

ANEXO L

ORDENACIÓN TERRITORIAL

Índice

Aplicación de los criterios de planificación territorial a CARBURO DEL CINCA S.A.

Aplicación de los criterios de planificación territorial a INQUIDE S.A.U.

Aplicación de los criterios de planificación territorial a QUÍMICA DEL CINCA S.L.

Aplicación de los criterios de planificación territorial a LINDE GAS ESPAÑA S.A.U.

APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

CARBURO DEL CINCA S.A.

MONZÓN (HUESCA)

G015-L067-20201109

febrero 2021

Índice

1. Introducción	1
1.1. Descripción del establecimiento	1
1.2. Entorno	3
2. Aplicación	11
2.1. Hipótesis 1: Formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua.....	12
Valores umbral	12
Frecuencia de ocurrencia	13
Estudio de compatibilidad.....	16
2.2. Hipótesis 2: Fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro, procedente del área de secado de carbón	17
Valores umbral	17
Frecuencia de ocurrencia	18
Estudio de compatibilidad.....	23
3. Conclusiones	24

1. Introducción

Este documento recoge el estudio de ordenación territorial para el establecimiento de Carbuero del Cinca S.A. (en adelante Carbuero del Cinca), localizado en el polígono industrial La Armentera, en la población de Monzón (Huesca). Para llevar a cabo el estudio, se ha partido de la información contenida en el Plan Especial de Protección Civil de Emergencia Exterior de Monzón (Huesca), en adelante PEE MONZÓN.

Carbuero del Cinca S.A. está afectado por la legislación de accidentes graves en su nivel superior por la presencia de carbuero de calcio en cantidad superior a su valor umbral correspondiente. Además, en el establecimiento hay presentes otras sustancias también afectadas por la normativa de accidentes graves, pero en cantidades por debajo de los valores umbral inferiores correspondientes, en concreto: producto de horno (gas compuesto por monóxido e hidrógeno), hipoclorito de sodio y pasta Södeberg y de revestimientos.

La metodología y el procedimiento seguidos para la realización de este estudio se encuentran en los documentos: “*Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*” y “*Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Nubes tóxicas. Revisión II*”, de noviembre de 2012.

1.1. Descripción del establecimiento

La principal actividad que se desarrolla en el establecimiento es la producción de carbuero de calcio.

El proceso comienza con la obtención del óxido cálcico en un horno de cal, en el que se introduce la mezcla de carbones (combustible) y de caliza. Posteriormente, para obtener el carbuero de calcio, se introducen cal viva (CaO) y coque en el horno de carbuero.

A continuación, se muestra un plano del establecimiento industrial.

1.2. Entorno

A continuación, en la tabla 1, se presenta una relación de los elementos que se encuentran en el entorno de Carbuero del Cinca S.A. clasificados según el tipo de vulnerabilidad establecido para fenómenos de tipo térmico y mecánico (columna EV), y para fenómenos de tipo químico (columna EV-T), y la distancia a la que se encuentran de la empresa.

Remarcar que, de acuerdo a la metodología, no se considera que las vías de transporte pertenezcan a un municipio en concreto, por lo que no se han agrupado junto al resto de elementos asociados a la localidad de Monzón.

Con respecto a la tabla 1, indicar que la Casa de Cultura acoge varios espacios, concretamente salas de exposiciones, salón de actos, escuelas municipales, biblioteca municipal, oficinas comarcales y museo arqueológico. Se ha decidido clasificarlo como un elemento vulnerable, ya que alberga numerosos espacios en su interior (teatro-auditorio, sala multiusos, sala de exposiciones...) y, por tanto, constituye un recinto de ocio cerrado donde puede haber aglomeraciones de gente.

Comentar también que, en la tabla 1, se han citado específicamente las empresas Seveso de Monzón (Química del Cinca S.L., INQUIDE S.A.U. y Linde Gas España S.A.U.), aunque pertenezcan a los polígonos industriales de La Armentera y Paúles. Además, también se han citado las empresas Polidux, Ercros y Energyworks Monzón por estar incluidas dentro del PEE MONZÓN.

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad (EV)	Tipo de vulnerabilidad (EV-T)
Carretera N-240 (IMD=5.430)	47	EBV-T	EBV
Ferrocarril Lérida - Tardienta	360	EBV-T	EBV
Carretera A-130 (IMD=1.753)	380	EPV-T	EPV
Ferrocarril Barbastro - Selgua	1.415	EBV-T	EBV
Carretera A-1236 (IMD=1.704)	1.545	EPV-T	EPV
Carretera A-1237 (IMD=1.512)	1.937	EPV-T	EPV
Carretera A-1223 (IMD=1.813)	2.082	EPV-T	EPV
Carretera A-1234 (IMD=2.348)	2.127	EPV-T	EPV
Autovía A-22 (IMD 8.622)	3.580	EBV-T	EBV
Carretera A-1238 (IMD=1.294)	3.808	EPV-T	EPV
Monzón			
16.973 habitantes			
POLIDUX	10 (contiguo)	EPV-T	EPV

Tabla 1. Elementos del entorno de Carbuero del Cinca.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoria (m)	Tipo de vulnerabilidad (EV)	Tipo de vulnerabilidad (EV-T)
ERCROS	10 (contiguo)	EPV-T	EPV
QUÍMICA DEL CINCA S.L. (Seveso superior)	437	EPV-T	EPV
Poligono Industrial Paúles	437	EPV-T	EPV
Subestación eléctrica III	695	EPV-T	EPV
INQUIDE S.A.U. (Seveso superior)	741	EPV-T	EPV
Zona deportiva Airon club	971	EMV-T	EV
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. (Seveso inferior)	1.000	EPV-T	EPV
Subestación eléctrica II	1.090	EPV-T	EPV
Energy Works	1.167	EPV-T	EPV
Parque de bomberos Cinca Medio	1.309	EBV-T	EBV
Barrio Armentera (30 habitantes)	1.341	EBV-T	EBV
Poblado Monsanto (0 habitantes)	1.366	EBV-T	EBV
Convento Santa Clara	1.413	EBV-T	EBV
Centro Privado de Educación Secundaria Santo Domingo Savio	1.431	EMV-T	EMV
Estación de servicio Bonarea Energía	1.501	EBV-T	EBV
Centro MAZ Monzón	1.575	EV-T	EV
Colegio de Educación Especial (C.E.E.) La Alegría	1.651	EMV-T	EMV
Residencia ancianos Riosol	1.768	EV-T	EMV
Centro ocupacional para personas con discapacidad Reina Sofía (Atades)	1.816	EMV-T	EMV
Estación de servicio Orangután	1.839	EBV-T	EBV
Hipermercado	1.839	EV-T	EV
Centro Juvenil	1.873	EMV-T	EMV
Centro Policlínico de Monzón	1.908	EV-T	EV
Pabellón Joaquín Saludas	1.922	EV-T	EV
Pabellón polideportivo Los Olímpicos	1.924	EV-T	EV
Centro de salud de Monzón	1.973	EV-T	EV
Conservatorio de Música Miguel Fleta	1.979	EV-T	EV
Escuela Oficial de Idiomas Ignacio Luzán	2.012	EV-T	EV
Estacion de autobús	2.027	EV-T	EV
Subestación eléctrica I	2.054	EPV-T	EPV
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Aragón	2.064	EMV-T	EMV
Centro Privado de Educación Infantil y Primaria Santa Ana	2.100	EMV-T	EMV
Guardería Ntra. Sra. de la Alegría	2.115	EMV-T	EMV

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de Carburo del Cinca.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad (EV)	Tipo de vulnerabilidad (EV-T)
Casa de la Cultura (salas de exposiciones, salón de actos, escuelas municipales, biblioteca municipal, oficinas comarcales y museo arqueológico)	2.151	EV-T	EV
Iglesia de San Juan	2.161	EBV-T	EBV
Estación de Selgua (3 habitantes)	2.162	EBV-T	EBV
Hogar para mayores de I.A.A.S.	2.191	EV-T	EMV
Centro Privado de Educación Infantil y Primaria Minte	2.271	EMV-T	EMV
Policía local	2.236	EBV-T	EBV
Castillo de Monzón	2.289	EBV-T	EBV
Ayuntamiento	2.295	EBV-T	EBV
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Joaquín Costa	2.312	EMV-T	EMV
Instituto de Educación Secundaria (I.E.S.) José Mor de Fuentes	2.329	EMV-T	EMV
Iglesia San José	2.348	EBV-T	EBV
Ludoteca municipal	2.375	EMV-T	EMV
Centro Médico Policlínica SEAP	2.383	EV-T	EV
E.E.I. Clara Campoamor	2.405	EMV-T	EMV
Centro médico de especialidades	2.434	EV-T	EV
Campo municipal Isidro Calderón	2.436	EMV-T	EV
Teatro cine Victoria	2.466	EBV-T	EBV
Catedral Santa María del Romeral	2.490	EBV-T	EBV
C.I.F.E. Monzón/EOEAT Monzón/EOEP Monzón (centro de profesorado de Monzón)	2.490	EBV-T	EBV
Estación de ferrocarril de Monzón	2.494	EV-T	EV
Colegio de Educación Infantil y Primaria Monzón III	2.539	EMV-T	EMV
Complejo tenístico Conchita Martínez	2.603	EMV-T	EV
Estación de servicio Repsol Jaime I	2.607	EBV-T	EBV
Centro Público de Educación de Personas Adultas Cinca Medio	2.639	EV-T	EV
Residencia geriátrica Torrefuentes	2.706	EV-T	EMV
Piscinas municipales	2.707	EMV-T	EV
Pistas de atletismo	2.709	EMV-T	EV
Estación de servicio Campsa Alberto Antonio Val Marzo	3.853	EBV-T	EBV

EMV: Elementos muy vulnerables; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.
 EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de Carburo del Cinca.

Como se observa en la tabla anterior y en el plano del entorno del establecimiento, los elementos más cercanos a CARBUERO DEL CINCA S.A., hasta un radio aproximado de 500 metros, son la empresa Química del Cinca S.L. (empresa Seveso de nivel superior) y parte del polígono industrial Paúles, todos clasificados como EPV-T y EPV. Le siguen, la subestación eléctrica III, la empresa Inquide S.A.U. (empresa Seveso de nivel superior), la zona deportiva Airon Club y la empresa Linde Gas España S.A.U. (empresa Seveso de nivel inferior), hasta un radio de 1.000 metros, clasificados también como elemento EPV-T y EPV, excepto la zona deportiva Airon Club, clasificada como EMV-T y EV.

Ya a partir de los 1.000 metros, le siguen la subestación eléctrica II, el parque de bomberos Cinca Medio, el barrio Armentera, Poblado Monsanto y a partir de los 1.400 metros, se localizan elementos propios de la localidad de Monzón, situándose el más cercano el Centro Privado de Educación Secundaria Santo Domingo Savio, clasificado como EMV-T y EMV.

Notar que, en este caso, todas las empresas Seveso de Monzón, Química del Cinca S.L., Inquide S.A.U. y Linde Gas España S.A.U. se encuentran dentro de un radio de 1.000 metros alrededor de CARBUERO DEL CINCA S.A.

Las vías de comunicación más cercanas son la carretera N-420, la línea de ferrocarril Lérida – Tardienta y la carretera A-130, clasificadas como EBV-T y EBV los dos primeros y EPV-T y EPV el tercero. El resto de vías de comunicación se encuentran a más de 1.000 metros de distancia.

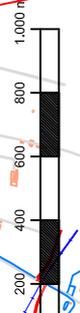
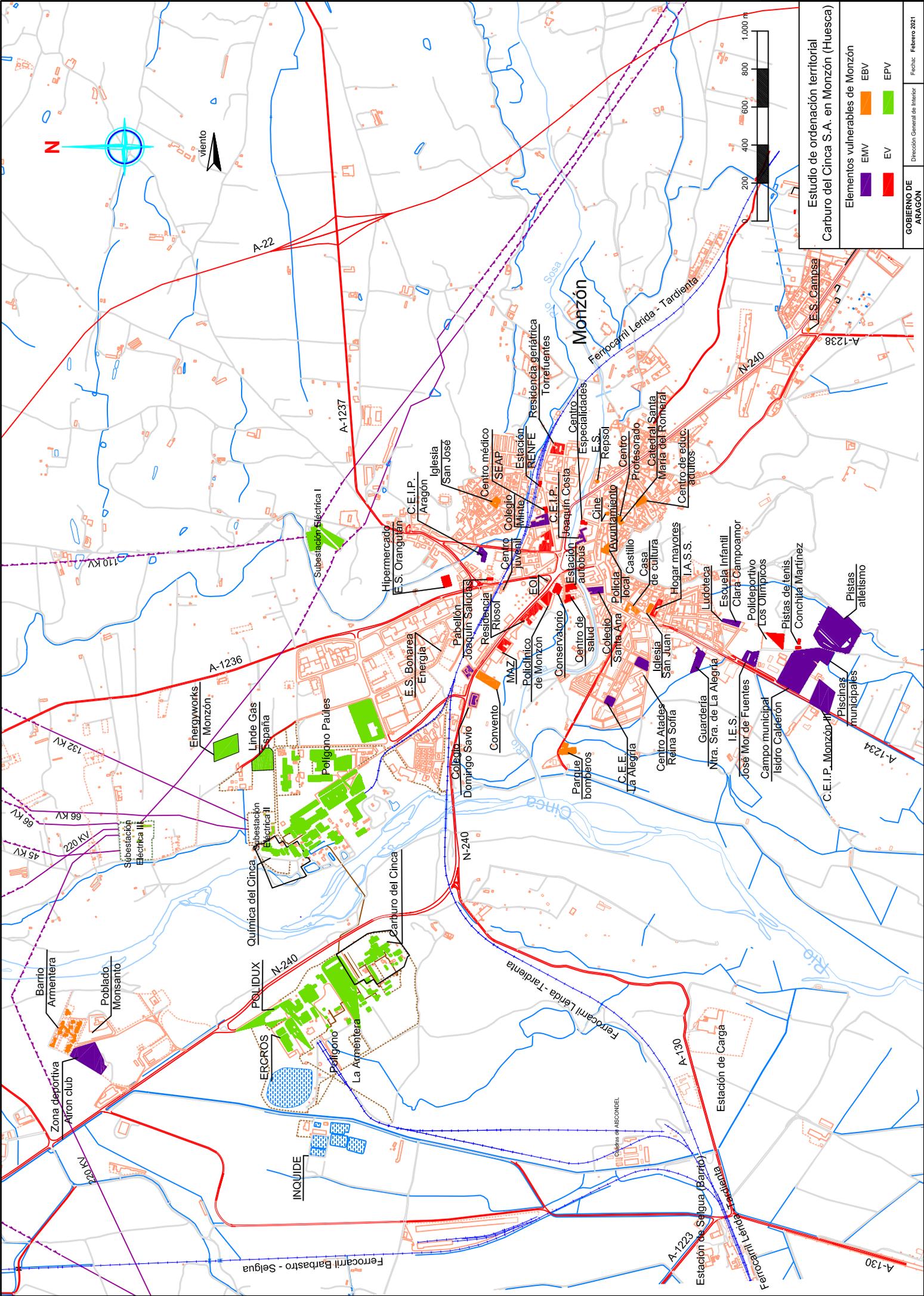
Las carreteras se han clasificado por vulnerabilidad en función de su Intensidad Media Diaria (IMD). Estos datos se han obtenido del Mapa de Tráfico 2018, publicado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en su página web y del último mapa de aforos de Aragón (año 2016), publicado por el Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda del Gobierno de Aragón.

El dato demográfico de Monzón, Poblado Monsanto, Barrio Armentera y Estación de Selgua se ha obtenido del último padrón municipal disponible, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y correspondiente al año 2019.

A continuación, se incluyen dos planos del entorno del establecimiento. En el primero se muestra la ubicación de los elementos del entorno coloreados de acuerdo a la tabla 2, según la clasificación para fenómenos de tipo térmico y mecánico, y en el segundo plano, aparece la misma información, pero para los elementos coloreados para fenómenos de tipo químico.

	Color	Tipo de elemento	Tipo de elemento-Tóxico
	Púrpura	EMV	EMV-T
	Rojo	EV	EV-T
	Naranja	EBV	EBV-T
	Verde	EPV	EPV-T

Tabla 2. Clasificación de los elementos del entorno según su vulnerabilidad.

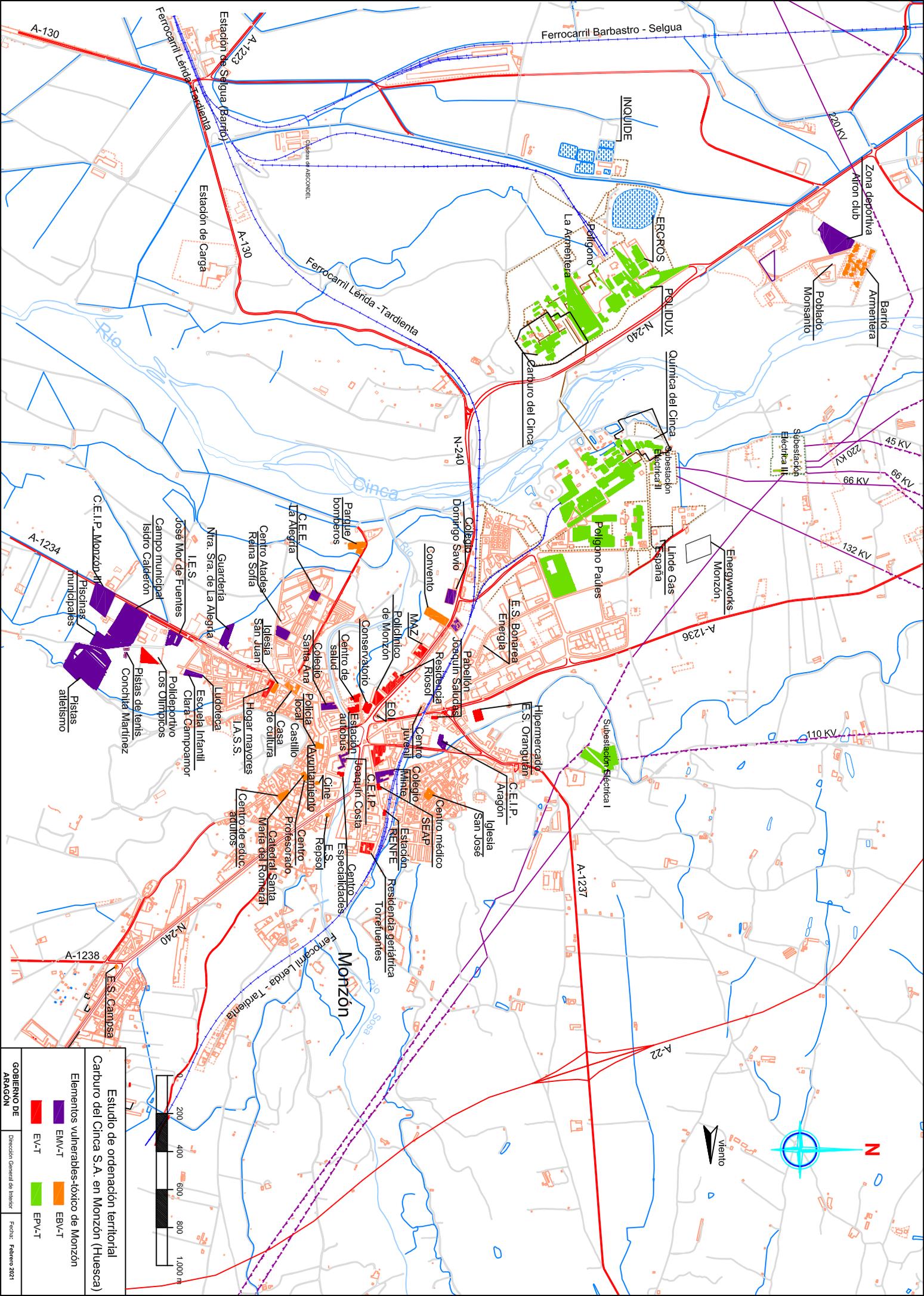


Estudio de ordenación territorial
Carburo del Cinca S.A. en Monzón (Huesca)

Elementos vulnerables de Monzón

- EMV (Elementos Vulnerables)
- EBV (Elementos Vulnerables)
- EV (Elementos Vulnerables)
- EPV (Elementos Vulnerables)

GOBIERNO DE ARAGÓN | Dirección General de Interior | Fecha: Febrero 2021



**Estudio de ordenación territorial
Carburo del Cinca S.A. en Monzón (Huesca)**

Elementos vulnerables-tóxico de Monzón

- EV-T
- EMV-T
- EBV-T
- EPV-T

Para la aplicación de los criterios de ordenación territorial es necesario conocer una serie de datos meteorológicos de la zona, concretamente, la temperatura media, la humedad relativa, la velocidad del viento y la categoría de estabilidad atmosférica Pasquill. Estos datos se han extraído de las estaciones meteorológicas de Monzón y de Tamarite de Litera para el periodo 1998-2018, y han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología.

A continuación, se recogen, por un lado, los valores medios obtenidos para las distintas variables climatológicas (tabla 3) y, por otro, los valores anuales de la frecuencia de la dirección del viento, así como la dirección dominante del viento de cada mes y del año, referida a los dieciséis rumbos principales (tabla 4). También se incluyen las calmas, expresadas en frecuencias (%), teniendo en cuenta que se considera calma cuando la velocidad del viento es inferior a 1,8 km/h.

Temperatura media	14 °C
Humedad relativa	63,1 %
Velocidad del viento	5 m/s
Categoría de estabilidad	D

Tabla 3. Valores medios de las distintas variables climatológicas.

Como valor de rugosidad del suelo se ha tomado 1 m, que corresponde a un área con edificación densa pero baja, bosques o instalaciones industriales bajas.

INTRODUCCIÓN

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmas	Direc. pred.
Enero	4,1	4,0	3,1	4,0	7,2	3,0	2,1	1,5	3,1	3,0	3,0	2,8	11,9	5,6	3,2	2,8	36,2	W
Febrero	3,2	3,8	3,2	5,0	7,3	2,5	1,8	1,9	2,6	2,5	2,8	4,8	16,2	8,3	3,5	2,5	28,2	W
Marzo	2,3	2,2	2,3	3,8	7,9	4,9	4,1	2,9	5,3	2,8	2,7	5,5	17,8	5,6	2,7	1,7	21,9	W
Abril	1,6	1,8	1,8	3,6	9,5	6,8	6,3	6,2	6,3	3,5	3,5	5,0	16,1	7,4	3,1	1,7	16,0	W
Mayo	1,7	1,0	1,8	2,5	7,7	8,5	7,4	9,0	11,3	4,5	4,0	6,3	14,1	5,0	1,7	1,5	12,5	W
Junio	1,3	0,8	1,2	1,6	6,4	7,9	8,0	11,8	13,4	4,7	5,3	6,4	14,9	3,8	2,1	0,7	9,8	W
Julio	0,9	0,5	1,2	2,0	8,6	7,0	9,2	12,3	13,3	5,9	5,2	5,9	13,4	3,5	1,3	0,5	9,4	W-S
Agosto	1,0	1,3	1,2	2,2	8,2	7,1	9,6	11,0	10,0	6,3	3,7	5,4	9,6	2,1	1,0	0,6	15,9	SSE
Septiembre	1,4	2,0	1,4	2,6	9,2	5,8	5,6	7,4	8,2	4,5	4,3	5,6	13,9	2,9	1,4	0,8	23,2	W
Octubre	2,1	2,1	2,9	4,4	10,1	4,7	3,7	3,3	3,3	2,6	3,3	4,1	10,3	4,5	2,7	1,5	30,6	W-E
Noviembre	3,2	3,5	2,9	3,5	8,0	3,7	2,0	1,4	2,9	1,8	2,7	2,8	12,0	5,9	2,9	2,0	35,6	W
Diciembre	3,3	3,2	4,1	3,9	7,2	3,2	1,6	1,4	2,1	2,6	3,3	2,1	9,6	6,1	3,0	1,8	41,8	W
AÑO	2,2	2,2	2,3	3,3	8,1	5,4	5,1	5,8	6,8	3,7	3,6	4,7	13,3	5,1	2,4	1,5	23,4	W

Tabla 4. Valores mensuales y anuales de la frecuencia (%) de la dirección del viento.

2. Aplicación

Tal y como se ha comentado en el apartado 1.1, en el establecimiento se pueden encontrar diferentes sustancias peligrosas afectadas por la normativa de accidentes graves:

- ◆ Carburo de calcio (categoría O2).
- ◆ Producto de horno (mezcla de gases cuyo componente mayoritario, entorno al 80%, es monóxido de carbono) (categoría H2 y P2).
- ◆ Hipoclorito de sodio (categoría E1).
- ◆ Pasta Södeberg y de revestimientos (categoría E1).

Para el presente estudio de ordenación territorial, se ha incluido una selección de hipótesis accidentales en las que se ven involucradas únicamente las sustancias peligrosas carburo de calcio y producto de horno. Recordar que para los estudios de ordenación territorial no se consideran las sustancias peligrosas para el medio ambiente.

La clasificación de estas sustancias, obtenida de las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos, de acuerdo al Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, se presenta a continuación:

	Reglamento 1272/2008	Real Decreto 840/2015
<p>Carburo de calcio Nº Índice: 006-004-00-9 Nº CAS: 75-20-7</p>	<p>Water-react. 1, H260 Eye Dam. 1, H318 Skin Irrit. 2, H315 STOT SE 3, H335</p>	<p>O2. Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables de categoría 1</p>
<p>Producto de horno Nº Índice: -- Nº CAS: --</p>	<p>Flam. Gas 1, H220 Press. Gas, H280 Repr. 1A, H360D Acute Tox. 3, H331 STOT RE 1, H372</p>	<p>H2. Toxicidad aguda P2. Gases inflamables</p>

De acuerdo con la clasificación anterior, el carburo de calcio es una sustancia sólida que en contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente, concretamente dihidróxido de calcio y acetileno. Además, provoca lesiones oculares graves e irritación cutánea. También puede irritar las vías respiratorias. Para el

estudio de la aplicación de la ordenación territorial, se ha considerado la formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua.

Por otra parte, el producto de horno es una mezcla de gases cuyo componente mayoritario, entorno al 80%, es monóxido de carbono. Se trata de un gas extremadamente inflamable, tóxico para la reproducción (puede dañar al feto), tóxico en caso de inhalación y que perjudica a determinados órganos por exposición prolongada o repetida. Para el estudio de la aplicación de la ordenación territorial, se ha escogido la fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro, procedente del área de secado de carbón.

A continuación, se recoge el estudio de aplicación, indicando los accidentes y la frecuencia de ocurrencia de los diferentes sucesos estudiados. También se presentan las distancias a las que se obtienen los valores umbral de la matriz aplicada, su representación en el plano del entorno y el estudio comparativo como resultado de la aplicación de la matriz de riesgo correspondiente.

2.1. Hipótesis 1: Formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua

Este suceso iniciador consiste en la formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua. Las características de este recipiente son:

▶ Capacidad nominal	2.000 kg
▶ Pureza	80 %
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión	atmosférica

Cuando se genera la nube de acetileno, al tratarse de una sustancia extremadamente inflamable, si ésta encontrase una fuente de ignición podría dar lugar a una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada), o simplemente dispersarse si no la encuentra.

La explosión de nube de vapor no confinada (UVCE) lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para la explosión UVCE estudiada.

ACCIDENTE	EFECTO CALCULADO	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 1: Formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua	Sobrepresión	386	172	93	44	mecánico

Tabla 5. Distancias obtenidas para los valores umbral para la formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua.

Frecuencia de ocurrencia

En la bibliografía especializada no hay valores de frecuencia para sucesos de este tipo, en los que se genera una sustancia por una reacción indeseada entre productos. Es por ello, que, para estimar la frecuencia de ocurrencia de este suceso, se ha desarrollado un árbol de fallos.

El análisis de árbol de fallos es una técnica de identificación de peligros en la que se parte de un suceso no deseado que ya ha ocurrido y se buscan las causas del mismo y la cadena de sucesos que lo ha generado. En este caso, se ha identificado como suceso no deseado “la generación de vapores tóxicos e inflamables por incompatibilidad de sustancias”. Se considera como causa de este suceso final la combinación de tres sucesos: rotura de un envase, episodio de precipitación atmosférica e incumplimiento de un procedimiento de actuación o error humano. Es decir, se considera que para que el suceso no deseado pueda tener lugar, se tienen que dar las tres causas anteriores. En la figura 1 se muestra el árbol de fallos planteado. A continuación de la figura, se indican los valores de frecuencias considerados para cada suceso base.



Figura 1. Árbol de fallos para la generación de gases tóxicos e inflamables por incompatibilidad de sustancias.

La frecuencia de ocurrencia para la posible causa C1, “rotura de un envase de carburo de calcio” se ha calculado partiendo de la frecuencia $1 \cdot 10^{-5}$ envase⁻¹, correspondiente a un fallo en un recipiente que contiene polvo inhalable altamente tóxico (tabla 64 de *Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2*, publicado por el organismo National Institute of Public Health and the Environment [RIVM] de Países Bajos). Además, de acuerdo a la información facilitada por la empresa, en el año 2019 se movieron 595 envases y el tiempo de duración de cada movimiento, es decir, el tiempo de carga de los envases en el vehículo, fue de 20 minutos. Con todo ello, se obtiene una frecuencia de ocurrencia del suceso de $2,26 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹.

La frecuencia de la posible causa C2 “episodio de precipitación atmosférica” se ha calculado teniendo en cuenta un número de días de lluvia en Monzón de 57,6 al año. Esta información se ha obtenido de la estación meteorológica de Monzón, para el periodo comprendido entre los años 1994-2003, facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología. Además, se ha considerado que llueve unas 6 horas al día. Con ello, la frecuencia final del suceso es 0,039 año⁻¹.

La frecuencia de la posible causa C3 “incumplimiento del procedimiento de actuación o error humano” es $3 \cdot 10^{-3}$ año⁻¹, obtenida de la referencia bibliográfica *Lees F.P. Loss Prevention in the Process Industries*, concretamente de la tabla 14.15. General estimates of error probability used in the Ramussen Report (Atomic Energy Commission, 1975).

Finalmente, la frecuencia del suceso generación de vapores tóxicos e inflamables por incompatibilidad de sustancias se ha calculado aplicando el álgebra booleana, multiplicando las frecuencias de las causas C1, C2 y C3, obteniéndose como resultado $2,65 \cdot 10^{-11}$ año⁻¹. Esto indica que se aplica la quinta fila de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo mecánico.

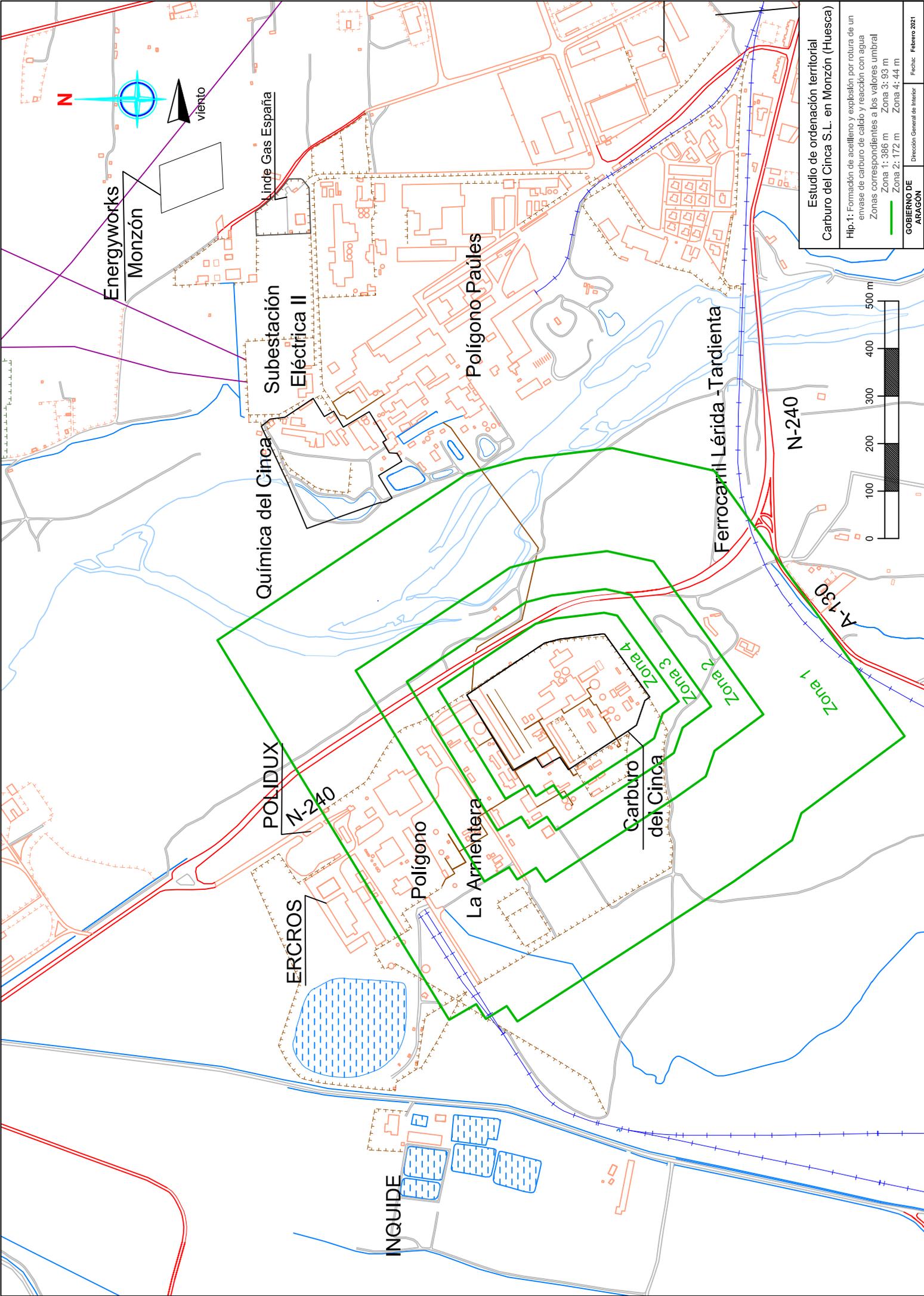
Fenómenos mecánicos – 5º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV

λ : Tasa de ventilación (h⁻¹).

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

Tabla 7. Fila a aplicar de la matriz para fenómenos de tipo mecánico.

La representación de estas distancias se incluye a continuación, donde para los fenómenos de tipo mecánico aparecen representadas en verde.



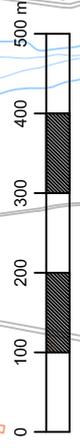
Estudio de ordenación territorial
Carburo del Cinca S.L. en Monzon (Huesca)

Hip.1: Formación de acelleno y explosión por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua

Zonas correspondientes a los valores umbral

- Zona 1: 386 m
- Zona 2: 172 m
- Zona 3: 93 m
- Zona 4: 44 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: Febrero 2021



Energyworks
Monzón

Subestación
Eléctrica II

Química del Cinca

Polígono Paúles

Ferrocarril Lérida - Tardienta

N-240

A-130

POLIDUX

N-240

ERCROS

Polígono

La Armentera

Carburo
del Cinca

Zona 4

Zona 3

Zona 2

Zona 1

INQUIDE

Estudio de compatibilidad

La tabla 8 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo mecánico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo para fenómenos mecánicos.

Remarcar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado, en este caso, la UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz mec.
Empresas/terrenos colindantes a Carburo del Cinca	EPV	Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial La Armentera	EPV	Zona 4	Zona 4
Carretera N-240	EBV	Zona 3	Zona 4
Carretera A-130	EPV	Zona 1	Zona 4
Ferrocarril Lérida - Tardienta	EBV	Zona 1	Zona 4

Tabla 8. Comparación de la ubicación de los elementos para la formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua.

Como se observa en la tabla anterior y en los planos, el número de elementos que se verían afectados por el accidente estudiado es reducido, concentrándose en los más cercanos a CARBURO DEL CINCA S.A. Concretamente son las empresas y terrenos colindantes, el resto de empresas del polígono La Armentera y las vías de comunicación N-240, A-130 y el ferrocarril Lérida – Tardienta. Para todos ellos, su ubicación en la actualidad es compatible con la propuesta por la matriz para fenómenos de tipo mecánico.

2.2. Hipótesis 2: Fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro, procedente del área de secado de carbón

Este suceso iniciador consiste en una fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro, procedente del área de secado de carbón. El gasómetro tiene las siguientes características:

▶ Capacidad nominal	2.500 m ³
▶ Diámetro	18 m
▶ Longitud	9,5 m
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión trabajo	600 mmca

Y la fuga de gas de la tubería de entrada al gasómetro, procedente del área de secado de carbón tiene las siguientes características

▶ Caudal de fuga de tubería	400 m ³ /h
▶ Duración de la fuga	30 minutos

Con estos valores, se obtiene una masa total fugada de 194 kg.

De acuerdo a la información facilitada por la empresa, el producto de horno es una mezcla de gases cuyo componente mayoritario, entorno al 80%, es monóxido de carbono; por lo tanto, se toma esta sustancia como representativa de la mezcla para llevar a cabo el estudio de esta hipótesis.

Como se ha comentado anteriormente, se trata de un gas extremadamente inflamable, tóxico para la reproducción (puede dañar al feto), tóxico en caso de inhalación y que perjudica a determinados órganos por exposición prolongada o repetida.

El producto se encuentra almacenado como un gas. Si se produjese una fuga, se formaría una nube que si encuentra una fuente de ignición podría producir una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada). En el caso de no encontrar una fuente de ignición, se produciría una dispersión de la nube tóxica. Por otro lado, una rotura o fuga en el gasómetro, produciría un dardo, que en caso de incendiarse formaría un dardo de fuego (*jet fire*). Por lo tanto, una fuga de producto de horno lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico, químico y térmico.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

Hipótesis	Accidente y efecto calculado	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 2: rotura de una tubería	Nube tóxica (dispersión)	29	27	6	6	químico
	Radiación térmica (dardo de fuego)	18	16	12	7	térmico
	Sobrepresión (UVCE)	206	92	50	24	mecánico

Tabla 9. Distancias obtenidas para los valores umbral para la fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia para esta hipótesis es $5,0 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹, correspondiente a una fuga de un tanque presurizado a través de un orificio de 100 milímetros en (véase la tabla 40 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*).

Por otro lado, teniendo en cuenta la frecuencia del viento en los 16 rumbos principales, se calcula la frecuencia final del suceso como se muestra en la tabla 10.

Rumbo	Frecuencia del viento (%)	Frecuencia del suceso (año ⁻¹)
N	2,2	$1,10 \cdot 10^{-8}$
NNE	2,2	$1,10 \cdot 10^{-8}$
NE	2,3	$1,15 \cdot 10^{-8}$
ENE	3,3	$1,65 \cdot 10^{-8}$
E	8,1	$4,05 \cdot 10^{-8}$
ESE	5,4	$2,70 \cdot 10^{-8}$
SE	5,1	$2,55 \cdot 10^{-8}$
SSE	5,8	$2,90 \cdot 10^{-8}$
S	6,8	$3,40 \cdot 10^{-8}$
SSW	3,7	$1,85 \cdot 10^{-8}$
SW	3,6	$1,80 \cdot 10^{-8}$
WSW	4,7	$2,35 \cdot 10^{-8}$
W	13,3	$6,65 \cdot 10^{-8}$
WNW	5,1	$2,55 \cdot 10^{-8}$
NW	2,4	$1,20 \cdot 10^{-8}$

NNW	1,5	$7,50 \cdot 10^{-9}$
------------	-----	----------------------

Tabla 10. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, se tienen frecuencias de los órdenes de magnitud de 10^{-8} , excepto para la dirección NNW, cuya frecuencia es del orden de 10^{-9} . Esto indica que se aplica la fila quinta de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo químico, respectivamente.

