

# **CAPÍTOL 5: ANÀLISI D'UN NÚVOL TÒXIC**

En aquest capítol es mostren els resultats de l'anàlisi quantitatiu d'un núvol tòxic generat pels gasos de combustió tòxics generats per un incendi d'un magatzem de productes químics.

Així doncs, s'identifiquen i avaluen els possibles riscos i les conseqüències d'aquest succés final, iniciat per un incendi en el magatzem de productes tòxics.

S'analitza les conseqüències sobre les persones. S'avalua, també, la probabilitat d'ocurrència o de possible ocurrència, segons els factors condicionants.

I es quantifica el risc associat a l'activitat en estudi, tant l'individual, com el social, per a comparar-los amb els criteris de tolerabilitat i acceptabilitat establerts.

## **5.1. Identificació de perills**

El succés iniciador del succés accidental final de l'estudi és l'incendi del magatzem de productes tòxics del magatzem de MaxQuímia, S.A., del que s'ha definit en el capítol 2, la seva localització, la distribució de les instal·lacions. Aquest generarà la formació d'un núvol de gas tòxic.

Els productes emmagatzemats en la part afectada són:

**Taula 11.** Productes del magatzem de tòxics.

Producte tòxic	Estoc (kg)
HCl	13.580,75
HF	14.631,29
NaNO <sub>2</sub>	8.392,67
NiSO <sub>4</sub>	10.540,61
<b>TOTAL</b>	<b>47.145,61</b>

Les fitxes de seguretat d'aquests productes, per a la disposició de les dades necessàries per al desenvolupament dels càlculs, es troben en l'Annex II.

## 5.2. Càlcul d'efectes

Identificat l'incendi del magatzem de productes tòxics, com a succés iniciador, s'ha realitzat un estudi a fons dels productes quatre productes involucrats.

Dels elements presents en cadascun d'aquests, es realitza l'estudi únicament amb els elements Cl, F, N i S; per ser els generadors de gasos tòxics, formant productes de combustió tòxics com els gasos HCl, HF, NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub>.

El succés final és la formació d'un núvol tòxic per generació dels gasos de combustió tòxics en el magatzem de productes tòxics, per tant, l'efecte final d'aquest succés, és un núvol tòxic de HCl, HF, NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub>, que s'haurà d'analitzar.

A l'apartat 1.1. de l'Annex V es troben, pas a pas, de manera detallada, amb les corresponents taules de valors obtinguts, els càlculs per a l'obtenció dels valors d'emissió contínua dels compostos formats en la combustió dels quatre productes tòxics presents en la part del magatzem afectada per l'incendi.

Es recorda que s'ha calculat la quantitat de gasos emesos per a una resistència al foc de l'estructura de 30 minuts, i per a 60 minuts, i aquests valors d'emissió són els següents, per ambdós casos:

**Taula 12.** Emissió de gasos tòxics (kg/s).

HCl	HF	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
0,9903	0,5433	1,2493	1,7406

S'observa, a partir dels valors de la taula 12, que s'allibera més quantitat de NO<sub>2</sub>, pel mateix temps, que dels altres productes de combustió. El segueix, el

SO<sub>2</sub>, després l'HCl i el HF. Aquest comportament, té la simple explicació, en que l'emissió serà més alta, segons el percentatge que representi el producte de combustió format del total de productes que s'emetran.

Així, doncs, la relació entre el percentatge que representa l'emissió de cada producte per separat del total entre l'emissió de gasos de cadascun és directament proporcional, ja que la base del càlcul parteix, de l'emissió local de gasos tòxics, amb la qual s'obté l'emissió contínua de cada gas format.

### 5.3. Anàlisi de conseqüències

A continuació s'analitzen les conseqüències de la formació d'aquest núvol tòxic, pel es realitza un estudi de cada producte per separat, per finalment obtenir un resultat del conjunt.

Prèviament s'ha fet constar l'objectiu principal de l'anàlisi de les conseqüències; delimitar de les àrees, en torn a l'origen de l'accident, en les que es produeix un determinat nivell de danys a les persones.

