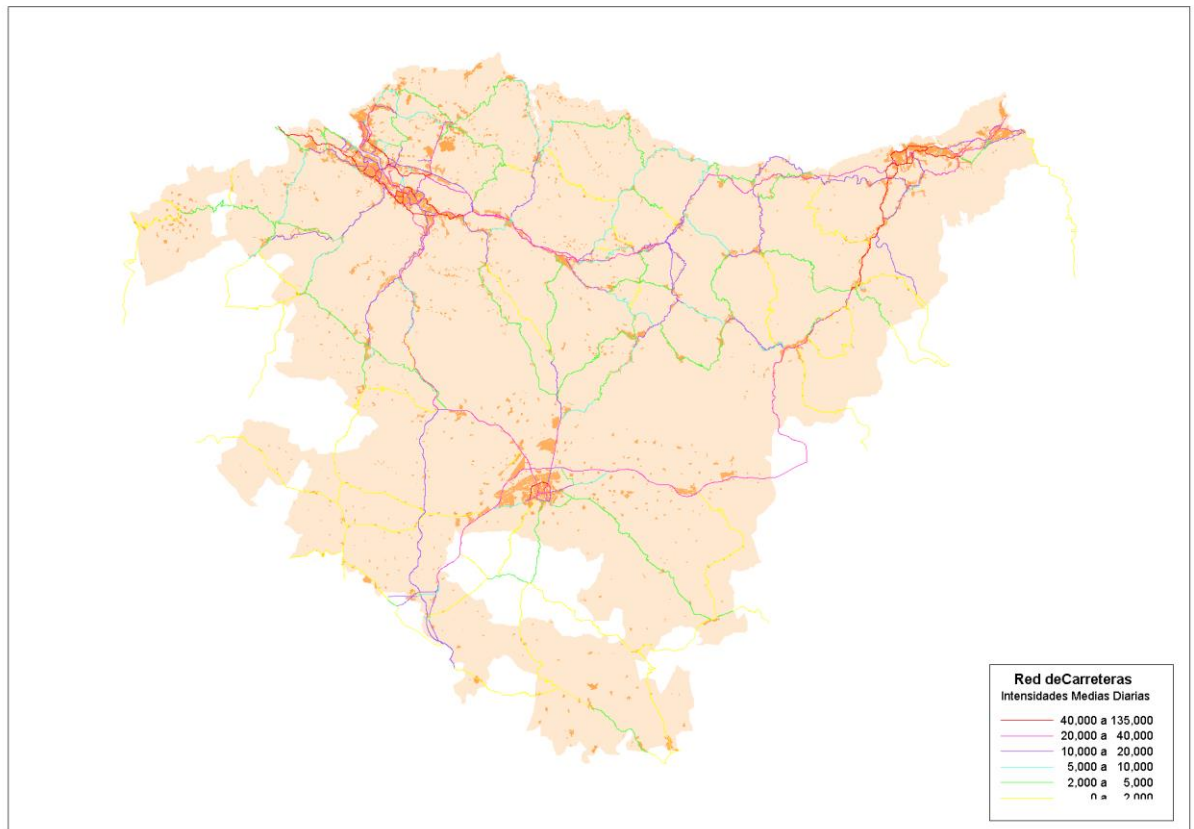
Para el cálculo de las intensidades medias diarias en cada tramo de la red viaria se utilizaron los resultados de las redes de Aforos de las Diputaciones Forales de Araba, Bizkaia y Gipuzkoa.

Las redes de puntos de aforo tenían distinta extensión en cada territorio histórico. En Bizkaia la red de puntos de aforo era muy densa y prácticamente todos los tramos tienen una estación de aforo, con lo cual la asociación fue directa.

En Araba y Gipuzkoa hay tramos en los que no se localizaba ninguna estación de aforo. Para estos casos se adoptaron dos soluciones:

- La primera fue asociar al tramo los resultados de una estación de aforo que estuviera en un tramo contiguo del mismo eje viario. Esta opción se aplica cuando entre los dos tramos no cabe esperar cambios sustanciales de tráfico, por ejemplo, por existir núcleos urbanos de cierto tamaño o intersecciones con ejes viales de gran tráfico.
- La segunda opción se aplicó en los tramos en los que las estaciones de aforo existentes no daban una referencia suficiente y consistió en aplicar los tráfico obtenidos del Modelo Regional que había calibrado la empresa MECSA.

Con estos criterios los resultados de Intensidades Medias Diarias (IMD), fueron los que se representan en el mapa siguiente:



B. Árboles de Sucesos

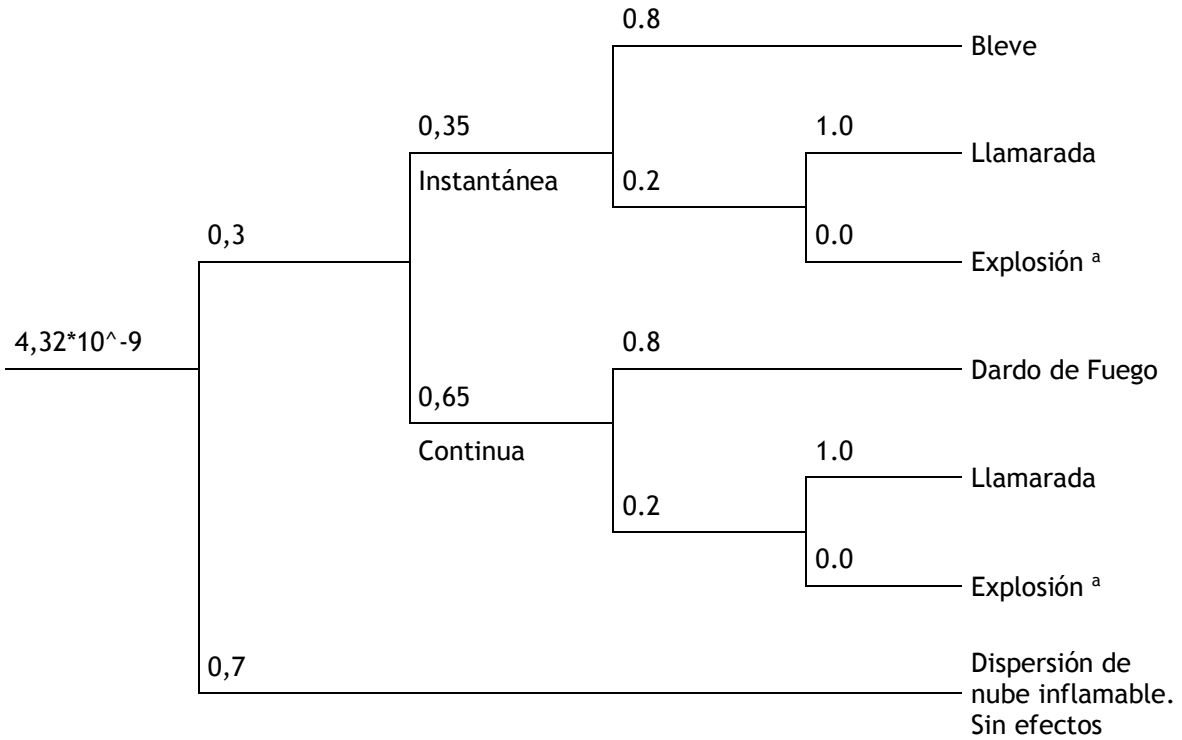
El potencial de riesgo que posee un material, solamente se realizara si hay pérdida del contenido del recipiente de transporte. El grado de riesgo va a depender de la naturaleza y cantidad de material fugado, forma de la fuga (instantánea o continua), condiciones de estabilidad atmosférica, etc.