En cuanto a los fenómenos de tipo térmico y mecánico, al considerar la frecuencia del suceso es de $5,0 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹, la fila a aplicar es la fila cuarta de ambas matrices.

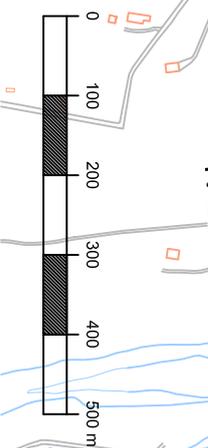
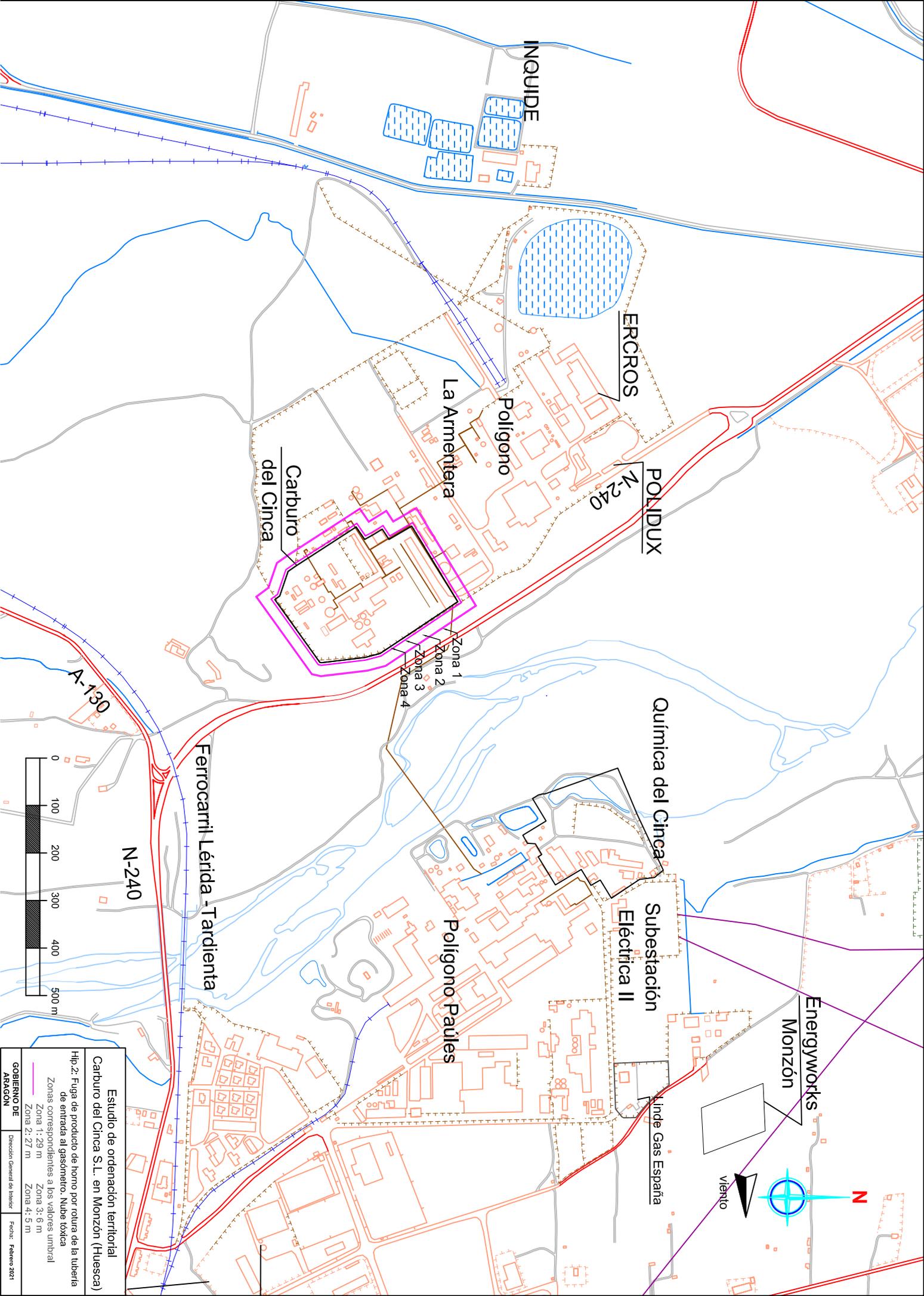
A continuación, se muestran las filas anteriormente citadas extraídas de las matrices de riesgo, según la frecuencia calculada para cada fenómeno.

Fenómenos químicos – 5º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EV-T, EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T
Fenómenos térmicos – 4º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV
Fenómenos mecánicos – 4º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV

λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).
 EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

Tabla 11. Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo químico aparecen representadas en morado, las de tipo térmico en rojo y las de tipo mecánico en verde.



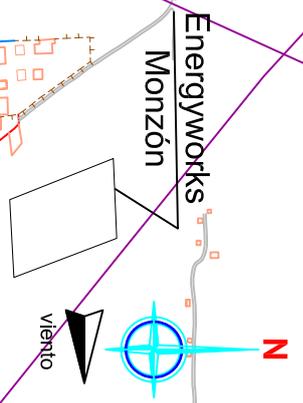
Estudio de ordenación territorial
Carburo del Cinca S.L. en Monzón (Huesca)

Hip.2: Fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro. Nube tóxica

Zonas correspondientes a los valores umbral

Zona 1: 29 m	Zona 3: 6 m
Zona 2: 27 m	Zona 4: 5 m

GOBIERNO DE ARAGÓN
 Dirección General de Interior
 Fecha: Febrero 2021



INQUIDE

ERCROS

POLIDUX

N-240

Polígono

La Armentiera

Carburo del Cinca

Zona 1

Zona 2

Zona 3

Zona 4

A-130

N-240

Ferrocarril Lérida -Tardienta

Química del Cinca

Polígono Paules

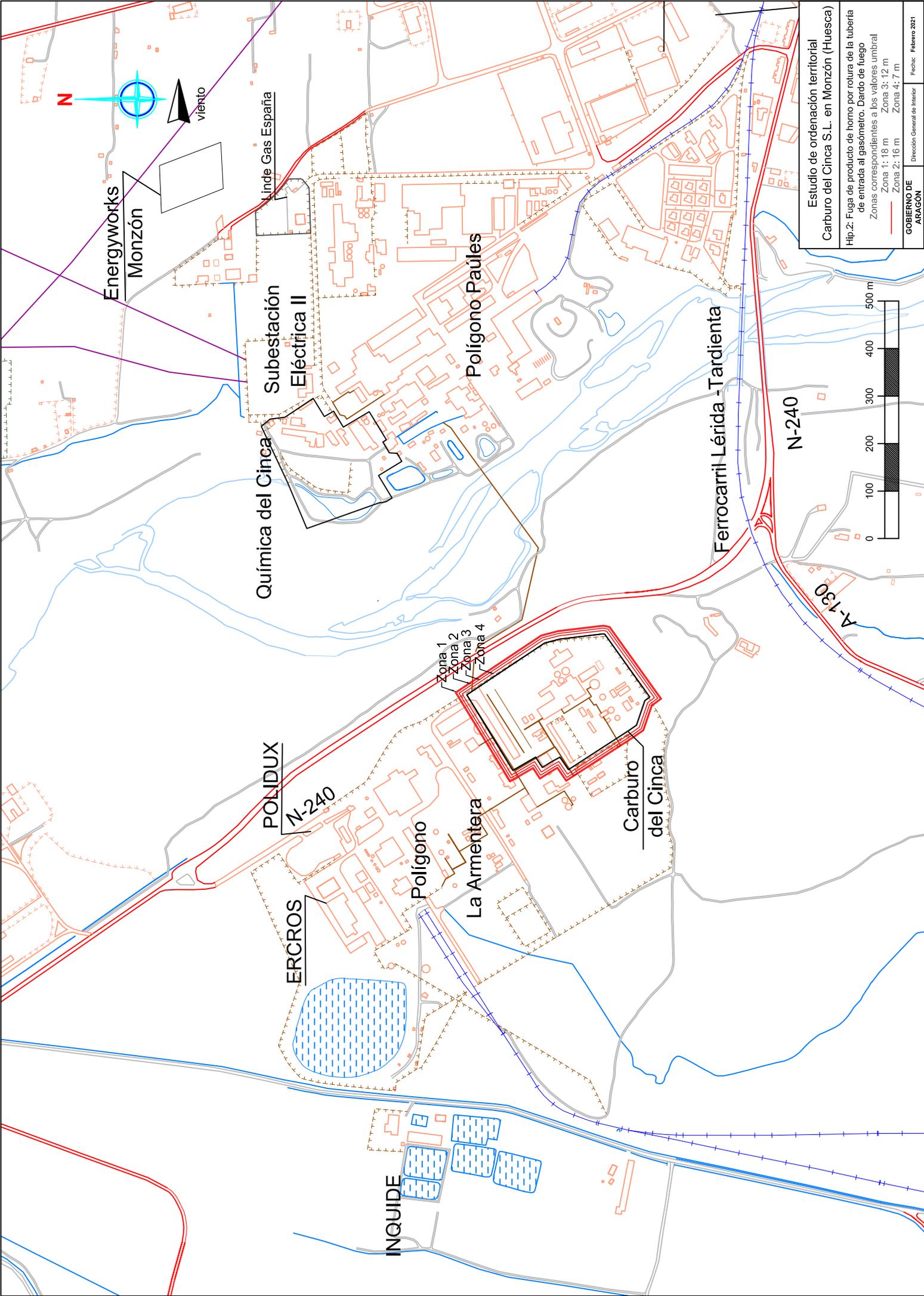
Subestación Eléctrica II

Inde Gas España

Energylworks Monzón

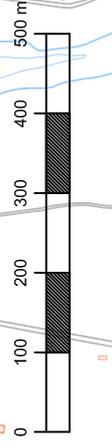
viento

N



Estudio de ordenación territorial
Carbuero del Cinca S.L. en Monzón (Huesca)
 Hip.2: Fuga de producto de hormo por rotura de la tubería de entrada al gasómetro. Danto de fuego
 Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 18 m Zona 3: 12 m
 Zona 2: 16 m Zona 4: 7 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: Febrero 2021



Energyworks
Monzón

Subestación
Eléctrica II

Química del Cinca

Polígono Paules

Ferrocarril Lérida -Tardienta

N-240

A-130

POLIDUX

N-240

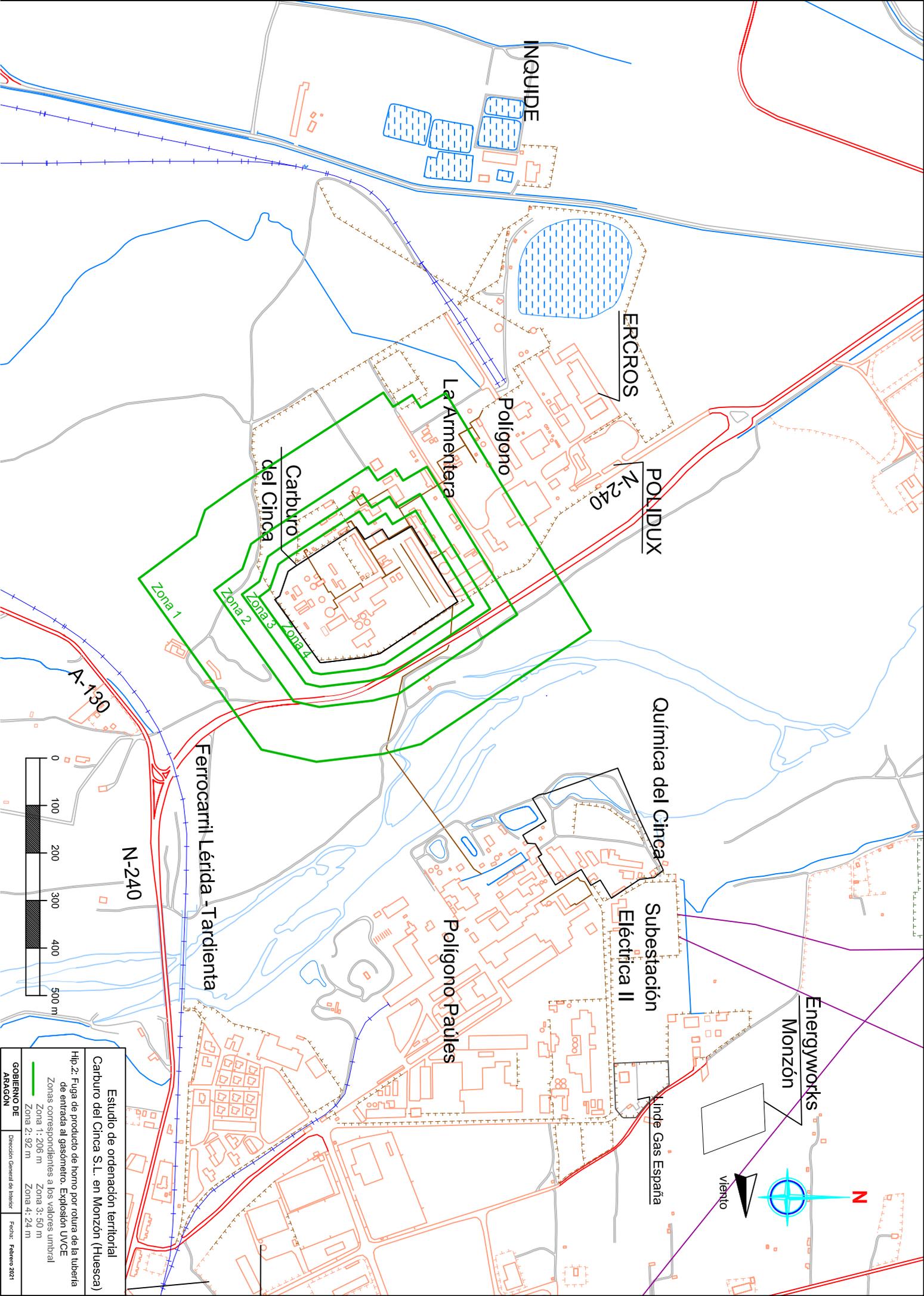
ERCROS

Polígono
La Armentera

Carbuero
del Cinca

Zona 1
Zona 2
Zona 3
Zona 4

INQUIDE



Estudio de ordenación territorial
Carburro del Cinca S.L. en Monzón (Huesca)

Hip.2: Fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro. Explosión UVCE

Zonas correspondientes a los valores umbral

Zona 1: 206 m	Zona 3: 50 m
Zona 2: 92 m	Zona 4: 24 m

GOBIERNO DE ARAGÓN
 Dirección General de Minería Fecha: Febrero 2021

Estudio de compatibilidad

La tabla 12 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo químico y de tipo mecánico y térmico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de las matrices de riesgo para fenómenos químicos y para fenómenos mecánicos y térmicos.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: nube tóxica, incendio de charco y explosión UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

Elemento	Clasificación	Zona real nube tóx./incendio/UVCE	Zona según la matriz quím.	Zona según la matriz mec./tér.
Empresas/terrenos colindantes a Carbuero del Cinca	EPV-T / EPV	Zona 4/ Zona 4/ Zona 4	Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial La Armentera	EPV-T / EPV	Zona 4/--/--	Zona 4	Zona 4
Carretera N-240	EBV-T / EBV	Zona 2/--/--	Zona 4	Zona 4

Tabla 12. Comparación de la ubicación de los elementos para la fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro.

Como se comprueba en la tabla 12, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a CARBUERO DEL CINCA S.A., empresas que pertenecen al resto del polígono y la carretera N-240. Para todos ellos, su ubicación es compatible con la propuesta por las matrices de fenómenos químicos, mecánicos y térmicos.

3. Conclusiones

En la hipótesis 1 se ha estudiado la formación de acetileno por rotura de un envase de carburo de calcio y reacción con agua, con la consiguiente explosión. La peculiaridad para este caso es que se ha tenido que calcular la frecuencia del suceso mediante un árbol de fallos, al no encontrarse directamente en la literatura especializada. En esta hipótesis, al estudiar una explosión, se ha aplicado la matriz para fenómenos de tipo mecánico.

En la hipótesis 2 se ha estudiado la fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro. El componente mayoritario del producto de horno es el monóxido de carbono (entorno a un 80%), por lo que se ha estudiado la nube tóxica, la explosión y el dardo de fuego. Es por ello que se han aplicado las matrices para fenómenos de tipo químico, térmico y mecánico.

Las distancias para la hipótesis 1 son superiores a las estudiadas en la hipótesis 2, por lo que el número de elementos afectados es mayor. Aun así, en los dos sucesos estudiados, los elementos afectados por los accidentes son reducidos, limitándose a los terrenos y empresas del propio polígono la Armentera, así como las vías de comunicación más cercanas (N-420, A-130 y la línea de ferrocarril Lérida-Tardienta). Para todos ellos, las ubicaciones actuales con las propuestas por las distintas matrices son compatibles.

Comentar también que estos dos sucesos estudiados no afectan al resto de empresas Seveso de Monzón: Inquide S.A.U., Química del Cinca S.L. y Linde Gas España S.A.U.

De cualquier manera, conviene recordar que, para la futura implantación de algún elemento alrededor del establecimiento, junto a la aplicación de la matriz de riesgo, se tiene que considerar una distancia mínima de 100 metros alrededor del establecimiento en la que no debe ubicarse ningún elemento.

APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

INQUIDE S.A.U.

MONZÓN (HUESCA)

G015-L003-20201109

mayo 2021

Índice

1. Introducción	1
1.1. Descripción del establecimiento	1
1.2. Entorno	4
2. Aplicación	11
2.1. Hipótesis 1: Degradación térmica de ATCC de un 25% de la capacidad del almacén, considerando que se forma una nube tóxica de cloro.....	12
3. Conclusiones	18

1. Introducción

Este documento recoge la segunda actualización del estudio de ordenación territorial para el establecimiento de INQUIDE S.A.U. (en adelante, INQUIDE), localizado en el polígono industrial de “La Armentera”, en la población de Monzón (Huesca). En el año 2010 se elaboró el estudio inicial que fue actualizado en 2013, para contemplar los nuevos criterios que se plantearon entonces para fenómenos de tipo químico.

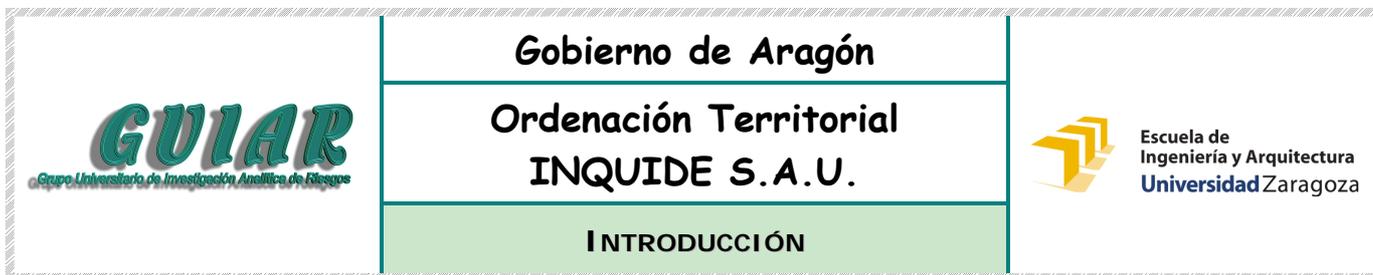
En la actualidad, la empresa ha modificado su proceso productivo y su análisis del riesgo, por lo que es necesario volver a actualizar el documento para reflejar estos cambios. Además, se ha aprovechado para revisar los elementos del entorno del establecimiento. La principal diferencia con el estudio anterior es que la empresa ya no se dedica a la producción de ATCC a partir del cloro, sino que únicamente se dedica al envasado de ATCC, por lo que ha aumentado la cantidad almacenada de ATCC. Esta es la razón por la que ha cambiado su análisis del riesgo.

INQUIDE está afectada por la legislación de accidentes graves en su nivel superior por la presencia de varias sustancias peligrosas en cantidad superior a sus valores umbral correspondientes; concretamente, ácido tricloroisocianúrico (ATCC) y dicloroisocianurato de sodio al 55 % (DCCNa al 55%). Además, en el establecimiento hay presente sulfato de cobre, también afectada por la normativa de accidentes graves, pero en cantidad inferior al valor umbral inferior correspondiente.

La metodología y el procedimiento seguidos para la realización de este estudio se encuentra en los documentos: “*Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*” y “*Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Nubes tóxicas. Revisión II*”, de noviembre de 2012.

1.1. Descripción del establecimiento

La principal actividad que se desarrolla en el establecimiento es el envasado de ácido tricloroisocianúrico (ATCC) para la obtención de tabletas, compactos o bloques y el envasado de productos en polvo o granulado en formatos pequeños. La factoría también dispone de una



nave para la transformación y envasado del ácido en tabletas, compactos o pastillas de distintas medidas.

El ATCC en grano se manipula para la obtención de tabletas y DCCNa al 55% para el envasado en pequeños formatos.

El ATCC granulado se descarga en las tolvas de alimentación donde se le añaden aditivos, según las formulaciones que determinan la función del producto final. El producto se mezcla y se compacta en máquinas de comprimir tabletas de 10 a 600 gramos, las cuales se acondicionan en film, pack o a granel y se envasan en formatos pequeños de 0,5 a 50 kg.

El DCCNa al 55% se descarga en las tolvas de alimentación para su envasado en formatos pequeños de 1 a 50 kg.

Las materias primas (ácido cianúrico, ácido tricloroisocianúrico, dicloroisocianurato sólido al 55%, sulfato de cobre, envases y embalajes) se almacenan paletizadas en estanterías. El producto acabado se almacena en estanterías para el almacenaje de producto encajado o en bidones paletizados, para su posterior expedición.

A continuación, se muestra un plano del establecimiento industrial.

A

B

C

D

E

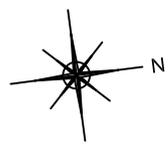
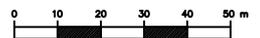
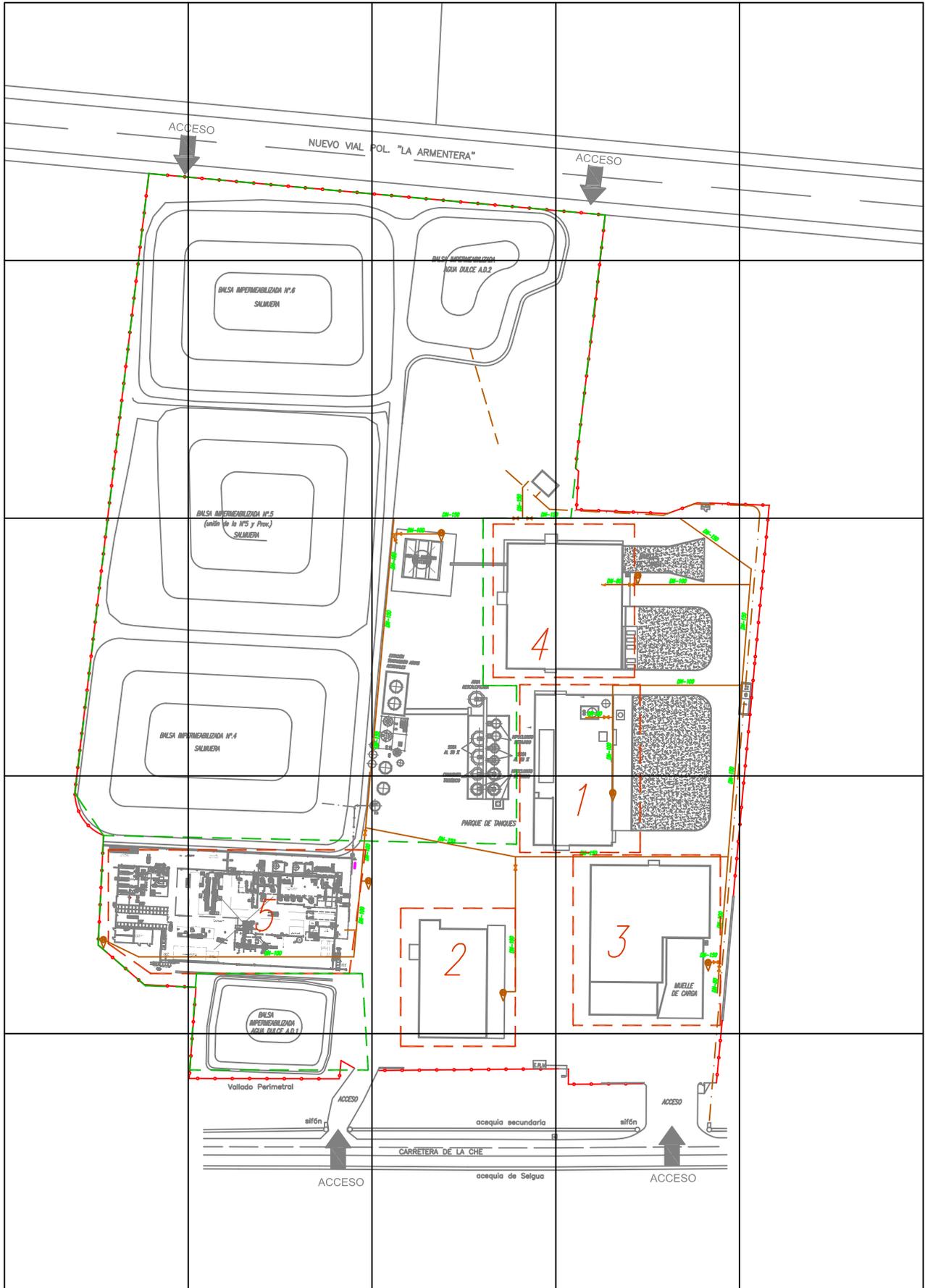
1

2

3

4

5



Estudio de ordenación territorial
INQUIDE S.A.U. en Monzón (Huesca)

INQUIDE S.A.

1.2. Entorno

A continuación, en la tabla 1, se presenta una relación de los elementos que se encuentran en el entorno de INQUIDE clasificados según el tipo de vulnerabilidad establecido para fenómenos de tipo químico (columna EV-T), y la distancia a la que se encuentran de la empresa.

Remarcar que, de acuerdo a la metodología, no se considera que las vías de transporte pertenezcan a un municipio en concreto, por lo que no se han agrupado junto al resto de elementos asociados a la localidad de Monzón.

Con respecto a la tabla 1, indicar que la Casa de Cultura acoge varios espacios, concretamente salas de exposiciones, salón de actos, escuelas municipales, biblioteca municipal, oficinas comarcales y museo arqueológico. Se ha decidido clasificarlo como un elemento vulnerable, ya que alberga numerosos espacios en su interior (teatro-auditorio, sala multiusos, sala de exposiciones...) y, por tanto, constituye un recinto de ocio cerrado donde puede haber aglomeraciones de gente.

Comentar también que, en la tabla 1, se han citado específicamente las empresas Seveso de Monzón (QUÍMICA DEL CINCA S.L., CARBURO DEL CINCA S.A. y LINDE GAS ESPAÑA S.A.U.), aunque pertenezcan a los polígonos industriales de “La Armentera” y “Paúles”. Además, también se han citado las empresas POLIDUX, ERCROS y ENERGYWORKS Monzón por estar incluidas dentro del Plan Especial de Protección Civil de Emergencia Exterior de Monzón (PEE MONZÓN).

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad
Ferrocarril Barbastro - Selgua	410	EBV-T
Carretera N-240 (IMD=5.430)	670	EBV-T
Ferrocarril Lérida - Tardienta	1.280	EBV-T
Carretera A-130 (IMD=1.753)	1.335	EPV-T
Carretera A-1223 (IMD=1.813)	1.896	EPV-T
Carretera A-1236 (IMD=1.704)	2.391	EPV-T
Carretera A-1237 (IMD=1.512)	2.970	EPV-T
Carretera A-1234 (IMD=2.348)	3.230	EPV-T
Autovía A-22 (IMD 8.622)	3.983	EBV-T
Carretera A-1238 (IMD=1.294)	4.859	EPV-T
Monzón 17.196 habitantes		
Polígono Industrial “La Armentera”	--	EPV-T

Tabla 1. Elementos del entorno de INQUIDE.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoria (m)	Tipo de vulnerabilidad
ERCROS	320	EPV-T
POLIDUX	520	EPV-T
CARBURO DEL CINCA S.A. (Seveso superior)	800	EPV-T
Zona deportiva Airon club	1.179	EMV-T
Poblado Monsanto (0 habitantes)	1.200	EBV-T
Polígono Industrial "Paúles"	1.245	EPV-T
QUÍMICA DEL CINCA S.L. (Seveso superior)	1.250	EPV-T
Barrio Armentera (30 habitantes)	1.265	EBV-T
Subestación eléctrica II	1.460	EPV-T
Subestación eléctrica III	1.580	EPV-T
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. (Seveso inferior)	1.850	EPV-T
ENERGY WORKS	1.945	EPV-T
Estación de Selgua (3 habitantes)	2.000	EBV-T
Parque de bomberos Cinca Medio	2.295	EBV-T
Centro Privado de Educación Secundaria Santo Domingo Savio	2.321	EMV-T
Convento Santa Clara	2.448	EBV-T
Estación de servicio Bonarea Energía	2.553	EBV-T
Centro MAZ Monzón	2.639	EV-T
Colegio de Educación Especial (C.E.E.) La Alegria	2.648	EMV-T
Residencia ancianos Riosol	2.832	EV-T
Estación de servicio Orangután	2.890	EBV-T
Hipermercado	2.890	EV-T
Centro ocupacional para personas con discapacidad Reina Sofia (Atades)	2.903	EMV-T
Centro juvenil	2.934	EMV-T
Centro Policlínico de Monzón	2.957	EV-T
Pabellón Joaquín Saludas	2.980	EV-T
Centro de salud de Monzón	3.017	EV-T
Conservatorio de Música Miguel Fleta	3.037	EV-T
Subestación eléctrica I	3.040	EPV-T
Guardería Ntra. Sra. de la Alegria	3.048	EMV-T
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Aragón	3.067	EMV-T
Estacion de autobús	3.067	EV-T
Escuela Oficial de Idiomas Ignacio Luzán	3.072	EV-T
Centro Privado de Educación Infantil y Primaria Santa Ana	3.100	EMV-T

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de INQUIDE.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad
Casa de cultura (salas de exposiciones, salón de actos, escuelas municipales, biblioteca municipal, oficinas comarcales y museo arqueológico)	3.115	EV-T
Hogar para mayores de I.A.A.S.	3.163	EV-T
Iglesia de San Juan	3.167	EBV-T
Instituto de educación secundaria (I.E.S.) José Mor de Fuentes	3.267	EMV-T
Campo municipal Isidro Calderón	3.310	EMV-T
Centro Privado de Educación Infantil y Primaria Minte	3.310	EMV-T
Castillo de Monzón	3.310	EBV-T
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Joaquín Costa	3.320	EMV-T
Piscinas municipales	3.325	EMV-T
Policía local	3.333	EBV-T
Ayuntamiento	3.335	EBV-T
E.E.I. Clara Campoamor	3.352	EMV-T
Iglesia San José	3.360	EBV-T
Ludoteca municipal	3.360	EMV-T
Colegio de Educación Infantil y Primaria Monzón III	3.365	EMV-T
Pabellón polideportivo Los Olímpicos	3.393	EV-T
Centro médico Policlínica SEAP	3.418	EV-T
Centro médico de especialidades	3.425	EV-T
Complejo tenístico Conchita Martínez	3.495	EMV-T
Catedral Santa María del Romeral	3.510	EBV-T
C.I.F.E. Monzón/EOEAT Monzón/EOEP Monzón (centro de profesorado de Monzón)	3.510	EBV-T
Teatro cine Victoria	3.520	EBV-T
Centro Público de Educación de Personas Adultas Cinca Medio	3.640	EV-T
Pistas de atletismo	3.645	EMV-T
Estación de servicio Repsol Jaime I	3.655	EBV-T
Residencia geriátrica Torrefuentes	3.725	EV-T
Estación de servicio Campsa Alberto Antonio Val Marzo	4.866	EBV-T

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de INQUIDE.

Como se observa en la tabla anterior y en el plano del entorno del establecimiento, los elementos más cercanos a INQUIDE son las empresas del polígono industrial “La Armentera”,

concretamente las empresas contiguas al establecimiento y las más cercanas, entre las que se incluyen ERCROS, POLIDUX y CARBURO DEL CINCA S.L., estas dos últimas empresas Seveso de nivel superior, que se localizan en dicho polígono. A más de un kilómetro le siguen la zona deportiva AironClub, clasificado como elemento muy vulnerable-tóxico, poblado Monsanto (0 habitantes), polígono industrial “Paúles”, la empresa Seveso de nivel superior QUÍMICA DEL CINCA S.L., el barrio Armentera (30 habitantes), las subestaciones eléctricas I y II, la empresa Seveso de nivel inferior LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. y la empresa ENERGYWORKS, todos clasificados como de baja vulnerabilidad-tóxico y poco vulnerables-tóxicos. A más de 2 kilómetros, se encuentran los elementos del casco urbano de Monzón.

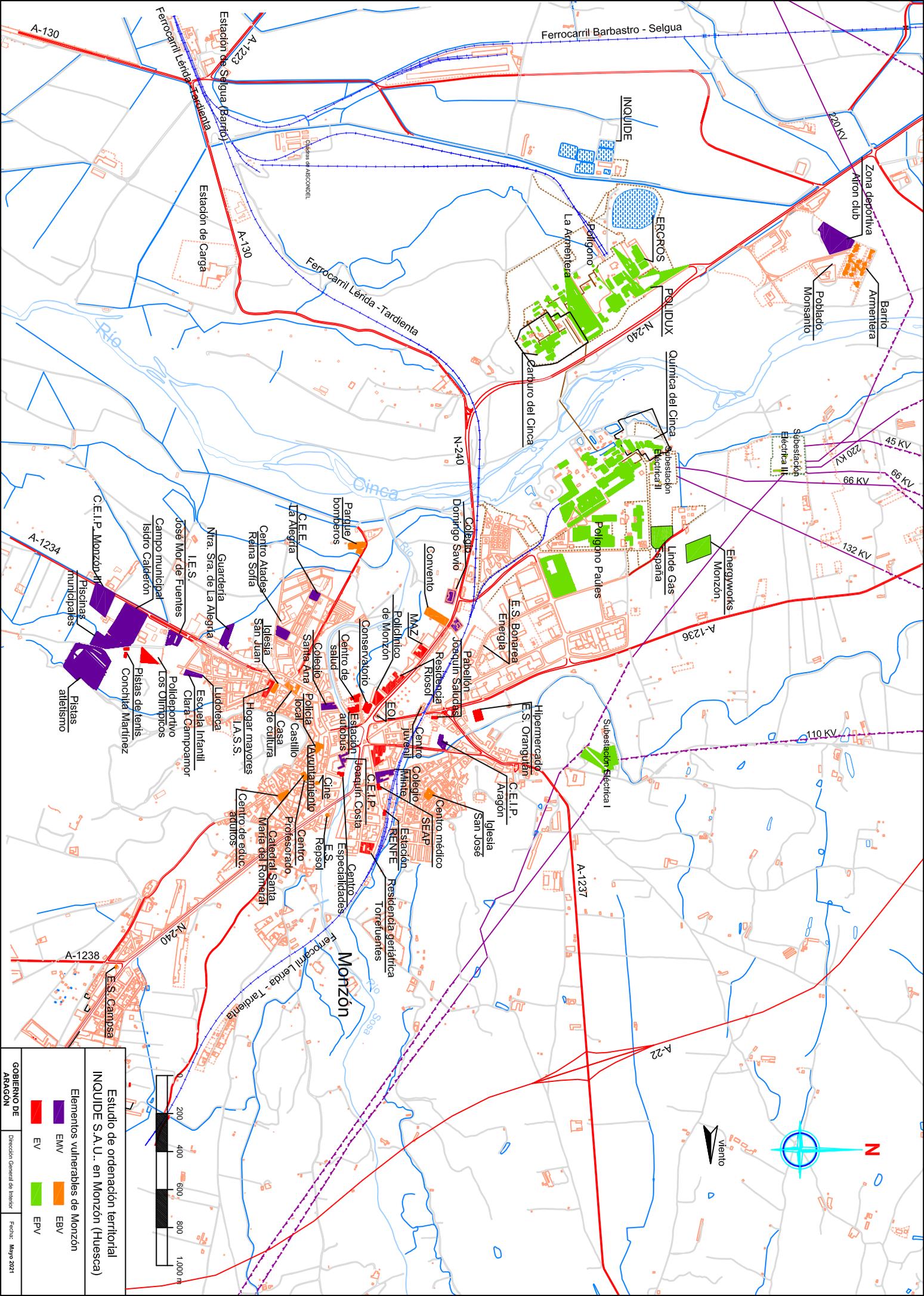
Las vías de comunicación más cercanas son la vía de ferrocarril Barbastro-Selgua, a 410 metros, y la carretera N-420, ambos clasificados como elemento de baja vulnerabilidad-tóxico. Las carreteras se han clasificado por vulnerabilidad en función de su Intensidad Media Diaria (IMD). Estos datos se han obtenido del Mapa de Tráfico 2018, publicado en su página web por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y del último mapa de aforos de Aragón, del año 2016, publicado por el Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda del Gobierno de Aragón.

El dato demográfico de Monzón que se indica en la tabla anterior, se ha obtenido del último padrón municipal disponible, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y correspondiente al año 2020.

A continuación, se incluye un plano del entorno del establecimiento, en el que se muestra la ubicación de los elementos del entorno coloreados de acuerdo a la tabla 2, según la clasificación para fenómenos de químico.

	Color	Tipo de elemento-Tóxico
	Púrpura	EMV-T
	Rojo	EV-T
	Naranja	EBV-T
	Verde	EPV-T

Tabla 2. Clasificación de los elementos del entorno según su vulnerabilidad.



**Estudio de ordenación territorial
INQUIDE S.A.U. en Monzón (Huesca)**

Elementos vulnerables de Monzón

- EWV
- EV
- EBV
- EPV

Para la aplicación de los criterios de ordenación territorial es necesario conocer una serie de datos meteorológicos de la zona, concretamente, la temperatura media, la humedad relativa, la velocidad del viento y la categoría de estabilidad atmosférica Pasquill. Estos datos se han extraído de las estaciones meteorológicas de Monzón y de Tamarite de Litera para el periodo 1998-2018, y han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología.

A continuación, se recogen, por un lado, los valores medios obtenidos para las distintas variables climatológicas (tabla 3) y, por otro, los valores anuales de la frecuencia de la dirección del viento, así como la dirección dominante del viento de cada mes y del año, referida a los dieciséis rumbos principales (tabla 4). También se incluyen las calmas, expresadas en frecuencias (%), teniendo en cuenta que se considera calma cuando la velocidad del viento es inferior a 1,8 km/h.