La vulnerabilitat a la inhalació de substàncies tòxiques és el fenomen perjudicial al que està sotmesa la població, i es refereix a una certa concentració tòxica de producte en un cert període de temps, de la zona en concret on es produeix l'incendi.

En aquest estudi s'estima quin serà l'abast de les conseqüències en metres, és a dir la dispersió del núvol tòxic, per a diferents percentatges de població afectada, basant-nos en la probabilitat de mortalitat, segons el temps d'exposició.

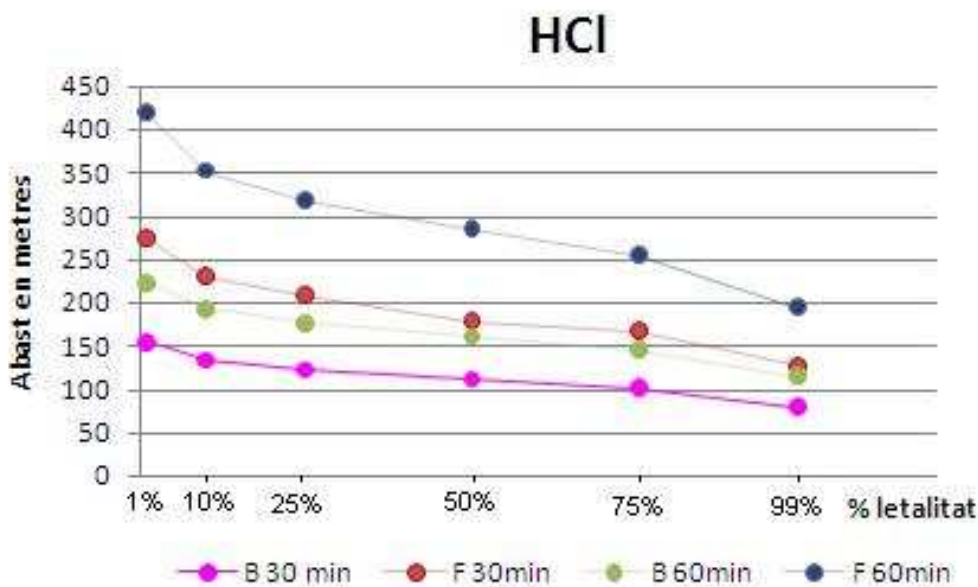
A partir del mètode Probit, s'arriben als següents resultat, fent ús del programa ALOHA, s'obtenen les distàncies de letalitat en metres (a ran de terra) per a l'emissió de gasos de cada producte, segons l'estabilitat atmosfèrica i el temps d'exposició. Aquests resultats estan àmpliament explicats en l'apartat 1.2 de l'Annex V, i es mostren a continuació en el seguit de taules (taules 13,14,15 i 16), cadascuna d'elles representada gràficament per a tenir una visualització dels resultats més clara (figures 9, 10, 11 i 12).

**Taula 13.** Distàncies de letalitat en metres per a l'emissió de HCl, segons estabilitat atmosfèrica i temps d'exposició.

	1%	10%	25%	50%	75%	99%
<b>B 30</b>	155	134	122	111	101	79
<b>F 30</b>	274	230	208	178	167	127
<b>B 60</b>	223	192	176	160	145	114
<b>F 60</b>	420	352	318	285	255	194

En la figura 9, s'hi representa els resultats de l'abast de les conseqüències en metres per a l'àcid clorhídric, per a les quatre variants en estudi. Tant per a la figura 9, com per la 10, 11 i 12; el codig de colors és el mateix. En color rosat

s'aprecien els resultats de l'abast de les conseqüències en metres per a una estabilitat atmosfèrica de classe B, inestable, amb un temps d'emissió contínua de 30 minuts. En color verd, per a la mateixa inestabilitat, el temps d'emissió és de 60 minuts. El color vermell i blau proporciona resultats de l'estabilitat atmosfèrica de classe F, estable; vermell per a 30 minuts, i blau per a 60.