Así para cada una de las MP tipo transportadas por carretera, se establecieron los árboles de sucesos que determinaban la frecuencia

probabilística con la que se desarrollaba un determinado suceso incidental como:

MP1. Sustancias Inflamables (GLP): Propano

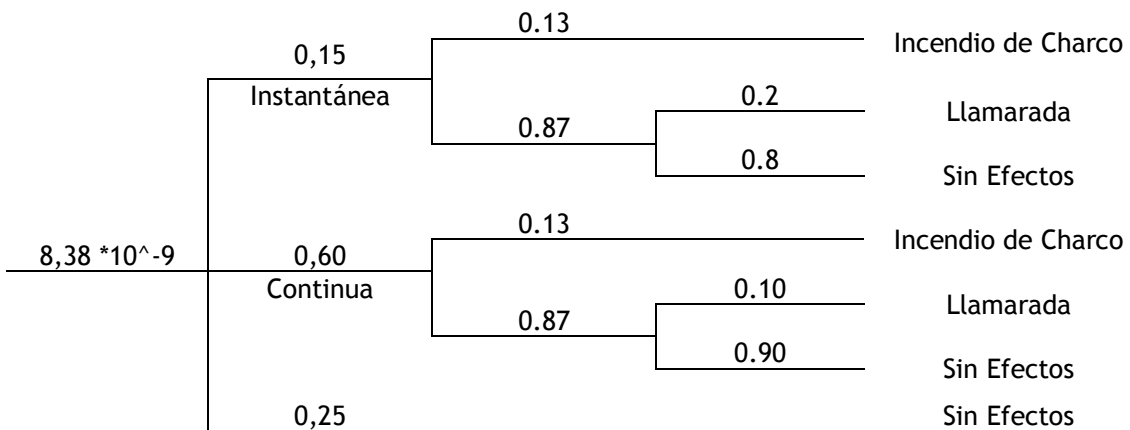
Frecuencia de Fuga de Cisterna presurizada	Fuga relevante	Tipo de Fuga	Ignición Inmediata	Ignición Retardada	Evento
--	----------------	--------------	--------------------	--------------------	--------



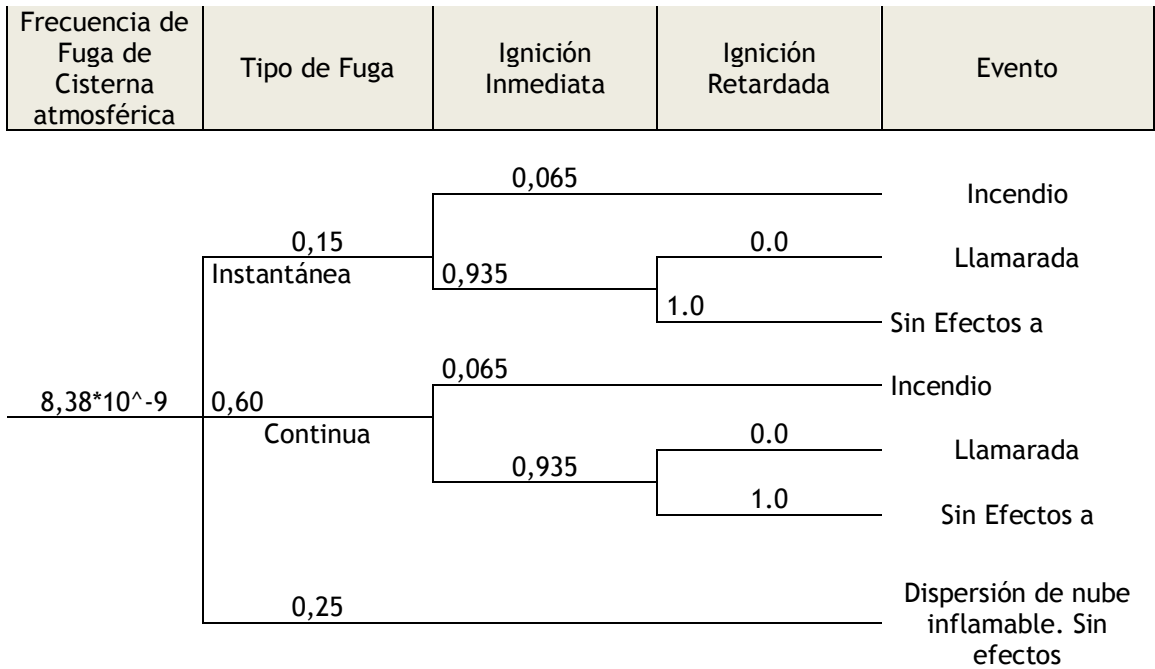
^a No se consideró el evento Explosión por falta de Confinamiento

MP2. Sustancias Muy Inflamables: Gasolina

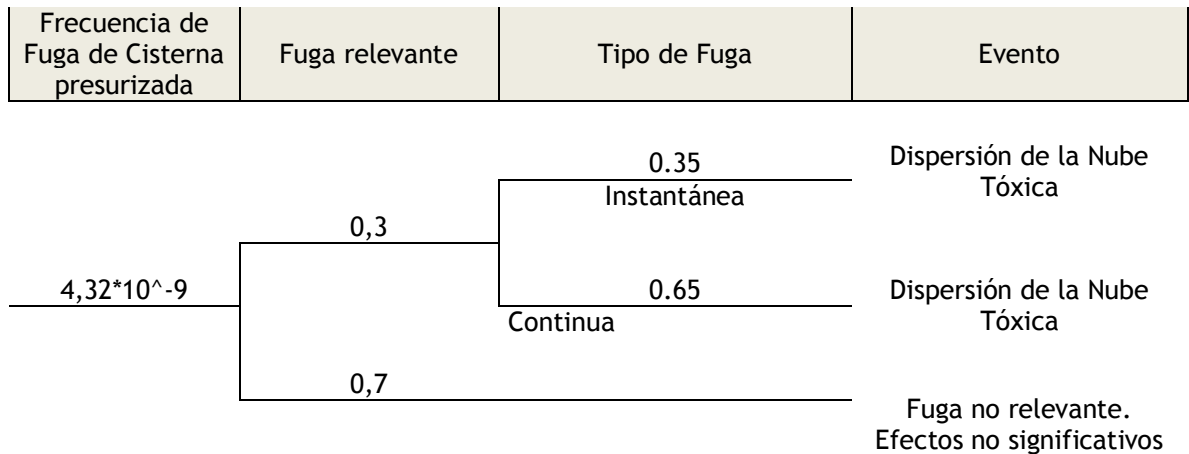
Frecuencia de Fuga de Cisterna atmosférica	Tipo de Fuga	Ignición Inmediata	Ignición Retardada	Evento
--	--------------	--------------------	--------------------	--------



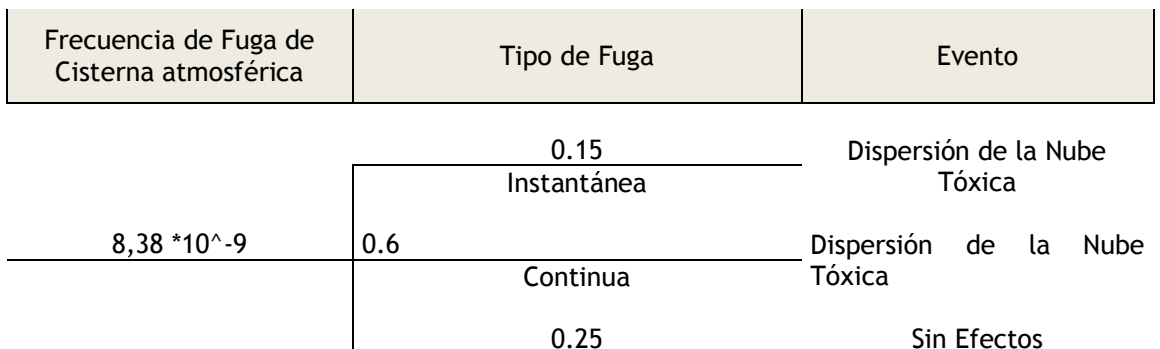
MP3. Sustancias Inflamables (Líquidos): Gasoil



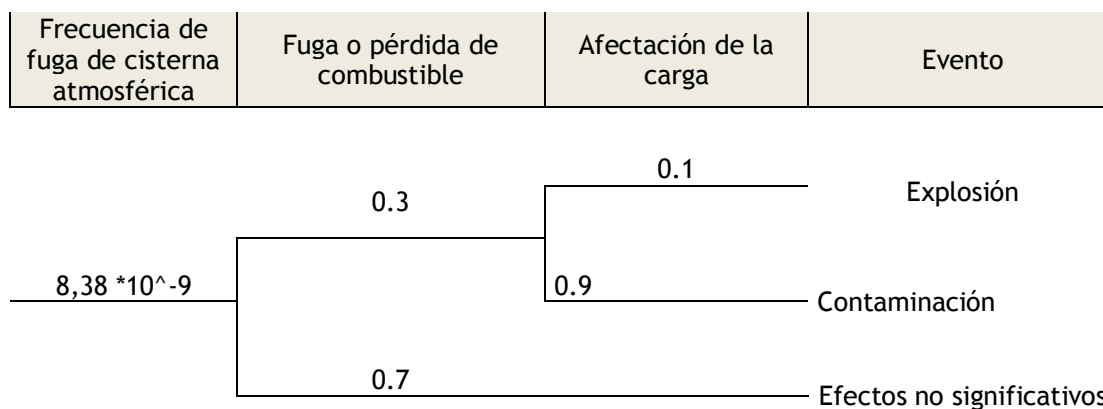
MP4. Sustancias Tóxicas 1 (GL): Cloro



MP5. Sustancias Tóxicas 2 (Líquidas): Tetracloruro de Carbono



MP6. Sustancias Potencialmente Explosivas: Nitrato de Amonio



MP7. Otras

Las sustancias de esta clase raramente pueden tener consecuencias letales. No obstante, se consideró la posibilidad de que se generaran una serie de escenarios accidentales que, si bien a priori, por las propiedades de la sustancia, no tenían por qué causar letalidad alguna, podrían provocar, según las condiciones en que se originaran, heridas graves e incluso la muerte.