Temperatura media	14 °C
Humedad relativa	63,1 %
Velocidad del viento	5 m/s
Categoría de estabilidad	D

Tabla 3. Valores medios de las distintas variables climatológicas.

Como valor de rugosidad del suelo se ha tomado 1 m, que corresponde a un área con edificación densa pero baja, bosques o instalaciones industriales bajas.

INTRODUCCIÓN

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmas	Direc. pred.
Enero	4,1	4,0	3,1	4,0	7,2	3,0	2,1	1,5	3,1	3,0	3,0	2,8	11,9	5,6	3,2	2,8	36,2	W
Febrero	3,2	3,8	3,2	5,0	7,3	2,5	1,8	1,9	2,6	2,5	2,8	4,8	16,2	8,3	3,5	2,5	28,2	W
Marzo	2,3	2,2	2,3	3,8	7,9	4,9	4,1	2,9	5,3	2,8	2,7	5,5	17,8	5,6	2,7	1,7	21,9	W
Abril	1,6	1,8	1,8	3,6	9,5	6,8	6,3	6,2	6,3	3,5	3,5	5,0	16,1	7,4	3,1	1,7	16,0	W
Mayo	1,7	1,0	1,8	2,5	7,7	8,5	7,4	9,0	11,3	4,5	4,0	6,3	14,1	5,0	1,7	1,5	12,5	W
Junio	1,3	0,8	1,2	1,6	6,4	7,9	8,0	11,8	13,4	4,7	5,3	6,4	14,9	3,8	2,1	0,7	9,8	W
Julio	0,9	0,5	1,2	2,0	8,6	7,0	9,2	12,3	13,3	5,9	5,2	5,9	13,4	3,5	1,3	0,5	9,4	W-S
Agosto	1,0	1,3	1,2	2,2	8,2	7,1	9,6	11,0	10,0	6,3	3,7	5,4	9,6	2,1	1,0	0,6	15,9	SSE
Septiembre	1,4	2,0	1,4	2,6	9,2	5,8	5,6	7,4	8,2	4,5	4,3	5,6	13,9	2,9	1,4	0,8	23,2	W
Octubre	2,1	2,1	2,9	4,4	10,1	4,7	3,7	3,3	3,3	2,6	3,3	4,1	10,3	4,5	2,7	1,5	30,6	W-E
Noviembre	3,2	3,5	2,9	3,5	8,0	3,7	2,0	1,4	2,9	1,8	2,7	2,8	12,0	5,9	2,9	2,0	35,6	W
Diciembre	3,3	3,2	4,1	3,9	7,2	3,2	1,6	1,4	2,1	2,6	3,3	2,1	9,6	6,1	3,0	1,8	41,8	W
AÑO	2,2	2,2	2,3	3,3	8,1	5,4	5,1	5,8	6,8	3,7	3,6	4,7	13,3	5,1	2,4	1,5	23,4	W

Tabla 4. Valores mensuales y anuales de la frecuencia (%) de la frecuencia (%) de la dirección del viento.

2. Aplicación

Tal y como se ha comentado en el apartado 1.1, en el establecimiento se pueden encontrar diferentes sustancias peligrosas afectadas por la normativa de accidentes graves:

- ◆ Ácido tricloroisocianúrico ATCC (categorías P8 y E1).
- ◆ Dicloroisocianurato de sodio DCCNa al 55% (categoría E1).
- ◆ Sulfato de cobre (categoría E1).

Para el presente estudio de ordenación territorial se ha hecho una selección de las hipótesis accidentales recogidas en el PEE Monzón, en las que se ve involucrada el ATCC. Recordar que para los estudios de ordenación territorial no se consideran las sustancias peligrosas para el medio ambiente.

A continuación, se recoge la clasificación de esta sustancia, obtenida del Reglamento 1272/2008 y la clasificación conforme al Real Decreto 840/2015:

	Reglamento 1272/2008	Real Decreto 840/2015
Ácido tricloroisocianúrico (ATCC) CAS: 87-90-1 N° índice: 613-031-00-5	Ox. Sol. 2, H272 Acute Tox. 4, H302 Eye Irrit. 2, H319 STOT SE 3, H335 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410 EUH031	P8. Líquidos y sólidos comburentes (50/200) E1. Peligroso para el medio ambiente acuático en las categorías aguda 1 o crónica 1 (100/200)

De acuerdo con la clasificación anterior, la sustancia es comburente, por lo que puede agravar un incendio (H272), nociva en caso de ingestión (H302), provoca irritación ocular grave (H319), puede irritar las vías respiratorias (H335) y es muy tóxica para los organismos acuáticos (H400), con efectos duraderos (H410). Además, en contacto con ácidos, libera gases tóxicos (EUH031).

Por otra parte, de acuerdo a la FDS del producto y a la información aportada por la empresa en su informe de seguridad, durante el proceso de degradación térmica, pueden liberarse productos tóxicos entre los que se encuentra cloro, monóxido de carbono y fosgeno. Según datos de la literatura, cuando se produce la descomposición térmica de ATCC con una

aportación limitada de aire, los gases emitidos tienen aproximadamente la siguiente composición:

42%	dióxido de carbono
25%	nitrógeno
16%	monóxido de carbono
11%	cloro
0,002-0,1%	fosgeno
<1-2%	tricloruro de nitrógeno
<1%	cloruro de cianógeno

Los gases que se emiten tienen una temperatura que oscila entre 150-200 °C. Durante la descomposición se forman aproximadamente 0,3 m³ (NTP) de gas por kilogramo de ATCC implicado y la tasa de propagación de la descomposición térmica puede aproximarse a unos 15 cm/minuto para capas de entre 2 y 5 cm de espesor.

De acuerdo a la información indicada anteriormente, dada la gran variedad de gases que se pueden obtener y la imposibilidad de realizar cálculos de nubes formadas por mezcla de compuestos, el análisis de consecuencias se ha centrado en la dispersión de una nube tóxica de cloro. Como los fenómenos peligrosos asociados a este accidente son de tipo químico, la matriz que se ha considerado para realizar el presente estudio es la que aparece en la tabla C del anexo.

De acuerdo a los escenarios planteados en el PEE Monzón, se ha escogido para el estudio de la aplicación de la ordenación territorial, la degradación térmica del ATCC almacenado en la nave 4.

A continuación, se recoge el estudio de aplicación, indicando para el accidente estudiado, la frecuencia de ocurrencia, las distancias a las que se obtienen los valores umbral de la matriz aplicada, su representación en el plano del entorno y el estudio comparativo como resultado de la aplicación de la matriz de riesgo correspondiente.

2.1. Hipótesis 1: Degradación térmica de ATCC de un 25% de la capacidad del almacén, considerando que se forma una nube tóxica de cloro

Este suceso iniciador consiste en la degradación térmica del 25% de la cantidad máxima que podría almacenarse de ATCC en la nave 4.

La causa de esta degradación térmica podría ser un incendio en las cercanías de esta zona de almacenamiento y, consecuentemente, se produciría la degradación térmica del 25% del ATCC almacenado, considerando que se forma una nube tóxica de cloro. El almacén de materia prima tiene las siguientes características:

► Capacidad	1.620 t
-------------	---------

► Superficie 1.495 m²

El almacén tiene capacidad para 1.620 t de ATCC, con una superficie de 1.495 m², por tanto, si se considera que se incendia una cuarta parte, la cantidad de ATCC que puede estar implicada en el incendio es de 405 t, y la superficie incendiada de 374 m², lo que corresponde con una longitud de 19,3 m.

Tal y como se ha indicado, la tasa de propagación de la descomposición térmica se puede estimar en 15 cm por minuto para espesores de capa de entre 2 y 5 cm. Puesto que la nave que se incendia tiene una longitud de 19,3 m, el tiempo de quemado de una capa de 5 cm de espesor sería de 2,14 horas. Como se estima que el espesor de material almacenado es de unos 68 cm, el tiempo de duración del incendio sería de 29 horas.

A partir de este dato y sabiendo que se pueden quemar 405 t, se calcula el caudal de quemado de ATCC que permitirá obtener el valor de caudal volumétrico de formación de gases, sabiendo que se desprenden 0,3 m³ de gas por cada kilo de ATCC quemado. Se obtiene de esta manera un caudal volumétrico de formación de gases de 1,16 m³/s. El 11% de este caudal corresponderá al caudal volumétrico de cloro y, sabiendo que la densidad del cloro gas a 200 °C es de 1,83 kg/m³, se obtiene un caudal de emisión de cloro de 0,23 kg/s.

A partir de este dato de caudal másico se ha modelizado la dispersión de una nube tóxica de cloro producida por la combustión de ATCC durante una hora, considerando una fuente puntual de emisión continua.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para la nube tóxica estudiada.

ACCIDENTE	EFFECTO CALCULADO	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 1: Nube tóxica de cloro por degradación del 25% del ATCC de la nave 4	Nube tóxica	201	200	183	110	químico

Tabla 5. Distancias obtenidas para los valores umbral para la nube tóxica de cloro por degradación térmica de ATCC.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia para esta hipótesis es $8,8 \cdot 10^{-4}$ año⁻¹, correspondiente al caso de una liberación o desprendimiento de sustancias tóxicas o muy tóxicas no combustibles durante un incendio, en instalaciones de almacenamiento superior a 10 toneladas, en las que no se inicia la extinción de manera automática, pero el nivel de protección permite el control y

la extinción de un fuego mediante acciones de extinción planificadas previamente (nivel de protección 2).

Este dato se corresponde con el suceso B.2 de la tabla 59 del manual “*Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 (BEVI)*”, publicado por el organismo holandés National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), y que corresponde con la versión actualizada de Purple Book de TNO.

Por otro lado, teniendo en cuenta la frecuencia del viento en los 16 rumbos principales, se calcula la frecuencia final del suceso como se muestra en la tabla 6.

Rumbo	Frecuencia del viento (%)	Frecuencia del suceso (año ⁻¹)
N	2,2	1,94·10 ⁻⁵
NNE	2,2	1,94·10 ⁻⁵
NE	2,3	2,02·10 ⁻⁵
ENE	3,3	2,90·10 ⁻⁵
E	8,1	7,13·10 ⁻⁵
ESE	5,4	4,75·10 ⁻⁵
SE	5,1	4,49·10 ⁻⁵
SSE	5,8	5,10·10 ⁻⁵
S	6,8	5,98·10 ⁻⁵
SSW	3,7	3,26·10 ⁻⁵
SW	3,6	3,17·10 ⁻⁵
WSW	4,7	4,14·10 ⁻⁵
W	13,3	1,17·10 ⁻⁴
WNW	5,1	4,49·10 ⁻⁵
NW	2,4	2,11·10 ⁻⁵
NNW	1,5	1,32·10 ⁻⁵

Tabla 6. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, las frecuencias de 15 rumbos son del orden de magnitud de 10⁻⁵, excepto la frecuencia en la dirección oeste (W) que es de 10⁻⁴. Esto indica que se aplican las filas segunda y tercera de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo químico.

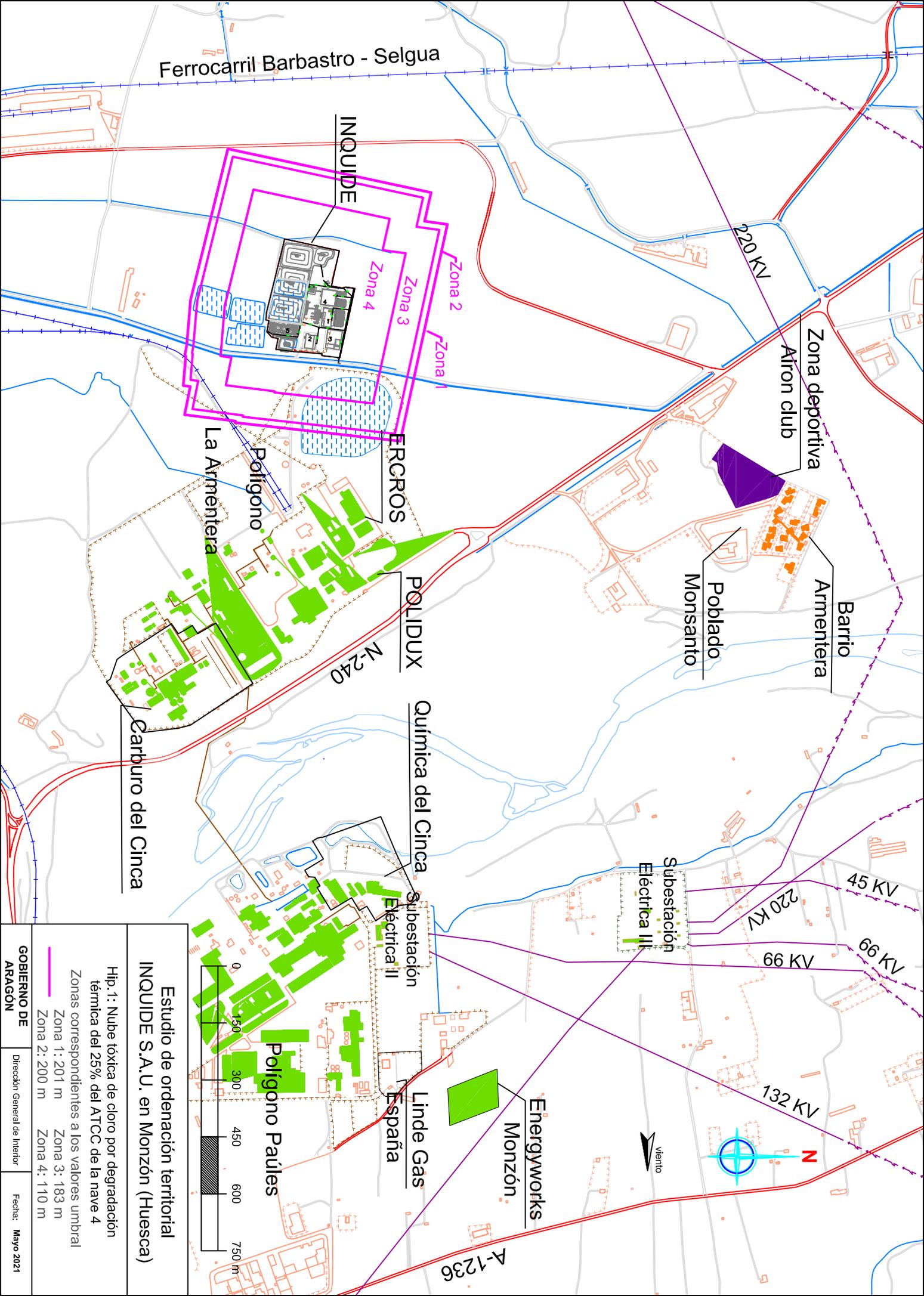
Fenómenos químicos – 2º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T	EPV-T	Vacío
Fenómenos químicos – 3º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
EV-T, EBV-T, EPV-T	EV-T, EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T	Vacío

λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

Tabla 7. Filas a aplicar de las matrices de riesgo consideradas.

La representación de estas distancias se incluye en el siguiente plano, en la que las distancias para los fenómenos de tipo químico aparecen representadas en magenta.



**Estudio de ordenación territorial
INQUIDE S.A.U. en Monzón (Huesca)**

Hip. 1: Nube tóxica de cloro por degradación
térmica del 25% del ATCC de la nave 4

Zonas correspondientes a los valores umbral

- Zona 1: 201 m
- Zona 2: 200 m
- Zona 3: 183 m
- Zona 4: 110 m

GOBIERNO DE ARAGÓN
Dirección General de Interior
Fecha: Mayo 2021

Estudio de compatibilidad

La tabla 8 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo químico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo correspondiente.

Dado que se aplican dos filas distintas de la matriz, el estudio de compatibilidad para los elementos del entorno hay que hacerlo de forma individualizada atendiendo a la fila de la matriz que corresponde (segunda o tercera) en función de la dirección del viento. Por lo tanto:

- ◊ Para los elementos ubicados en la dirección E que les afectará el viento de dirección W, se les aplica la segunda fila de la matriz. En la dirección E se encuentran los terrenos y la balsa de agua de ERCROS.
- ◊ Para los elementos situados en el resto de las direcciones, se les aplicará la tercera fila de la matriz.

Remarcar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado, en este caso, nube tóxica. Estas zonas pueden comprobarse en el plano anterior.

Elemento	Clasificación	Zona real nube tox.	Zona según la matriz quím.
Carretera de acceso	EPV-T	Zona 4	Vacío
Terrenos y balsa de agua de ERCROS	EPV-T	Zona 4	Vacío
Empresas colindantes a INQUIDE (Defeder Alcolea, Transformados Torre Martí, Hidracinca y Grupo Vicente Canales)	EPV-T	Zona 4	Vacío

Tabla 8. Comparación de la ubicación de los elementos para la nube tóxica de cloro por degradación térmica de ATCC.

Como se observa, las empresas colindantes y cercanas a INQUIDE, concretamente las que están localizadas al oeste del camino de acceso a la factoría, así como los terrenos y la balsa de agua de ERCROS y la carretera de acceso son los elementos que se verían afectados por el accidente. Para todos ellos, su ubicación no es compatible con la propuesta por la matriz, puesto que se sitúan en zona 4 y tanto para las filas segunda y tercera de la matriz, esa zona debe estar vacía de elementos.

3. Conclusiones

Tal y como puede comprobarse de la hipótesis estudiada, se obtiene, para todos los elementos, una incompatibilidad entre la ordenación territorial actual y la propuesta por la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico, ya que se sitúan en zonas que deben estar vacías de acuerdo a la matriz.

Indicar que las empresas Seveso de Monzón: QUÍMICA DEL CINCA, CARBURO DEL CINCA y LINDE GAS ESPAÑA no se verían afectadas ya que los alcances de los accidentes estudiados no llegan hasta ellas.

De cualquier manera, conviene recordar que, para la futura implantación de algún elemento alrededor del establecimiento, junto a la aplicación de la matriz de riesgo, se tiene que considerar una distancia mínima de 100 metros alrededor del establecimiento en la que no debe ubicarse ningún elemento.

APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

QUÍMICA DEL CINCA S.L.
MONZÓN (HUESCA)

Revisión 1

septiembre 2013

Índice

1. Introducción	1
2. Aplicación	8
2.1. Fuga de cloro por colapso de un tanque	9
2.2. Fuga de cloro gas por rotura total de una tubería	19
2.3. Fuga de dióxido de azufre por apertura de la válvula de seguridad del depósito	22
2.4. Fuga de dióxido de azufre por rotura de la manguera de descarga de la cisterna	26
3. Conclusiones	31

1. Introducción

En el año 2010, en QUÍMICA DEL CINCA S.L. se llevó a cabo un estudio de ordenación territorial alrededor del establecimiento de acuerdo a la metodología disponible en el Servicio de Seguridad y Protección Civil para el cumplimiento del artículo 12 del Real Decreto 1254/1999. Sin embargo, dicha metodología se modificó en el año 2012, desarrollándose nuevos criterios para accidentes de tipo químico que se recogieron en el documento *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Nubes tóxicas. Revisión II*.

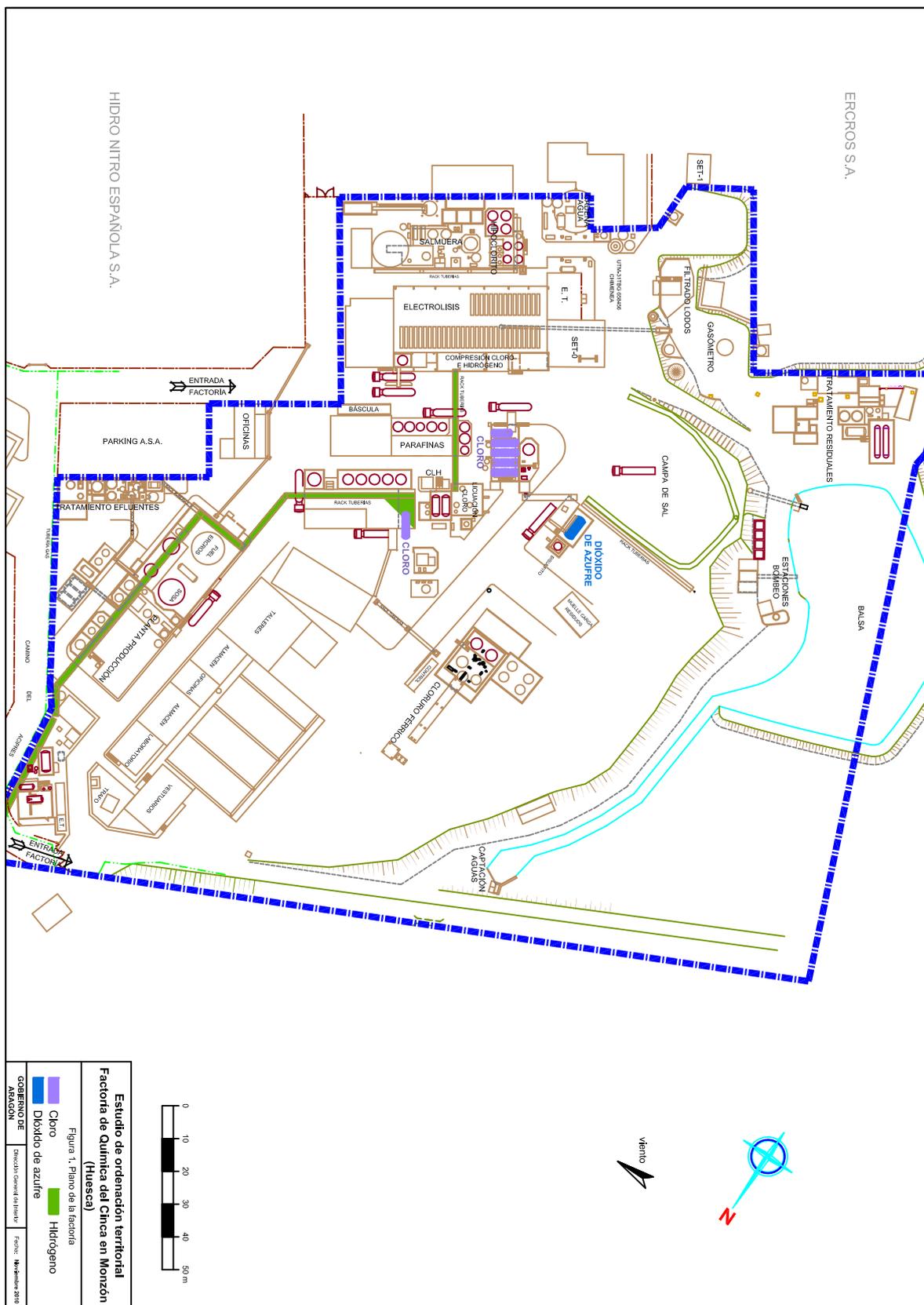
Por esta razón, el presente documento recoge la actualización del estudio de ordenación territorial llevado a cabo en la empresa QUÍMICA DEL CINCA S.L., aplicando los nuevos criterios desarrollados.

La empresa QUÍMICA DEL CINCA S.L. forma parte del polígono industrial Paúles, en la población de Monzón (Huesca). En el mismo centro de trabajo conviven varias empresas (QUÍMICA DEL CINCA S.L., INTERMEDIOS QUÍMICOS, COAGULANTES DEL CINCA Y SEDQ), pero a efectos del presente estudio, se van a tratar como si fueran una única.

La actividad que se desarrolla en el establecimiento es la producción de cloro, hidróxido de sodio, hidrógeno, hipoclorito sódico, ácido clorhídrico, cloruro férrico y bisulfito sódico (División Electroquímica), y la obtención de parafinas cloradas y parafinas sulfocloradas (División de Parafinas) y, por tanto, estas son las sustancias que es posible encontrar en el establecimiento. La figura 1 recoge un plano de la factoría QUÍMICA DEL CINCA S.L. en el que se muestran coloreadas las zonas de almacenamiento de las sustancias peligrosas presentes.

Además, en la tabla 1 se presenta una relación de los elementos del entorno de QUÍMICA DEL CINCA S.L., clasificados según los tipos de vulnerabilidad establecidos para fenómenos de tipo tóxico y la distancia a la que se encuentran de la planta.

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad
Ferrocarril Lérida - Tardienta	700	Baja vulnerabilidad-T
Ferrocarril Barbastro - Selgua	1.930	Baja vulnerabilidad-T
Carretera N-240	400	Baja vulnerabilidad-T
Autovía A-22	2.570	Baja vulnerabilidad-T
Carretera A-130	785	Poco vulnerable-T
Carretera A-1236	900	Poco vulnerable-T
Carretera A-1237	1.610	Poco vulnerable-T
Carretera A-1234	2.200	Poco vulnerable-T
Carretera A-1223	2.790	Poco vulnerable-T
Carretera A-1238	3.765	Poco vulnerable-T
Monzón 16.717 habitantes	500	
Colegio Domingo Savio	1.235	Muy vulnerable-T
Centro juvenil	1.700	Muy vulnerable-T
Colegio de educación especial (C.E.E.) La Alegría	1.760	Muy vulnerable-T
Colegio de educación infantil y primaria (C.E.I.P.) Aragón	1.765	Muy vulnerable-T
Colegio de educación especial (C.E.E.) Reina Sofía	1.990	Muy vulnerable-T
Colegio Santa Ana	2.010	Muy vulnerable-T
Colegio Minte	2.050	Muy vulnerable-T
Colegio de educación infantil y primaria (C.E.I.P.) Joaquín Costa	2.135	Muy vulnerable-T
Guardería Ntra. Sra. de la Alegría	2.235	Muy vulnerable-T
Instituto de educación secundaria (I.E.S.) José Mor de Fuentes	2.510	Muy vulnerable-T
Polideportivo municipal	2.690	Muy vulnerable-T
Piscinas municipales	2.900	Muy vulnerable-T
Pistas de atletismo	2.940	Muy vulnerable-T
Zona deportiva Airon club	3.210	Muy vulnerable-T
Centro de día I.A.A.S.	2.190	Vulnerable-T
Residencia Riosol	1.645	Vulnerable-T
Residencia geriátrica Torrefuentes	2.430	Vulnerable-T
MAZ	1.460	Vulnerable-T
Centro comercial	1.550	Vulnerable-T
Pabellón Joaquín Saludas	1.695	Vulnerable-T
Policlinico de Monzón	1.800	Vulnerable-T
Auditorio	1.865	Vulnerable-T
Centro de salud	1.880	Vulnerable-T

Tabla 1. Elementos del entorno de QUÍMICA DEL CINCA S.L.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad
Escuela oficial de idiomas (E.O.I.)	1.890	Vulnerable-T
Estación de autobús	1.920	Vulnerable-T
Casa de cultura	2.090	Vulnerable-T
Centro sanitario FREMAP	1.985	Vulnerable-T
Centro médico SEAP	2.160	Vulnerable-T
Estación de ferrocarril de Monzón	2.250	Vulnerable-T
Centro de especialidades	2.295	Vulnerable-T
Centro de educación de adultos	2.490	Vulnerable-T
Campo municipal Isidro Calderón	2.645	Vulnerable-T
Parque de bomberos	1.440	Baja vulnerabilidad-T
Estación de servicio Serviaragón	1.445	Baja vulnerabilidad-T
Conservatorio	1.870	Baja vulnerabilidad-T
Policía local	2.070	Baja vulnerabilidad-T
Iglesia San José	2.040	Baja vulnerabilidad-T
Ayuntamiento	2.100	Baja vulnerabilidad-T
Iglesia de San Juan	2.180	Baja vulnerabilidad-T
Catedral Santa María del Romeral	2.370	Baja vulnerabilidad-T
Estación de servicio Jaime I	2.450	Baja vulnerabilidad-T
Castillo de Monzón	2.670	Baja vulnerabilidad-T
Estación de servicio Campsa Red	3.780	Baja vulnerabilidad-T
Polígono Industrial de Paúles	--	Poco vulnerable-T
Subestación eléctrica III	10	Poco vulnerable-T
Polígono Industrial La Armentera	460	Poco vulnerable-T
Subestación eléctrica II	540	Poco vulnerable-T
Subestación eléctrica I	1.515	Poco vulnerable-T

Muy vulnerable-T: Elementos muy vulnerables - Tóxico; Vulnerable -T: Elementos vulnerables - Tóxico; Baja vulnerabilidad-T: Elementos de baja vulnerabilidad - Tóxico; Poco vulnerable-T: Elementos poco vulnerables - Tóxico.

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de QUÍMICA DEL CINCA S.L.

Las carreteras que aparecen en la tabla anterior se han clasificado en función de su Intensidad Media Diaria (IMD). Para ello se han tomado los datos del Mapa de Tráfico 2008, publicado por el Ministerio de Fomento, y del Mapa de aforos del año 2009, publicado por el Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes del Gobierno de Aragón.

Como complemento, se ha incluido en la figura 2 un plano del entorno del establecimiento en el que puede verse la ubicación de los elementos. El significado de la gama de colores utilizado se muestra en la tabla 2.

Color	Tipo de elemento
	Púrpura Muy vulnerable-T (tóxico)
	Rojo Vulnerable -T (tóxico)
	Naranja Baja vulnerabilidad -T (tóxico)
	Verde Poco vulnerable -T (tóxico)

Tabla 2. Clasificación de los elementos del entorno de QUÍMICA DEL CINCA S.L. según su vulnerabilidad.

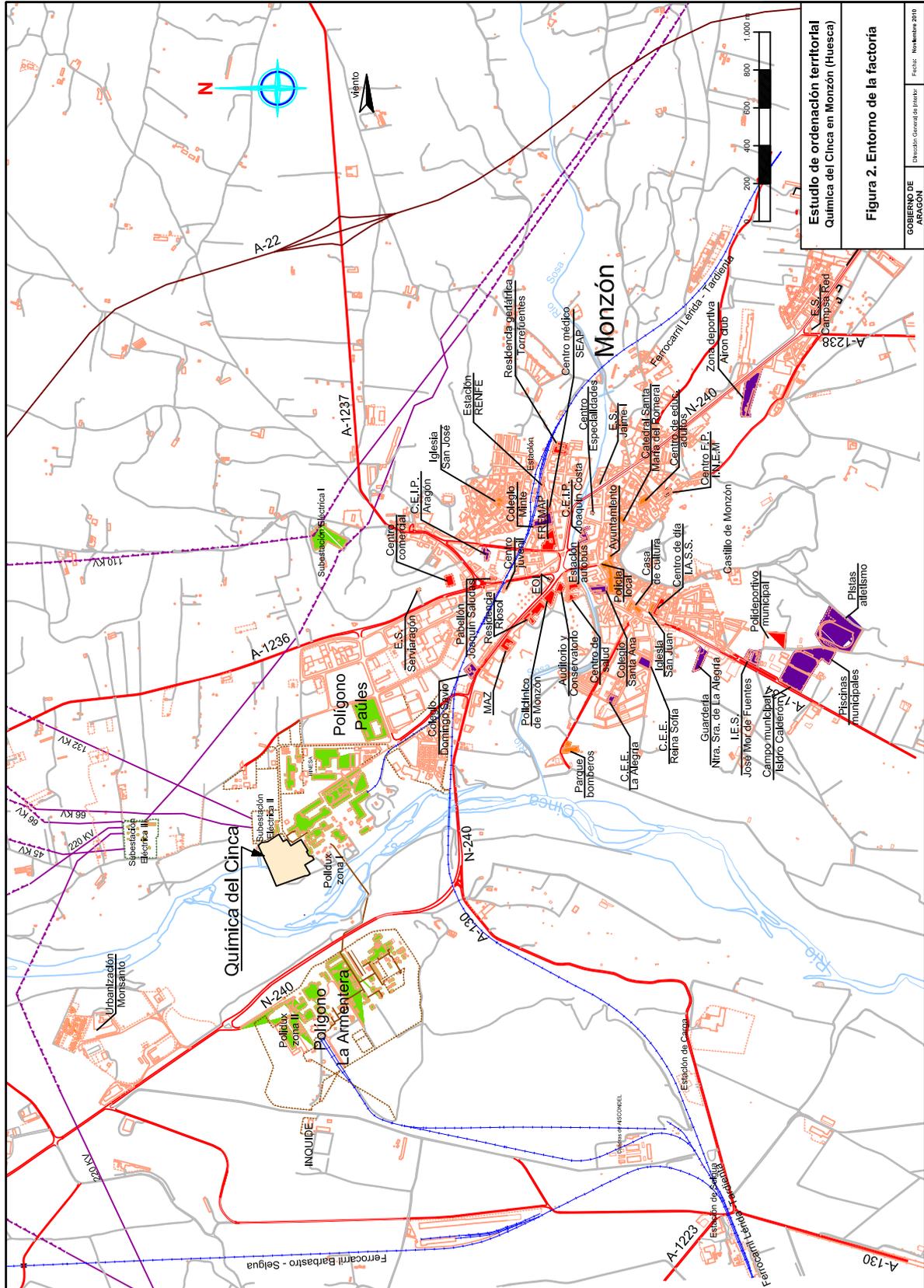
Para la aplicación de los criterios de ordenación territorial para fenómenos de tipo químico recogidos en el documento *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Nubes tóxicas. Revisión II*, es necesario conocer los valores de la frecuencia de la dirección del viento en la zona.

Por ello, en la tabla 3, figuran los valores anuales de la frecuencia de la dirección del viento en Tamarite de Litera (en %), así como la dirección dominante del viento de cada mes y del año, referida a los dieciséis rumbos principales. También se incluyen las calmas, expresadas en frecuencias (%), considerándolas cuando la velocidad del viento es inferior a 1,8 km/h. Estos valores han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología y corresponden al periodo comprendido entre los años 1989-2009.

INTRODUCCIÓN

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmas	Direc. pred.
Enero	3,4	3,1	3,1	3,8	7,6	4,1	2,4	1,5	3,1	2,9	2,3	2,2	8,9	5,0	2,6	2,6	41,6	W
Febrero	3,1	3,8	3,2	4,8	7,0	3,0	2,1	2,0	2,4	2,9	3,0	4,0	13,6	8,4	3,2	2,1	31,6	W
Marzo	2,3	2,2	1,8	3,8	8,2	5,9	4,8	2,9	5,8	2,8	3,1	5,0	16,4	6,6	2,4	1,8	24,2	W
Abril	1,3	1,6	1,7	4,1	9,2	7,0	6,6	5,4	6,1	3,4	3,2	3,7	17,0	9,4	2,8	1,6	15,9	W
Mayo	1,6	0,8	1,6	2,4	7,0	8,9	8,2	9,1	12,9	4,9	3,8	4,8	11,5	4,9	1,7	1,5	14,3	S
Junio	1,7	0,8	1,0	1,4	5,7	7,6	7,5	11,5	14,5	5,0	4,4	5,5	15,1	4,8	1,9	0,7	10,9	W
Julio	0,8	0,3	1,4	2,1	7,1	6,7	8,7	11,6	14,1	5,3	5,7	4,9	14,2	4,1	1,4	0,5	11,1	S-W
Agosto	0,6	1,1	1,1	2,1	8,0	6,6	10,4	11,3	10,3	5,6	3,7	5,4	10,4	2,4	1,3	0,6	19,2	SSE
Septiembre	1,1	1,6	1,3	2,4	9,9	6,0	5,5	7,3	8,6	3,6	3,7	5,3	14,9	3,6	1,2	0,6	23,2	W
Octubre	1,6	1,3	3,0	4,1	10,5	4,9	3,8	3,1	2,9	2,4	2,8	4,0	11,8	5,0	3,1	1,2	34,6	W
Noviembre	2,7	3,2	2,7	3,2	8,7	3,6	1,9	1,4	2,8	1,9	2,7	2,7	11,1	5,6	2,4	1,8	41,6	W
Diciembre	2,9	2,5	3,4	3,6	7,9	3,4	1,4	1,2	1,6	2,4	2,7	1,9	8,5	5,6	2,8	1,4	46,5	W
AÑO	1,9	1,9	2,1	3,1	8,1	5,6	5,3	5,7	7,1	3,6	3,4	4,1	12,8	5,5	2,2	1,4	26,2	W

Tabla 3. Valores mensuales y anuales de la frecuencia (%) de la dirección del viento.



2. Aplicación

De todas las hipótesis incidentales incluidas en el anexo E del Plan de Emergencia Exterior de los polígonos industriales de Paúles y La Armentera en Monzón correspondientes a la empresa QUÍMICA DEL CINCA S.L., se ha llevado a cabo una selección de las más representativas, estudiándose la fuga de cloro por colapso de un tanque, la fuga de cloro por rotura de una tubería de gas, la fuga de dióxido de azufre por la apertura de una válvula de seguridad de uno de los tanques y la fuga de dióxido de azufre por rotura de la manguera de descarga de la cisterna.

Las sustancias implicadas en estas hipótesis incidentales seleccionadas para el estudio son cloro y dióxido de azufre, ambas sustancias de naturaleza tóxica.

Si se produce un derrame de cloro líquido, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita o flash, mientras que otra parte cae al suelo formando un charco de líquido. La evaporación de parte del líquido del charco se producirá debida, principalmente, al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formará una nube tóxica que se desplazará a través del terreno en función de la velocidad y dirección del viento.

Igualmente, si se tiene un derrame de dióxido de azufre líquido, de nuevo la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición y por tanto una parte del líquido que escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente como evaporación *flash*. El resto del líquido forma un charco del que se irá evaporando sustancia debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formará una nube tóxica que se desplazará a través del terreno en función de la velocidad y dirección del viento.

En los apartados siguientes se presenta el estudio de ordenación territorial aplicado a cada uno de los sucesos iniciadores seleccionados. En todos los casos se indica su frecuencia de ocurrencia y los accidentes que llevan asociados. También, se presentan las distancias a las que se obtienen los valores umbral de las matrices, su representación en el plano del entorno y el estudio comparativo como resultado de la aplicación de la matriz de riesgo correspondiente.

2.1. Fuga de cloro por colapso de un tanque

Este suceso iniciador consiste en un derrame de cloro líquido debido al colapso total del tanque de almacenamiento. Las características de este recipiente son:

▶ Capacidad nominal	18,3 m ³
▶ Diámetro	1.800 mm
▶ Longitud	8.000 mm
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión nominal	15 kg/cm ²
▶ Presión diseño	30 kg/cm ²

Tras el colapso del tanque, la parte del líquido fugado que sufrirá una evaporación súbita es de 3292 kg, y el resto formará un charco, del que se irá evaporando como consecuencia del aporte de calor del terreno.

La frecuencia de ocurrencia es $5 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹ (tabla 39 del documento “Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones”) y corresponde a una fuga instantánea de todo el contenido de un recipiente a presión.

Como ya se ha comentado y dada las características del cloro, la evaporación del derrame dará lugar a la formación de una nube tóxica, de ahí que para este caso sea la matriz para fenómenos peligrosos de tipo químico la que deba aplicarse, considerando la influencia del viento, según los nuevos criterios desarrollados.

Partiendo de los datos de frecuencia del viento indicados en la tabla 3, y de la frecuencia mencionada del colapso del tanque ($5 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹), se han calculado las frecuencias correspondientes al suceso en cada uno de los 16 rumbos del viento, recogándose en la tabla 4.

Como puede observarse, para todas las direcciones del viento se obtienen valores inferiores a $1 \cdot 10^{-6}$ año⁻¹, por lo que se aplicará la quinta fila de la matriz de riesgo incluida en la tabla C del Anexo. En la tabla 5, se presenta esta quinta fila así como los valores umbral que definen cada una de las zonas.