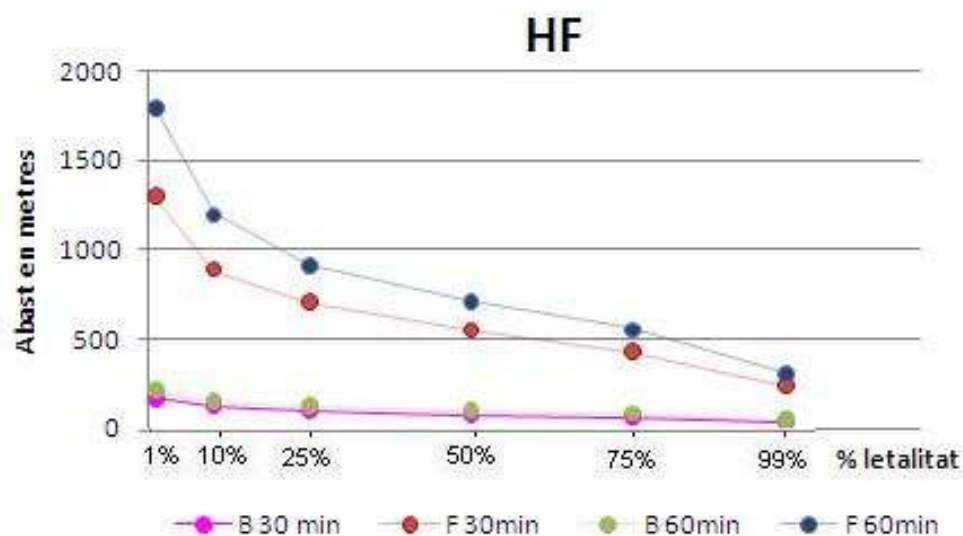
**Figura 9.** Representació resultats taula 13.

Per a l'àcid fluorhídric, els resultats són:

**Taula 14.** Distàncies de letalitat en metres per a l'emissió de HF, segons estabilitat atmosfèrica i temps d'exposició.

	1%	10%	25%	50%	75%	99%
<b>B -30min</b>	171	121	98	78	63	36
<b>F -30min</b>	1300	888	706	551	433	241
<b>B -60min</b>	216	152	124	99	79	45
<b>F -60min</b>	1800	1200	916	712	556	307

Interpretats gràficament:



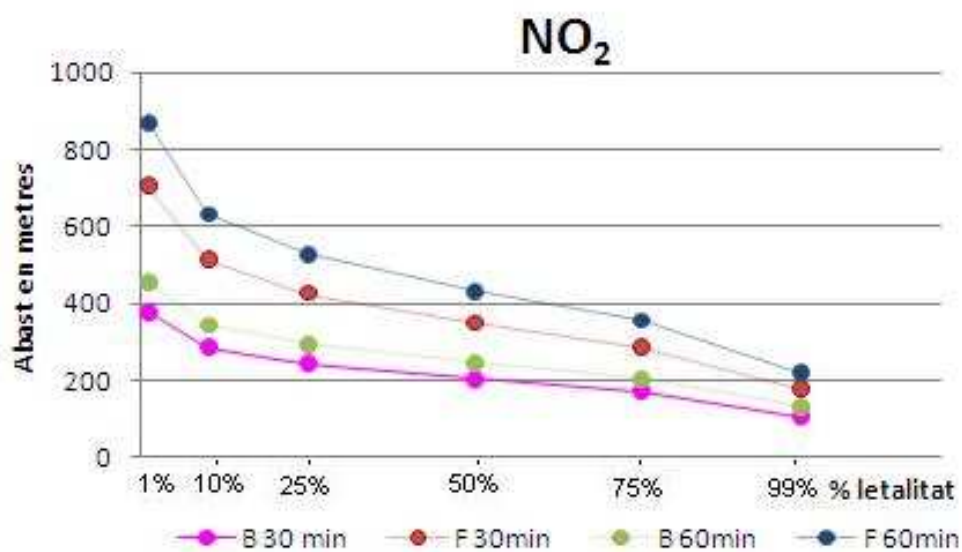
**Figura 10.** Representació resultats taula 14.