Y para el transporte por ferrocarril se aplicó la misma metodología y se determinaron los árboles de sucesos correspondientes a cada categoría TRANSIT MP.

2.3. B.1.3. RESULTADOS DEL RIESGO PARA LA POBLACIÓN Y ANÁLISIS

Los datos generales que a grandes rasgos delimitaron el ámbito del cálculo de riesgos para la población, así como los principales resultados obtenidos fueron:

	Parámetro	Unid.	Carretera	FFCC	Observaciones
Datos generales	Tramos Total Red	Nº	673	258	
	Longitud total de la Red	Km	2370	588	
	Tramos de la CAPV	Nº	650	258	
	Longitud de los tramos CAPV	Km	2194	588	
	Tramos sin transporte MPs	Nº	116	168	Se incluyen aquellos que solo transportan grupaje
	Tramos considerados en el cálculo de riesgo	Nº	534	90	Sólo cisternas, vagón-cisterna y contenedor-cisterna
	Longitud Red Riesgo Cisternas	Km	1762	288	
	Total toneladas transportadas	Ton	3.979.212	304.778	Sólo las que van en cisternas

Riesgo global R _g	Riesgo Global	Vict. Totales/año	1,75 e-02	9,87 e-04	
	Años en los que se da 1 víctima	Años	57	1013	
	Tramo con más riesgo	Vic. Tramo/año	9,09 e-04	4,55 e-05	Carretera: A8 tramos 346 FFCC: Tamo 1047
Riesgo específico R _{sd}	Riesgo específico de la red	Vict./año*k m*t	2,49 e-12	1,12 e-11	
	Relación de los riesgos Específicos	Rel.	0,22	4,50	El riesgo específico de FFCC es superior porque las sustancias con más peligrosidad se transportan por FFCC.
	Tramo con más riesgo	Vict./año*k m*t	5,45 e-09	1,56 e-10	Carretera: A8 tramo 602 FFCC: Tramos 1428 y 1429

Se obtuvieron unos resultados exhaustivos del cálculo de riesgos para la población tanto cuantitativo como cualitativo del tipo:

Anexo 9.a.I. Riesgo Global para la Red de Carretera. Resultados de los tramos ordenados de mayor a menor riesgo

ID Tramo	Tipo Tramo	Long Km	Urb (tanto por 1) hab/m ²	Semi (tanto por 1) hab/m ²	Rural (tanto por 1) hab/m ²	DENOM nombre oficial carretera TRAMO	RIESGO año R _g vict./año	Peso R del tramo respecto al total %	Peso acum.	CANT. MP's Total Categ Transit	Peso de cada uno de las MP's transportadas respecto al total, % (Comprobar que los específicos más grandes coinciden con un peso mayor de MP1 y MP4)						
											MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7
346	Autopi sta	2,685	0,708	0,086	0,206	A-8	9,09E-04	5,20%	5,20%	1.213.623	2,52	10,64	69,92	0,56	1,26	0,00	15,09
361	Autopi sta	2,930	0,166	0,806	0,028	A-8	6,31E-04	3,61	8,81	1.775.193	2,00	12,35	66,35	0,31	0,61	0,03	18,34
297	Autopi sta	12,802	0,027	0,263	0,710	A-8	5,97E-04	3,41	12,22	447.678	1,14	16,68	54,91	0,76	3,92	0,15	22,44
348	Autopi sta	1,875	0,444	0,541	0,014	A-8	5,22E-04	2,98	15,20	1.805.070	1,97	12,21	68,20	0,30	0,57	0,03	16,72
222	Autopi sta	10,669	0,106	0,205	0,689	A-8	5,18E-04	2,96	18,16	339.972	1,50	15,33	52,59	1,00	5,89	0,19	23,49
65	Autopi sta	31,814	0,000	0,043	0,957	A-68	4,50E-04	2,57	20,73	456.270	5,28	9,84	56,09	0,26	3,04	0,00	25,49
286	Autopi sta	4,602	0,253	0,262	0,485	A-8	4,34E-04	2,48	23,21	430.428	1,19	16,55	53,96	0,79	4,08	0,15	23,27
217	Autovi a	8,233	0,318	0,451	0,231	N-I	4,08E-04	2,33	25,54	107.217	0,06	5,17	55,54	1,62	13,67	0,21	23,73
371	Autopi sta	15,085	0,000	0,036	0,964	A-68	4,03E-04	2,30	27,85	1.158.687	2,66	9,45	71,29	0,10	1,59	0,00	14,91
314	Autopi sta	7,661	0,034	0,322	0,645	A-8	3,89E-04	2,23	30,07	505.932	1,01	16,92	56,43	0,68	3,52	0,13	21,31
4039	Autovi a	6,724	0,000	0,579	0,421	N-I	3,89E-04	2,22	32,30	806.283	0,92	6,36	78,28	0,34	2,87	0,04	11,19
274	Autopi sta	5,510	0,141	0,223	0,636	A-8	3,64E-04	2,08	34,38	394.821	1,29	15,06	53,91	0,87	6,18	0,17	22,52
225	Autopi sta	15,779	0,010	0,077	0,912	A-8	3,59E-04	2,05	36,43	350.898	1,46	15,28	53,39	0,97	5,98	0,19	22,74
118	Autovi a	15,312	0,000	0,099	0,902	N-I	3,21E-04	1,83	38,26	476.655	0,02	9,30	72,67	0,56	5,85	0,07	11,54
386	Autopi sta	6,615	0,062	0,165	0,773	A-68	3,02E-04	1,73	39,99	1.164.441	2,65	9,76	70,63	0,10	1,59	0,00	15,28
604	Autovi a	17,995	0,000	0,015	0,985	N-I	2,86E-04	1,64	41,63	465.225	0,02	9,34	72,34	0,57	5,98	0,07	11,68
335	Autopi sta	1,955	0,731	0,038	0,231	A-8	2,84E-04	1,62	43,25	1.228.851	2,49	10,55	69,16	0,11	1,69	0,00	16,00
4027	Comar cal	2,070	0,400	0,600	0,000	GI-3410	2,77E-04	1,58	44,83	82.344	0,00	0,03	0,04	4,25	39,41	0,11	56,17

.../...

2.3.B.1.3.A. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE DATOS

En cuanto al análisis de los resultados obtenidos, tanto para carretera como para ferrocarril, el tratamiento de los datos respondió a los siguientes enfoques:

1. Por Red de Transporte: Considerando el riesgo total que presenta la Red en cuestión.
2. Por tramos: Tomando en consideración el riesgo calculado para cada uno de los tramos, con el fin de identificar aquéllos con un nivel de riesgo superior.

Hay que realizar unas simples consideraciones antes de visualizar el análisis de los resultados obtenidos:

- A efectos de frecuencias, los tramos que presentaban un mayor índice de accidentalidad iban a tener un mayor nivel de riesgo.
- A efectos de consecuencias, el hecho de haberse realizado el cálculo de consecuencias contemplando la hipótesis de una rotura catastrófica de cisterna (ya sea por carretera o por ferrocarril) en la que se vieran implicados gases licuados tóxicos, supuso obtener unos alcances letales, o LCs, muy grandes, hecho que influyó considerablemente en el Riesgo Global asociado al tramo.

Asimismo, se consideraron unas densidades demográficas muy elevadas para cada uno de los tipos de suelos, por lo que de manera previa era de esperar que la magnitud de las consecuencias y por tanto el riesgo final obtenido fueran elevados.

Los resultados del cálculo cuantitativo de riesgos se expresaron como:

- A. **Riesgo Global**: víctimas potenciales anuales.
- B. **Riesgo Específico**: víctimas potenciales al año por kilómetro y tonelada de MP transportada.

Los resultados finales del cálculo realizado fueron:

A. **Riesgo Global.**

- **Según la Red de Transporte:**

- Red de Carretera:

El riesgo calculado fue de $1,75 * 10^{-2}$ víctimas al año, dato que se traducía en una víctima cada 57 años por transporte de mercancías peligrosas.

- Red de Ferrocarril:

El riesgo calculado fue de $9,87 * 10^{-4}$ víctimas al año lo que implicaba una muerte cada 1.013 años.