Rumbo	Frecuencia viento (%)	Frecuencia suceso (año ⁻¹)
N	1,9	9,50·10 ⁻⁹
NNE	1,9	9,50·10 ⁻⁹
NE	2,1	1,05·10 ⁻⁸
ENE	3,1	1,55·10 ⁻⁸
E	8,1	4,05·10 ⁻⁸
ESE	5,6	2,80·10 ⁻⁸
SE	5,3	2,65·10 ⁻⁸
SSE	5,7	2,85·10 ⁻⁸
S	7,1	3,55·10 ⁻⁸
SSW	3,6	1,80·10 ⁻⁸
SW	3,4	1,70·10 ⁻⁸
WSW	4,1	2,05·10 ⁻⁸
W	12,8	6,40·10 ⁻⁸
WNW	5,5	2,75·10 ⁻⁸
NW	2,2	1,10·10 ⁻⁸
NNW	1,4	7,00·10 ⁻⁹

Tabla 4. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
Muy vulnerable-T	Muy vulnerable-T	Vulnerable-T	Baja vulnerabilidad-T

λ : Tasa de ventilación (h⁻¹).

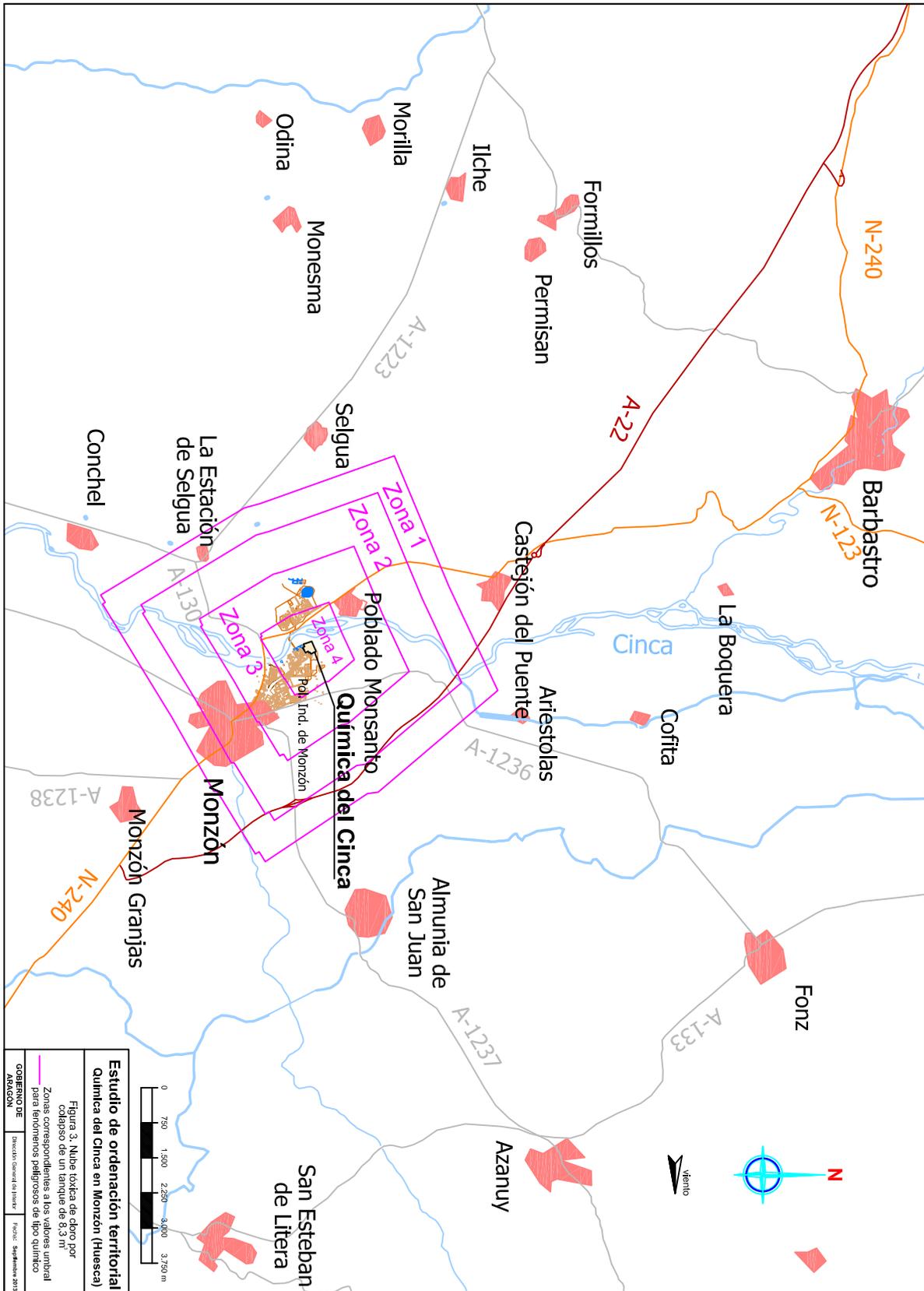
Tabla 5. Quinta fila de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico.

Una vez determinada la fila de la matriz de compatibilidad que se debe aplicar al estudio de esta hipótesis, se han calculado las distancias correspondientes a los valores umbral que definen las zonas de ordenación territorial, recogidas en la tabla 6 y representadas en la figura 3.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
	EMV-T	EMV-T	EV-T	EBV-T
Distancia nube tóxica	3.142 m	2.517 m	1.610 m	661 m

EMV-T: Elementos muy vulnerables - Tóxico; EV-T: Elementos vulnerables - Tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad - Tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables – Tóxico. λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

Tabla 6 Distancias obtenidas para los valores umbral de concentración tóxica correspondientes a una nube tóxica de cloro por colapso de un tanque.



Observando la figura anterior se desprende que tres localidades cercanas al establecimiento se verían afectadas por el accidente. Estos núcleos urbanos se han recogido en la tabla 7, en la que además se incluye la zona en la que se ubican.

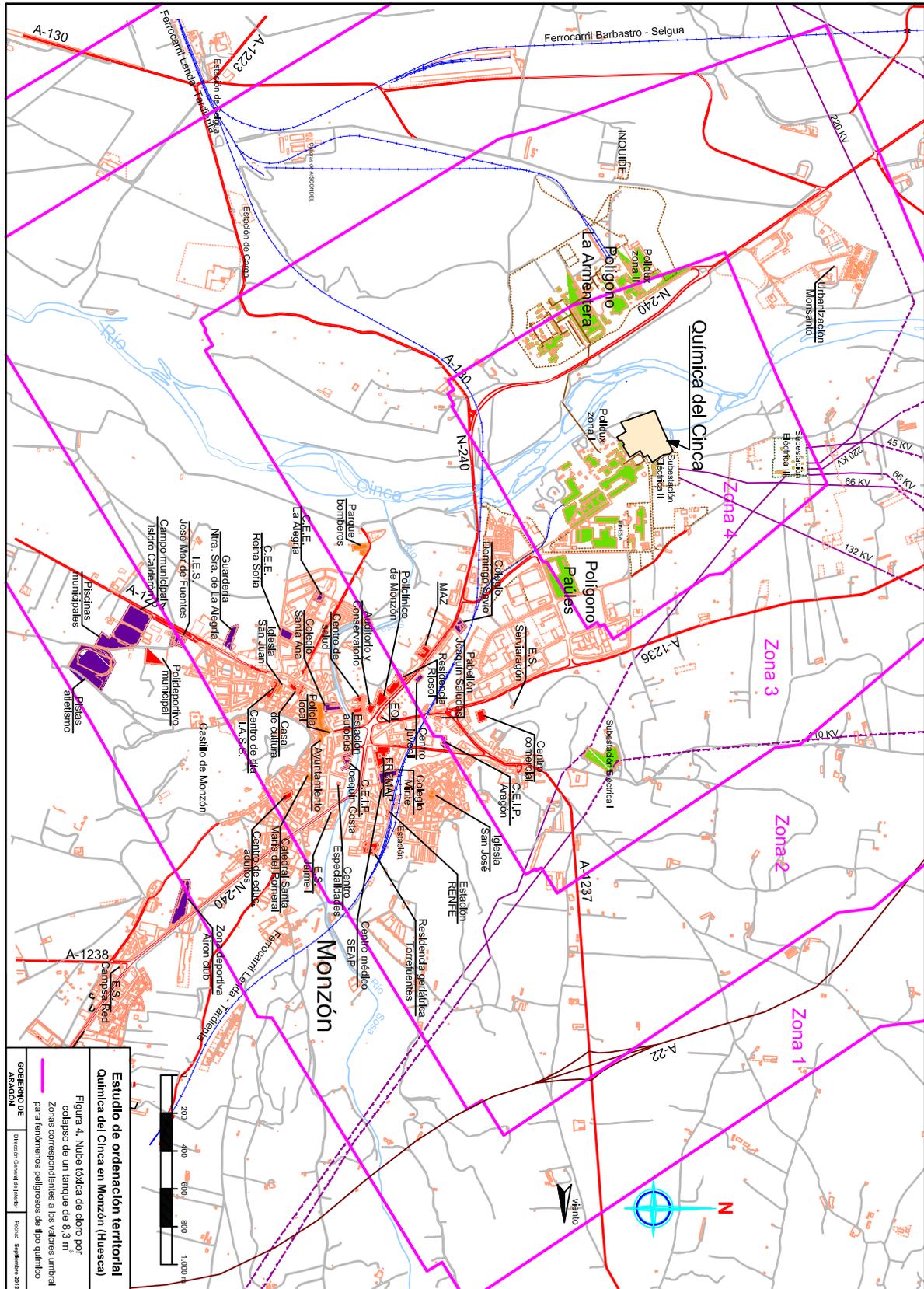
Elemento	Zona real
Monzón	Zona 4
Poblado de Monsanto	Zona 3
La Estación de Selgua	Zona 1

Tabla 7. Localidades afectadas por el accidente.

Según la tabla anterior y teniendo en cuenta la fila de la matriz de riesgo que corresponde aplicar (fila quinta), en zona 1 y en zona 2 estaría permitido situar cualquier tipo de elemento, con independencia de su vulnerabilidad. Por tanto, habría que analizar únicamente Monzón y el Poblado de Monsanto, que se encuentran en zonas más cercanas al establecimiento y en las que la matriz establece algún tipo de restricción.

El Poblado de Monsanto se considera como una zona residencial y, por tanto, un elemento de baja vulnerabilidad. Es por ello que, de acuerdo con la matriz, podría situarse en zona 4, siendo ubicación actual compatible.

En el caso de Monzón, hay que realizar un análisis más exhaustivo, puesto que es la población más cercana al establecimiento, con mayor número de habitantes y que dispone de un gran número de servicios y elementos cuya ubicación se debe considerar. Por esta razón, en la figura 4 se representan las distancias calculadas para este accidente en un plano de la localidad de Monzón, en el que pueden apreciarse con mayor claridad los elementos que se pueden encontrar en este núcleo de población.



La tabla 8 recoge los elementos de la localidad de Monzón afectados por la nube tóxica estudiada, junto a su clasificación, la zona en la que se encuentra la ubicación actual y la zona en la que debería encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico. Aquéllos coloreados en rojo son los que su ubicación actual no es compatible con la propuesta por la matriz.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Colegio Domingo Savio	Muy vulnerable-T	Zona 3	Zona 2
Centro juvenil	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Colegio de educación especial La Alegría	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Colegio de educación especial Reina Sofía	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Colegio de educación infantil y primaria Aragón	Muy vulnerable-T	Zona 3	Zona 2
Colegio Santa Ana	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Guardería Ntra. Sra. de la Alegría	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Colegio Minte	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Colegio de educación infantil y primaria Joaquín Costa	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Instituto de educación secundaria José Mor de Fuentes	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Campo municipal Isidro Calderón	Muy vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Piscinas municipales	Muy vulnerable-T	Zona 1	Zona 2
Pistas de atletismo	Muy vulnerable-T	Zona 1	Zona 2

Tabla 8. Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de cloro por colapso de un tanque.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Zona deportiva Airon club	Muy vulnerable-T	Zona 1	Zona 2
Centro de día I.A.A.S.	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Residencia Riosol	Vulnerable-T	Zona 3	Zona 3
Residencia geriátrica Torrefuentes	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
MAZ	Vulnerable-T	Zona 3	Zona 3
Auditorio	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Centro comercial	Vulnerable-T	Zona 3	Zona 3
Pabellón Joaquín Saludas	Vulnerable-T	Zona 3	Zona 3
Policlínico de Monzón	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Centro de salud	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Escuela oficial de idiomas (E.O.I.)	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Estación de autobús	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Casa de cultura	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Centro sanitario FREMAP	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Centro médico SEAP	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Centro de especialidades	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Centro de educación de adultos	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3

Tabla 8 (continuación). Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de cloro por colapso de un tanque.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Estación de ferrocarril de Monzón	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Polideportivo municipal	Vulnerable-T	Zona 1	Zona 3
Ferrocarril Lérida - Tardienta	Baja vulnerabilidad-T	Zona 4	Zona 4
Ferrocarril Barbastro - Selgua	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Parque de bomberos	Baja vulnerabilidad-T	Zona 3	Zona 4
Conservatorio	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Estación de servicio Serviaragón	Baja vulnerabilidad-T	Zona 3	Zona 4
Iglesia de San Juan	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Policía local	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Iglesia San José	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Ayuntamiento	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Catedral Santa María del Romeral	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Estación de servicio Jaime I	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Castillo de Monzón	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Carretera N-240	Baja vulnerabilidad-T	Zona 4	Zona 4
Autovía A-22	Baja vulnerabilidad-T	Zona 2	Zona 4
Polígono Industrial de Paúles	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4

Tabla 8 (continuación). Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de cloro por colapso de un tanque.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Polígono Industrial La Armentera	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica III	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica I	Poco vulnerable-T	Zona 3	Zona 4
Carretera A-130	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4
Carretera A-1234	Poco vulnerable-T	Zona 2	Zona 4
Carretera A-1236	Poco vulnerable-T	Zona 3	Zona 4
Carretera A-1223	Poco vulnerable-T	Zona 1	Zona 4
Carretera A-1237	Poco vulnerable-T	Zona 3	Zona 4

Tabla 8 (continuación). Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de cloro por colapso de un tanque.

Según la tabla anterior, el colegio Domingo Savio y el colegio de educación infantil y primaria Aragón se encuentran actualmente ubicados más cerca del establecimiento que lo que recomienda la matriz para fenómenos de tipo químico. El resto de los elementos, o bien se encuentran en las mismas zonas propuestas por la matriz, o incluso más alejados.

2.2. Fuga de cloro gas por rotura total de una tubería

Este suceso iniciador consiste en una fuga de cloro gas, ocasionada por la rotura total de la tubería de transporte, que tiene las siguientes características:

▶ Diámetro	15,24 cm
▶ Longitud	75 m
▶ Temperatura	25 °C
▶ Presión	2,75 kg/cm ²
▶ Caudal	3.500 kg/h

Se considera una fuga con un caudal de 1,5 veces el caudal normal de circulación en la tubería.

La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ (tabla 43 del documento "Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones"), que corresponde a una fuga por rotura total de tubería, con fuga a ambos lados del punto de rotura, para tuberías con diámetro nominal superior a 150 mm. Teniendo en cuenta que la longitud de la tubería es 75 metros, la frecuencia de ocurrencia final es $7,5 \cdot 10^{-6} \text{ año}^{-1}$.

Como ya se ha mencionado anteriormente, este suceso puede desencadenar la dispersión de una nube tóxica y, por tanto, lleva asociados fenómenos de tipo químico. Así pues, teniendo en cuenta las direcciones del viento, se han calculado las frecuencias correspondientes al suceso en cada uno de los dieciséis rumbos principales.

Rumbo	Frecuencia viento (%)	Frecuencia suceso (año ⁻¹)
N	1,9	$1,43 \cdot 10^{-7}$
NNE	1,9	$1,43 \cdot 10^{-7}$
NE	2,1	$1,58 \cdot 10^{-7}$
ENE	3,1	$2,33 \cdot 10^{-7}$
E	8,1	$6,08 \cdot 10^{-7}$
ESE	5,6	$4,20 \cdot 10^{-7}$
SE	5,3	$3,98 \cdot 10^{-7}$
SSE	5,7	$4,28 \cdot 10^{-7}$
S	7,1	$5,33 \cdot 10^{-7}$
SSW	3,6	$2,70 \cdot 10^{-7}$
SW	3,4	$2,55 \cdot 10^{-7}$

Tabla 9. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Rumbo	Frecuencia viento (%)	Frecuencia suceso (año ⁻¹)
WSW	4,1	3,08·10 ⁻⁷
W	12,8	9,60·10 ⁻⁷
WNW	5,5	4,13·10 ⁻⁷
NW	2,2	1,65·10 ⁻⁷
NNW	1,4	1,05·10 ⁻⁷

Tabla 9 (continuación). Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como se observa, para todas las direcciones de viento se obtienen valores inferiores a $1 \cdot 10^{-6}$ año⁻¹, por lo que será necesario aplicar la quinta fila de la matriz, la cual se recoge en la tabla 10, junto a las zonas definidas para ordenación territorial y sus correspondientes valores umbral.

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
Muy vulnerable-T	Muy vulnerable-T	Vulnerable-T	Baja vulnerabilidad-T

λ : Tasa de ventilación (h⁻¹).

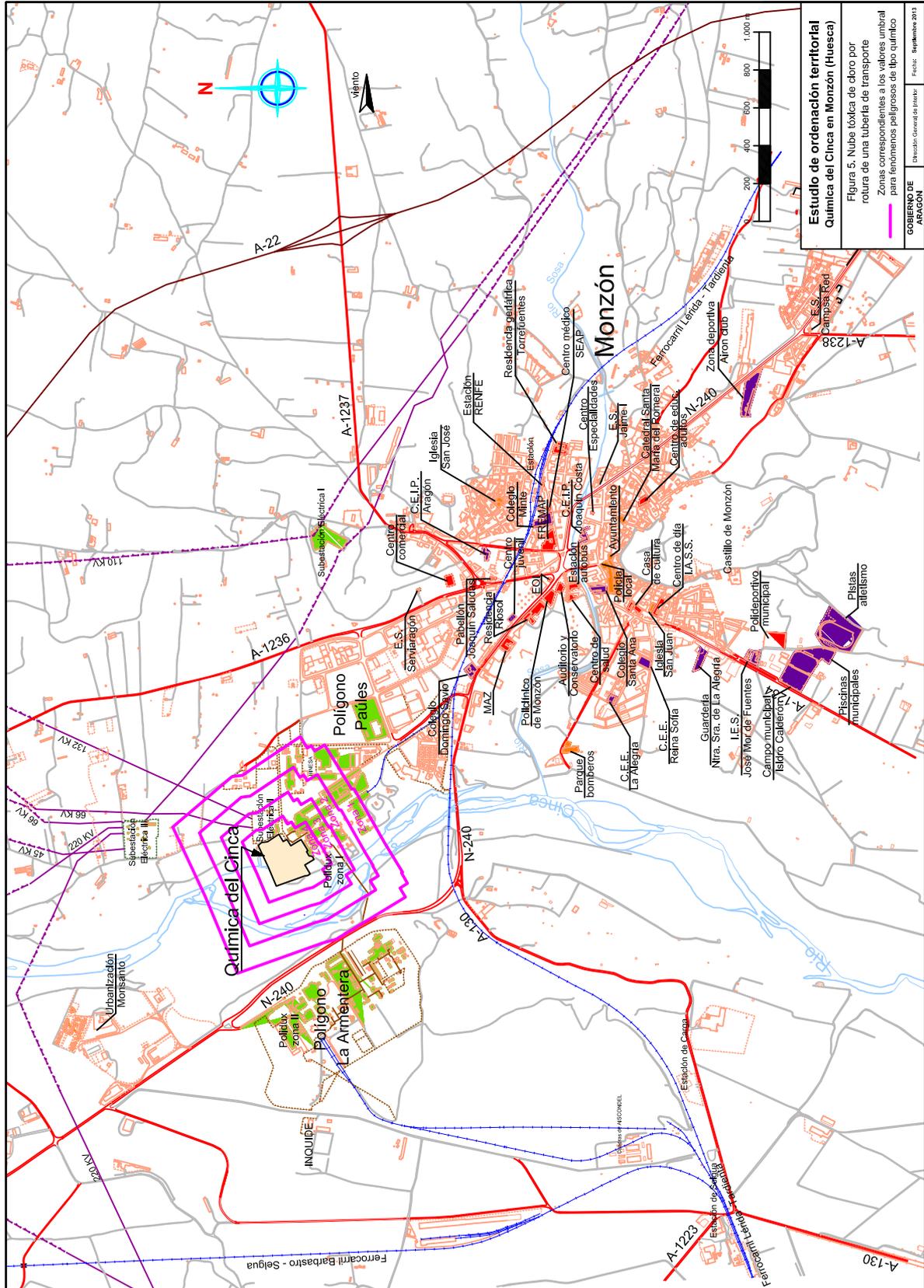
Tabla 10. Quinta fila de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico.

En la tabla 11 se encuentran recogidas las distancias correspondientes a los valores umbral que definen cada una de las zonas, que aparecen representadas en la figura 5.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
	EMV-T	EMV-T	EV-T	EBV-T
Distancia nube tóxica	365 m	251 m	158 m	68 m

EMV-T: Elementos muy vulnerables - Tóxico; EV-T: Elementos vulnerables - Tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad - Tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables - Tóxico. λ : Tasa de ventilación (h⁻¹).

Tabla 11. Distancias obtenidas para los valores umbral de concentración tóxica correspondientes a una nube tóxica de cloro por rotura de una tubería de transporte de gas.



La siguiente tabla recoge los elementos de la localidad de Monzón afectados por la nube tóxica estudiada, junto a su clasificación, la zona en la que se encuentra la ubicación actual y la zona en la que debería encontrarse por aplicación de la quinta fila de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Polígono Industrial de Paúles	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4

Tabla 12. Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de cloro por rotura de una tubería de transporte de gas.

Como se desprende de la tabla anterior, las empresas del polígono industrial Paúles y la subestación eléctrica son los únicos elementos afectados por este suceso y sus ubicaciones se corresponden con las propuestas por la matriz de riesgo.

2.3. Fuga de dióxido de azufre por apertura de la válvula de seguridad del depósito

Este suceso iniciador consiste en una fuga de dióxido de azufre gas debido a la apertura de la válvula de seguridad del depósito. Las características de este recipiente son:

- ▶ Capacidad nominal 30 m³
- ▶ Diámetro 2.450 mm
- ▶ Longitud 7.000 mm
- ▶ Temperatura ambiente
- ▶ Presión nominal 8 kg/cm²
- ▶ Presión diseño 10 kg/cm²
- ▶ Presión apertura válvula seguridad 5 bar
- ▶ Diámetro válvula seguridad 0,05 m
- ▶ Caudal descarga válvula 1.104 m³/h

La frecuencia de ocurrencia considerada es de $2 \cdot 10^{-6}$ año⁻¹, correspondiente a una fuga de sustancia a la atmósfera por fallo en la válvula de seguridad (tabla 46 del documento "Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones"). Con este dato, y puesto que el dióxido de azufre es una sustancia con características tóxicas, es preciso tener en cuenta la frecuencia del viento en los 16 rumbos principales, como se muestra a continuación.

Rumbo	Frecuencia viento (%)	Frecuencia suceso (año ⁻¹)
N	1,9	3,80·10 ⁻⁸
NNE	1,9	3,80·10 ⁻⁸
NE	2,1	4,20·10 ⁻⁸
ENE	3,1	6,20·10 ⁻⁸
E	8,1	1,62·10 ⁻⁷
ESE	5,6	1,12·10 ⁻⁷
SE	5,3	1,06·10 ⁻⁷
SSE	5,7	1,14·10 ⁻⁷
S	7,1	1,42·10 ⁻⁷
SSW	3,6	7,20·10 ⁻⁸
SW	3,4	6,80·10 ⁻⁸
WSW	4,1	8,20·10 ⁻⁸
W	12,8	2,56·10 ⁻⁷
WNW	5,5	1,10·10 ⁻⁷
NW	2,2	4,40·10 ⁻⁸
NNW	1,4	2,80·10 ⁻⁸

Tabla 13. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como se observa, todas las direcciones de viento tienen valores inferiores a $1 \cdot 10^{-6} \text{año}^{-1}$, por lo que será necesario aplicar la quinta fila de la matriz, recogida en la tabla 14 junto con los valores umbral que definen las zonas de ordenación territorial. Las distancias obtenidas para los valores umbral se recogen en la tabla 15 y se han representado en la figura que hay a continuación.

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
Muy vulnerable-T	Muy vulnerable-T	Vulnerable-T	Baja vulnerabilidad-T

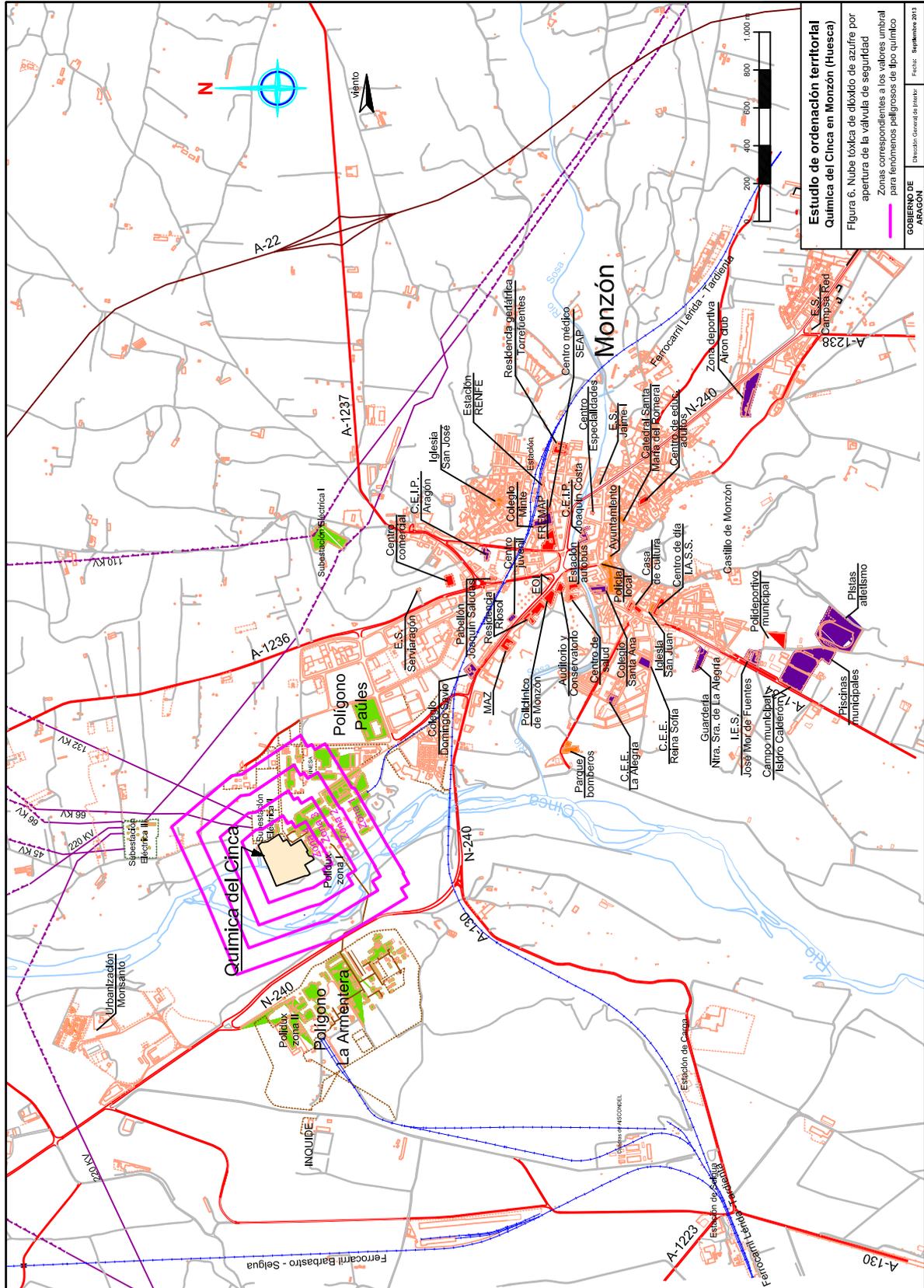
λ : Tasa de ventilación (h⁻¹).

Tabla 14. Quinta fila de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
	EMV-T	EMV-T	EV-T	EBV-T
Distancia nube tóxica	370 m	259 m	163 m	70 m

EMV-T: Elementos muy vulnerables - Tóxico; EV-T: Elementos vulnerables - Tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad - Tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables - Tóxico. λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

Tabla 15. Distancias obtenidas para los valores umbral de concentración tóxica correspondientes a una nube tóxica de dióxido de azufre por apertura de la válvula de seguridad.



La tabla 16 recoge los elementos afectados por la nube tóxica estudiada, junto a su clasificación, la zona en la que se encuentra según su ubicación actual y la zona en la que debería encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Polígono Industrial de Paúles	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 4

Tabla 16. Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de dióxido de azufre por la apertura de la válvula de seguridad del tanque.

Al igual que ocurría para la fuga de cloro gas, los elementos afectados por el accidente, son las empresas del polígono industrial Paúles y la subestación eléctrica, pero según los nuevos criterios de ordenación territorial desarrollados para fenómenos de tipo químico, sus ubicaciones se corresponden con las propuestas por la matriz de riesgo.

2.4. Fuga de dióxido de azufre por rotura de la manguera de descarga de la cisterna

Este suceso iniciador consiste en un derrame de dióxido de azufre líquido, ocasionado por la rotura total de la manguera de descarga de la cisterna. Las características de esta instalación se presentan a continuación:

▶ Capacidad útil	20,5 m ³
▶ Diámetro	2.560 mm
▶ Longitud	6.550 mm
▶ Caudal descarga operación	5,4 m ³ /h
▶ Caudal másico operación	7.540 kg/h
▶ Diámetro manguera descarga	2"
▶ Tiempo de descarga	4-8 h
▶ N° cisternas al año (2012)	14

La fuga considerada en este suceso puede dar lugar a la formación de una nube tóxica, por lo que la matriz que se ha aplicado es la que corresponde a los fenómenos de tipo químico (tabla C del anexo).

Este suceso se identifica como una fuga de sustancia por rotura de la manguera de descarga de la cisterna presurizada con derrame a ambos lados del punto de rotura. La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $4 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$ (tabla 47 del documento "Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y

explosiones”). De acuerdo con lo indicado por la empresa, el tiempo de descarga de la cisterna puede oscilar entre 4 y 8 horas dependiendo de la eficacia de la torre de absorción, por lo que para este suceso se ha decidido realizar el caso más desfavorable, que se tendría con un tiempo de descarga de 8 horas, que corresponde al cálculo más conservador. Además, teniendo en cuenta las direcciones del viento, se han calculado las frecuencias correspondientes al suceso en cada uno de los dieciséis rumbos principales, recogándose dichos valores en la tabla 17:

Rumbo	Frecuencia viento (%)	Frecuencia suceso (año ⁻¹)
N	1,9	8,51·10 ⁻⁶
NNE	1,9	8,51·10 ⁻⁶
NE	2,1	9,41·10 ⁻⁶
ENE	3,1	1,39·10 ⁻⁵
E	8,1	3,63·10 ⁻⁵
ESE	5,6	2,51·10 ⁻⁵
SE	5,3	2,37·10 ⁻⁵
SSE	5,7	2,55·10 ⁻⁵
S	7,1	3,18·10 ⁻⁵
SSW	3,6	1,61·10 ⁻⁵
SW	3,4	1,52·10 ⁻⁵
WSW	4,1	1,84·10 ⁻⁵
W	12,8	5,73·10 ⁻⁵
WNW	5,5	2,46·10 ⁻⁵
NW	2,2	9,86·10 ⁻⁶
NNW	1,4	6,27·10 ⁻⁶

Tabla 17. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, considerando 8 horas de uso de la manguera se obtienen valores de frecuencia con hasta dos órdenes de magnitud distintos, lo que implica la necesidad de aplicar diferentes filas de la matriz correspondiente para cada uno de ellos.

Así, para las direcciones N, NNE, NE, NW y NNW se aplicará la cuarta fila de la matriz y para el resto habrá que aplicar la tercera fila de la matriz. Esto implica que habrá que aplicar criterios de ordenación territorial distintos en función de la dirección del viento en la que se encuentren ubicados los elementos. Ambas filas se han recopilado en la tabla 18, junto con los valores umbral correspondientes a las zonas definidas para ordenación territorial.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
Fila 3	Vulnerable-T	Vulnerable-T	Baja vulnerabilidad-T	Vacío
Fila 4	Muy vulnerable-T	Vulnerable-T	Baja vulnerabilidad-T	Poco vulnerable-T

λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

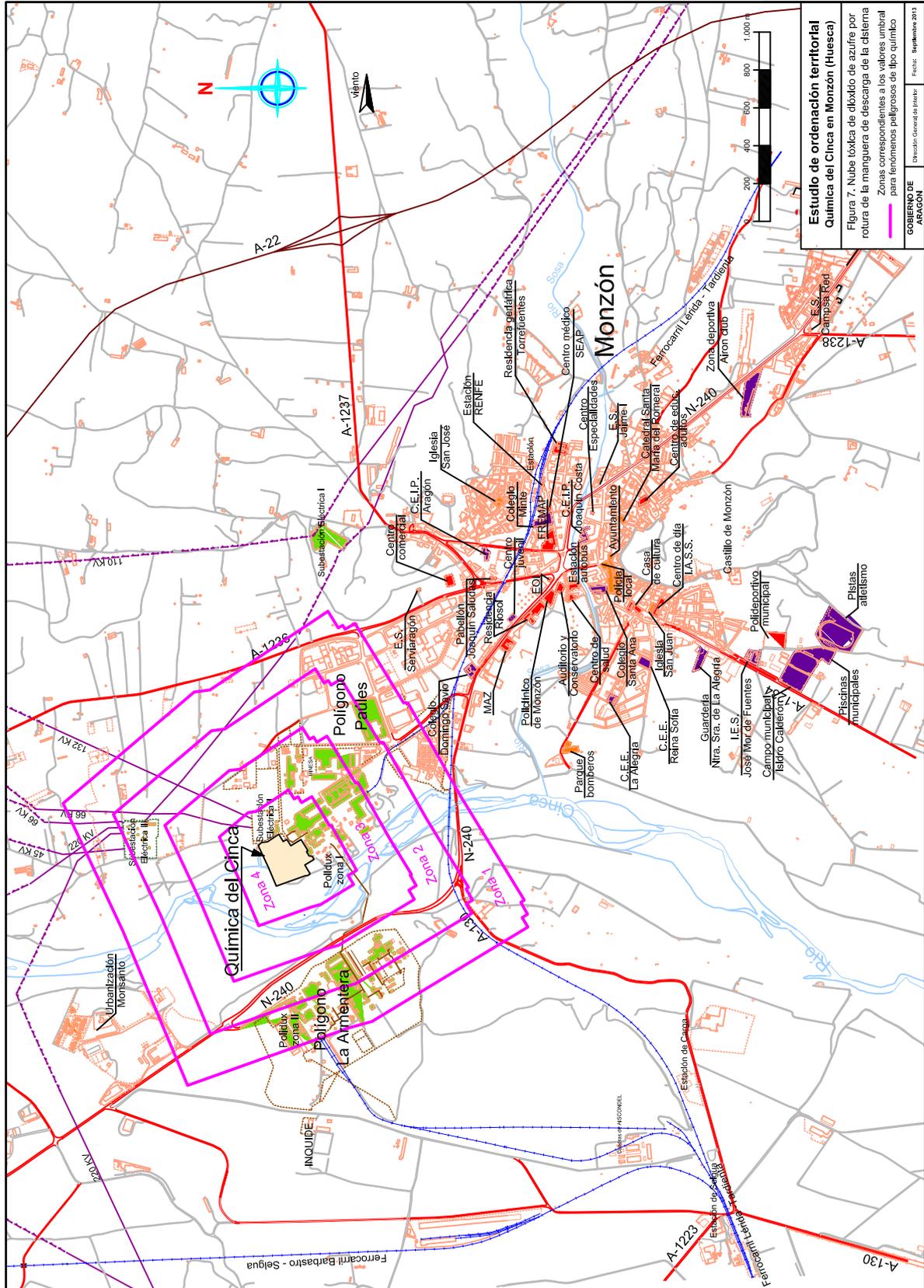
Tabla 18. Tercera y cuarta filas de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico.

Las distancias que se obtienen para este suceso se muestran en la tabla 19, y su representación en la figura 7.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
Fila 3	EV-T	EV-T	EBV-T	Vacío
Fila 4	EMV-T	EV-T	EBV-T	EPV-T
Distancia nube tóxica	834 m	619 m	399 m	166 m

EMV-T: Elementos muy vulnerables - Tóxico; EV-T: Elementos vulnerables - Tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad - Tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables - Tóxico. λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

Tabla 19. Distancias obtenidas para los valores umbral de concentración tóxica correspondientes a una nube tóxica de dióxido de azufre por rotura de la manguera de descarga de la cisterna.



En la tabla 20 se presenta el análisis de los elementos del entorno, afectados por la nube tóxica estudiada, junto a su clasificación, la zona en la que se encuentra, y la zona en la que debería encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico. En rojo aparecen aquellos casos en los que la ubicación actual del elemento no es compatible con la propuesta por la matriz.

Elemento	Clasificación	Zona real	Zona según la matriz de riesgo
Ferrocarril Lérida - Tardienta	Vulnerable-T	Zona 2	Zona 2
Carretera N-240	Baja vulnerabilidad-T	Zona 3	Zona 3
Polígono Industrial de Paúles	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 3
Polígono Industrial La Armentera	Poco vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Subestación eléctrica II	Poco vulnerable-T	Zona 4	Zona 3
Subestación eléctrica III	Poco vulnerable-T	Zona 2	Zona 3
Carretera A-130	Poco vulnerable-T	Zona 2	Zona 4
Carretera A-1236	Poco vulnerable-T	Zona 1	Zona 3

Tabla 20. Comparación de la ubicación de los elementos para una nube tóxica de dióxido de azufre por la rotura de la manguera de descarga de una cisterna.

Resaltar que para el ferrocarril y la carretera A-130 (situados en los cuadrantes SE y SW de la figura anterior, respectivamente) se ha aplicado la cuarta fila de la matriz, ya que se verían afectados por las direcciones del viento N, NNE, NE, NW y NNW, y para el resto de elementos afectados se ha aplicado la tercera fila. De todos ellos, el polígono industrial Paúles y la subestación eléctrica II, tendrían que situarse más alejados de la factoría para ser compatibles con los criterios de ordenación territorial desarrollados.

3. Conclusiones

Tal y como puede comprobarse a lo largo del documento, en la mayoría de los sucesos estudiados, existe compatibilidad entre la ordenación territorial actual y la que sería recomendable según la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico, tras la aplicación de los nuevos criterios desarrollados.

Para el primer suceso estudiado, colapso de un tanque de cloro, dada la magnitud del suceso, el número de elementos afectados es muy elevado, pero solamente dos de ellos, presentarían una ubicación incompatible con la propuesta por la matriz de riesgo.

Para los sucesos 2 (fuga de cloro por rotura de tubería) y 3 (fuga de dióxido de azufre por apertura de la válvula de seguridad), el número de elementos afectados se reduce considerablemente obteniéndose además que su ubicación es compatible con la propuesta.