Per a l'òxid de Nitrogen, els resultats són:

**Taula 15.** Distàncies de letalitat en metres per a l'emissió de  $\text{NO}_2$ , segons estabilitat atmosfèrica i temps d'exposició.

	1%	10%	25%	50%	75%	99%
B -30min	380	288	245	206	175	107
F -30min	707	515	428	351	289	179
B -60min	457	346	295	246	207	133
F -60min	873	634	528	432	354	218

Interpretats gràficament:



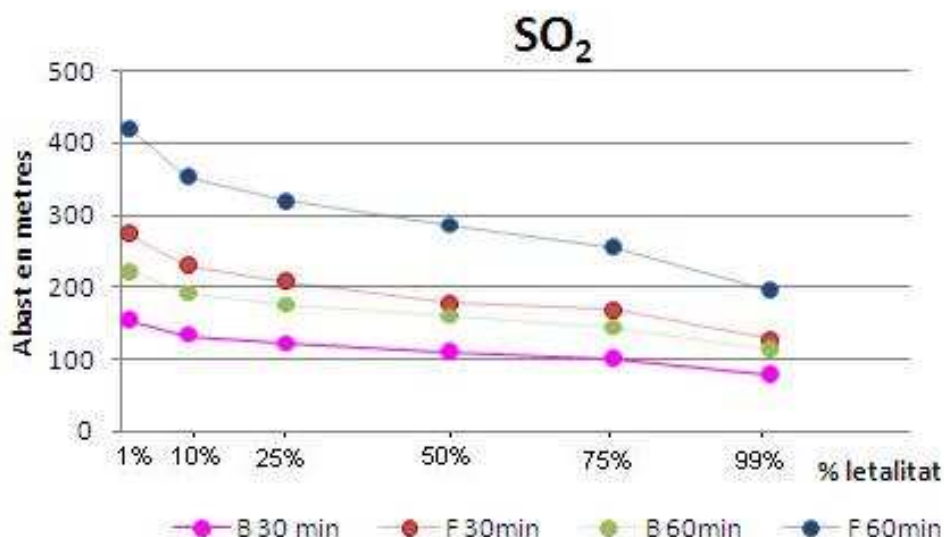
**Figura 11.** Representació resultats taula 15.

I per al diòxid de Sofre, els resultats són:

**Taula 16.** Distàncies de letalitat en metres per a l'emissió de  $SO_2$ , segons estabilitat atmosfèrica i temps d'exposició.

	1%	10%	25%	50%	75%	99%
<b>B -30min</b>	362	273	227	185	152	93
<b>F -30min</b>	612	452	380	315	262	166
<b>B -60min</b>	433	332	280	229	187	115
<b>F -60min</b>	750	552	463	382	317	201

Interpretats gràficament:

**Figura 12.** Representació resultats taula 16.

No s'ha fet cap comentari fins a mostrar les gràfiques dels quatre productes, ja que el comportament seguit per cada producte és el mateix independentment de les característiques químiques.

El que es pot concloure d'aquests resultats és que, les conseqüències originades per una estabilitat atmosfèrica de classe F, són majors que les d'una estabilitat atmosfèrica de classe B.

Si es torna a pensar en la definició de l'estabilitat atmosfèrica es comprendrà aquest comportament. L'estabilitat atmosfèrica és una variable meteorològica que s'estableix per a definir la capacitat que l'atmosfera té per a dispersar un

contaminant; en realitat el que representa és el grau de turbulència en un moment determinat.

Per tant, ja que una condició atmosfèrica inestable, de classe B, es caracteritza bàsicament, per a l'existència d'un moviment important de massa d'aire, aquest afavorirà a la dispersió del núvol tòxic de gas. El repartiment de concentració de gas serà més ràpid i en totes direccions, diluint-se per l'aire en totes direccions, fet que provocarà que l'abast de les conseqüències en metres (a ran de terra) sigui menor.