Analizando los datos obtenidos para ambas redes, no son comparables entre sí porque el Riesgo Global no contempla los siguientes factores:

- Cantidad transportada: La cantidad de MPs transportada por carretera era del orden de 18 veces superior a la de ferrocarril, por lo que implicaba una frecuencia de paso de vehículos muy superior para la Red de Carretera con el consiguiente aumento de Riesgo.
- Longitud de la Red: La longitud de la Red de Carretera analizada era 6 veces mayor que la de la Red de Ferrocarril por lo que la probabilidad de que se diera un accidente por la red de carretera era mayor; este hecho incidía directamente en el resultado del Riesgo Global.
- Peligrosidad de las sustancias transportadas: No quedaba reflejada la peligrosidad inherente al tipo de sustancias transportadas en cada caso. Así pues, el transporte de sustancias MP4 (Gases Licuados Tóxicos), categoría para la que se obtenían los alcances letales (LCs) muy superiores, tenía mayor peso específico dentro del transporte por Ferrocarril que para el transporte por Carretera.

Con el fin de paliar el sesgo que estos factores pudieran ocasionar en los resultados del Riesgo Global, y para poder establecer comparaciones entre ambas redes, se procedió al cálculo del Riesgo Específico. De este modo, se obtuvieron valores de riesgo o víctimas potenciales al año por kilómetro recorrido y tonelada de MP transportada.

- **Según Tramos:**

- Red de Carretera:

- El tramo de la A-8 en Zorroza (ID 346) es el que presentó un mayor nivel de riesgo global, con un valor de $9,09 * 10^{-4}$ víctimas al año. Cabe indicar que este tramo tenía condiciones de densidad demográfica elevada y si bien el peso específico de MP4 era más bien bajo, soportaba una cantidad total de MPs elevada, por encima del millón de toneladas.
- El 75% del Riesgo Global de la Red se acumulaba en 50 tramos. En la mayoría de ellos, los factores que determinaron los elevados valores de riesgo fueron las toneladas soportadas y la longitud del tramo, salvo excepciones contadas como el Corredor de Cadagua. Este tramo, aun midiendo 11 km y soportando una cantidad relativamente alta de MPs, no se situó entre los 50 tramos con más riesgo global puesto que el

entorno era eminentemente rural y las consecuencias para la población iban a ser más bien pequeñas.

- Red de Ferrocarril:
 - El tramo para el que se obtuvo un Riesgo Global más elevado es el de la Línea Bilbao-Miranda en la travesía de Arrigorriaga. El valor calculado es de $4,55 * 10^{-5}$ víctimas al año y representa el 5% del total de la Red de Ferrocarril.
 - Los tramos por los que transcurría una mayor cantidad de MPs y especialmente aquellos que soportaban un mayor peso específico de MP4 fueron los que presentaron mayores niveles de riesgo.

B. Riesgo Específico

1. Según la Red de Transporte:

- Red de Carretera:

El riesgo calculado fue de $2,49 * 10^{-12}$ víctimas al año por tonelada transportada y para un kilómetro de red.
- Red de Ferrocarril:

El riesgo calculado fue de $1,12 * 10^{-11}$ víctimas al año por kilómetro y tonelada transportada.

El hecho de que ambos resultados estaban calculados para unos mismos valores de longitud y tonelaje, permitió establecer comparaciones entre ellos.

Con lo que se pudo concluir que el **riesgo específico para la red de ferrocarril era del orden de 4 veces superior al riesgo resultante para la red de carretera.**

La diferencia obtenida puede explicarse debida a la peligrosidad de las sustancias transportadas por cada una de las redes; así pues, el peso específico de los gases licuados tóxicos (MP4) dentro del total transportado por ferrocarril es de 10,3% mientras que en el transporte por carretera dicha categoría de sustancias representa tan sólo un 0,39%.

2. Según Tramos:

- Red de Carretera:

- El tramo de carretera que, independientemente de la longitud y de la cantidad transportada, presentaba un riesgo superior fue el tramo de la A-8 en el Nudo de Cruces (ID 602). Este tramo sin embargo ocupaba la posición 108 en lo que se refería a Riesgo Global.
 - El Corredor del Cadagua (BI-636) entre Sodupe y Balmaseda fue el tramo que presentó porcentaje superior de transporte de gases licuados tóxicos. A pesar de ello, y debido a la presencia nula de suelo urbano en el entorno no se trataba del tramo con mayor riesgo específico, si bien se encontraba entre los 10 tramos con mayor nivel de riesgo específico.
- Red de Ferrocarril:
- La línea Bilbao-Puerto en Santurtzi fue el tramo de ferrocarril para el que se obtuvo un riesgo específico superior con una cantidad de víctimas anuales por kilómetro y tonelada de $1,56 * 10^{-10}$.
 - En el listado de resultados para riesgo específico por ferrocarril, se observaba claramente que el riesgo descendía de forma directa con el porcentaje de MP4, dentro del tonelaje total que soportara el tramo, y con la densidad demográfica del entorno.

Observando los resultados, se concluyó que los factores que determinaron la posición en que se ordenaban los tramos fueron la peligrosidad de las sustancias transportadas junto con la densidad demográfica del entorno.

2.3.B.1.3.B. ANÁLISIS CUALITATIVO DE DATOS

Se realizó un análisis cualitativo de riesgos en base a los resultados de Riesgo Global que se obtuvieron para cada uno de los tramos de la Red de Carretera, así como de la de Ferrocarril.

El objetivo de este análisis fue poder reducir la heterogeneidad de los resultados obtenidos para el riesgo global y poder agruparlos de una manera comprensible según la importancia de su riesgo asociado con respecto al riesgo total de la Red de tal manera que permitiera su implementación en el GIS.

Se establecieron unas categorías que se definieron de la siguiente manera:

- **Red de Carretera:**

Calificación	Rango de la Relación (Rg Tramo/Rg Red)*100
MUY ALTO:	$Rg \geq 2,00\%$
ALTO:	$2,00\% > Rg \geq 1,00\%$
MEDIO:	$1,00\% > Rg \geq 0,50\%$
BAJO:	$0,50\% > Rg \geq 0,05\%$
MUY BAJO:	$0,05\% \geq Rg$

Los tramos considerados de riesgo muy alto se localizaron básicamente en tres itinerarios: Autopista A-8 y Autopista A-68 y N-I.

En la autopista A-8 entre Durango y Zarautz el nivel de riesgo era muy alto, así como en el tramo comprendido entre la salida de Portugalete y la salida de Balmaseda. El tramo entre Zarautz y Donostia presentaba un riesgo alto, situación que se repetía en las travesías de Bilbao, Pasajes, Rentería e Irun.

La A-68 arrojó un riesgo muy elevado entre Llodio y Miranda a excepción del tramo entre Ziorraga y Altube que presentó un riesgo alto. El tramo entre Llodio y Bilbao presentó un riesgo alto.

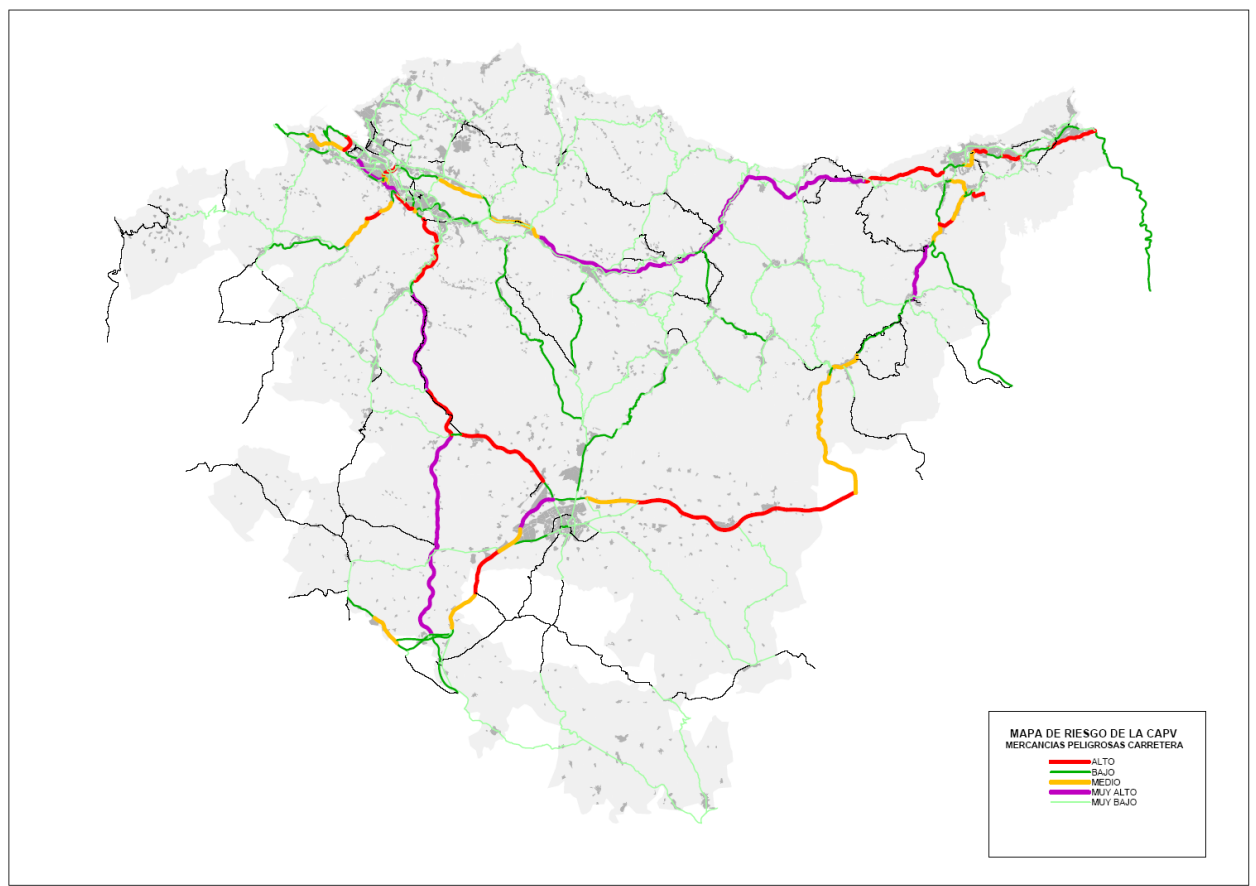
Se presentaron también tramos con riesgos muy altos en la N-I entre Andoain y Tolosa y en la circunvalación a Vitoria - Gasteiz entre Asteguieta y Iurre. Por otra parte, la N-I presentaba riesgo alto entre Alsasua y Argomaniz y entre la Puebla de Arganzon y Zaballa. El resto de la N-I presentó básicamente un riesgo medio.