Por último, para la rotura de la manguera de la cisterna de dióxido de azufre, remarcar que para comprobar si la ubicación de los elementos es compatible con lo propuesto por la matriz, ha sido necesario analizar la ubicación de cada elemento en función de la dirección del viento, ya que no se aplica la misma fila de la matriz para todas las direcciones.

APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

LINDE GAS ESPAÑA S.A.U.

MONZÓN (HUESCA)

G015-L069-20201109

febrero 2021

Índice

1. Introducción	1
1.1. Descripción del establecimiento	1
1.2. Entorno	3
2. Aplicación	11
2.1. Hipótesis 1: Colapso de un tanque de almacenamiento.....	13
Valores umbral	14
Frecuencia de ocurrencia	14
Estudio de compatibilidad.....	22
2.2. Hipótesis 2: Fuga de amoníaco por rotura total de la tubería de salida del tanque de almacenamiento.....	23
Valores umbral	23
Frecuencia de ocurrencia	24
Estudio de compatibilidad.....	30
2.3. Hipótesis 3: Colapso de un camión cisterna de amoníaco	31
Valores umbral	31
Frecuencia de ocurrencia	32
Estudio de compatibilidad.....	40
2.4. Hipótesis 4: Fuga de amoníaco por rotura de la manguera de un camión cisterna de amoníaco.....	41
Valores umbral	41
Frecuencia de ocurrencia	42
Estudio de compatibilidad.....	48
2.5. Hipótesis 5: Fuga de hidrógeno por rotura total de una tubería.....	49
Valores umbral	49
Frecuencia de ocurrencia	50
Estudio de compatibilidad.....	53
2.6. Hipótesis 6: Explosión física de un semirremolque de hidrógeno.....	53

Valores umbral.....	54
Frecuencia de ocurrencia.....	54
Estudio de compatibilidad	57
2.7. Hipótesis 7: Fuga de propileno por rotura catastrófica de un contenedor	57
Valores umbral.....	58
Frecuencia de ocurrencia.....	58
Estudio de compatibilidad	64
3. Conclusiones	65

1. Introducción

Este documento recoge el estudio de ordenación territorial para el establecimiento de Linde Gas España S.A.U. (en adelante LINDE), localizado en el polígono industrial Paúles, en la población de Monzón (Huesca). Para llevar a cabo el estudio, se ha partido de la información recopilada durante la visita realizada a la empresa el 6 de septiembre de 2018 y de otros datos solicitados al establecimiento posteriormente.

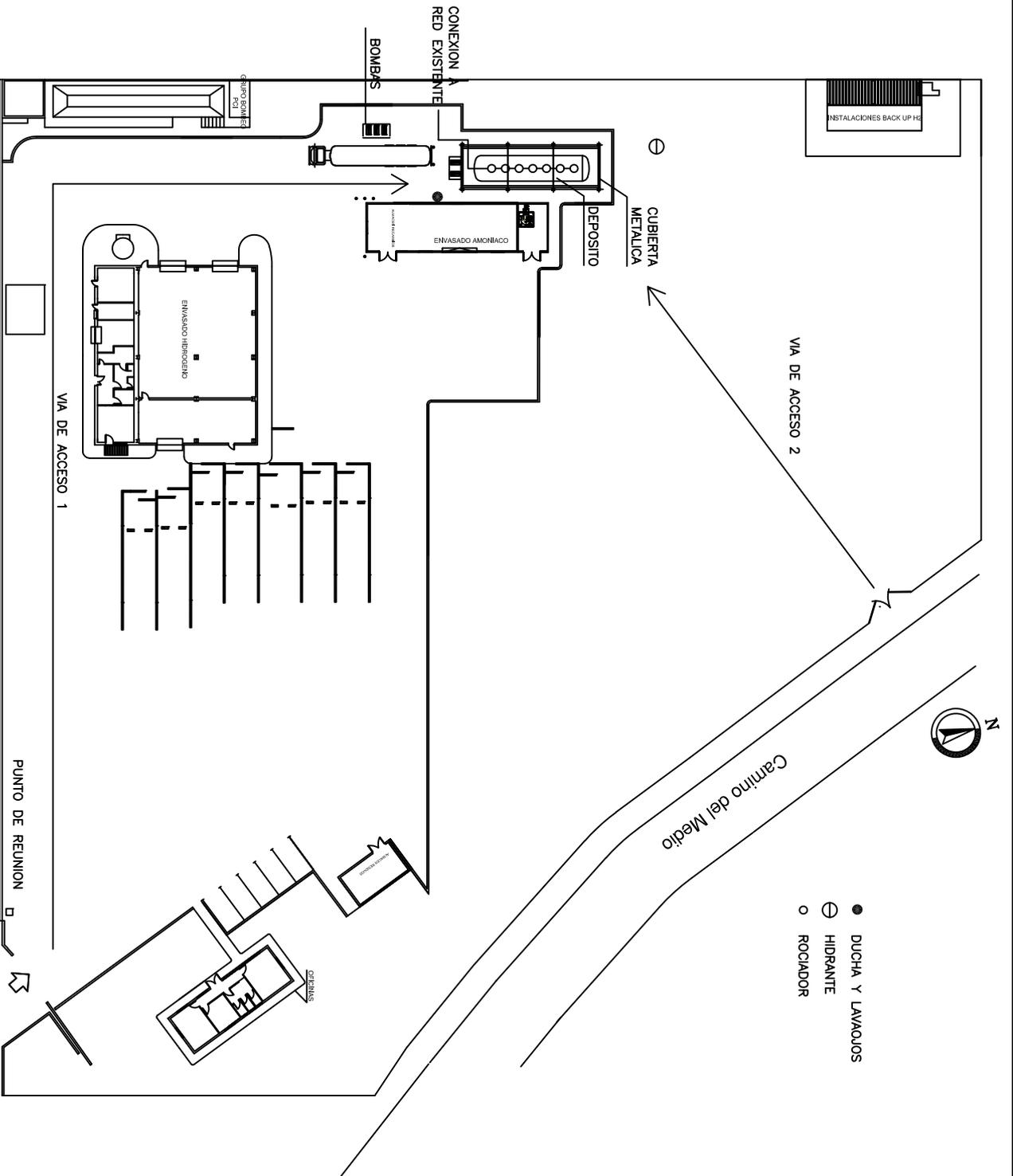
LINDE está afectado por la legislación de accidentes graves en su nivel inferior, debido a la presencia de amoniaco anhidro en cantidad superior al valor umbral inferior correspondiente. Además, en el establecimiento hay presentes otras sustancias afectadas por la normativa de accidentes graves en cantidades por debajo de los valores umbrales inferiores correspondientes, concretamente: hidrógeno, Wurmgas 90, Wurmgas 10, metano, propileno y cloruro de hidrógeno. También se encuentran presentes oxígeno, agua amoniacal y acetileno, pero en cantidades muy pequeñas, por debajo del 2% del valor umbral inferior.

La metodología y el procedimiento seguidos para la realización de este estudio se encuentran en los documentos: “*Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*” y “*Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Nubes tóxicas. Revisión II*”, de noviembre de 2012.

1.1. Descripción del establecimiento

La actividad ejercida en la instalación consiste en el almacenamiento y llenado a presión de recipientes con gases industriales, concretamente hidrógeno y amoniaco anhidro.

El hidrógeno se recibe por tubería procedente de la empresa Química del Cinca S.L. y es envasado en botellas, bloques y en semirremolques. El amoniaco anhidro se envasa en botellas y drums, bien directamente desde el camión cisterna de 40.000 L o bien desde un depósito cilíndrico horizontal de 88.000 L. Posteriormente, se transportan los recipientes con los gases industriales en su interior, desde las zonas de llenado hasta las propias áreas de almacenamiento. A continuación, se muestra un plano del establecimiento industrial.



- DUCHA Y LAVAJOS
- ⊕ HIDRANTE
- ROCIADOR

Fecha		Nombre		ATYP INGENIEROS, S.L. C/ Barón de Eroles, 27 22400 MONZÓN (Huesca)	Número : 1 Sustituye a : Sustituido por :
Dibujado	06 - 18	PUERTOLAS			
Comprobado	06 - 18	LACOSTA			
Escala		1/500		CDO DE INSTALACION DE UN DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO DE 88 m ³ EN LA PLANTA DE ABELLO LINDE DE MONZON (Huesca)	
PLANTA ESTADO DEFINITIVO					

TMA 07-16 41 m

1.2. Entorno

A continuación, en la tabla 1, se presenta una relación de los elementos que se encuentran en el entorno de LINDE clasificados según el tipo de vulnerabilidad establecido para fenómenos de tipo térmico y mecánico (columna EV), y para fenómenos de tipo químico (columna EV-T), y la distancia a la que se encuentran de la empresa.

Remarcar que, de acuerdo con la metodología, no se considera que las vías de transporte pertenezcan a un municipio en concreto, por lo que no se han agrupado junto al resto de elementos asociados a la localidad de Monzón.

Comentar también que, en la tabla 1, se han citado específicamente las empresas Seveso de Monzón (Química del Cinca S.L., INQUIDE S.A.U. y Carburo de Cinca S.A), aunque pertenezcan a los polígonos industriales de La Armentera y Paúles. Además, también se han citado las empresas Polidux, Ercros y Energworks Monzón por estar incluidas dentro del PEE Monzón.

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad (EV)	Tipo de vulnerabilidad (EV-T)
Carretera A-1236 (IMD=1.704)	446	EPV-T	EPV
Ferrocarril Lérida - Tardienta	915	EBV-T	EBV
Carretera A-130 (IMD=1.753)	920	EPV-T	EPV
Carretera N-240 (IMD=5.430)	940	EBV-T	EBV
Carretera A-1237 (IMD=1.512)	1.319	EPV-T	EPV
Carretera A-1234 (IMD=2.348)	2.125	EPV-T	EPV
Autovía A-22 (IMD 8.622)	2.424	EBV-T	EBV
Ferrocarril Barbastro - Selgua	2.582	EBV-T	EBV
Carretera A-1223 (IMD=1.813)	3.309	EPV-T	EPV
Carretera A-1238 (IMD=1.294)	3.513	EPV-T	EPV
Monzón 16.973 habitantes			
Energyworks Monzón	87	EPV-T	EPV
Subestación eléctrica II	220	EPV-T	EPV
Química del Cinca S.A. (Seveso superior)	350	EPV-T	EPV
Subestación eléctrica III	576	EPV-T	EPV
Polígono Industrial La Armentera	995	EPV-T	EPV
POLIDUX	995	EPV-T	EPV
ERCROS	995	EPV-T	EPV

Tabla 1. Elementos del entorno de LINDE.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad (EV)	Tipo de vulnerabilidad (EV-T)
Carbuero del Cinca S.L. (Seveso superior)	995	EPV-T	EPV
Estación de servicio Bonárea Energía	1.020	EBV-T	EBV
Centro Privado de Educación Secundaria Santo Domingo Savio	1.066	EMV-T	EMV
Subestación eléctrica I	1.072	EPV-T	EPV
Convento Santa Clara	1.175	EBV-T	EBV
Estación de servicio Orangután	1.233	EBV-T	EBV
Hipermercado	1.233	EV-T	EV
Centro MAZ Monzón	1.301	EV-T	EV
Pabellón Joaquín Saludas	1.428	EV-T	EV
Zona deportiva Airon club	1.435	EMV-T	EV
Centro juvenil	1.472	EMV-T	EMV
Residencia ancianos Riosol	1.476	EV-T	EMV
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Aragón	1.483	EMV-T	EMV
Poblado Monsanto (0 habitantes)	1.500	EBV-T	EBV
Parque de bomberos Cinca Medio	1.545	EBV-T	EBV
Barrio Armentera (30 habitantes)	1.579	EBV-T	EBV
Centro Policlínico de Monzón	1.612	EV-T	EV
Escuela Oficial de Idiomas Ignacio Luzán	1.676	EV-T	EV
Conservatorio de Música Miguel Fleta	1.701	EV-T	EV
Iglesia San José	1.725	EBV-T	EBV
Centro de salud de Monzón	1.734	EV-T	EV
Colegio de Educación Especial (C.E.E.) La Alegría	1.767	EMV-T	EMV
Centro privado de Educación Infantil y Primaria Minte	1.777	EMV-T	EMV
Estación de autobús	1.796	EV-T	EV
INQUIDE S.A.U. (Seveso superior)	1.869	EPV-T	EPV
Centro médico Policlínica SEAP	1.913	EV-T	EV
Centro privado de Educación Infantil y Primaria Santa Ana	1.930	EMV-T	EMV
Policía local	1.953	EBV-T	EBV
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Joaquín Costa	1.954	EMV-T	EMV
Centro ocupacional para personas con discapacidad Reina Sofía (Atades)	1.975	EMV-T	EMV
Estación de ferrocarril de Monzón	1.959	EV-T	EV
Ayuntamiento	2.020	EBV-T	EBV

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de LINDE.

INTRODUCCIÓN

Puntos vulnerables	Distancia factoría (m)	Tipo de vulnerabilidad (EV)	Tipo de vulnerabilidad (EV-T)
Casa de Cultura (salas de exposiciones, salón de actos, escuelas municipales, biblioteca municipal, oficinas comarcales y museo arqueológico)	2.032	EV-T	EV
Castillo de Monzón	2.055	EBV-T	EBV
Centro sanitario de especialidades	2.074	EV-T	EV
Iglesia de San Juan	2.083	EBV-T	EBV
Hogar para mayores de I.A.A.S.	2.136	EV-T	EMV
Residencia geriátrica Torrefuentes	2.172	EV-T	EMV
Catedral Santa María del Romeral	2.174	EBV-T	EBV
Teatro cine Victoria	2.191	EBV-T	EBV
Estación de servicio Repsol Jaime I	2.195	EBV-T	EBV
C.I.F.E. Monzón/EOEAT Monzón/EOEP Monzón (centro de profesorado de Monzón)	2.246	EBV-T	EBV
Guardería Ntra. Sra. de la Alegría	2.255	EMV-T	EMV
Centro Público de Educación de Personas Adultas Cinca Medio	2.317	EV-T	EV
Ludoteca municipal	2.449	EMV-T	EMV
E.E.I. Clara Campoamor	2.482	EMV-T	EMV
Instituto de Educación Secundaria (I.E.S.) José Mor de Fuentes	2.500	EMV-T	EMV
Pabellón polideportivo Los Olímpicos	2.656	EV-T	EV
Campo municipal Isidro Calderón	2.711	EMV-T	EV
Complejo tenístico Conchita Martínez	2.797	EMV-T	EV
Colegio de Educación Infantil y Primaria Monzón III	2.859	EMV-T	EMV
Piscinas municipales	2.935	EMV-T	EV
Pistas de atletismo	3.065	EMV-T	EV
Estación de Selgua (3 habitantes)	3.300	EBV-T	EBV
Estación de servicio Campsa Alberto Antonio Val Marzo	3.571	EBV-T	EBV

EMV: Elementos muy vulnerables; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.
EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

Tabla 1 (continuación). Elementos del entorno de LINDE.

Como se observa en la tabla anterior y en el plano del entorno del establecimiento, los elementos más cercanos a LINDE, hasta un radio aproximado de 500 metros, son la subestación eléctrica II y la empresa Química del Cinca S.L. (empresa Seveso de nivel superior), ambas clasificadas como EPV-T y EPV. Le siguen, hasta un radio de 1.000 metros,

la subestación eléctrica III, parte del polígono industrial La Armentera, y la empresa Carburo del Cinca S.A. (empresa Seveso de nivel superior), clasificados todos como EPV-T y EPV.

Y, a partir de los 1.000 metros, le siguen el resto de elementos del entorno propios de la localidad de Monzón, siendo los más cercanos: la estación de servicio Bonárea Energía (Polígono Paúles), clasificada como EPV-T y EPV, y el Centro Privado de Educación Secundaria Santo Domingo Savio, clasificado como EMV-T y EMV.

La empresa Seveso de nivel superior Inquide S.A.U. se encuentra a unos 1.900 metros de distancia de LINDE.

Hasta un radio de 1.000 metros, las vías de comunicación que se encuentran son la carretera A-1236, la línea de ferrocarril Lérida – Tardienta, la carretera A-130 y la carretera N-420, clasificadas como EPV-T, EPV, EBV-T y EBV, respectivamente. El resto de vías de comunicación se encuentran a más de 1.000 metros de distancia.

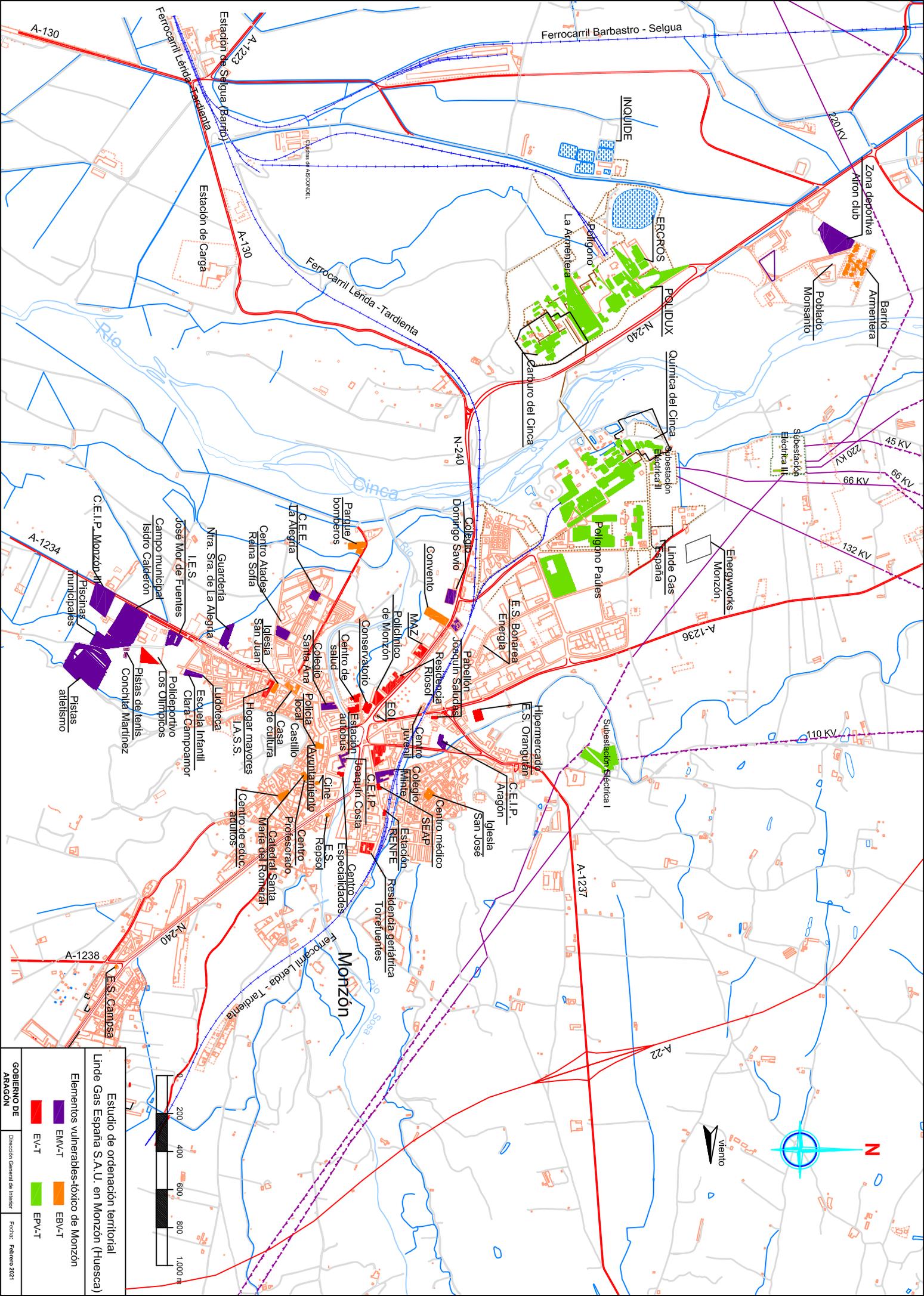
Las carreteras se han clasificado por vulnerabilidad en función de su Intensidad Media Diaria (IMD). Estos datos se han obtenido del Mapa de Tráfico 2018, publicado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en su página web, y del último mapa de aforos de Aragón, (año 2016), publicado por el Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda del Gobierno de Aragón.

El dato demográfico de Monzón, Poblado Monsanto, Barrio Armentera y Estación de Selgua se ha obtenido del último padrón municipal disponible, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y correspondiente al año 2019.

A continuación, se incluyen dos planos del entorno del establecimiento. En el primero se muestra la ubicación de los elementos del entorno coloreados de acuerdo a la tabla 2, según la clasificación para fenómenos de tipo térmico y mecánico, y en el segundo plano, aparece la misma información, pero para los elementos coloreados para fenómenos de tipo químico.

Color	Tipo de elemento	Tipo de elemento-Tóxico
	Púrpura	EMV
	Rojo	EV
	Naranja	EBV
	Verde	EPV

Tabla 2. Clasificación de los elementos del entorno según su vulnerabilidad.



Estudio de ordenación territorial
Linde Gas España S.A.U. en Monzón (Huesca)

Elementos vulnerables-tóxico de Monzón

■ EV-T	■ EMV-T	■ EBV-T
■ EPV-T		

GOBIERNO DE ARAGÓN
 Dirección General de Interior
 Fecha: Febrero 2021

Para la aplicación de los criterios de ordenación territorial es necesario conocer una serie de datos meteorológicos de la zona, concretamente, la temperatura media, la humedad relativa, la velocidad del viento y la categoría de estabilidad atmosférica Pasquill. Estos datos se han extraído de las estaciones meteorológicas de Monzón y de Tamarite de Litera para el periodo 1998-2018, y han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología.

A continuación, se recogen, por un lado, los valores medios obtenidos para las distintas variables climatológicas (tabla 3) y, por otro, los valores anuales de la frecuencia de la dirección del viento, así como la dirección dominante del viento de cada mes y del año, referida a los dieciséis rumbos principales (tabla 4). También se incluyen las calmas, expresadas en frecuencias (%), teniendo en cuenta que se considera calma cuando la velocidad del viento es inferior a 1,8 km/h.

Temperatura media	14 °C
Humedad relativa	63,1 %
Velocidad del viento	5 m/s
Categoría de estabilidad	D

Tabla 3. Valores medios de las distintas variables climatológicas.

Como valor de rugosidad del suelo se ha tomado 1 m, que corresponde a un área con edificación densa pero baja, bosques o instalaciones industriales bajas.

INTRODUCCIÓN

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmas	Direc. pred.
Enero	4,1	4,0	3,1	4,0	7,2	3,0	2,1	1,5	3,1	3,0	3,0	2,8	11,9	5,6	3,2	2,8	36,2	W
Febrero	3,2	3,8	3,2	5,0	7,3	2,5	1,8	1,9	2,6	2,5	2,8	4,8	16,2	8,3	3,5	2,5	28,2	W
Marzo	2,3	2,2	2,3	3,8	7,9	4,9	4,1	2,9	5,3	2,8	2,7	5,5	17,8	5,6	2,7	1,7	21,9	W
Abril	1,6	1,8	1,8	3,6	9,5	6,8	6,3	6,2	6,3	3,5	3,5	5,0	16,1	7,4	3,1	1,7	16,0	W
Mayo	1,7	1,0	1,8	2,5	7,7	8,5	7,4	9,0	11,3	4,5	4,0	6,3	14,1	5,0	1,7	1,5	12,5	W
Junio	1,3	0,8	1,2	1,6	6,4	7,9	8,0	11,8	13,4	4,7	5,3	6,4	14,9	3,8	2,1	0,7	9,8	W
Julio	0,9	0,5	1,2	2,0	8,6	7,0	9,2	12,3	13,3	5,9	5,2	5,9	13,4	3,5	1,3	0,5	9,4	W-S
Agosto	1,0	1,3	1,2	2,2	8,2	7,1	9,6	11,0	10,0	6,3	3,7	5,4	9,6	2,1	1,0	0,6	15,9	SSE
Septiembre	1,4	2,0	1,4	2,6	9,2	5,8	5,6	7,4	8,2	4,5	4,3	5,6	13,9	2,9	1,4	0,8	23,2	W
Octubre	2,1	2,1	2,9	4,4	10,1	4,7	3,7	3,3	3,3	2,6	3,3	4,1	10,3	4,5	2,7	1,5	30,6	W-E
Noviembre	3,2	3,5	2,9	3,5	8,0	3,7	2,0	1,4	2,9	1,8	2,7	2,8	12,0	5,9	2,9	2,0	35,6	W
Diciembre	3,3	3,2	4,1	3,9	7,2	3,2	1,6	1,4	2,1	2,6	3,3	2,1	9,6	6,1	3,0	1,8	41,8	W
AÑO	2,2	2,2	2,3	3,3	8,1	5,4	5,1	5,8	6,8	3,7	3,6	4,7	13,3	5,1	2,4	1,5	23,4	W

Tabla 4. Valores mensuales y anuales de la frecuencia (%) de la dirección del viento.

2. Aplicación

Tal y como se ha comentado en el apartado 1.1, en el establecimiento se pueden encontrar diferentes sustancias peligrosas afectadas por la normativa de accidentes graves, en cantidad superior al 2% del valor umbral inferior correspondiente:

- ◆ Amoníaco anhidro (sustancia nominada).
- ◆ Hidrógeno (sustancia nominada).
- ◆ Wurmgas 90 (mezcla de 90% de óxido de etileno y 10% de dióxido de carbono) (P2. Gases inflamables).
- ◆ Wurmgas 10 (mezcla de 10% de óxido de etileno y 90% de dióxido de carbono) (P2. Gases inflamables).
- ◆ Metano (P2. Gases inflamables).
- ◆ Propileno (sustancia nominada).
- ◆ Cloruro de hidrógeno (sustancia nominada).

En el establecimiento también es posible encontrar otras sustancias peligrosas desde el punto de vista de accidentes graves, pero en cantidades inferiores al 2% del valor umbral inferior correspondiente: agua amoniacal, oxígeno y acetileno.

Para el presente estudio de ordenación territorial se ha incluido una selección de hipótesis accidentales en las que se ven involucradas las sustancias peligrosas: amoníaco, hidrógeno, Wurmgas 90, metanol, propileno y cloruro de hidrógeno. El Wurmgas 10 no se ha incluido en el estudio porque el Wurmgas 90 es representativo de ambos y con mayor peligrosidad que el Wurmgas 10, debido a que tiene un porcentaje mayor de óxido de etileno.

Del resto de sustancias que se encuentran por debajo del valor umbral inferior, puesto que todas se reciben, almacenan y expiden en recipientes, se ha escogido el propileno como representativa para incluirla en el estudio, ya que los recipientes donde se almacena son de mayor tamaño y, por tanto, puede dar accidentes con zonas de mayor alcance.

Por otro lado, recordar que para los estudios de ordenación territorial no se considera la vulnerabilidad al medio ambiente.

Se presenta a continuación, la clasificación de estas sustancias, obtenida de las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos, de acuerdo al Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

	Reglamento 1272/2008	Real Decreto 840/2015
Amoniaco anhidro Nº Índice: 007-001-00-5 Nº CAS: 7664-41-7	Flam. Gas 2, H221 Press. Gas, H280 Acute Tox. 3, H331 Skin Corr. 1B, H314 Eye Dam. 1, H318 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 2, H411 EUH071	[35]. Sustancia nominada
Hidrógeno Nº Índice: 001-001-00-9 Nº CAS: 1333-74-0	Flam. Gas 1, H220 Press. Gas, H280	[15]. Sustancia nominada
Wurmgas 90 Nº Índice: -- Nº CAS: --	Flam. Gas 1, H220 Press. Gas, H280 Chem. Unst. Gas A, H230 Acute Tox. 3, H331 Skin Irrit. 2, H315 Eye Irrit. 2, H319 Muta. 1B, H340 Carc. 1B, H350 STOT SE 3, H335 STOT RE 1, H372	P2. Gases inflamables
Metano Nº Índice: 601-001-00-4 Nº CAS: 74-82-8	Flam. Gas 1, H220 Press. Gas, H280	P2. Gases inflamables
Propileno Nº Índice: 601-011-00-9 Nº CAS: 115-07-1	Flam. Gas 1, H220 Press. Gas, H280	[18]. Sustancia nominada
Cloruro de hidrógeno Nº Índice: 017-002-00-2 Nº CAS: 7647-01-0	Press. Gas, H280 Acute Tox. 3, H331 Skin Corr. 1A, H314 Eye Dam. 1, H318	[16]. Sustancia nominada

De acuerdo con la clasificación anterior, el amoniaco es un gas inflamable, almacenado a presión como gas licuado, por lo que presenta peligro de explosión en caso de calentamiento. Es tóxico en caso de inhalación, provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves, muy tóxico para los organismos acuáticos de manera aguda y tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Además, es corrosivo para las vías respiratorias.

El hidrógeno es un gas extremadamente inflamable, almacenado a presión, por lo que los recipientes pueden explotar en caso de calentamiento.

El Wurmgas 90 es una mezcla de gases que contiene un 90% de óxido de etileno y un 10% de dióxido de carbono. Es un gas extremadamente inflamable almacenado a presión

como gas licuado, por lo que presenta peligro de explosión en caso de calentamiento. Puede explotar incluso en ausencia de aire. Es tóxico en caso de inhalación, provoca irritación cutánea e irritación ocular grave. Puede provocar defectos genéticos y cáncer. Además, puede irritar las vías respiratorias.

El metano y el propileno son gases extremadamente inflamables, almacenados a presión, por lo que los recipientes presentan peligro de explosión en caso de calentamiento. El metano se almacena como gas comprimido y el propileno como gas licuado.

El cloruro de hidrógeno es un gas almacenado a presión como gas licuado, por lo que también presenta peligro de explosión en caso de calentamiento. Es tóxico en caso de inhalación y provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

A continuación, se recoge el estudio de aplicación, indicando los accidentes y la frecuencia de ocurrencia de los diferentes sucesos estudiados. También se presentan las distancias a las que se obtienen los valores umbral de la matriz aplicada, su representación en el plano del entorno y el estudio comparativo como resultado de la aplicación de la matriz de riesgo correspondiente.

2.1. Hipótesis 1: Colapso de un tanque de almacenamiento

Este suceso iniciador consiste en un derrame de amoniaco líquido, ocasionado por el colapso total del tanque de almacenamiento. Las características de este recipiente son:

▶ Capacidad nominal	88 m ³
▶ Diámetro	3 m
▶ Longitud	13,40 m
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión max. trabajo	22 bar
▶ Cubeto	15,65 x 4,40 x 0,7 m

Tras el colapso del tanque, la parte del líquido fugado que sufrirá una evaporación súbita es de 7.088 kg, y el resto formará un charco, del que se irá evaporando como consecuencia del aporte de calor del terreno.

Tomando como suceso iniciador el derrame de amoniaco anhidro líquido, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que se escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita o *flash*. El resto del líquido formaría un charco que en caso de que entrase en ignición, daría lugar a un incendio del charco o *pool fire*.

En caso negativo, y si las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formaría una nube que si

encuentra una fuente de ignición podría producir una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada) o, en caso contrario, dispersarse como una nube tóxica.

Por último, como consecuencia de un incendio cerca de un recipiente, se podría producir el BLEVE del mismo.

La formación de una nube tóxica lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo químico, el incendio de charco lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo térmico, la explosión UVCE lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico, y el BLEVE lleva asociados fenómenos de tipo térmico y de tipo mecánico; por lo que, para esta hipótesis, las matrices a aplicar son las tres existentes.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los distintos accidentes estudiados.

ACCIDENTE	EFECTO CALCULADO	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 1: Colapso de un tanque de almacenamiento	Nube tóxica (dispersión)	294	279	219	111	químico
	Incendio de charco (radiación térmica)	12	9	7	6	térmico
	UVCE (sobrepresión)	619	276	149	71	mecánico
	BLEVE (radiación térmica y sobrepresión)	831 220	635 132	498 83	399 41	térmico y mecánico

Tabla 5. Distancias obtenidas para los valores umbral para el colapso de un tanque de almacenamiento.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia para esta hipótesis es $5 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹, correspondiente a una fuga instantánea de todo el contenido de un recipiente a presión (véase tabla 39 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*).

Por otro lado, teniendo en cuenta la frecuencia del viento en los 16 rumbos principales (tabla 4), se calcula la frecuencia final del suceso como se muestra en la tabla 6.

Rumbo	Frecuencia del viento (%)	Frecuencia del suceso (año ⁻¹)
N	2,2	1,10·10 ⁻⁸
NNE	2,2	1,10·10 ⁻⁸
NE	2,3	1,15·10 ⁻⁸
ENE	3,3	1,65·10 ⁻⁸
E	8,1	4,05·10 ⁻⁸
ESE	5,4	2,70·10 ⁻⁸
SE	5,1	2,55·10 ⁻⁸
SSE	5,8	2,90·10 ⁻⁸
S	6,8	3,40·10 ⁻⁸
SSW	3,7	1,85·10 ⁻⁸
SW	3,6	1,80·10 ⁻⁸
WSW	4,7	2,35·10 ⁻⁸
W	13,3	6,65·10 ⁻⁸
WNW	5,1	2,55·10 ⁻⁸
NW	2,4	1,20·10 ⁻⁸
NNW	1,5	7,50·10 ⁻⁹

Tabla 6. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, se tienen frecuencias con un orden de magnitud entre 10⁻⁸ y 10⁻⁹, por lo que se aplica la fila quinta de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo químico.

En cuanto a los fenómenos de tipo térmico y mecánico provocados por la explosión UVCE y por el incendio de charco, la frecuencia del suceso es de 5,0·10⁻⁷ año⁻¹, por lo que la fila a aplicar es la cuarta de ambas matrices.

En el caso del BLEVE, la frecuencia de ocurrencia se ha calculado partiendo de la frecuencia 5,0·10⁻⁷ año⁻¹, considerando que se produce ignición directa (probabilidad de 0,09) y aplicando la probabilidad de 0,7, como se indica en las tablas 7 y 10, y en las figuras 4 y 8 del manual BEVI. Con todo ello, la frecuencia que se obtiene es de 3,15·10⁻⁸ año⁻¹. Por ello, con esa frecuencia, la fila a aplicar de la matriz de fenómenos de tipo térmico y mecánico sería la quinta. A continuación, se muestra el árbol de eventos con lo indicado anteriormente.

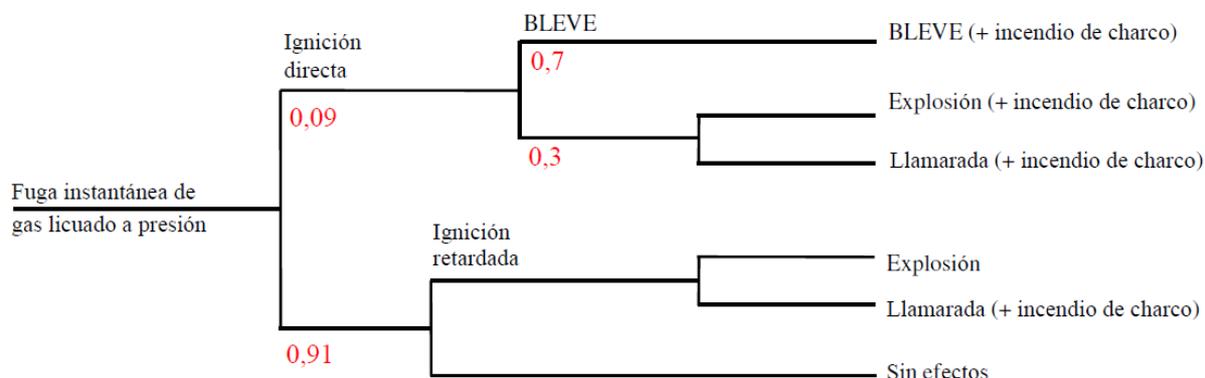


Figura 1. Árbol de sucesos para el cálculo de la frecuencia de ocurrencia de un BLEVE por colapso de un tanque de almacenamiento.

A continuación, se muestran las filas anteriormente citadas extraídas de las matrices de riesgo, según la frecuencia calculada para cada fenómeno.

Fenómenos químicos – 5º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EV-T, EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T	
Fenómenos térmicos – 4º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV	
Fenómenos mecánicos – 4º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV	
Fenómenos térmicos – 5º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	

Tabla 7. Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

Fenómenos mecánicos – 5º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV

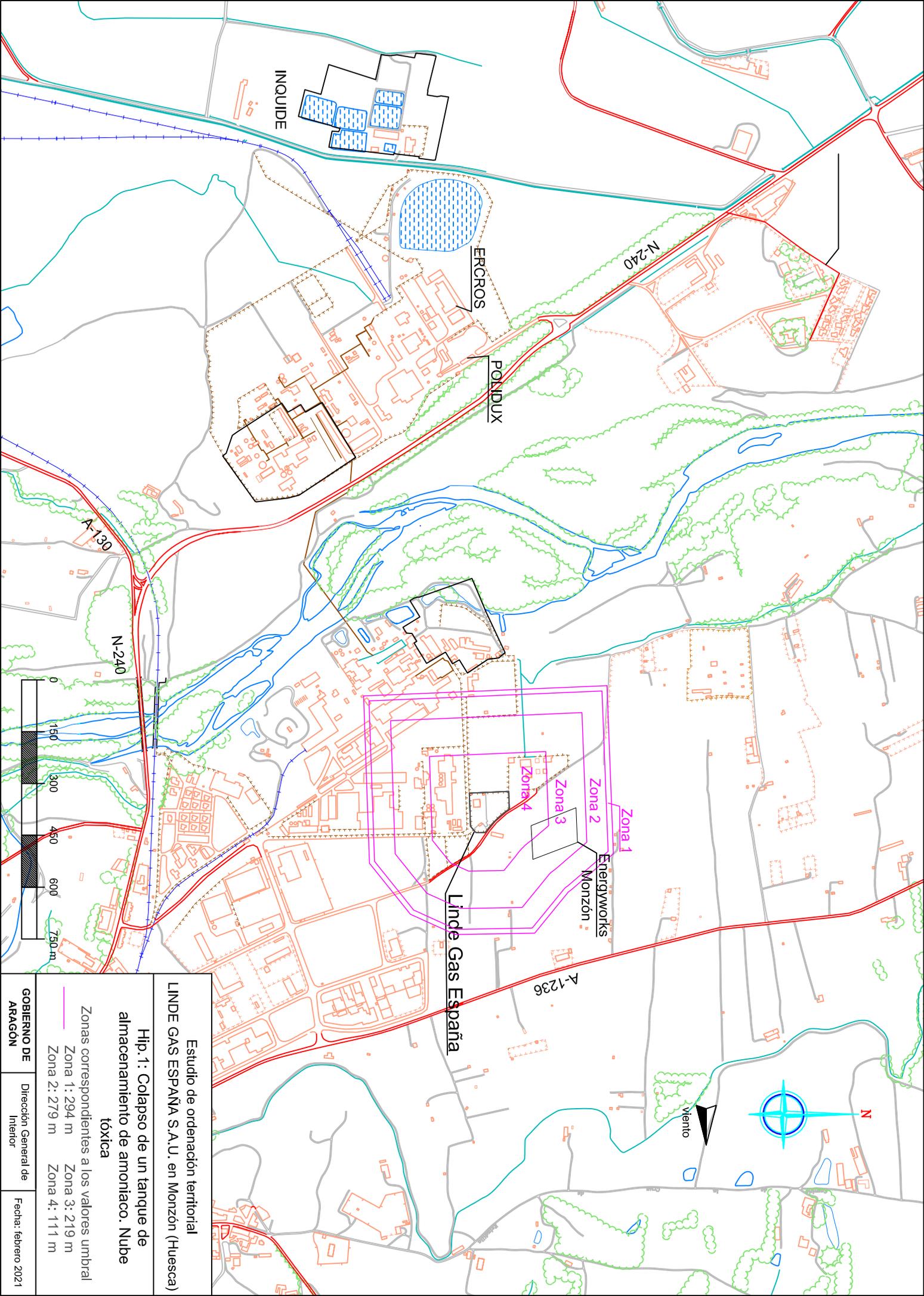
λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 7 (continuación). Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo químico aparecen representadas en color magenta, las de tipo térmico en color rojo y las de tipo mecánico en color verde.