En canvi, per una condició atmosfèrica estable, de classe F, es caracteritza bàsicament, per l'absència de turbulència, només hi tenen lloc lleugeres brises d'aire de comportament horitzontal.

A l'Annex VI, es troben les gràfiques obtingudes amb el programa Aloha, de la dispersió dels núvols de gas per a cada compost de combustió, per a cadascuna de les variants d'estudi.

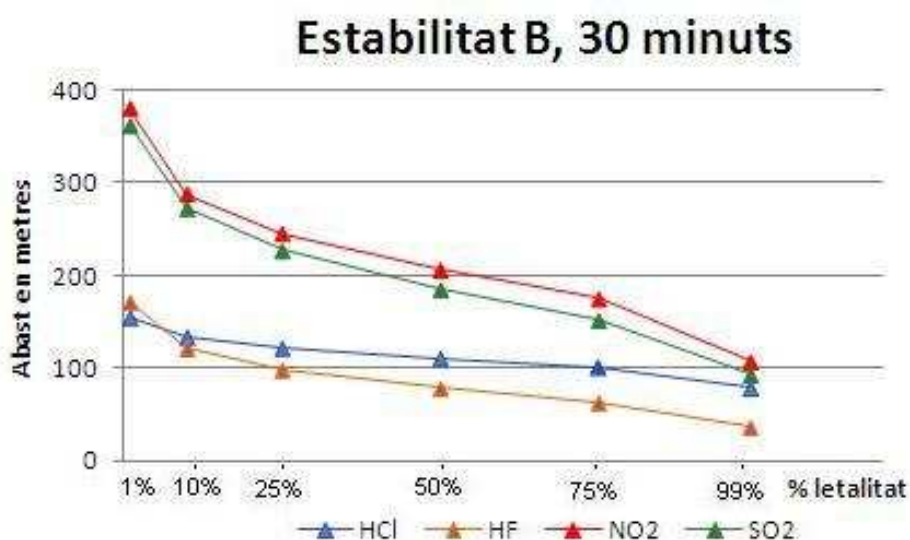
Si es comparen els núvols representats per les condicions d'estabilitat B, amb els de l'estabilitat F, s'observa tenen un comportament diferent, com era d'esperar. Els d'estabilitat de classe B, són més amples i més curts, és a dir, el moviment d'aire provoca que el núvol es dispersi en totes direccions, fent-lo poc més ample i molt més curt a ran de terra.

Els d'estabilitat de classe F, són molt més allargats i estrets, ja que al no haver-hi gaire moviment en l'aire, aquest segueix la trajectòria de la direcció d'on bufa el vent, en l'alçada de la seva emissió, a ran de terra.

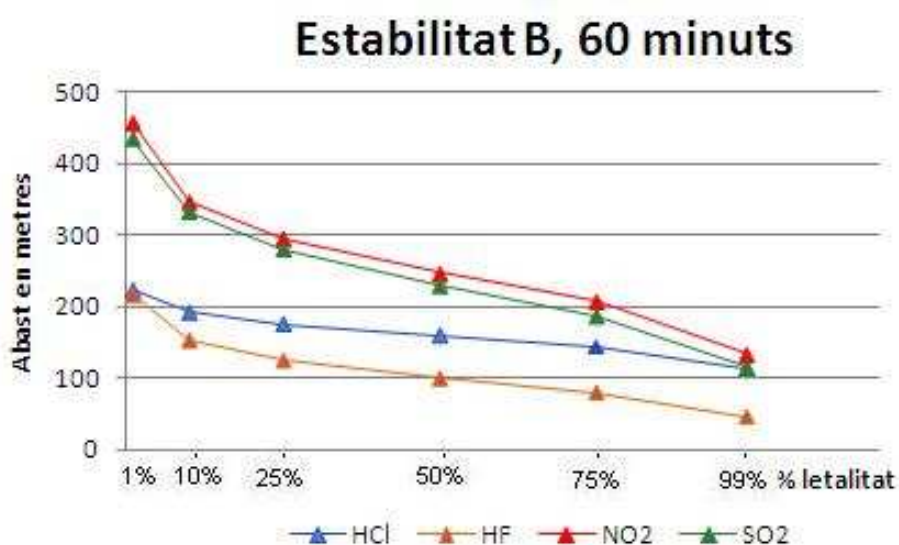
En referència al temps d'emissió, les distàncies a les que arriba la dispersió del núvol tòxic són majors a 60 minuts, que a 30 minuts. Així doncs, en cas de retard o no extinció de l'incendi durant aquests temps, les conseqüències són més greus per a una resistència al foc de l'estructura de 60 minuts.