Aparte de los tres grandes itinerarios de MMPP, existían determinados viales que presentaron riesgos altos. Así en Araba, la N-622 entre Altube

y Foronda arrojó un nivel de riesgo alto. La A-2122 entre el enlace con la N-1 en Miranda y Zubillaga presentó un nivel de riesgo medio.

En Bizkaia los tramos del resto de la red que presentaron niveles de riesgos altos y medios son la BI-636 en el tramo Sodupe - Castrexana, el acceso al Puerto de Bilbao desde la A-8 y el corredor de Txorierri entre Zamudio y Erletxes.

Finalmente, en Gipuzkoa los tramos de riesgos medios y altos se situaban básicamente en la GI-631 entre Andoain y Hernani, mientras que, a nivel de red local y comarcal, la GI-3410 presentó un riesgo alto en las inmediaciones de Hernani y la GI-2132 un nivel de riesgo medio.



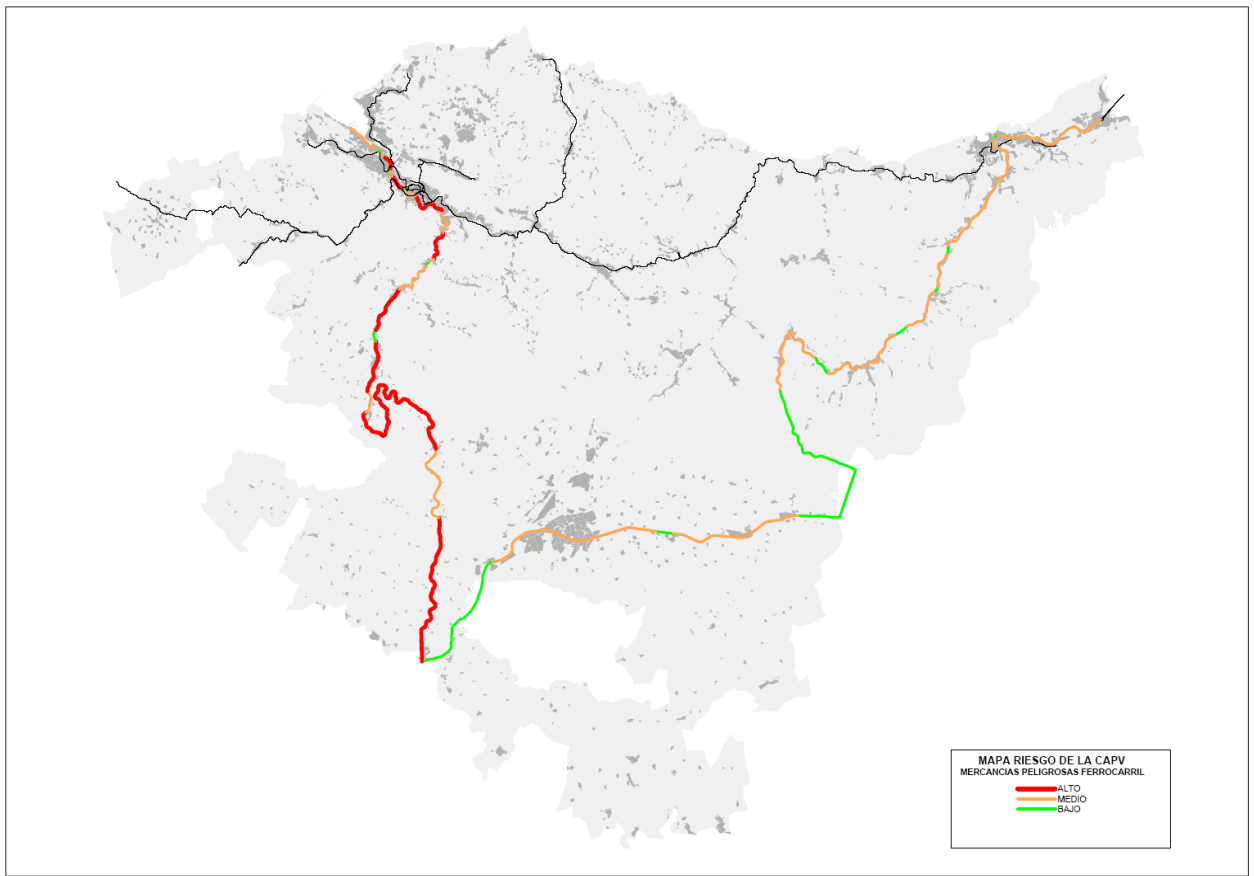
- **Red de Carretera:**

Con un rango de datos mucho menor que para la Red de carretera, se establecieron las 3 categorías siguientes:

Calificación	Rango de la Relación (Rg Tramo/Rg Red)*100
ALTO:	Mayor o igual al 2,00%
MEDIO:	Entre 0,50% (inclusive) y 2,00%
BAJO:	Por debajo del 0,50%

Algunos de los tramos de ferrocarril calificados como de riesgo global alto fueron:

- Línea Bilbao-Miranda en la travesía de Arrigorriaga
- Línea Bilbao-Miranda en la bajada de Orduña
- Línea Bilbao-Miranda en travesía de Llodio
- Línea Bilbao-Miranda en travesía Ribabellosa



2.3. B.2. Riesgo para los Acuíferos y Aguas Superficiales

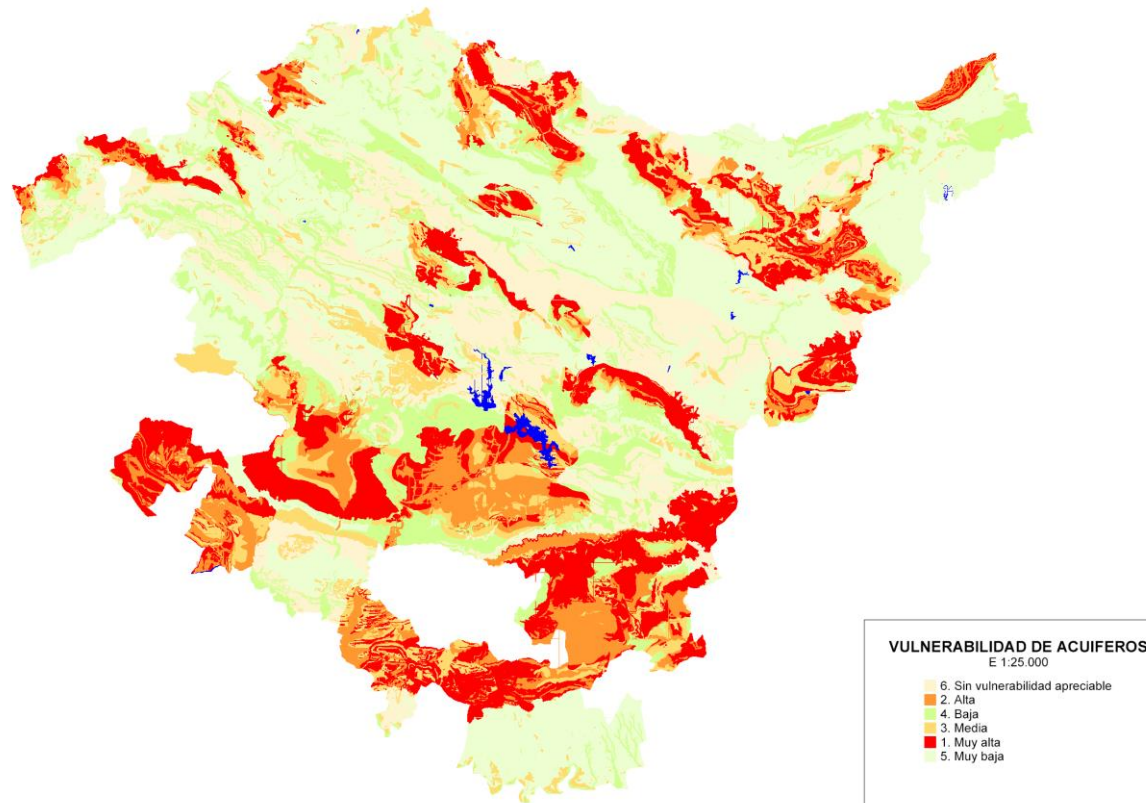
Se analizaron los riesgos para la red hidrológica que representa el transporte de MMPP por un lado para los acuíferos subterráneos y también para las aguas superficiales.