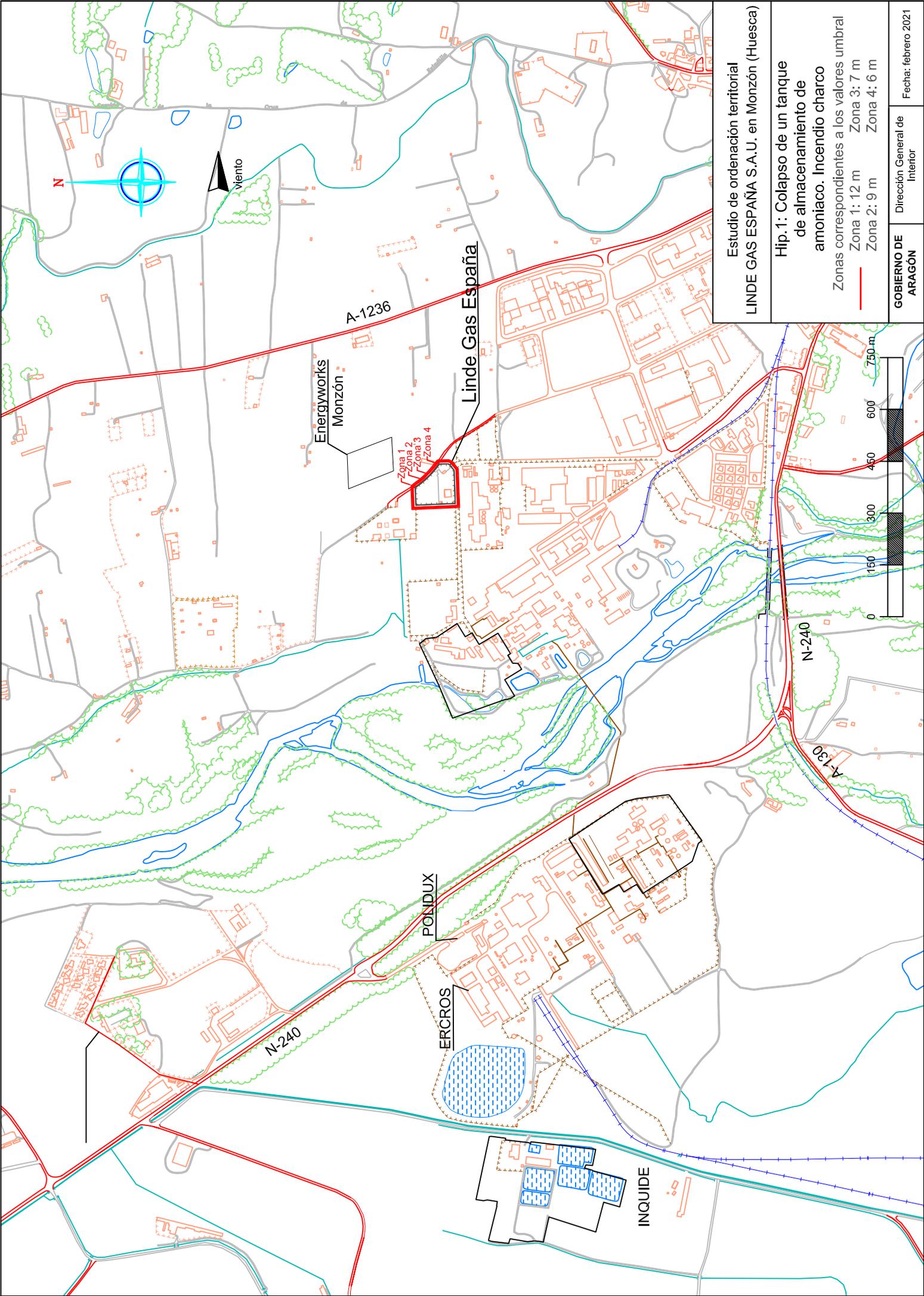
**Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)**

**Hip. 1: Colapso de un tanque de
almacenamiento de amoníaco. Nube
tóxica**

Zonas correspondientes a los valores umbral

Zona 1: 294 m	Zona 3: 219 m
Zona 2: 279 m	Zona 4: 111 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip. 1: Colapso de un tanque de almacenamiento de amoniaco. Incendio charco
 Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 12 m Zona 3: 7 m
 Zona 2: 9 m Zona 4: 6 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Viento

A-1236

Energylworks
Monzón

Linde Gas España

Zona 1
Zona 2
Zona 3
Zona 4



N-240

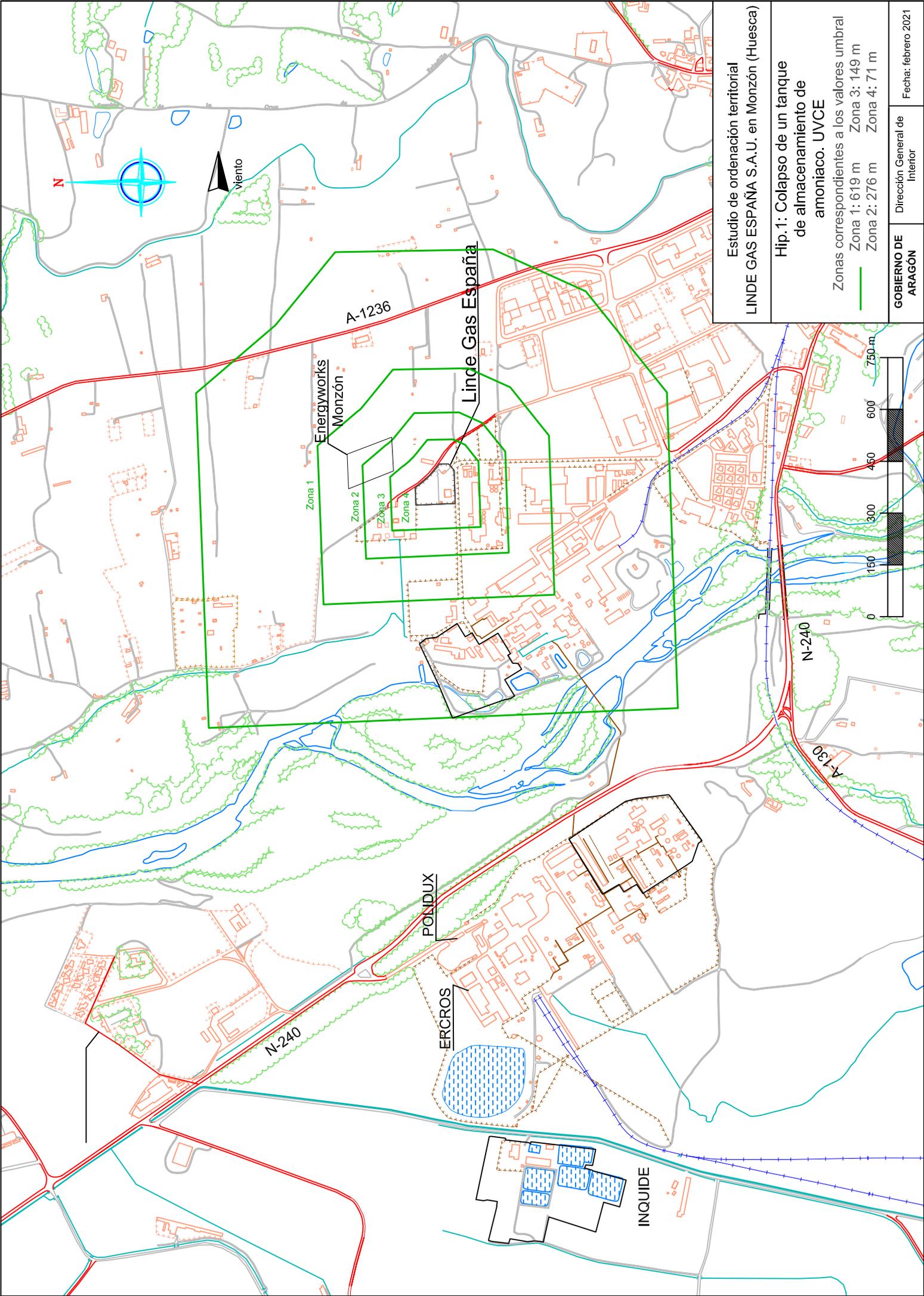
A-130

POLIDUX

ERCROS

N-240

INQUIDE

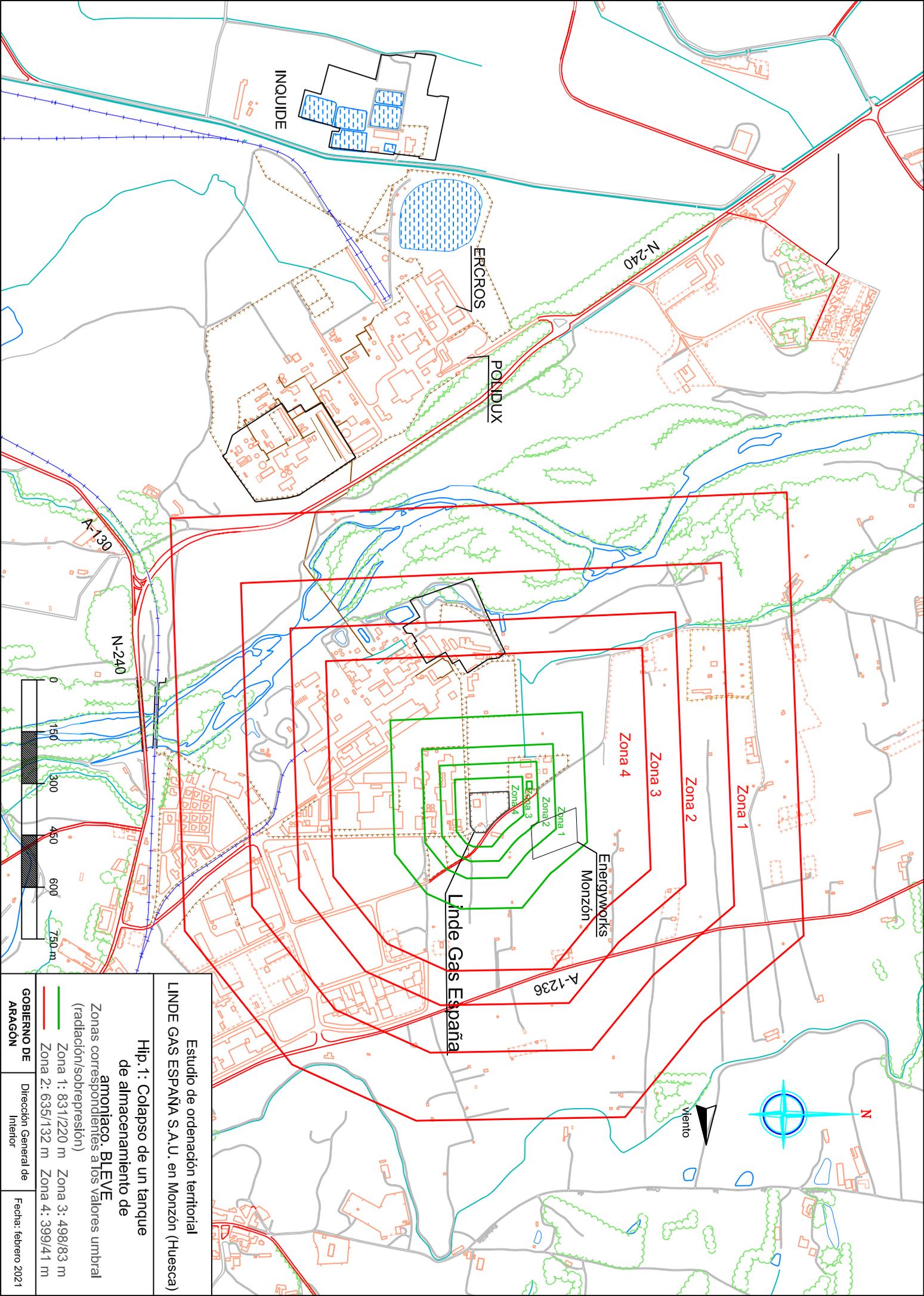


Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip. 1: Colapso de un tanque de almacenamiento de amoniaco. UVCE

Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 619 m Zona 3: 149 m
 Zona 2: 276 m Zona 4: 71 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Estudio de ordenación territorial
 LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip. 1: Colapso de un tanque
 de almacenamiento de
amoníaco. BLEVE

Zonas correspondientes a los valores umbral
 (radiación/sobrepresión)

Zona 1: 831/220 m Zona 3: 498/83 m
 Zona 2: 635/132 m Zona 4: 399/41 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021

Estudio de compatibilidad

La tabla 8 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo mecánico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo para fenómenos mecánico.

Remarcar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: nube tóxica, BLEVE, incendio de charco y explosión UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

En cuanto a las zonas según la matriz para fenómenos de tipo térmico y mecánico, se aplican dos filas distintas: la cuarta para la UVCE y para el incendio de charco, y la quinta para el BLEVE. Para poder diferenciarlo correctamente se ha distinguido la aplicación de la matriz para efectos térmicos y mecánicos en dos columnas distintas en la tabla 8.

Elemento	Clasificación	Zona real nube tóx./ BLEVE/incendio/UVCE	Zona según la matriz quím.	Zona según la matriz mec./tér. UVCE/Incendio charco 4º fila	Zona según la matriz mec./tér. BLEVE 5º fila
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV-T / EPV	Zona 4/Zona 4/Zona 4/ Zona 4	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paúles	EPV-T / EPV	Zona 4/Zona 4/--/Zona 4	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Empresa Seveso Química del Cinca	EPV-T / EPV	--/Zona 4/--/--	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Carretera A-1236	EPV-T / EPV	--/Zona 3/--/Zona 1	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Carretera N-240	EBV-T / EBV	--/Zona 1/--/--	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV-T / EPV	Zona 2/Zona 4/--/Zona 2	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica III	EPV-T / EPV	--/Zona 2/--/Zona 1	Zona 4	Zona 4	Zona 4

Tabla 8. Comparación de la ubicación de los elementos para el colapso de un tanque de amoniaco.

Como se observa en la tabla anterior, los elementos afectados por el colapso del tanque de amoniaco son los que se encuentran en zonas cercanas de la empresa, hasta los 830 metros alcanzados por la explosión BLEVE. Concretamente, este último accidente sería el que más elementos afectaría: las empresas del propio polígono Paúles, las carreteras A-1236

y N-240, las subestaciones eléctricas II y III y la empresa Seveso Química del Cinca S.L. Por otro lado, el incendio de charco es el accidente que afectaría a un menor número de elementos, dañando sólo a los terrenos colindantes de LINDE. Como puede comprobarse, ningún elemento del casco urbano de Monzón se vería afectado. Para todos ellos, su ubicación es compatible con la propuesta por las matrices para fenómenos de tipo químico, mecánico y térmico.

2.2. Hipótesis 2: Fuga de amoniaco por rotura total de la tubería de salida del tanque de almacenamiento

Este suceso iniciador consiste en una fuga de producto de horno por rotura de la tubería de entrada al gasómetro, procedente del área de secado de carbón. El gasómetro tiene las siguientes características:

▶ Diámetro	76,2 mm
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión	7,32 bar

Con estos valores, se obtiene un caudal total de fuga de 64,85 kg/s. Una parte del mismo sufrirá una evaporación súbita (6.846 kg) y el resto formará un charco, del que se irá evaporando como consecuencia del aporte de calor del terreno (2,5 kg/s).

Tomando como suceso iniciador el derrame de amoniaco anhidro líquido, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que se escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita o *flash*. El resto del líquido formaría un charco que en caso de que entrase en ignición, daría lugar a un incendio del charco o *pool fire*.

En caso negativo, y si las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formaría una nube que si encuentra una fuente de ignición podría producir una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada) o, en caso contrario, dispersarse como una nube tóxica.

La formación de una nube tóxica lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo químico, el incendio de charco lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo térmico, la explosión UVCE lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico; por lo que, para esta hipótesis, las matrices a aplicar son las tres existentes.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

Hipótesis	Accidente y efecto calculado	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 2: Rotura de la tubería de salida del tanque de almacenamiento	Nube tóxica (dispersión)	291	276	217	110	químico
	Incendio de charco (radiación térmica)	12	9	7	6	térmico
	UVCE (sobrepresión)	461	205	111	53	mecánico

Tabla 9. Distancias obtenidas para los valores umbral para la fuga de amoniaco por rotura de la tubería de salida del tanque de almacenamiento.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia para esta hipótesis es $5,0 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹, correspondiente a una fuga de un tanque presurizado a través de un orificio de 100 milímetros en (véase la tabla 40 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*).

Por otro lado, teniendo en cuenta la frecuencia del viento en los 16 rumbos principales, se calcula la frecuencia final del suceso como se muestra en la tabla 10.

Rumbo	Frecuencia del viento (%)	Frecuencia del suceso (año ⁻¹)
N	2,2	1,10·10 ⁻⁸
NNE	2,2	1,10·10 ⁻⁸
NE	2,3	1,15·10 ⁻⁸
ENE	3,3	1,65·10 ⁻⁸
E	8,1	4,05·10 ⁻⁸
ESE	5,4	2,70·10 ⁻⁸
SE	5,1	2,55·10 ⁻⁸
SSE	5,8	2,90·10 ⁻⁸
S	6,8	3,40·10 ⁻⁸
SSW	3,7	1,85·10 ⁻⁸
SW	3,6	1,80·10 ⁻⁸
WSW	4,7	2,35·10 ⁻⁸
W	13,3	6,65·10 ⁻⁸
WNW	5,1	2,55·10 ⁻⁸
NW	2,4	1,20·10 ⁻⁸
NNW	1,5	7,50·10 ⁻⁹

Tabla 10. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, se tienen frecuencias de los órdenes de magnitud de 10⁻⁸ y 10⁻⁹, por lo que se aplica la fila quinta de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo químico.

En cuanto a los fenómenos de tipo térmico y mecánico, al considerar la frecuencia del suceso 5,0·10⁻⁷ año⁻¹, se aplica la fila cuarta de ambas matrices.

A continuación, se muestran las filas anteriormente citadas extraídas de las matrices de riesgo, según la frecuencia calculada para cada fenómeno.

Fenómenos químicos – 5º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EV-T, EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T
Fenómenos térmicos – 4º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV
Fenómenos mecánicos – 4º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV

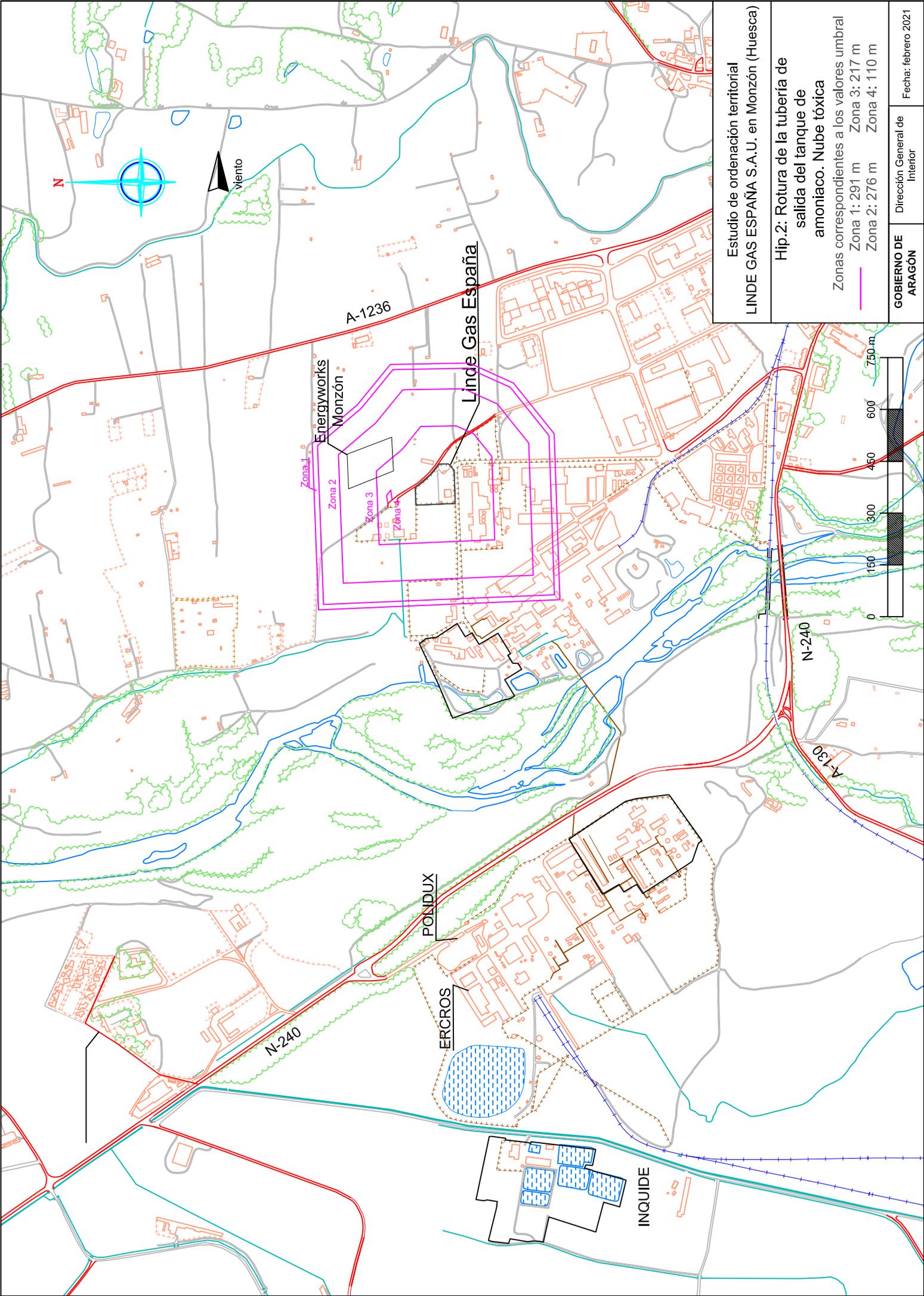
λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 11. Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

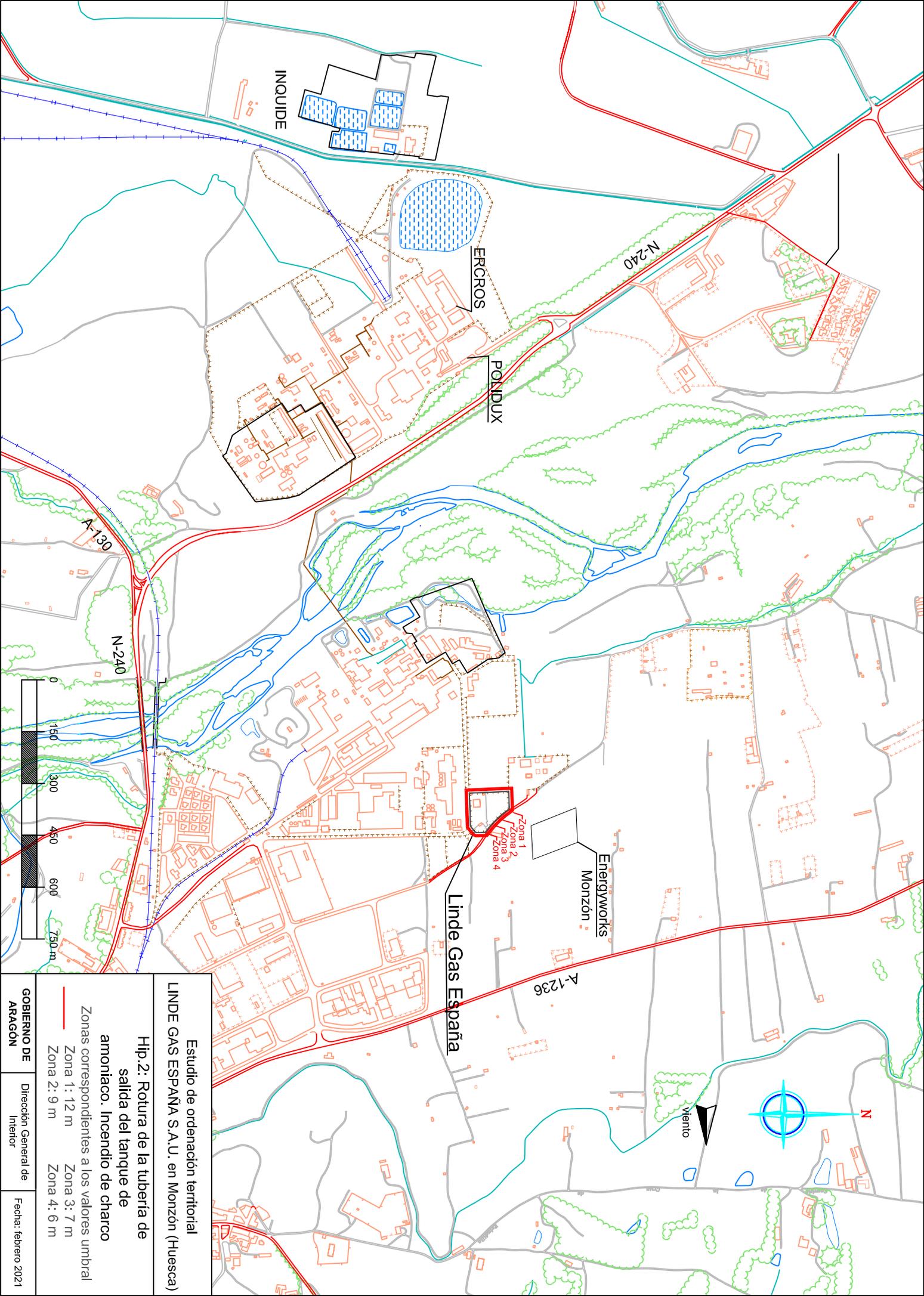
La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo químico aparecen representadas en color magenta, las de tipo térmico en color rojo y las de tipo mecánico en color verde.



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.2: Rotura de la tubería de salida del tanque de amoniaco. Nube tóxica
 Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 291 m Zona 3: 217 m
 Zona 2: 276 m Zona 4: 110 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



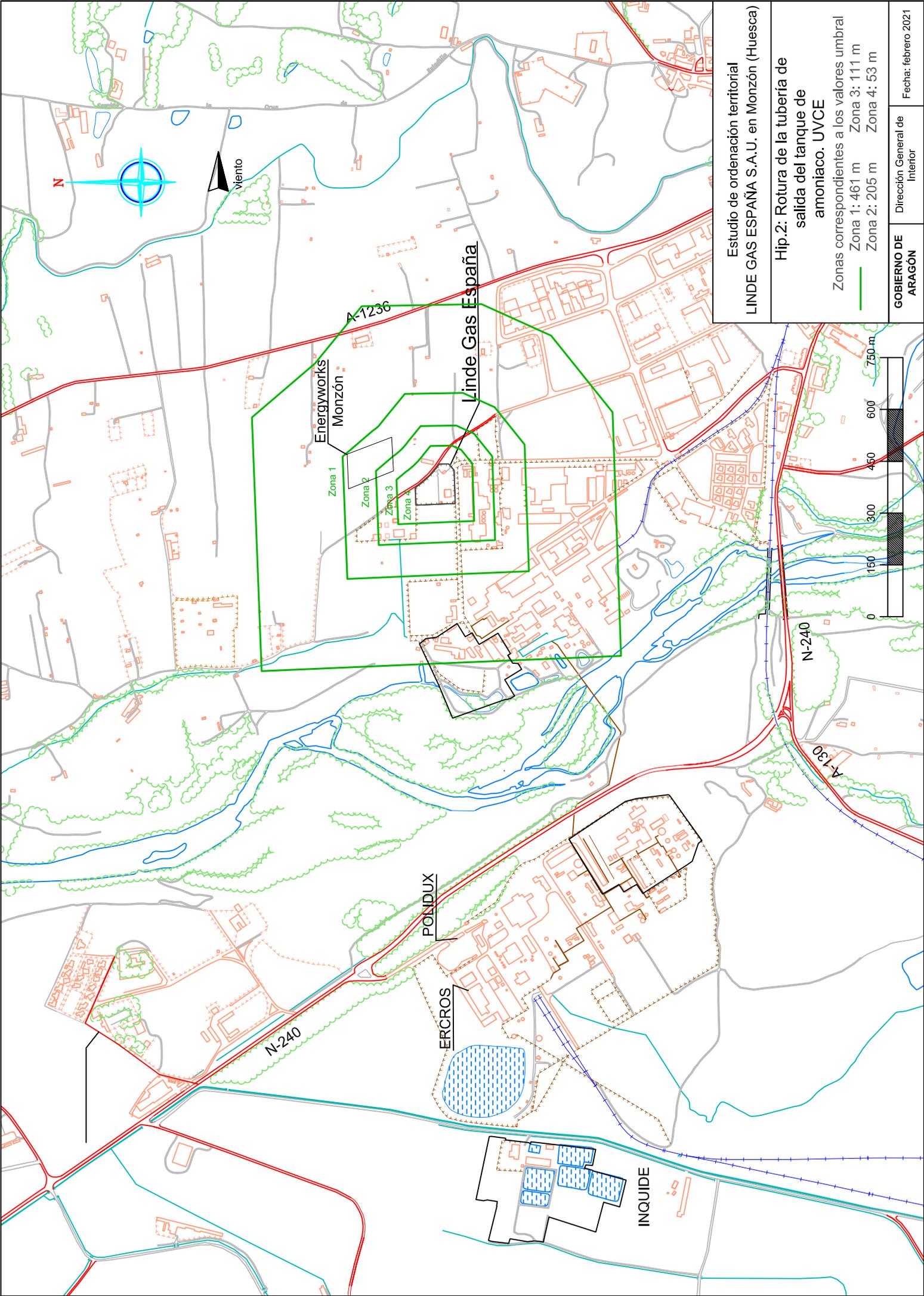
**Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)**

Hip.2: Rotura de la tubería de salida del tanque de amoniaco. Incendio de charco

Zonas correspondientes a los valores umbral

Zona 1: 12 m	Zona 3: 7 m
Zona 2: 9 m	Zona 4: 6 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.2: Rotura de la tubería de salida del tanque de amoniaco. UVCE

Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 461 m Zona 3: 111 m
 Zona 2: 205 m Zona 4: 53 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Energyworks
 Monzón

Zona 1
 Zona 2
 Zona 3
 Zona 4

Linde Gas España

N-240

POLIDUX

ERCROS

INQUIDE

N-240

A-130

A-1236

Estudio de compatibilidad

La tabla 12 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo químico y de tipo mecánico y térmico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de las matrices de riesgo correspondientes.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: nube tóxica, incendio de charco y explosión UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

Elemento	Clasificación	Zona real nube tóx./incendio/UVCE	Zona según la matriz quím.	Zona según la matriz mec./tér.
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV-T / EPV	Zona 4/ Zona 4/ Zona 4	Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paúles	EPV-T / EPV	Zona 4/--/ Zona 4	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV-T / EPV	Zona 2/--/Zona 1	Zona 4	Zona 4

Tabla 12. Comparación de la ubicación de los elementos para la fuga de amoniaco por rotura de la tubería de salida del tanque de almacenamiento.

Como se comprueba en la tabla 12, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a LINDE, así como la subestación eléctrica II. Para todos ellos, su ubicación es compatible con la propuesta por las matrices de fenómenos químicos, mecánicos y térmicos.

2.3. Hipótesis 3: Colapso de un camión cisterna de amoniaco

Este suceso iniciador consiste en un derrame de amoniaco líquido, ocasionado por el colapso total del tanque de almacenamiento. Las características de este recipiente son:

▶ Capacidad nominal	20 t
▶ Volumen	38,06 m ³
▶ Longitud	14 m
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión	7,10 bar

Tras el colapso de la cisterna, la parte del líquido fugado que sufrirá una evaporación súbita es de 3.029 kg, y el resto formará un charco, del que se irá evaporando como consecuencia del aporte de calor del terreno.

Tomando como suceso iniciador el derrame de amoniaco anhidro líquido, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que se escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita o flash. El resto del líquido formaría un charco que en caso de que entrase en ignición, daría lugar a un incendio del charco o pool fire.

En caso negativo, y si las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formaría una nube que si encuentra una fuente de ignición podría producir una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada) o, por el contrario, dispersarse como una nube tóxica.

Por último, como consecuencia de un incendio cerca del camión cisterna, se podría producir el BLEVE del mismo.

La formación de una nube tóxica lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo químico, el incendio de charco lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo térmico, la explosión UVCE lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico, y el BLEVE lleva asociados fenómenos de tipo térmico y de tipo mecánico, por lo que, para esta hipótesis, las matrices a aplicar son las tres existentes.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

ACCIDENTE	EFECTO CALCULADO	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 3: Colapso de una cisterna de amoniaco	Nube tóxica (dispersión)	359	341	268	136	químico
	Incendio de charco (radiación térmica)	94	75	60	49	térmico
	UVCE (sobrepresión)	519	231	125	60	mecánico
	BLEVE (radiación térmica y sobrepresión)	620 113	474 68	372 43	298 21	térmico y mecánico

Tabla 13. Distancias obtenidas para los valores umbral para el colapso de un camión cisterna de amoniaco.

Frecuencia de ocurrencia

Este suceso se identifica como una fuga instantánea por colapso de la cisterna presurizada. La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $5 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹ (tabla 47 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*).

De acuerdo con lo indicado por la empresa, el tiempo de permanencia de las cisternas en el establecimiento es 6,5 horas aproximadamente y el número de cisternas que se recibieron en el año 2019 fue de 31. Con todo ello, la frecuencia del suceso pasa a ser $1,15 \cdot 10^{-8}$ año⁻¹.

Por otro lado, teniendo en cuenta la frecuencia del viento en los 16 rumbos principales, se calcula la frecuencia final del suceso como se muestra en la tabla 14.

APLICACIÓN

Rumbo	Frecuencia del viento (%)	Frecuencia del suceso (año ⁻¹)
N	2,2	2,53· 10 ⁻¹⁰
NNE	2,2	2,53· 10 ⁻¹⁰
NE	2,3	2,65· 10 ⁻¹⁰
ENE	3,3	3,80· 10 ⁻¹⁰
E	8,1	9,32· 10 ⁻¹⁰
ESE	5,4	6,21· 10 ⁻¹⁰
SE	5,1	5,87· 10 ⁻¹⁰
SSE	5,8	6,67· 10 ⁻¹⁰
S	6,8	7,82· 10 ⁻¹⁰
SSW	3,7	4,26· 10 ⁻¹⁰
SW	3,6	4,14· 10 ⁻¹⁰
WSW	4,7	5,41· 10 ⁻¹⁰
W	13,3	1,53· 10 ⁻⁹
WNW	5,1	5,87· 10 ⁻¹⁰
NW	2,4	2,76· 10 ⁻¹⁰
NNW	1,5	1,73· 10 ⁻¹⁰

Tabla 14. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, se tienen frecuencias para órdenes de magnitud de 10⁻⁹ y 10⁻¹⁰, por lo que se aplica la fila quinta de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo químico.

En cuanto a los fenómenos de tipo térmico y mecánico, al considerar la frecuencia del suceso es de 1,15·10⁻⁸ año⁻¹, se aplica la fila cuarta de ambas matrices.

En el caso del BLEVE, la frecuencia de ocurrencia se ha calculado partiendo de la frecuencia 1,15·10⁻⁸ año⁻¹, considerando que se produce ignición directa (probabilidad de 0,4) y aplicando la probabilidad de 1,0, como se indica en las tablas 8 y 10, y en las figuras 4 y 8 del manual BEVI. Con todo ello, la frecuencia se queda en 4,6·10⁻⁹ año⁻¹. Por ello, con esa frecuencia, la fila a aplicar de la matriz de fenómenos de tipo térmico y mecánico sería la quinta.

A continuación, se muestra el árbol de eventos con lo indicado anteriormente.

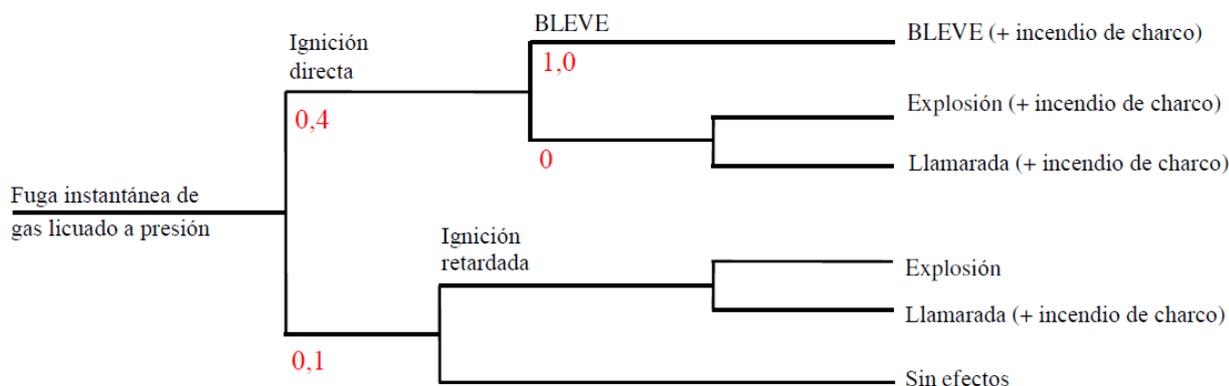


Figura 2. Árbol de sucesos para el cálculo de la frecuencia de ocurrencia de un BLEVE de un camión cisterna.

A continuación, se muestran las filas anteriormente citadas extraídas de las matrices de riesgo, según la frecuencia calculada para cada fenómeno.