Quan l'edifici col·lapsa, es produeix plomall de fum que puja a més alçada que la de les persones, per tant les conseqüències sobre les persones seran menors, com més baix sigui el temps d'emissió contínua.

A continuació s'ha volgut fer una comparació dels productes per veure el comportament que seguien durant la seva dispersió, per les variants del nostre estudi.

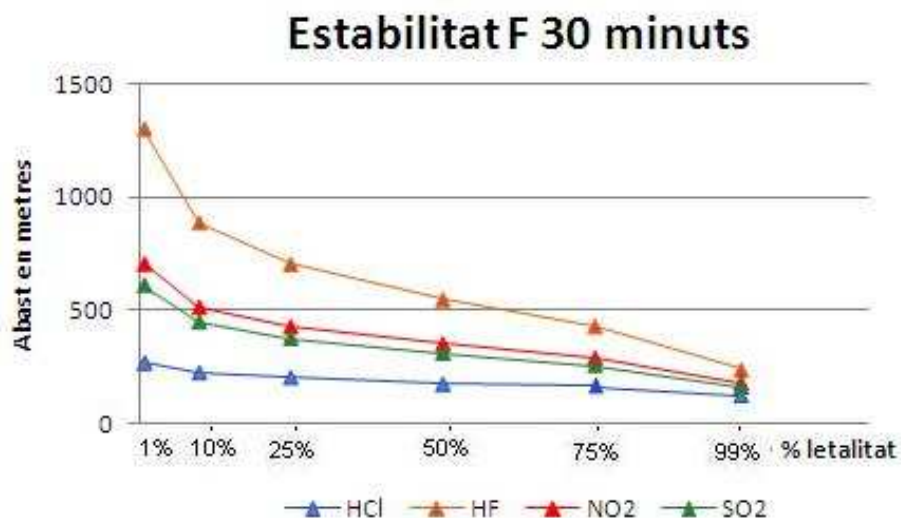


**Figura 13.** Representació de les distàncies assolides de cada producte per a estabilitat de classe B, en 30 minuts.

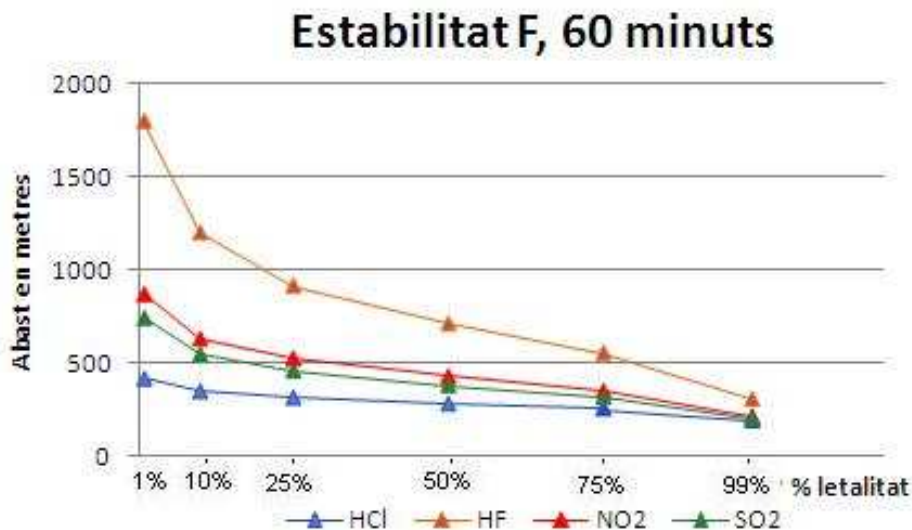


**Figura 14.** Representació de les distàncies assolides de cada producte per a estabilitat de classe B, en 60 minuts.





**Figura 15.** Representació de les distàncies assolides de cada producte per a estabilitat de classe F, en 30 minuts.



**Figura 16.** Representació de les distàncies assolides de cada producte per a estabilitat de classe F, en 60 minuts.

Com es pot veure en la figura de dalt, per a mateixa estabilitat els productes conserven la relació de comportament. Per a la classe B, l'òxid de Nitrogen és el que arriba més lluny, seguit del diòxid de Sofre, de l'àcid clorhídric i l'àcid

fluorhídric. Per a la classe F, l'ordre descendent és, l'àcid fluorhídric, l'òxid de Nitrogen, el diòxid de Sofre i l'àcid clorhídric.

L'ordre per a les dues condicions d'estabilitat és el mateix, tret de l'àcid fluorhídric, que en estabilitat de classe F, té unes conseqüències més greus.

Tot i que no sabem del cert la diferència del comportament de l'àcid fluorhídric, per a les dues estabilitats, creiem que pot influir la massa molecular. Podem objectar, que pot ser degut a la seva massa molecular; que al ser més baixa arriba més lluny per l'impuls de les lleugeres brises que caracteritzen l'estabilitat de classe F.