2.3. B.2.1. Riesgo para acuíferos

La metodología empleada fue:

1) Datos de partida sobre acuíferos.

Se utilizó el Mapa de acuíferos del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco a escala 1:25.000 con los acuíferos clasificados cualitativamente según una escala de vulnerabilidad de 6 niveles desde *Vulnerabilidad Muy Alta* hasta *Sin Vulnerabilidad Apreciable* según el siguiente mapa.



2) Datos de partida sobre flujos de MMPP.

Se utilizaron los resultados de flujos de MMPP totales expresadas en toneladas/año, para cada uno de los tramos considerados en el estudio.

3) Cálculo de la vulnerabilidad de acuíferos en cada tramo

Se calculó una vulnerabilidad promedio de los acuíferos afectados por cada tramo de la red. Para ello se ponderaron los acuíferos según las longitudes atravesadas por cada tramo, dándoles unos valores numéricos a las vulnerabilidades cualitativas dadas en los Mapas utilizados.

La escala numérica fue la siguiente:

Vulnerabilidad Mapa 1:25.000	Valor numérico
Muy Alta	6
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy Baja	1
Sin vulnerabilidad apreciable	0

La vulnerabilidad promedio que se obtenía así era un número decimal que se volvió a traducir para cada tramo a una vulnerabilidad media cualitativa según la siguiente escala: Vulnerabilidad Numérica promedio	Escala Cualitativa Final
4,5 - 6,0	Muy Alta
3,5 - 4,5	Alta
2,5 - 3,5	Media
1,5 - 2,5	Baja
0,0 - 1,5	Muy Baja

4) Cálculo del Nivel de flujos de MMPP.

Se clasificó entonces los tramos de las redes de transporte según el flujo de MMPP:

Flujos MMPP t./Año	Nivel de Flujos de MMPP
> 1.0000.000	Muy Alto
200.000 - 1.000.000	Alto
50.000 - 200.000	Medio
1.000 - 50.000	Bajo
< 1.000	Muy Bajo

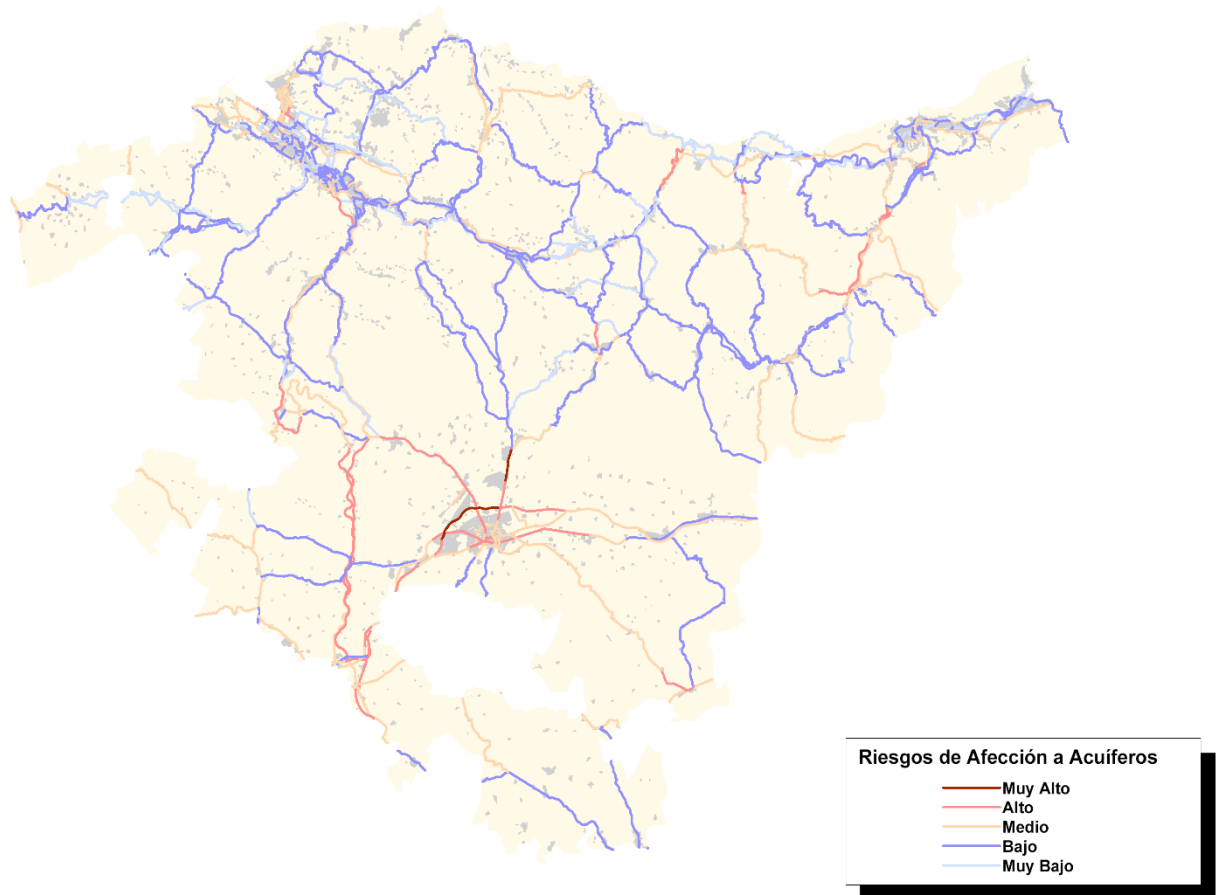
5) Combinación de los niveles de vulnerabilidad y de volúmenes de flujos de MMPP en cada tramo.

El nivel de riesgo en un tramo dependería de la combinación de ambos factores. Se utilizó la siguiente escala que varía desde el nivel de riesgo Muy Alto al Muy Bajo

Escala de Riesgo a Acuíferos considerada

Vulnerabilidad	Volumen de MMPP				
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Muy Alta	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Medio
Alta	Muy Alto	Alto	Alto	Medio	Medio
Media	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo
Baja	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Muy Baja	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Muy Bajo

Gráficamente los resultados fueron:



El Mapa de Vulnerabilidad de acuíferos puso de relieve que las áreas más sensibles se localizaban en la Llanada Alavesa, Valles Alaveses y Montaña Alavesa, aunque también había áreas de alta vulnerabilidad de acuíferos en los ejes Tolosa-Deba, Markina-Arteaga, Güeñes-Trucios, en áreas costeras de Uribe Costa y Donostialdea, así como en las estribaciones de las formaciones montañosas de Anboto, Urkiola y Aralar.

En las carreteras la superposición de estas áreas con los mapas de flujos de MMPP dio lugar a tramos de Riesgo Muy Alto y Alto de afección a acuíferos en los tramos de la N-1, N-622, N-240, N-102 que discurren por la Llanada Alavesa. También resultaron de Riesgo Alto la A-68 a partir de Altube y la N-124 en la parte Sur de Alava. En el resto de la CAPV se daban situaciones de riesgo alto en tramos puntuales en las áreas de Beasain (N-1 y GI-632), Deba (N-634 y A8) Uribe costa (BI-637) y Bilbao (A-68).

En cuanto a los ferrocarriles las situaciones de alto riesgo se daban en la línea Orduña-Miranda, y en la travesía de Vitoria.