Fenómenos químicos – 5º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EMV-T, EV-T, EBV-T, EPV-T	EV-T, EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T	
Fenómenos térmicos – 4º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV	
Fenómenos mecánicos – 4º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV	
Fenómenos térmicos – 5º fila				
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
AEGL-3	$\lambda = 5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 0,5$	
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	

Tabla 15. Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

Fenómenos mecánicos – 5º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV

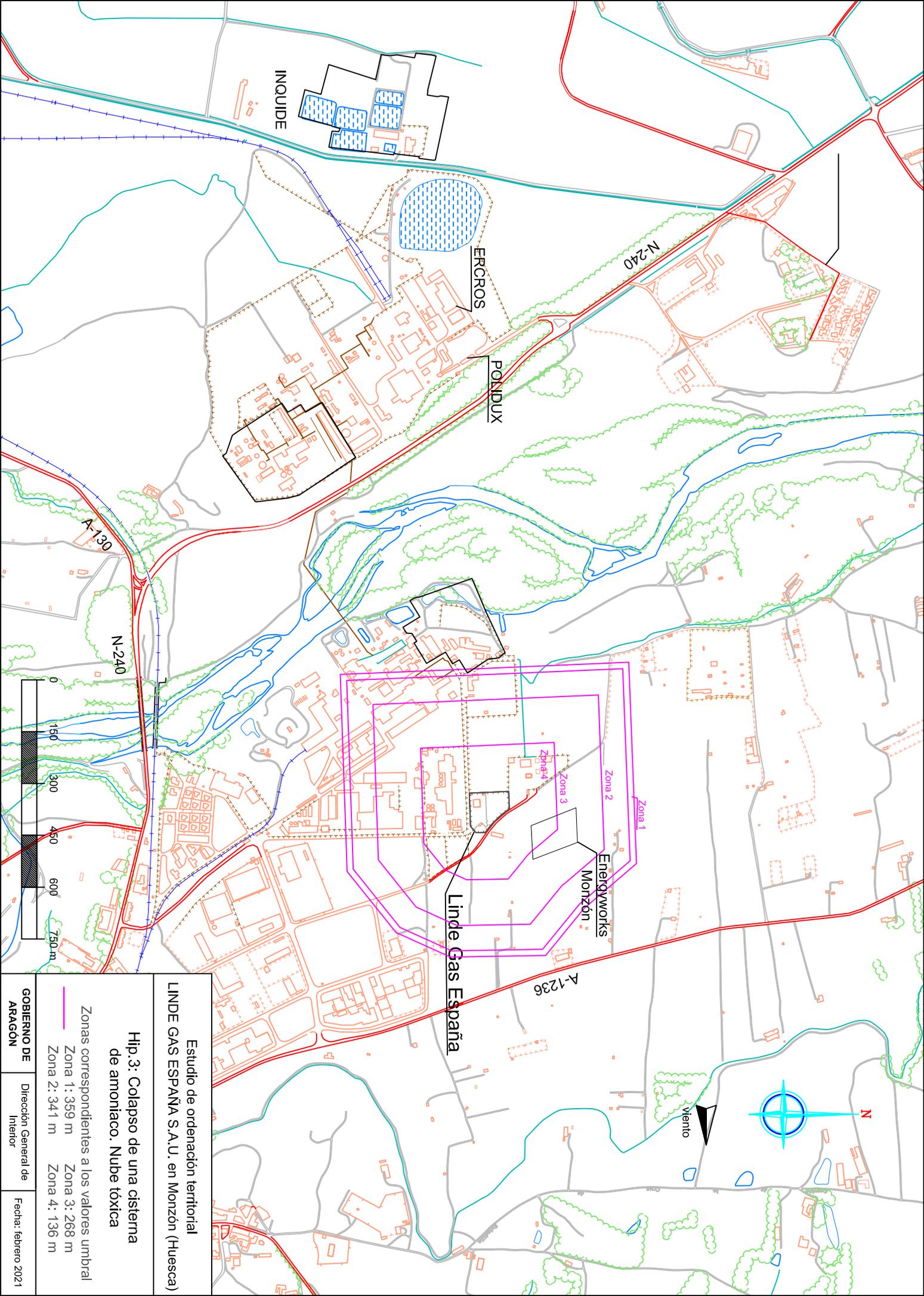
λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 15 (continuación). Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo químico aparecen representadas en color magenta, las de tipo térmico en color rojo y las de tipo mecánico en color verde.

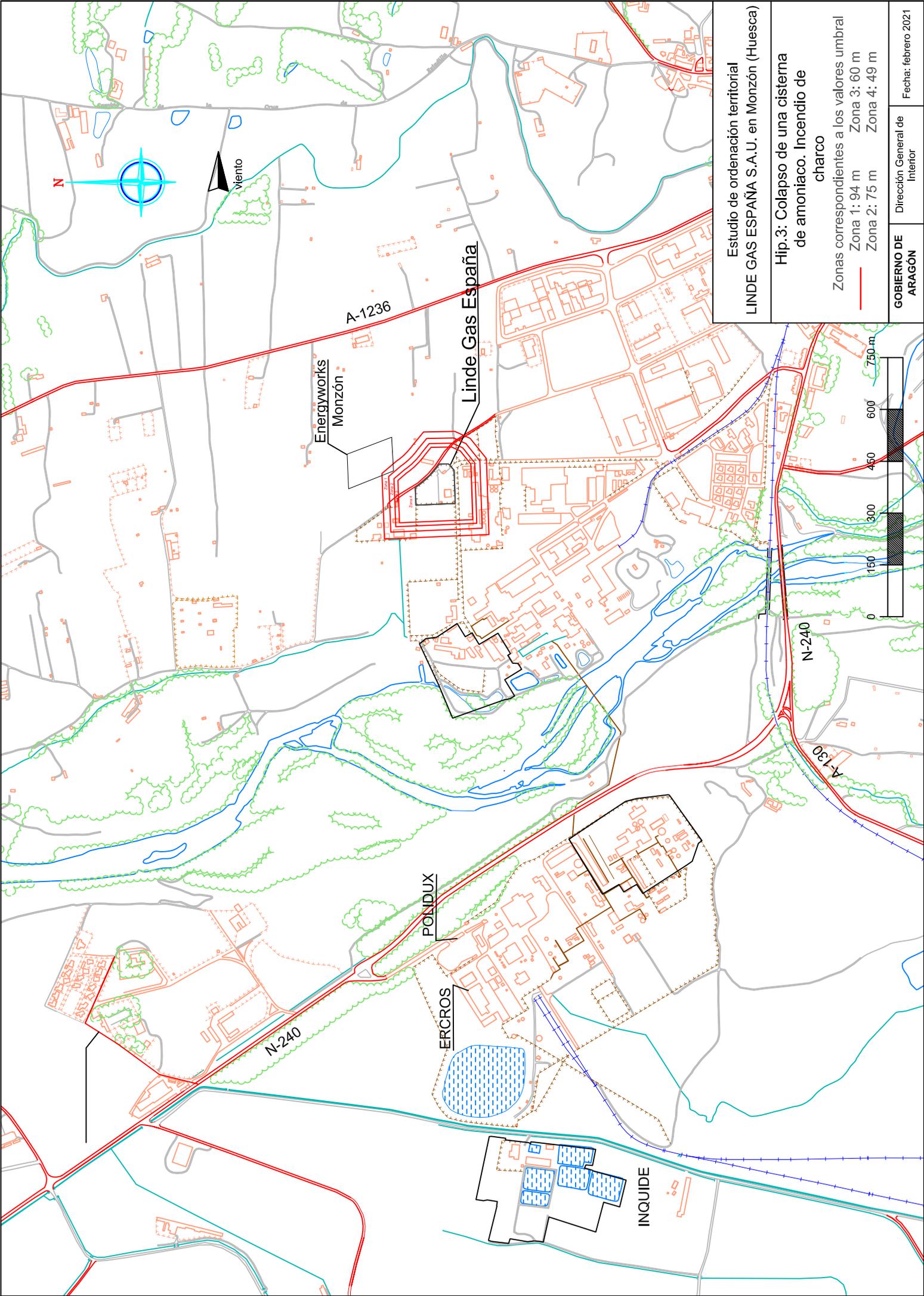


Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.3: Colapso de una cisterna de amoniaco. Nube tóxica

- Zonas correspondientes a los valores umbral
- Zona 1: 359 m
 - Zona 2: 341 m
 - Zona 3: 268 m
 - Zona 4: 136 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Estudio de ordenación territorial
 LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.3: Colapso de una cisterna de amoniaco. Incendio de charco

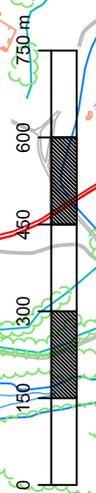
Zonas correspondientes a los valores umbral

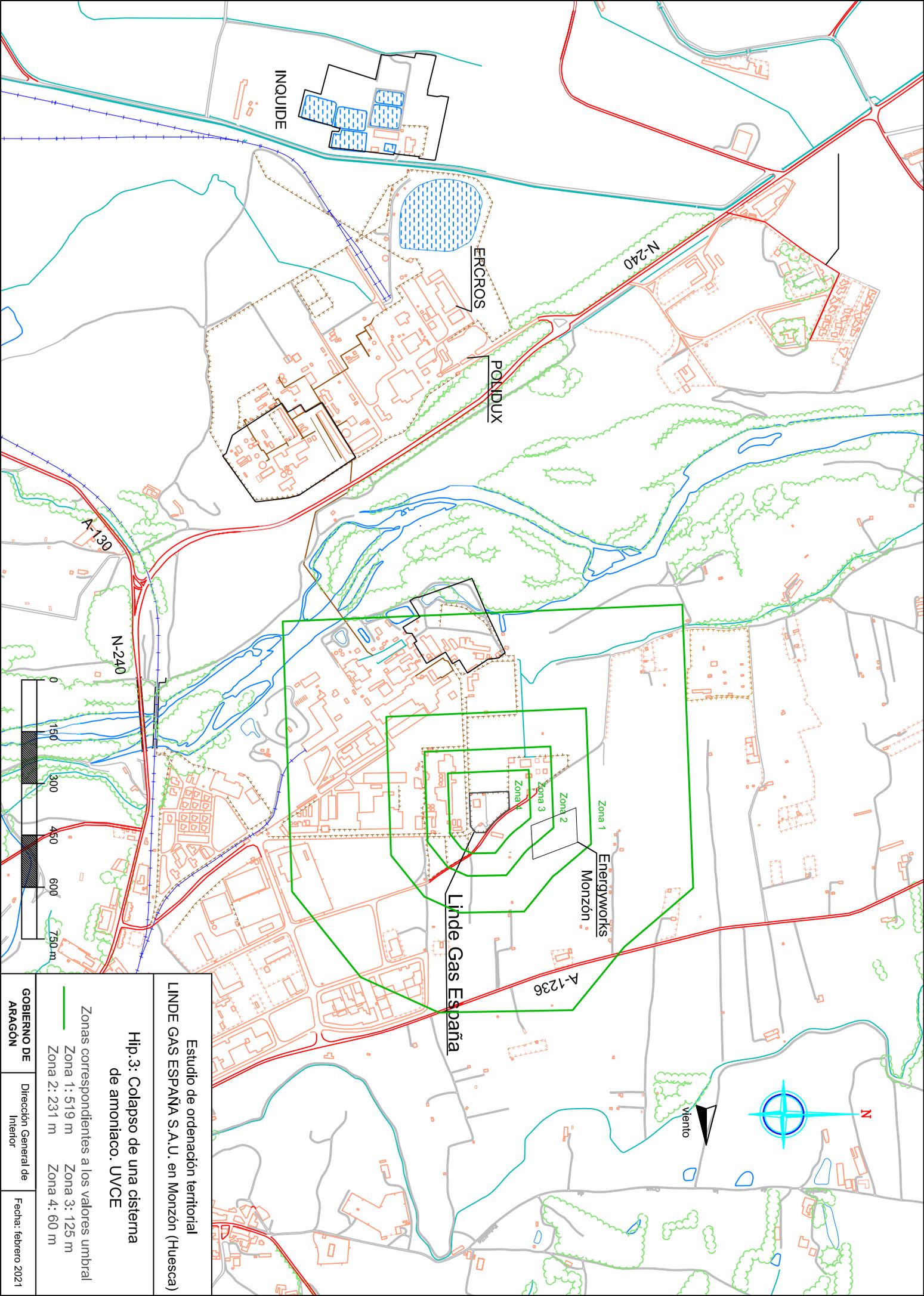
Zona 1:	94 m
Zona 3:	60 m
Zona 2:	75 m
Zona 4:	49 m

GOBIERNO DE ARAGÓN

Dirección General de Interior

Fecha: febrero 2021

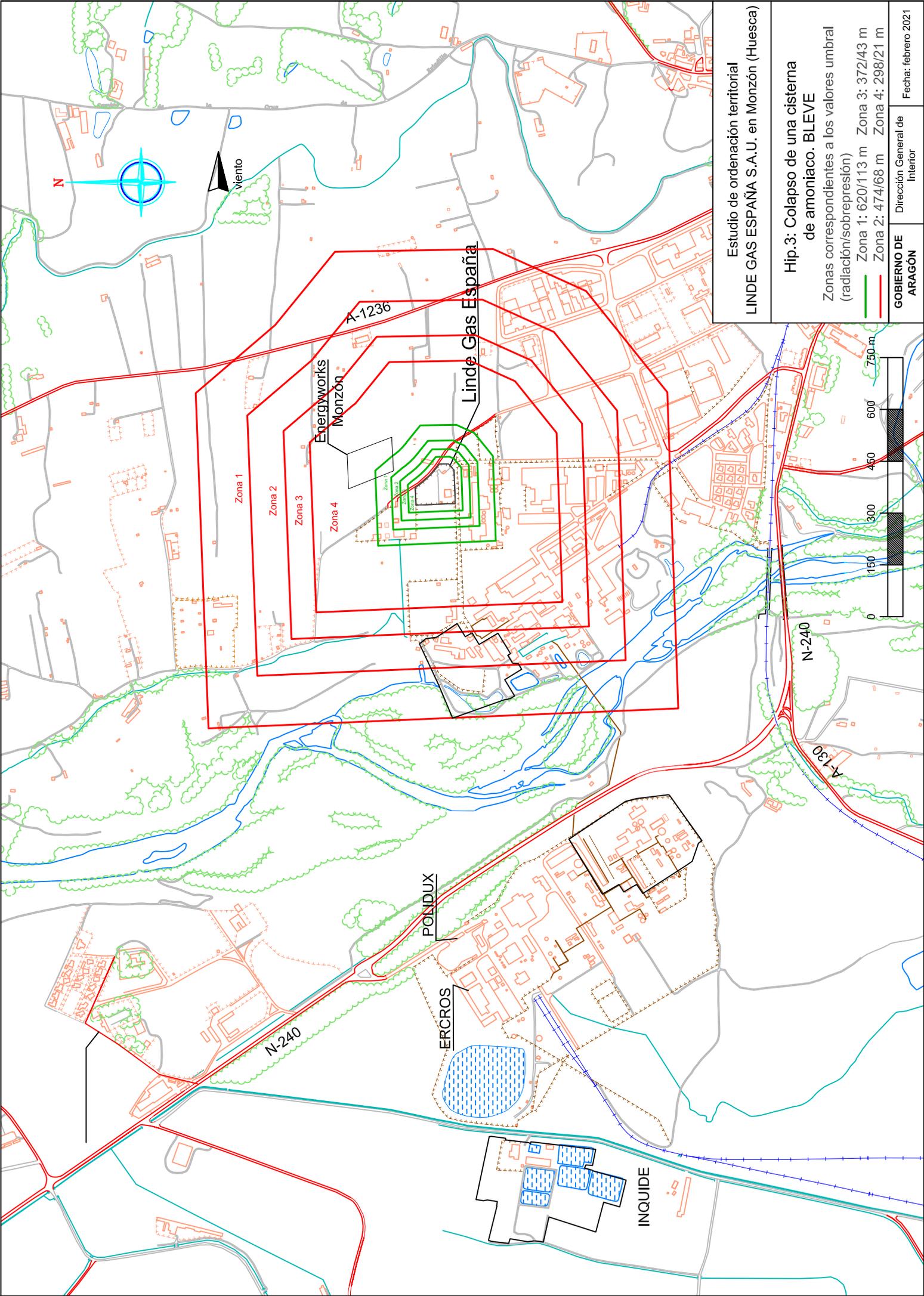




Estudio de ordenación territorial
 LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.3: Colapso de una sistema de amoniaco. UVCE

- Zonas correspondientes a los valores umbral
- Zona 1: 519 m
 - Zona 2: 231 m
 - Zona 3: 125 m
 - Zona 4: 60 m



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.3: Colapso de una cisterna de amoniaco. BLEVE
 Zonas correspondientes a los valores umbral (radiación/sobrepresión)
 Zona 1: 620/113 m Zona 3: 372/43 m
 Zona 2: 474/68 m Zona 4: 298/21 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021

POLIDUX

ERCROS

INQUIDE

Monzón

A-1236

Linde Gas España

Energworks Monzón

Zona 1

Zona 2

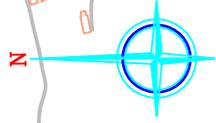
Zona 3

Zona 4

N-240

N-240

A-130



Estudio de compatibilidad

La tabla 16 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo químico y de tipo mecánico y térmico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de las matrices de riesgo para fenómenos químicos y para fenómenos mecánicos y térmicos.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: nube tóxica, BLEVE, incendio de charco y explosión UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

En cuanto a las zonas según la matriz para fenómenos de tipo térmico y mecánico, se aplican dos filas distintas: la cuarta para la UVCE y para el incendio de charco, y la quinta para el BLEVE. Para poder diferenciarlo correctamente se ha distinguido la aplicación de la matriz para efectos térmicos y mecánicos en dos columnas distintas en la tabla 16.

Elemento	Clasificación	Zona real nube tóx./ BLEVE/incendio/UVCE	Zona según la matriz quím.	Zona según la matriz mec./tér. UVCE/Incendio charco 4º fila	Zona según la matriz mec./tér. BLEVE 5º fila
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV-T / EPV	Zona 4/Zona 4/ Zona 4/ Zona 4	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paúles	EPV-T / EPV	Zona 4/Zona 4/ Zona 4/ Zona 4	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Empresa Seveso Química del Cinca	EPV-T / EPV	Zona 1/Zona 3/--/ Zona 1	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Carretera A-1236	EPV-T / EPV	--/Zona 2/--/ Zona 1	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV-T / EPV	Zona 3/Zona 4/--/ Zona	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica III	EPV-T / EPV	--/Zona 1/--/--	Zona 4	Zona 4	Zona 4

Tabla 16. Comparación de la ubicación de los elementos para el colapso de un camión cisterna de amoniaco.

Como se comprueba en la tabla 16, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a LINDE, las subestaciones eléctricas II y III, la carretera A-1236 y la empresa Seveso Química del Cinca S.L. Para todos ellos, su

ubicación es compatible con la propuesta por las matrices de fenómenos químicos, mecánicos y térmicos.

2.4. Hipótesis 4: Fuga de amoniaco por rotura de la manguera de un camión cisterna de amoniaco

Este suceso iniciador consiste en un derrame de amoniaco líquido, ocasionado por la rotura total de la manguera de descarga de la cisterna. Las características de esta instalación se presentan a continuación:

▶ Capacidad nominal	20 t
▶ Volumen	38,06 m ³
▶ Longitud	14 m
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión	7,10 bar
▶ Diámetro manguera descarga	2"

Con estos valores, se obtiene un caudal total de fuga de 7,33 kg/s. Una parte del mismo sufrirá una evaporación súbita (779,1 kg) y el resto formará un charco, del que se irá evaporando como consecuencia del aporte de calor del terreno (2,01 kg/s).

Tomando como suceso iniciador el derrame de amoniaco anhidro líquido, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que se escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita o flash. El resto del líquido formaría un charco que en caso de que entrase en ignición, daría lugar a un incendio del charco o pool fire.

En caso negativo, y si las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formaría una nube que si encuentra una fuente de ignición podría producir una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada) o, por el contrario, dispersarse como una nube tóxica.

La formación de una nube tóxica lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo químico, el incendio de charco lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo térmico, la explosión UVCE lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico; por lo que, para esta hipótesis, las matrices a aplicar son las tres existentes.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

Hipótesis	Accidente y efecto calculado	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 4: Rotura de la manguera de descarga de la cisterna de amoniaco	Nube tóxica (dispersión)	152	143	113	57	químico
	Incendio de charco (radiación térmica)	49	38	30	24	térmico
	UVCE (sobrepresión)	390	174	94	45	mecánico

Tabla 17. Distancias obtenidas para los valores umbral para la fuga de amoniaco por rotura de la manguera de descarga de un camión cisterna.

Frecuencia de ocurrencia

Este suceso se identifica como una fuga de sustancia por rotura de la manguera de descarga de la cisterna presurizada con derrame a ambos lados del punto de rotura. La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $4 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$ (tabla 47 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*).

De acuerdo con lo indicado por la empresa, el tiempo de descarga de una cisterna de amoniaco es de 6 horas aproximadamente y el número de cisternas que se recibieron en el año 2019 fue de 31. Con todo ello, la frecuencia del suceso pasa a ser $7,44 \cdot 10^{-4} \text{ año}^{-1}$.

Por otro lado, teniendo en cuenta las direcciones del viento, se han calculado las frecuencias correspondientes al suceso en cada uno de los dieciséis rumbos principales, recogándose dichos valores en la tabla 18.

Rumbo	Frecuencia del viento (%)	Frecuencia del suceso (año ⁻¹)
N	2,2	1,64· 10 ⁻⁵
NNE	2,2	1,64· 10 ⁻⁵
NE	2,3	1,71· 10 ⁻⁵
ENE	3,3	2,46· 10 ⁻⁵
E	8,1	6,03· 10 ⁻⁵
ESE	5,4	4,02· 10 ⁻⁵
SE	5,1	3,79· 10 ⁻⁵
SSE	5,8	4,32· 10 ⁻⁵
S	6,8	5,06· 10 ⁻⁵
SSW	3,7	2,75· 10 ⁻⁵
SW	3,6	2,68· 10 ⁻⁵
WSW	4,7	3,50· 10 ⁻⁵
W	13,3	9,90· 10 ⁻⁵
WNW	5,1	3,79· 10 ⁻⁵
NW	2,4	1,79· 10 ⁻⁵
NNW	1,5	1,12· 10 ⁻⁵

Tabla 18. Valores de frecuencia del suceso teniendo en cuenta las direcciones del viento.

Como puede observarse en la tabla anterior, se tienen frecuencias dentro de un orden de magnitud de 10⁻⁵, por lo que se aplica la fila tercera de la matriz de compatibilidad para fenómenos de tipo químico.

En cuanto a los fenómenos de tipo térmico y mecánico, la frecuencia del suceso es 7,44· 10⁻⁴ año⁻¹, se aplica la segunda fila de ambas matrices.

A continuación, se muestran las filas anteriormente citadas extraídas de las matrices de riesgo, según la frecuencia calculada para cada fenómeno.

Fenómenos químicos – 3º fila			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
AEGL-3	λ = 5	λ = 2	λ = 0,5
EV-T, EBV-T, EPV-T	EV-T, EBV-T, EPV-T	EBV-T, EPV-T	Vacío

Tabla 19. Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

Fenómenos térmicos – 2º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EV, EBV, EPV	EBV, EPV	EPV	EPV
Fenómenos mecánicos – 2º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EV, EBV, EPV	EBV, EPV	EPV	EPV

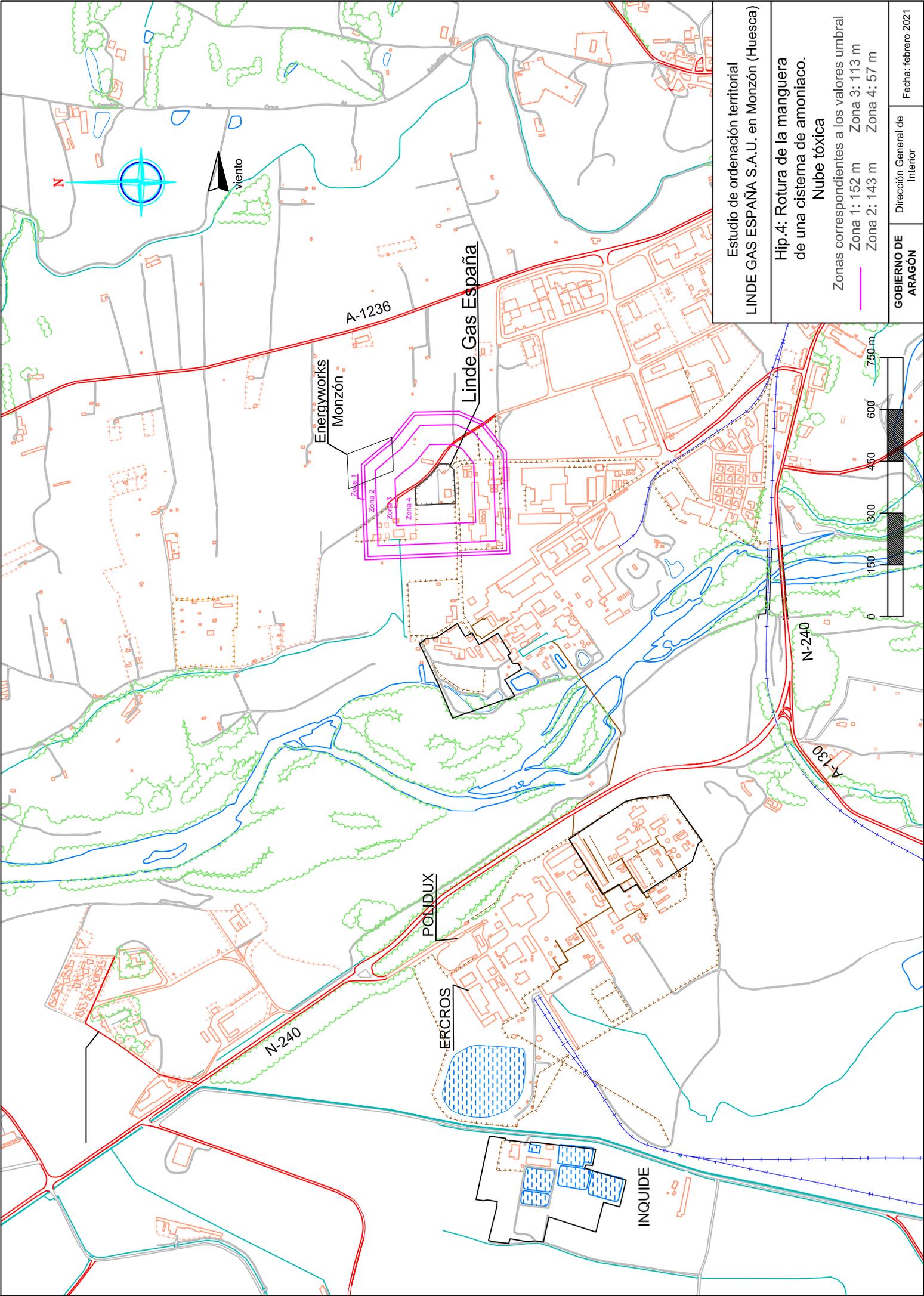
λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

EMV-T: Elementos muy vulnerables-tóxico; EV-T: Elementos vulnerables-tóxico; EBV-T: Elementos de baja vulnerabilidad-tóxico; EPV-T: Elementos poco vulnerables-tóxico.

EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 19 (continuación). Filas a aplicar de la matriz de riesgo considerada.

La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo químico aparecen representadas en color magenta, las de tipo térmico en color rojo y las de tipo mecánico en color verde.

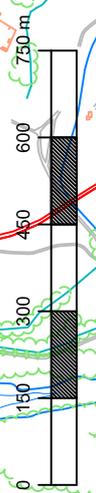


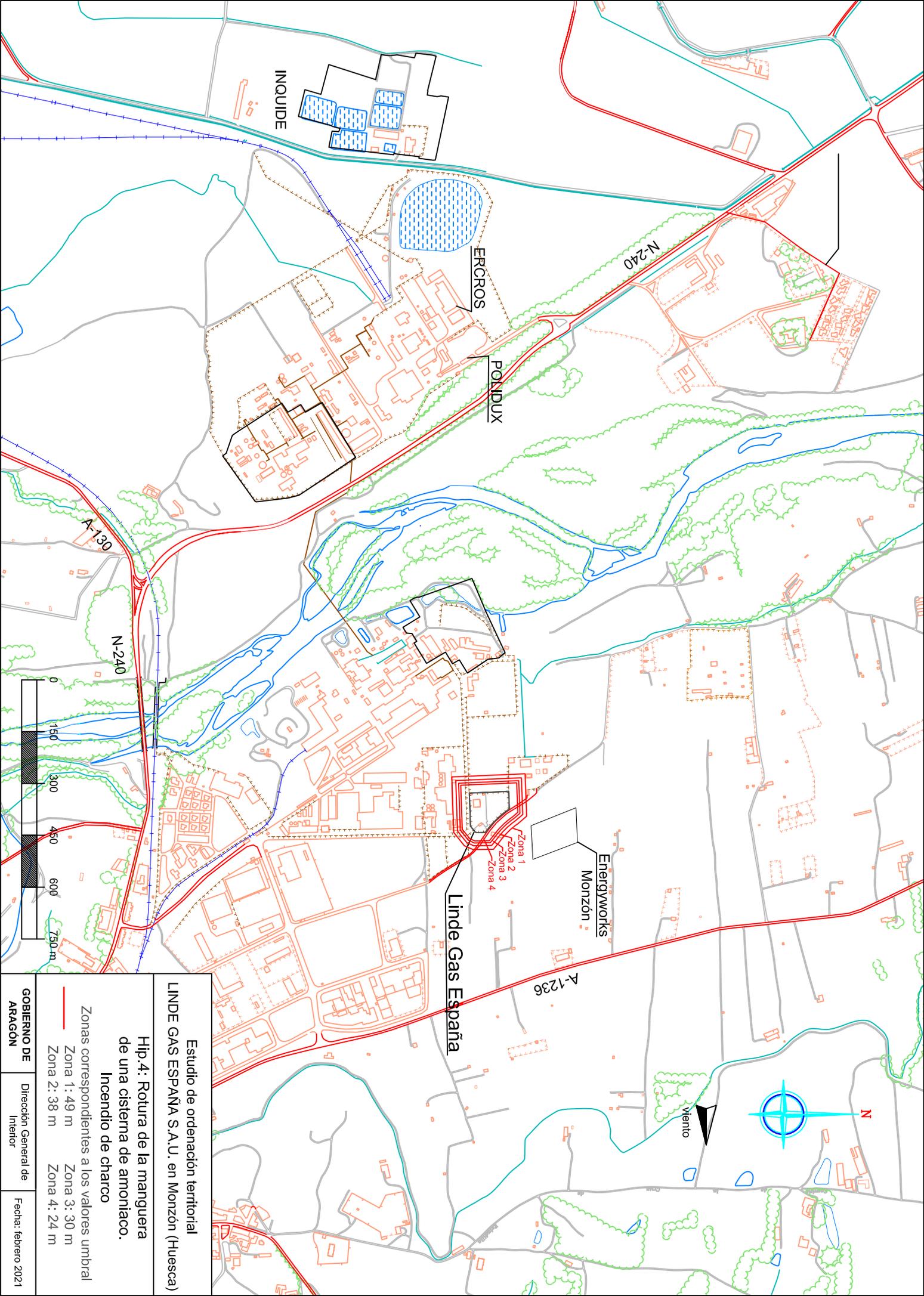
Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.4: Rotura de la manguera de una cisterna de amoniaco. Nube tóxica

Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 152 m Zona 3: 113 m
 Zona 2: 143 m Zona 4: 57 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021

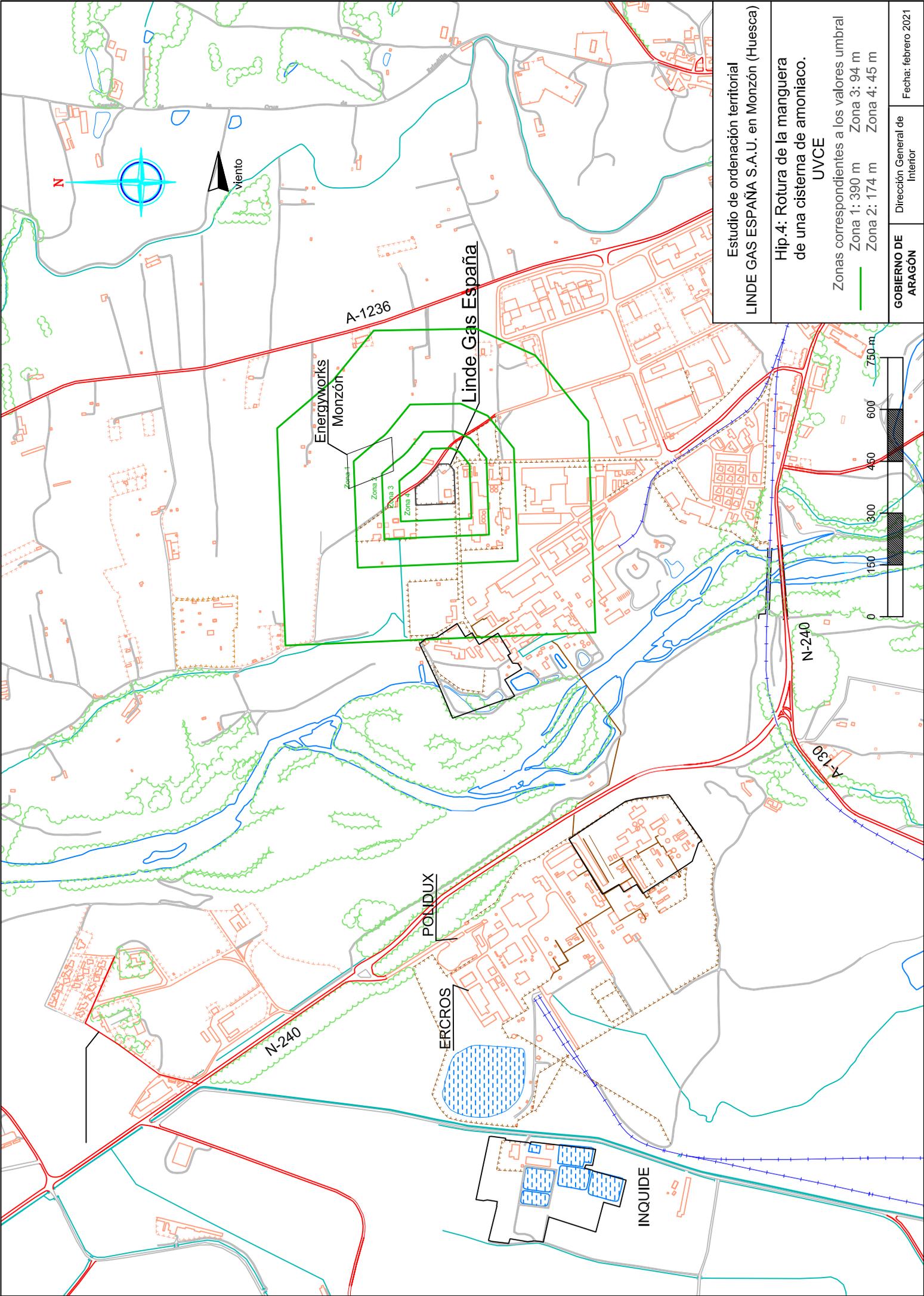




Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.4: Rotura de la manguera de una cisterna de amoníaco. Incendio de charco

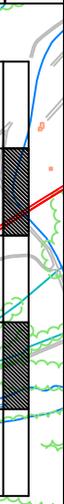
- Zonas correspondientes a los valores umbral
- Zona 1: 49 m
 - Zona 2: 38 m
 - Zona 3: 30 m
 - Zona 4: 24 m



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.4: Rotura de la manguera de una cisterna de amoniaco.
UVCE
 Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 390 m Zona 3: 94 m
 Zona 2: 174 m Zona 4: 45 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Energyworks
 Monzón

Linde Gas España

A-1236

N-240

A-130

POLIDUX

ERCROS

INQUIDE

N-240

N
 viento

Zona 1
 Zona 2
 Zona 3
 Zona 4

Estudio de compatibilidad

La tabla 20 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo químico y de tipo mecánico y térmico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de las matrices de riesgo para fenómenos químicos y para fenómenos mecánicos y térmicos.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: nube tóxica, incendio de charco y explosión UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

Los elementos que se han coloreado en rojo son aquellos cuyas ubicaciones no son acordes con las propuestas por las matrices de riesgo.

Elemento	Clasificación	Zona real nube tóx./incendio/UVCE	Zona según la matriz quím.	Zona según la matriz mec./tér.
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV-T / EPV	Zona 4/Zona 4/Zona 4	Zona 3	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paúles	EPV-T / EPV	Zona 4/--/Zona 4	Zona 3	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV-T / EPV	--/--/Zona 1	Zona 3	Zona 4
Empresa Seveso Química del Cinca	EPV-T / EPV	--/--/Zona 1	Zona 3	Zona 4

Tabla 20. Comparación de la ubicación de los elementos para la fuga de amoniaco por rotura de la manguera de descarga de un camión cisterna.

Según la tabla 20, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a LINDE, la subestación eléctrica II y la empresa Seveso Química del Cinca S.L. Para el caso de las empresas colindantes a LINDE, la ubicación no es compatible con la propuesta por la matriz de fenómenos químicos, ya que, según éste, deberían ubicarse en zona 3, más alejada de la que se encuentran en la realidad (zona 4). Analizando la compatibilidad con respecto a la matriz para fenómenos de tipo mecánico y térmico, sí que su ubicación sería compatible con la misma.

En cuanto a la subestación eléctrica II y a la Empresa Seveso Química del Cinca S.L., sus ubicaciones sí que son acordes con las propuestas por ambas matrices.

2.5. Hipótesis 5: Fuga de hidrógeno por rotura total de una tubería

Este suceso iniciador consiste en una fuga de hidrógeno, ocasionada por la rotura total de la tubería de transporte que comparte con la empresa Seveso Química del Cinca S.L., y que tiene las siguientes características:

▶ Diámetro	6"
▶ Longitud (interior LINDE)	150 m
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión	1,25 bar
▶ Caudal	360 m ³ /h

Se considera una fuga con un caudal de 1,5 veces el caudal normal de circulación en la tubería, por lo que, tomando un tiempo de fuga de 20 minutos, se obtiene una masa total fugada de 26,49 kg.

Tomando como suceso iniciador una fuga de hidrógeno de una tubería por la que circula el gas a presión, en el caso de encontrar una fuente de ignición inmediata se formaría un dardo de fuego (*jet fire*). Sin embargo, es posible que se forme una nube o dardo de gas, que podría dar lugar a una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE) si encuentra una fuente de ignición posterior o, simplemente, dispersarse. En el caso de que la cantidad de gas liberada fuese pequeña únicamente tendría lugar un incendio flash (*flash fire*).

Estos sucesos llevan asociados fenómenos peligrosos de tipo térmico y mecánico, por lo que, para esta hipótesis, las matrices a aplicar son las dos correspondientes a dichos fenómenos.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

Hipótesis	Accidente y efecto calculado	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 5: Rotura total de la tubería de hidrógeno proveniente de Química del Cinca S.L.	UVCE (sobrepresión)	303	135	73	35	mecánico
	Dardo de fuego (radiación térmica)	26	25	24	23	térmico

Tabla 21. Distancias obtenidas para los valores umbral para la rotura total de una tubería de hidrógeno.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (tabla 43 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*), que corresponde a una fuga por rotura total de tubería, con fuga a ambos lados del punto de rotura. En concreto, para aquellas con diámetro nominal superior a 150 mm, puesto que el diámetro de la tubería es de 152,4 mm. De acuerdo a la información aportada por la empresa, la longitud de la tubería en el interior de la empresa es 150 metros, por lo que la frecuencia del suceso final es $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ año}^{-1}$.

La fila a aplicar de las matrices para los fenómenos de tipo térmico y mecánico es la tercera para ambos fenómenos. A continuación, se muestran dichas filas.