En cuanto a las situaciones de riesgo Medio, se daban en ejes completos como la N-1 (Beasain-Vitoria), A-132 (Azazeta), A8 (Behobia-Eibar), A68 (Arrigorriaga-Altube), A-2124 (Herrera), BI-638 (Kortezubi-Lekeitio), GI-2634 (Tolosa-

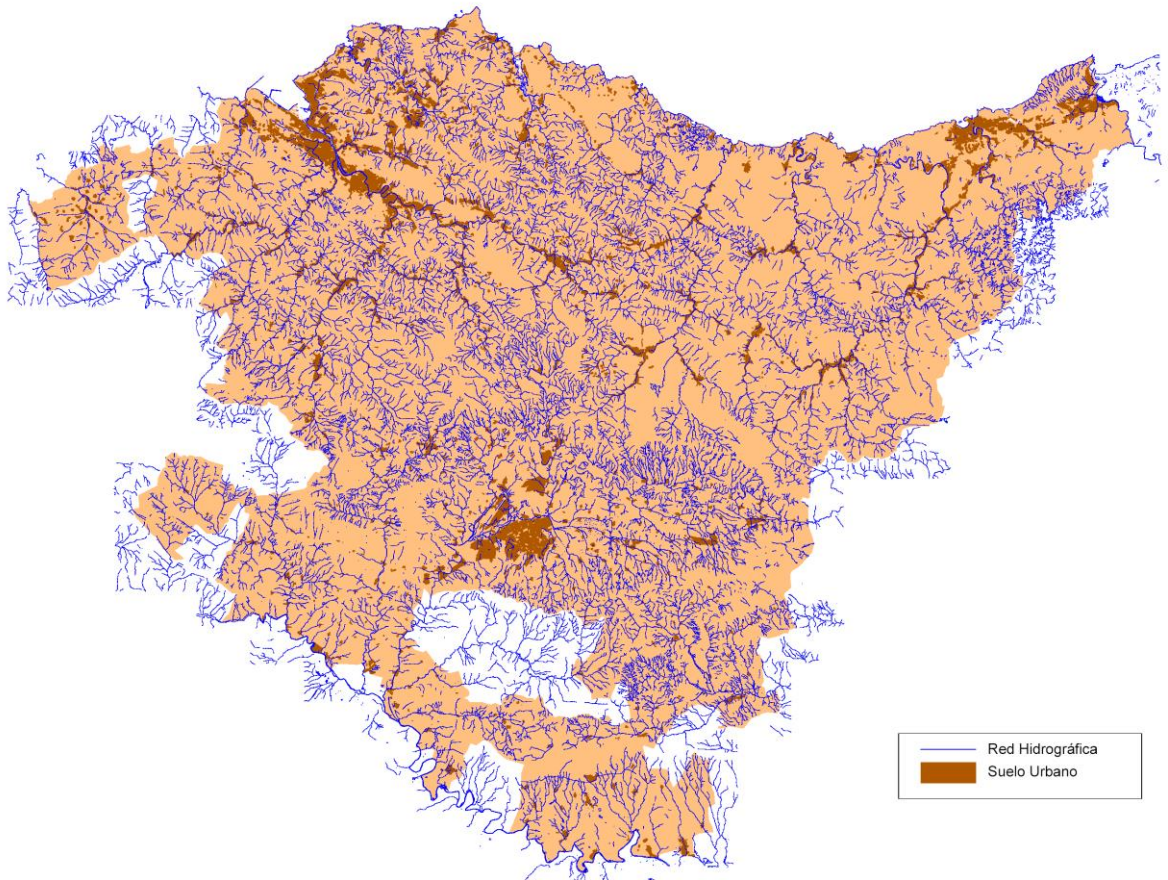
Azpeitia) o GI-631 (Azpeitia-Zestoa). En unos casos el riesgo Medio se debía a la alta vulnerabilidad de los acuíferos, pero en otras al elevado volumen de flujos de MMPP que circulaban por el itinerario.

2.3. B.2.2. Riesgo para aguas superficiales

La metodología empleada fue:

1) Datos de partida sobre aguas superficiales.

Se utilizó el Mapa de la red hidrográfica y el mapa de puntos de captaciones del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco a escala 1:25.000.



2) Datos de partida sobre flujos de MMPP.

Se utilizaron los resultados de flujos de MMPP totales expresadas en toneladas/año, para cada uno de los tramos considerados en el estudio.

3) Cálculo de la afección a aguas superficiales en cada tramo

Se calculó la afección promedio de cada tramo a aguas superficiales. Para ello se calculó la proporción de cada tramo que se encuentra a menos de 100 metros de un cauce de agua o de una captación. Este cálculo da un

número decimal que se tradujo a una afección media cualitativa según la siguiente escala:

Porcentaje del tramo con afección a aguas superficiales	Afección Cualitativa Final
80% - 100%	Muy Alta
60% - 80%	Alta
40% - 60%	Media
20% - 40%	Baja
0% - 20%	Muy Baja

4) Cálculo del Nivel de flujos de MMPP.

Se clasificó entonces los tramos de las redes de transporte según el flujo de MMPP:

Flujos MMPP t./Año	Nivel de Flujos de MMPP
> 1.000.000	Muy Alto
200.000 - 1.000.000	Alto
50.000 - 200.000	Medio
1.000 - 50.000	Bajo
< 1.000	Muy Bajo

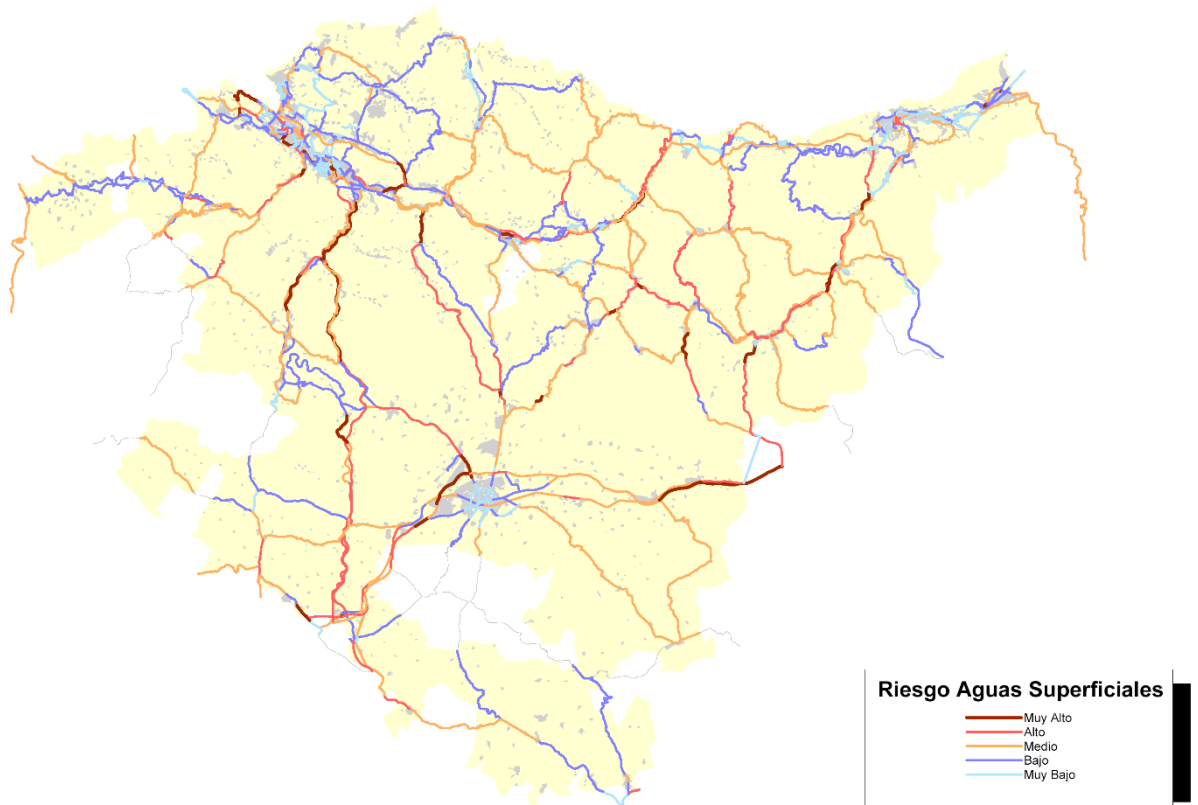
5) Combinación de los niveles de vulnerabilidad y de volúmenes de flujos de MMPP en cada tramo.

El nivel de riesgo en un tramo dependería de la combinación de ambos factores. Se utilizó la siguiente escala que varía desde el nivel de riesgo Muy Alto al Muy Bajo

Escala de Riesgo a aguas superficiales considerada

Vulnerabilidad	Volumen de MMPP				
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Muy Alta	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio
Alta	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio	Medio
Media	Muy Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo
Baja	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Muy Baja	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Muy Bajo

Gráficamente los resultados fueron:



A la hora de analizar los resultados vemos cómo se planteó la existencia de un nivel de riesgo Muy Alto o Alto en numerosos itinerarios.

Hay que tener en cuenta que tanto en Bizkaia como en Gipuzkoa la mayoría de las carreteras circulan por valles muy cerrados y por tanto con una elevada parte de su trazado en situación de riesgo desde el punto de vista de las aguas superficiales.

En la red de carreteras, en situación de Riesgo Muy Alto y Alto se encontraba la A-68 (Arrigorriaga-Rivabellosa), la mayor parte de la N-1 entre Donostia y Miranda, la N-240 (Lemoa-Legutiano), la N-622 (Altube-Vitoria) y numerosos tramos en otros itinerarios como N-634, GI-632, GI-627, GI-631, BI-636, A-2122.

En situación de riesgo medio se encontraba la práctica totalidad de la red en Gipuzkoa y una parte muy importante de las de Bizkaia y Araba.

En cuanto a los ferrocarriles se dieron algunos tramos de riesgo Muy Alto y Alto en las líneas Bilbao-Miranda (Arrigorriaga-Orduña, Izarra-Rivabellosa) e Irún-Miranda (Hernani, Zizurkil-Tolosa, Legorreta-Beasain, Legazpi, Eginu e Iruña de Oca).

2.3.C. Conclusiones sobre la Actualización del Mapa de Flujos

Este estudio se planteó como una actualización del mapa de flujos de MMPP del obtenido en 1997 sin embargo planteó su trabajo en 3 ejes:

- Actualización de Flujos
- Cálculo de Riesgos
- Elaboración del Sistema de Información Geográfica

Tomó gran relevancia en el conjunto del trabajo la elaboración del Sistema de Información Geográfica que documentalmente parece plantear la posibilidad de hasta simulación de posibles accidentes o emergencias, pero como ya se ha señalado no se pudo localizar información sobre la ubicación de dicho SIG en el seno del Gobierno Vasco.

En lo relativo a la actualización de flujos nos encontramos con que la respuesta de las empresas fue muy baja por lo que únicamente se dispuso finalmente de datos de 194 empresas.

Se disponía en aquel momento de la información que ya era legalmente obligatoria de los informes anuales de los Consejeros de Seguridad de las empresas que debía ser remitida a la Dirección de Transportes e incorporada a la base de datos del Ministerio de Fomento, pero como se pudo ver dicha información no es relevante por su poca profundidad para estudios de este tipo.

Es difícil concluir que no se hubiera producido duplicidad de datos porque a pesar de que se trabajaron matrices de origen y destino con el fin de identificarlos, por la doble declaración que se puede dar de una MMPP por parte de un centro productor y por parte de un centro consumidor es difícil identificarlo en base a itinerarios y cantidades como plantea el estudio dado que hay situaciones en que la distribución no es por carga completa sino por reparto o grupaje.

Nuevamente se incorporan los residuos al estudio en este caso los datos facilitados por las empresas, pero sin considerar su clasificación ADR y la categorización con un número ONU.

Se utilizó un software comercial de análisis lo que resulta en una muy utilización de impedancias, pero nuevamente no se pudo cotejar los resultados obtenidos.

No se realizó el análisis según las clases ADR sino agrupadas las materias según Categorías TRANSIT ad hoc. Se desconoce a qué respondía la utilización estas categorías, no se explicita en el estudio.

El cálculo de Riesgos fue muy intenso y planteó diferencias muy importantes respecto al estudio del mapa de flujos de 1997. En tanto en 1997 se realizó mediante la utilización de diversos índices, en este caso se plantea método computacional de cálculo realizando análisis tanto cuantitativos como cualitativos.

Ahora bien, los criterios o condiciones que se impusieron a lo largo de todo el cálculo de Riesgos hacen que los resultados deban de ser considerados con cierta reserva.

Por ejemplo, sólo se planteó el análisis de riesgos producido por roturas catastróficas de cisternas en el caso de carreteras o de vagón-cisterna o vagón-contenedor en el caso del ferrocarril. Se obvia completamente todos los datos de MMPP correspondiente al transporte por grupaje u otro tipo de supuestos accidentales.

Se podría adelantar que la aplicación del análisis de riesgos provenientes del estudio de instalaciones fijas obliga a establecer criterios y condiciones que sesgan significativamente su aplicación a una red de transporte.

Sin embargo, la utilización del GIS para los análisis arrojó una potencia de resultados gráficos impresionantes.

Es de destacar también que para la realización del Plan de Emergencia del Transporte de Mercancías Peligrosas del País Vasco aprobado en el año 2001 se utilizó el Mapa de Flujos de 1997, y desde el año 2003 que se realizó el estudio de actualización dicho Plan no ha sido actualizado.

2.4. Los diferentes proyectos

Como hemos podido ver a lo largo del capítulo cada uno de los estudios que se han realizado en Euskadi para realizar el Mapa de Flujo y el Análisis de Riesgos en el transporte de MMPP por carretera y ferrocarril han presentado unas características diferenciadoras.

El primer estudio de 1987 extrae los datos de una encuesta no específicamente dirigida al estudio de las MMPP sino del transporte en general, realiza un estudio de vulnerabilidad en función de las capacidades de respuesta de los sistemas de emergencia y la capacidad gráfica y de cálculo fue la de aquella época. Igualmente, la red de carreteras y ferrocarril era significativamente diferente.

El estudio de 1998 incorpora ya la utilización de herramientas informáticas y tratamiento gráfico mediante herramientas GIS. Realiza el análisis de riesgos a través de la utilización de índices. Pero el número de empresas a partir de cuyos datos se realizó fue únicamente de 169. Además, incorpora todos los datos de residuos peligrosos independientemente de su clasificación como mercancías peligrosas según el ADR.

El estudio de 2003 realiza un gran esfuerzo en la definición de una herramienta GIS que permitiera incluso la simulación de emergencias según constaba en la documentación ya que no se pudo conocer esas herramientas. El análisis de riesgos se realizó aplicando un modelo computacional a través de software comercial. Pero a todo lo largo de los cálculos hubo que realizar simplificaciones y establecer criterios previos que permitiera la aplicación de los cálculos al problema del transporte. Igualmente, el número de empresas a partir de las que se realizaron los cálculos fue de 194 empresas y se incorporaron los datos de los residuos como mercancías peligrosas.

Sin embargo, es interesante visualizar los datos obtenidos en el Flujo de Mercancías Peligrosas:

Modo de transporte	Análisis de vulnerabilidad 1987		Mapa de Flujos, 1997		Análisis de Riesgos, 2003	
	Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%
Carretera	3.813.890	87,76%	3.514.457	93,02%	5.179.835	94,44%
Ferrocarril	531.892	12,24%	263.901	6,98%	304.778	5,56%
Total	4.345.782		3.778.358		5.484.613	

Como se ve los 2 primeros estudios a pesar de la diferencia en la obtención de los datos se mantienen en unos rangos similares, mientras que en el último estudio las cantidades manejadas son considerablemente superiores. Ya se ha apuntado la posibilidad de que hubiera datos duplicados, el número de empresas de partida fue de 194 frente a las 169 del estudio previo.

En cuanto a la distribución del transporte hemos de señalar las dificultades que existen para la obtención del dato del Tráfico de tránsito por nuestras carreteras. En el estudio del Mapa de Flujos de 1997 se realizaron encuestas a pie de carretera en un número reducido de días y de ahí se infirió el porcentaje que pudiera desempeñar el transporte en tránsito. El análisis de riesgos del 2003 se basó en la encuesta realizada en las fronteras de España-Francia para establecer un porcentaje.

Tráfico		Análisis de vulnerabilidad 1987		Mapa de Flujos, 1997		Análisis de Riesgos, 2003	
		Ton./año	%	Ton./año	%	Ton./año	%
Exter no	Origen	927.389	24,32	1.522.121	43,31%	2.797.153	51%
	Destino	520.025	13,63				
Paso		225.748	5,92	307.621	8,75%	219.385	4%
Interior		2.140.728	56,13	1.684.714	47,94%	2.468.076	45%
Total		3.813.890		3.514.456		5.484.613	

Sin embargo, la relación de transporte externo, interno y de tránsito se mantiene en unos porcentajes bastante similares.

Los mapas de flujo obtenidos pueden servir como referencia en este estudio y cualquier otro posterior. No así lo relativo a los Análisis de Riesgos que debe de ser por un lado adaptada al transporte de MMPP y no a estudios de instalaciones fijas y por el otro adaptados a la situación de las redes de comunicación en cada momento y sus entornos.