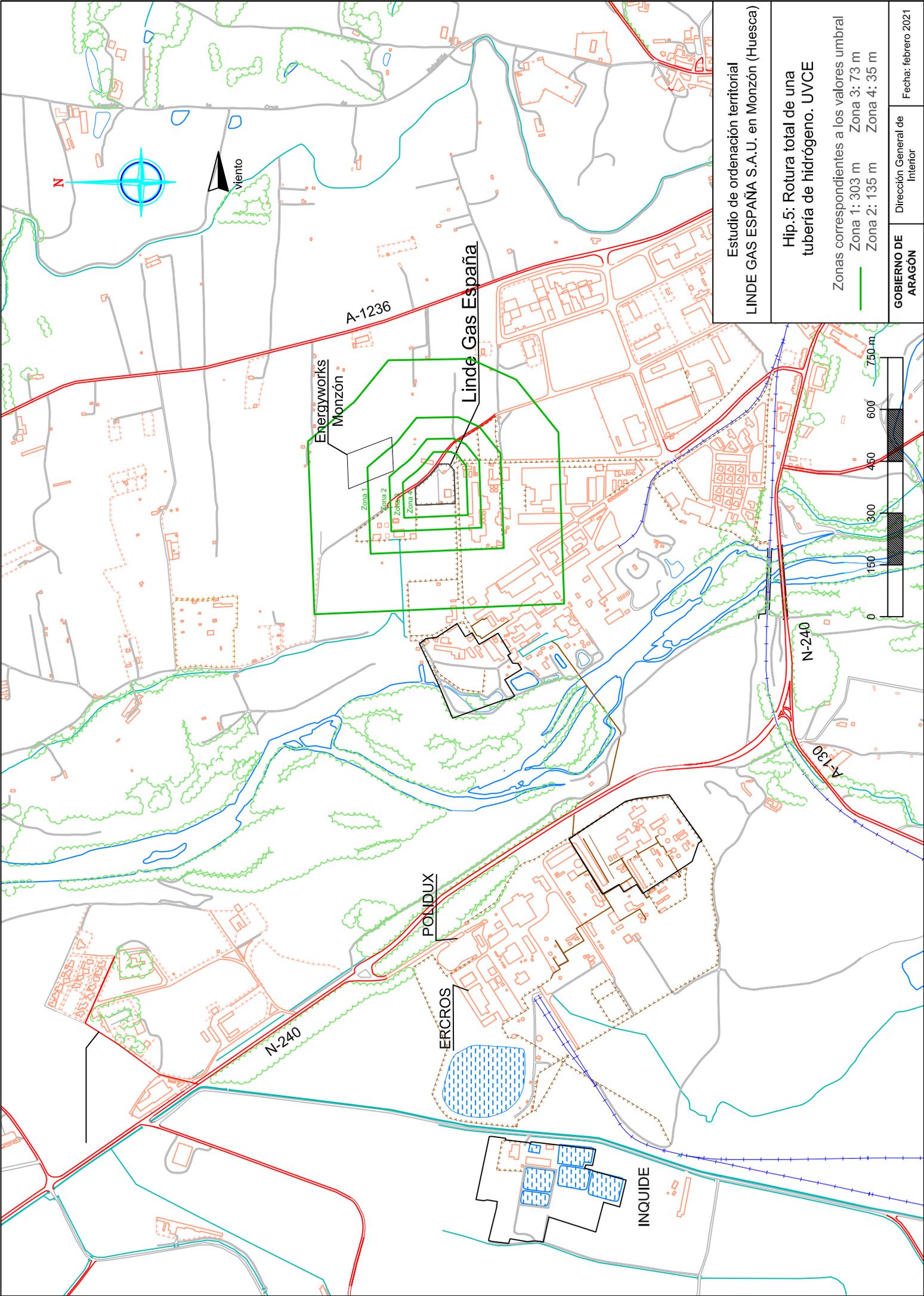
Fenómenos térmicos – 3º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV	EPV
Fenómenos mecánicos – 3º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV	EPV

λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).

EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 22. Filas a aplicar de las matrices de riesgo consideradas.

La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo térmico aparecen representadas en color rojo y las de tipo mecánico en color verde.

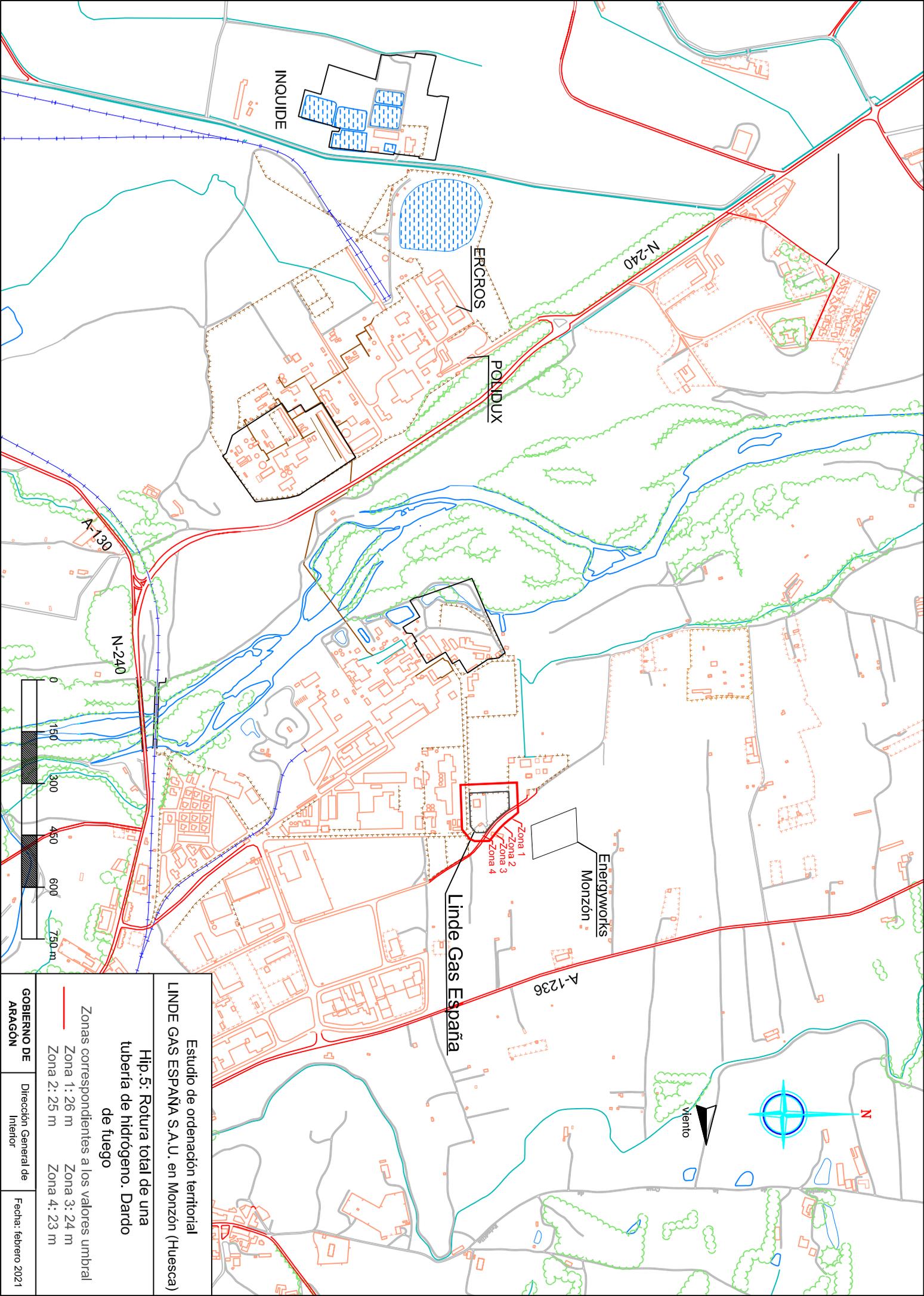


Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.5: Rotura total de una tubería de hidrógeno. UVCE

Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 303 m Zona 3: 73 m
 Zona 2: 135 m Zona 4: 35 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.5: Rotura total de una tubería de hidrógeno. Dardo de fuego

- Zonas correspondientes a los valores umbral
- Zona 1: 26 m
 - Zona 2: 25 m
 - Zona 3: 24 m
 - Zona 4: 23 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021

Estudio de compatibilidad

La tabla 23 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo mecánico y térmico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de las matrices de riesgo para fenómenos mecánicos y térmicos.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: explosión UVCE y dardo de fuego. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

Elemento	Clasificación	Zona real UVCE/dardo	Zona según la matriz mec./tér.
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV	Zona 4/Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paúles	EPV	Zona 4/Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV	--/Zona 1	Zona 4

Tabla 23. Comparación de la ubicación de los elementos para la rotura total de una tubería de hidrógeno.

Según la tabla 23, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a LINDE y la subestación eléctrica II. Analizando la compatibilidad con respecto a la matriz para fenómenos de tipo mecánico y térmico, las ubicaciones de dichos elementos serían compatibles con las propuestas.

2.6. Hipótesis 6: Explosión física de un semirremolque de hidrógeno

Este suceso iniciador consiste en la explosión física de un semirremolque de 410 botellas de hidrógeno de 50 L cada una. Los semirremolques tienen las siguientes características:

▶ N° de botellas	410 botellas
▶ Temperatura	ambiente
▶ Presión	200 bar
▶ Medida tráiler	4 x 2,5 x 11,37 m

Se considera que un tráiler de hidrógeno comprimido, al encontrarse a una presión de 200 bar, puede sufrir un calentamiento importante que podría provocar una ruptura de las

botellas contenidas y dar lugar a una explosión física, ante la imposibilidad de los sistemas de alivio de evacuar todo el gas rápidamente.

Este suceso lleva asociados fenómenos peligrosos de tipo mecánico, por lo que la matriz a aplicar es la correspondiente a este tipo de fenómenos.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

Hipótesis	Accidente y efecto calculado	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 5: Explosión física de un semirremolque de hidrógeno	UVCE (sobrepresión)	256	153	97	47	mecánico

Tabla 24. Distancias obtenidas para los valores umbral para la explosión física de un semirremolque de hidrógeno.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $5 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹ (tabla 47 del documento de referencia *Criterios técnicos de ordenación del territorio en el marco del Real Decreto 1254/1999 – Incendios y explosiones*), que corresponde a una fuga instantánea de todo el inventario de una unidad de transporte presurizada. De acuerdo a la información aportada por la empresa, el tráiler tarda en cargarse 14 horas como máximo y se cargaron 739 semirremolques en el año 2019. Todo ello hace que la frecuencia final del suceso sea $5,91 \cdot 10^{-7}$ año⁻¹.

La fila a aplicar de la matriz para los fenómenos de tipo mecánico es la cuarta, como se muestra en la tabla 25.

Fenómenos mecánicos – 4º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EBV, EPV

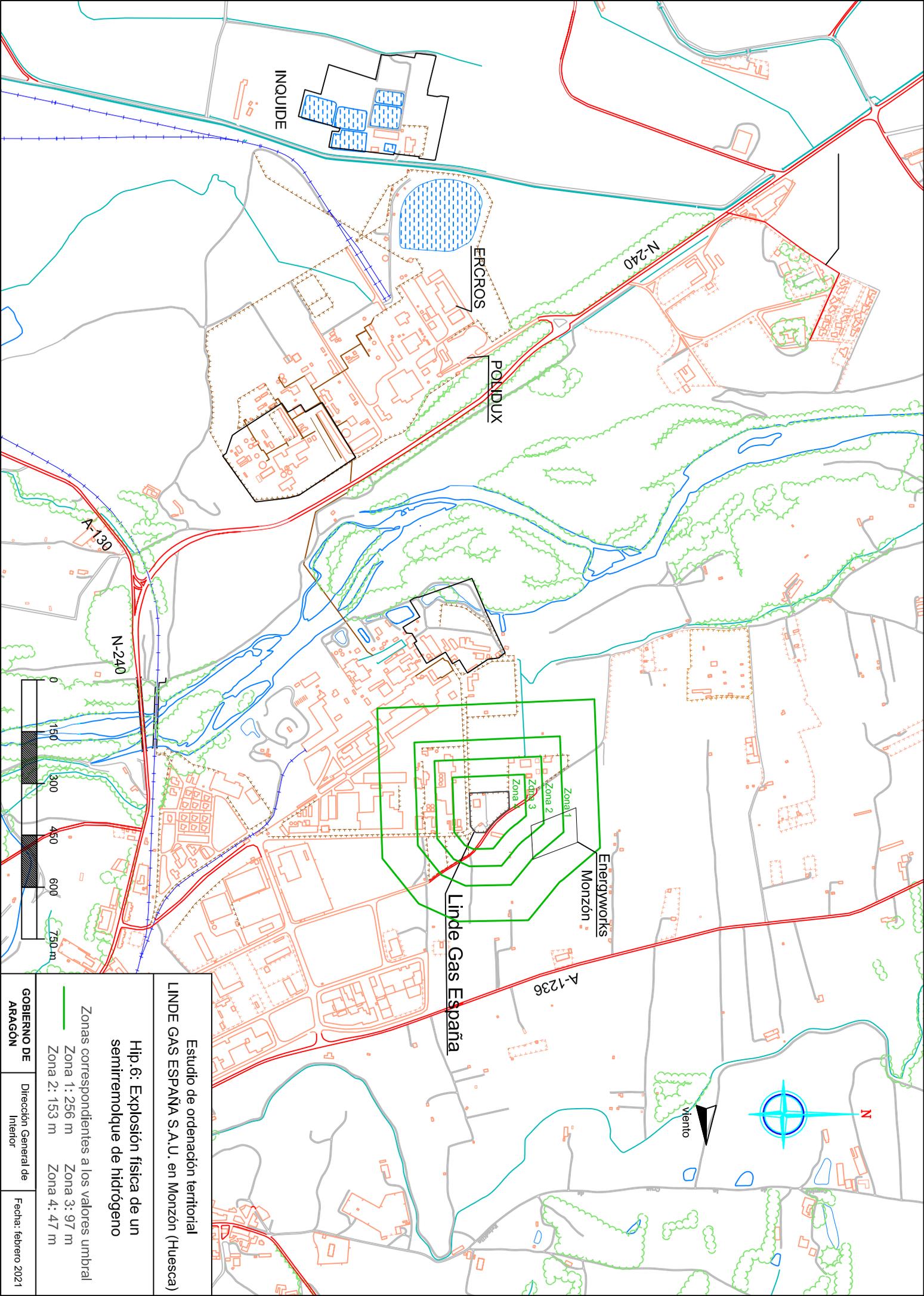
λ : Tasa de ventilación (h⁻¹).

EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 25. Fila a aplicar de la matriz de riesgo considerada.



La representación de las distancias anteriores se incluye en la figura siguiente, en la que aparecen representadas en color verde.



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.6: Explosión física de un semiremolque de hidrógeno

- Zonas correspondientes a los valores umbral
- Zona 1: 256 m
 - Zona 2: 153 m
 - Zona 3: 97 m
 - Zona 4: 47 m

Estudio de compatibilidad

La tabla 26 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo mecánico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de la matriz de riesgo para fenómenos mecánicos.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según la explosión UVCE. Estas zonas pueden comprobarse en el plano anterior.

Elemento	Clasificación	Zona real nube UVCE/jet	Zona según la matriz mec./tér.
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV	Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paúles	EPV	Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV	Zona 1	Zona 4

Tabla 26. Comparación de la ubicación de los elementos para la explosión física de un semirremolque de hidrógeno.

Según la tabla 26, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a LINDE y la subestación eléctrica II. Analizando la compatibilidad con respecto a la matriz para fenómenos de tipo mecánico, las ubicaciones de dichos elementos son compatibles con las propuestas.

2.7. Hipótesis 7: Fuga de propileno por rotura catastrófica de un contenedor

Este suceso iniciador consiste en una fuga de propileno, ocasionada por la rotura total de un contenedor con las siguientes características:

- ▶ Volumen 900 L
- ▶ Cantidad de gas 387 kg
- ▶ Temperatura ambiente
- ▶ Presión 10,43 bar

Tomando como suceso iniciador el derrame de propileno líquido, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que se escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita o *flash*. El resto

del líquido formaría un charco que en caso de que entrase en ignición, daría lugar a un incendio del charco o *pool fire*.

En caso negativo, y si las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formaría una nube que si encuentra una fuente de ignición podría producir una UVCE (explosión de una nube de vapor no confinada).

Por último, con consecuencia de un incendio cerca de un recipiente, se podría producir el BLEVE del mismo.

Estos sucesos llevan asociados fenómenos peligrosos de tipo térmico y mecánico, por lo que, para esta hipótesis, las matrices a aplicar son las dos correspondientes a estos fenómenos.

Valores umbral

En la siguiente tabla, se muestran las distancias que definen cada una de las zonas del estudio de ordenación territorial para los accidentes estudiados.

Hipótesis	Accidente y efecto calculado	Zona 1 (m)	Zona 2 (m)	Zona 3 (m)	Zona 4 (m)	Tipo de fenómeno
Hip. 7: Rotura total de un contenedor de propileno	Incendio de charco (radiación térmica)	46	33	24	17	térmico
	UVCE (sobrepresión)	392	175	95	45	mecánico
	BLEVE (radiación térmica y sobrepresión)	236 44	180 28	141 18	113 9	térmico y mecánico

Tabla 27. Distancias obtenidas para los valores umbral para la rotura total de un contenedor de propileno.

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia de este suceso es de $1,1 \cdot 10^{-6}$ año⁻¹ contenedor⁻¹ (chapter 3 de *Handbook on Failure Frequencies 2019*, publicado por Flemish Government, LNE Department, Environment, Nature and Energy Policy Unit, Safety Reporting Division), que corresponde a una rotura de un recipiente a presión. Por otro lado, de acuerdo a la información aportada por la empresa, el tiempo de descarga de un camión con 12 contenedores es de 1,5 horas y se recibieron 8 contenedores en el 2019. Con todo ello y teniendo en cuenta que la actividad realizada en el establecimiento es la descarga, almacenamiento y posterior carga para entrega a clientes, la frecuencia final del suceso es $2,51 \cdot 10^{-10}$ año⁻¹.

En el caso del incendio de charco y de la explosión UVCE, considerando la frecuencia del suceso de $2,51 \cdot 10^{-10} \text{ año}^{-1}$, se aplica la fila quinta de las matrices para fenómenos de tipo térmico y mecánico

En el caso del BLEVE, la frecuencia de ocurrencia se ha calculado partiendo de la frecuencia anterior ($2,51 \cdot 10^{-10} \text{ año}^{-1}$), y se ha considerado que se produce ignición directa (probabilidad de 0,2 para sustancias extremadamente inflamables y fuente instantánea superior a 1.000 kg) y aplicando la probabilidad de 0,7, como se indica en las tablas 7 y 9, en las figuras 4 y 8 del manual BEVI. Con todo ello, la frecuencia se queda en $3,15 \cdot 10^{-11} \text{ año}^{-1}$. Por ello, con esa frecuencia, la fila a aplicar de la matriz de fenómenos de tipo térmico y mecánico sería la quinta. A continuación, se muestra el árbol de eventos con lo indicado anteriormente.

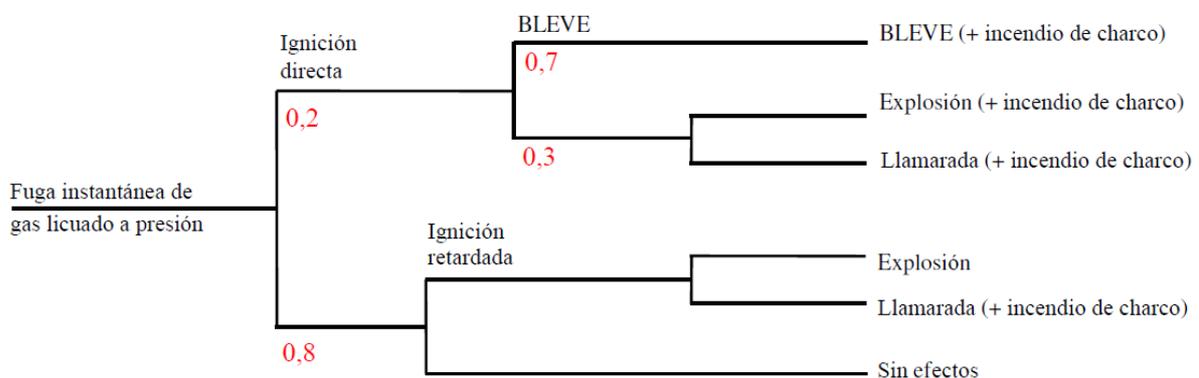


Figura 3. Árbol de sucesos para el cálculo de la frecuencia de ocurrencia de un BLEVE de un contenedor de propileno.

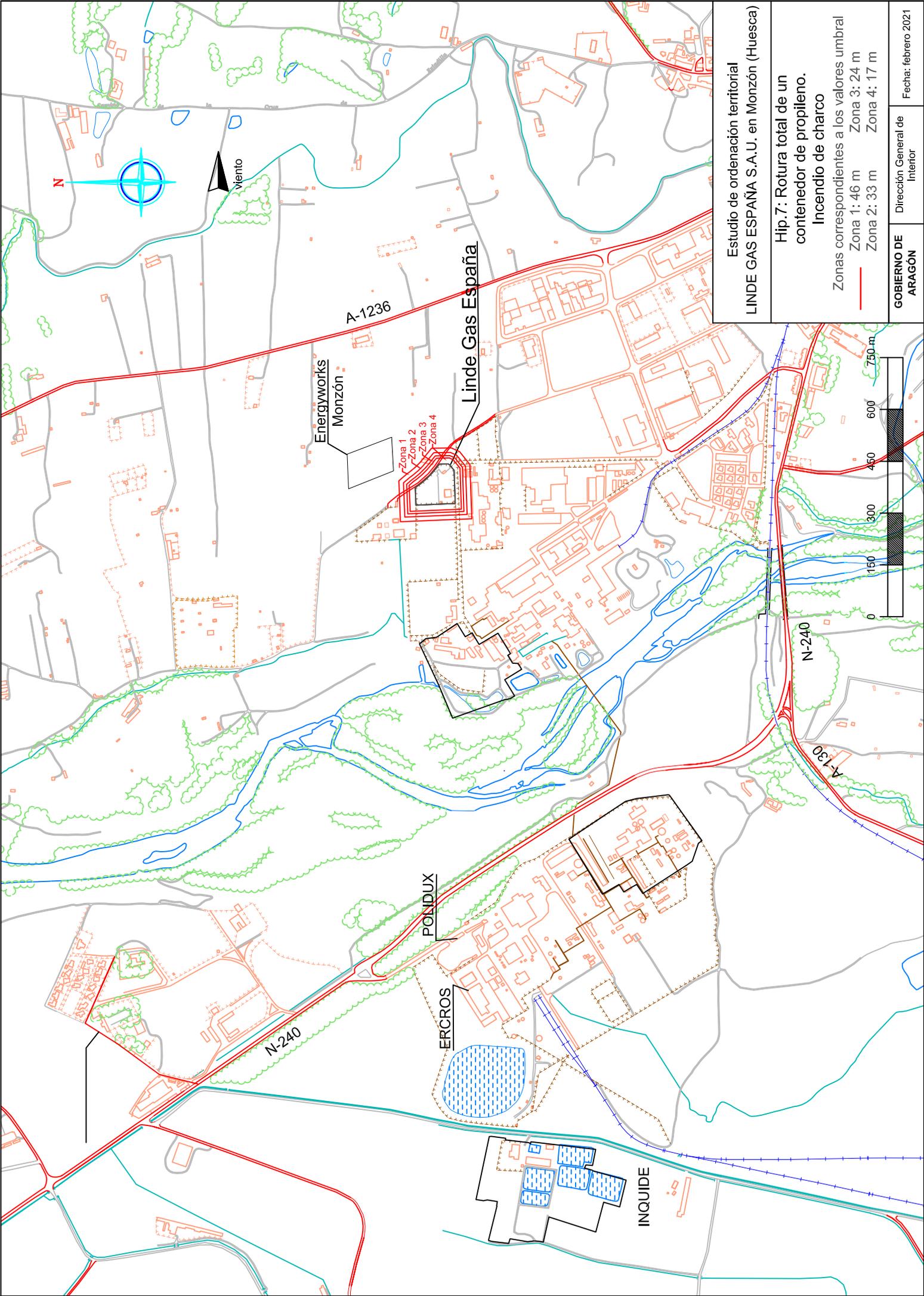
Fenómenos térmicos – 5º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV
Fenómenos mecánicos – 5º fila			
Zona 1 AEGL-3	Zona 2 $\lambda = 5$	Zona 3 $\lambda = 2$	Zona 4 $\lambda = 0,5$
EMV, EV, EBV, EPV	EMV, EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV	EV, EBV, EPV

λ : Tasa de ventilación (h^{-1}).
 EMV: Elementos muy vulnerable; EV: Elementos vulnerables; EBV: Elementos de baja vulnerabilidad; EPV: Elementos poco vulnerables.

Tabla 28. Filas a aplicar de las matrices de riesgo consideradas.



La representación de estas distancias se incluye en las figuras siguientes, en la que las distancias para los fenómenos de tipo térmico aparecen representadas en color rojo y las de tipo mecánico en color verde.



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.7: Rotura total de un
 contenedor de propileno.
 Incendio de charco

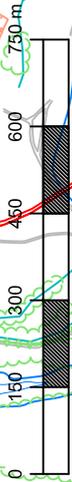
Zonas correspondientes a los valores umbral
 Zona 1: 46 m Zona 3: 24 m
 Zona 2: 33 m Zona 4: 17 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021

Energylworks
 Monzón

Linde Gas España

Zona 1
 Zona 2
 Zona 3
 Zona 4



Viento

A-1236

N-240

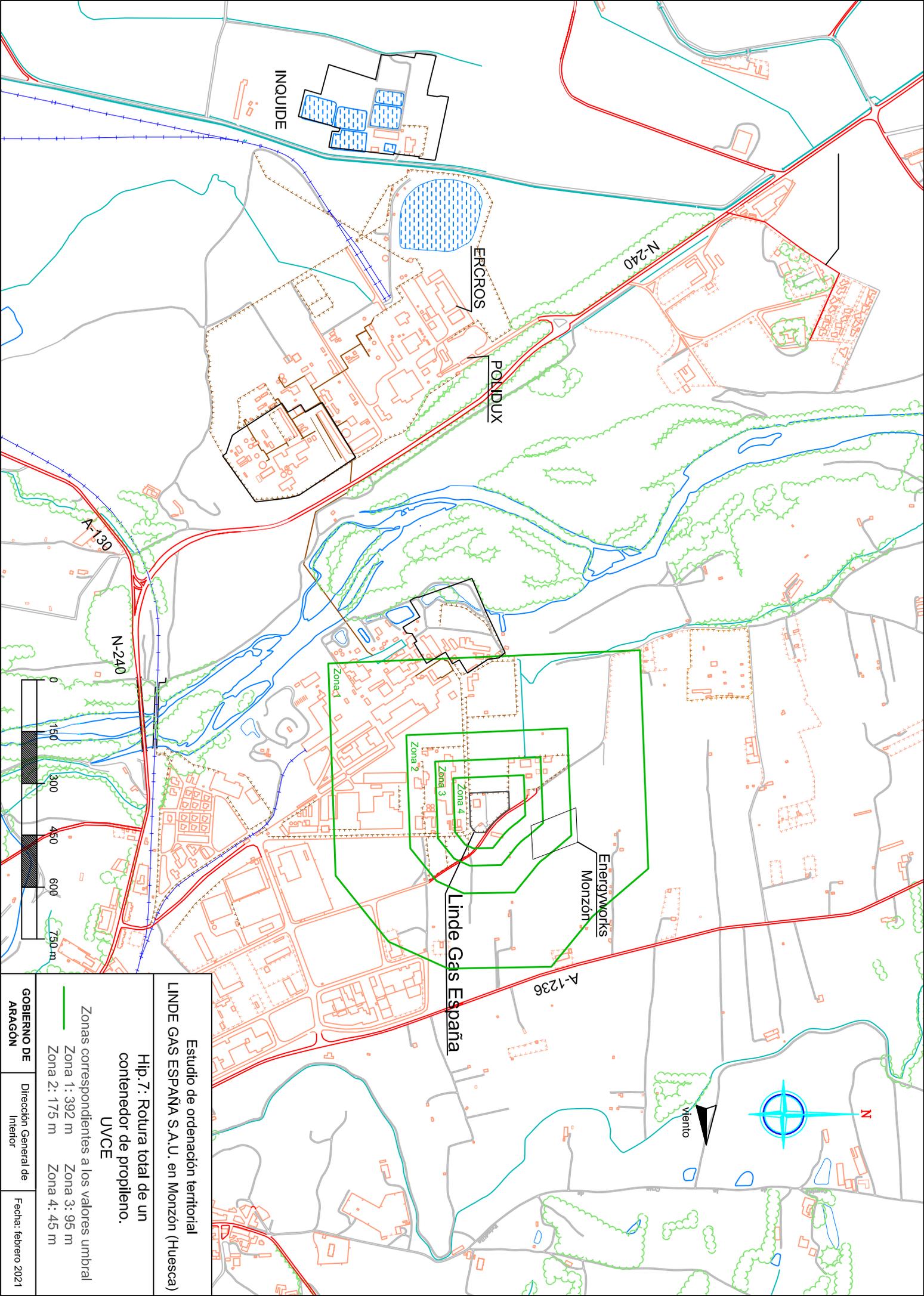
A-130

POLIDUX

ERCROS

INQUIDE

N-240

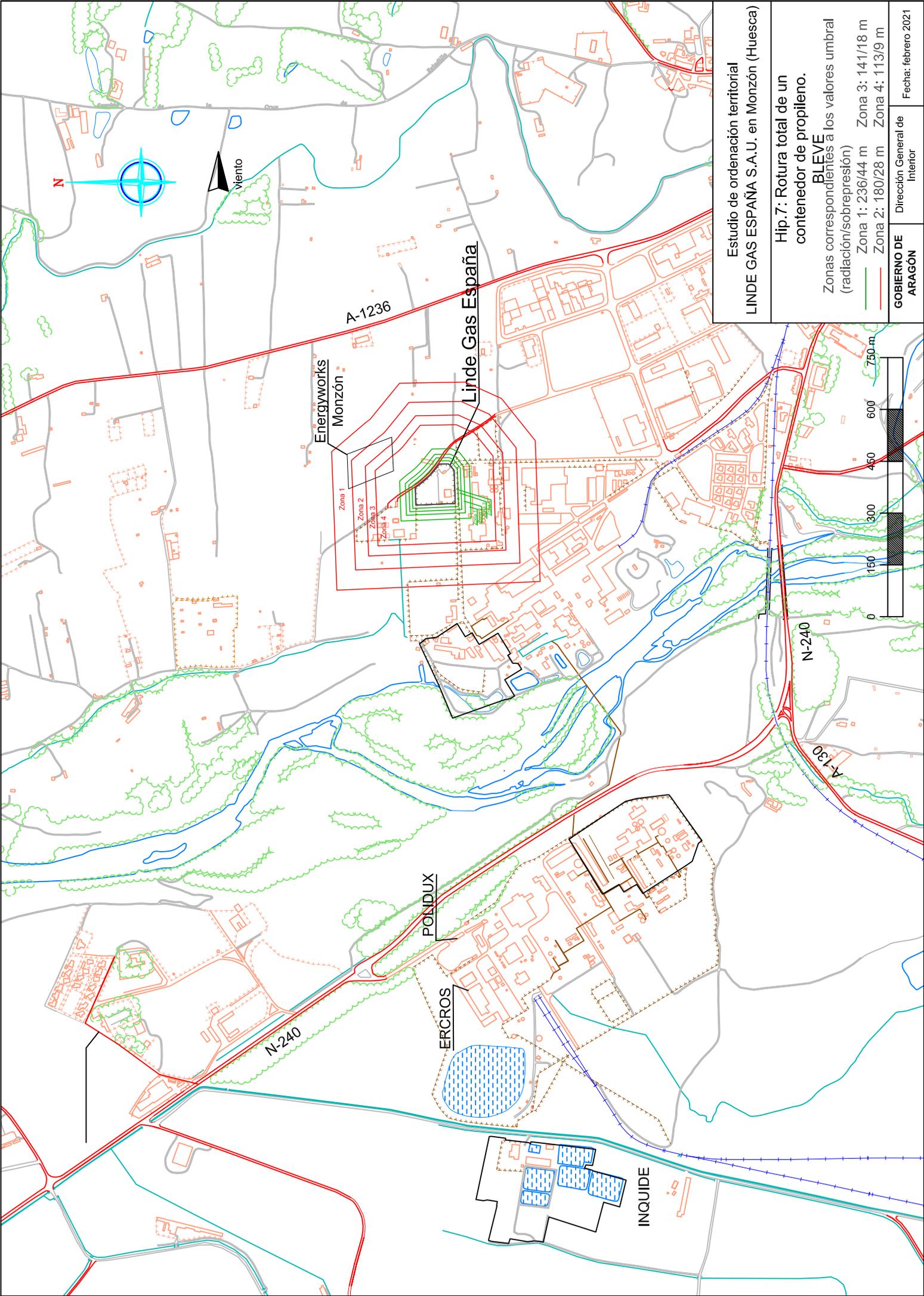


Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip. 7: Rotura total de un
 contenedor de propiileno.
 UVCE

- Zonas correspondientes a los valores umbral
- Zona 1: 392 m
 - Zona 2: 175 m
 - Zona 3: 95 m
 - Zona 4: 45 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Estudio de ordenación territorial
LINDE GAS ESPAÑA S.A.U. en Monzón (Huesca)

Hip.7: Rotura total de un
 contenedor de propileno.
BLEVE
 Zonas correspondientes a los valores umbral
 (radiación/sobrepresión)
 Zona 1: 236/44 m Zona 3: 141/18 m
 Zona 2: 180/28 m Zona 4: 113/9 m

GOBIERNO DE ARAGÓN Dirección General de Interior Fecha: febrero 2021



Viento

A-1236

Energyworks
Monzón

Linde Gas España

Zona 1
Zona 2
Zona 3
Zona 4



N-240

A-130

POLIDUX

ERCROS

N-240

INQUIDE

Estudio de compatibilidad

La tabla 29 recoge los elementos que podrían verse afectados por el accidente, su clasificación de acuerdo a los fenómenos de tipo mecánico y térmico, la zona en la que se encuentran según su ubicación actual de acuerdo a los accidentes estudiados y la zona en la que deberían encontrarse por aplicación de las matrices de riesgo para fenómenos mecánicos y térmicos.

Notar que en la columna de zona real se ha indicado la zona en la que se encuentra ubicado el elemento según el accidente estudiado: incendio de charco, explosión UVCE y BLEVE. Estas zonas pueden comprobarse en los planos anteriores.

Elemento	Clasificación	Zona real Incendio/UVCE/BLEVE	Zona según la matriz mec./tér.
Empresas/terrenos colindantes a LINDE	EPV	Zona 4/Zona 4/Zona 4	Zona 4
Resto de empresas del polígono industrial Paules	EPV	Zona 4/Zona 4/Zona 4	Zona 4
Subestación eléctrica II	EPV	--/Zona 1/ Zona 1	Zona 4
Empresa Seveso Química del Cinca S.L.	EPV	--/Zona 1/--	Zona 4

Tabla 29. Comparación de la ubicación de los elementos para la rotura total de un contenedor de propileno.

Según la tabla 29, los elementos que podrían verse afectados por el accidente son las empresas y terrenos colindantes a LINDE, la subestación eléctrica II y en el caso de la UVCE, la empresa Seveso Química del Cinca S.L. Analizando la compatibilidad con respecto a la matriz para fenómenos de tipo mecánico y térmico, las ubicaciones de dichos elementos serían compatibles con las propuestas.

3. Conclusiones

Tal y como puede comprobarse a lo largo del documento, en la mayoría de los sucesos estudiados, existe compatibilidad entre la ordenación territorial actual y la que sería recomendable tanto según la matriz de riesgo para fenómenos de tipo químico, como para las matrices para los fenómenos de tipo térmico y mecánico.

Para el primer suceso estudiado, colapso de un tanque de amoníaco, dada la magnitud del suceso, el número de elementos afectados es el más elevado que se tiene de todas las hipótesis planteadas, ya que las distancias obtenidas, sobre todo para el BLEVE, son grandes. Aun así, los elementos que se verían afectados corresponden con elementos propios del polígono industrial Paúles, así como las subestaciones eléctricas. Para todos ellos, las ubicaciones son compatibles con las propuestas por las matrices de riesgo.

En la hipótesis 2 (fuga de amoníaco por rotura total de la tubería de salida del tanque de almacenamiento), el número de elementos afectados se reduce respecto al anterior suceso. En este caso, las ubicaciones de todos los elementos afectados son compatibles con las propuestas por las matrices de riesgo.

Para la hipótesis 3 (colapso de un camión cisterna de amoníaco) también se tiene un número elevado de elementos afectados, aunque al igual que en la hipótesis 1, todos estos elementos son propios del polígono industrial Paúles. Para todos ellos, las ubicaciones son compatibles con las propuestas por las matrices de riesgo.

En el caso de la hipótesis 4, fuga de amoníaco por rotura de la manguera de un camión cisterna de amoníaco, si bien no hay muchos elementos afectados sí existe una incompatibilidad. Es necesario tener en cuenta que la frecuencia de ocurrencia de este suceso es mayor que la frecuencia del resto de hipótesis y, por tanto, la fila a aplicar de las matrices correspondientes es más restrictiva, de ahí que hayan surgido incompatibilidades. Según la fila a aplicar para la matriz de fenómenos de tipo químico, la zona colindante con el establecimiento (Zona 4) tiene que estar vacía y en la realidad no lo está, porque se sitúan allí las empresas y terrenos colindantes, concretamente Ferroatlántica del Cinca S.L. (antigua Hidronitro Española) y las parcelas contiguas.

Para las hipótesis 5 (fuga de hidrógeno por rotura total de una tubería), 6 (explosión física de un semirremolque de hidrógeno) y 7 (fuga de propileno por rotura catastrófica de un

contenedor), indicar que las ubicaciones de los elementos afectados son compatibles con las propuestas por las matrices consideradas en cada caso.

Destacar en el estudio efectuado que:

- ◇ para los sucesos en los que se ha estudiado nube tóxica, las frecuencias calculadas tienen en cuenta la velocidad del viento en los 16 rumbos principales;
- ◇ para las frecuencias de los sucesos con camiones cisterna, contenedores y semirremolques de hidrógeno se ha tenido en cuenta el tiempo de manipulación, descarga o permanencia en el establecimiento, así como el número de camiones cisterna, contenedores y semirremolques recibidos o expedidos;
- ◇ para la hipótesis 7 (fuga de propileno por rotura catastrófica de un contenedor) se ha tenido en cuenta que la actividad realizada en el establecimiento es la descarga, almacenamiento y posterior carga para entrega a clientes, por lo que el tiempo de manipulación, para el cálculo de la frecuencia, se ha multiplicado por 2.

Remarcar que, en ningún caso, los elementos del casco urbano de la localidad de Monzón se verían afectados por ningún accidente estudiado. En cuanto a las empresas Seveso de Monzón, la única que se ve afectada por alguno de los accidentes en LINDE es Química del Cinca S.L., ya que es la que más cerca se sitúa del establecimiento. Aunque en todos los casos, su ubicación es compatible con la propuesta por las matrices en cuestión.

De cualquier manera, conviene recordar que, para la futura implantación de algún elemento alrededor del establecimiento, junto a la aplicación de la matriz de riesgo, se tiene que considerar una distancia mínima de 100 metros alrededor del establecimiento en la que no debe ubicarse ningún elemento.