### 5.3.1. Taula resum de les conseqüències

**Taula 17.** Resum conseqüències en metres.

SUCCÉS FINAL	EFECTE DEL SUCCÉS FINAL	CONDICIONS DEL NÚVOL TÒXIC					ABAST DE LES CONSEQÜÈNCIES EN METRES						
		Gas emès	Emissió (kg/s)	Estabilitat atmosfèrica	Temps (min)	Velocitat vent (m/s)	99%	75%	50%	25%	10%	1%	Abast exterior de la letalitat a l'99%
Núvol tòxic produït pels gasos de combustió tòxics generats per l'incendi del magatzem de productes tòxics.	Núvol tòxic de: HCl-HF -NO <sub>2</sub> -SO <sub>2</sub>	HCl	0,9903	B	30	2,2	79	101	111	122	134	155	Fora de l'establiment
				F	30		127	167	187	208	230	274	Fora de l'establiment
				B	60		114	145	160	176	192	223	Fora de l'establiment
				F	60		194	255	285	318	352	420	Fora de l'establiment
		HF	0,5433	B	30		36	63	78	98	121	171	Dins de l'establiment
				F	30		241	433	551	706	888	1300	Fora de l'establiment
				B	60		45	79	99	124	152	216	Dins de l'establiment
				F	60		307	556	712	916	1200	1800	Fora de l'establiment
		NO <sub>2</sub>	1,2493	B	30		107	175	206	245	288	380	Fora de l'establiment
				F	30		179	289	351	428	515	707	Fora de l'establiment
				B	60		133	207	246	295	346	457	Fora de l'establiment
				F	60		218	354	432	528	634	873	Fora de l'establiment
		SO <sub>2</sub>	1,740	B	30		93	152	185	227	273	362	Fora de l'establiment
				F	30		166	262	315	380	452	612	Fora de l'establiment
				B	60		115	187	229	280	332	433	Fora de l'establiment
				F	60		201	317	382	463	552	750	Fora de l'establiment

## 5.4. Estimació de freqüència i probabilitats

En aquest apartat es fa un anàlisi probabilístic del succés iniciador.

### 5.4.1. Anàlisi de freqüències

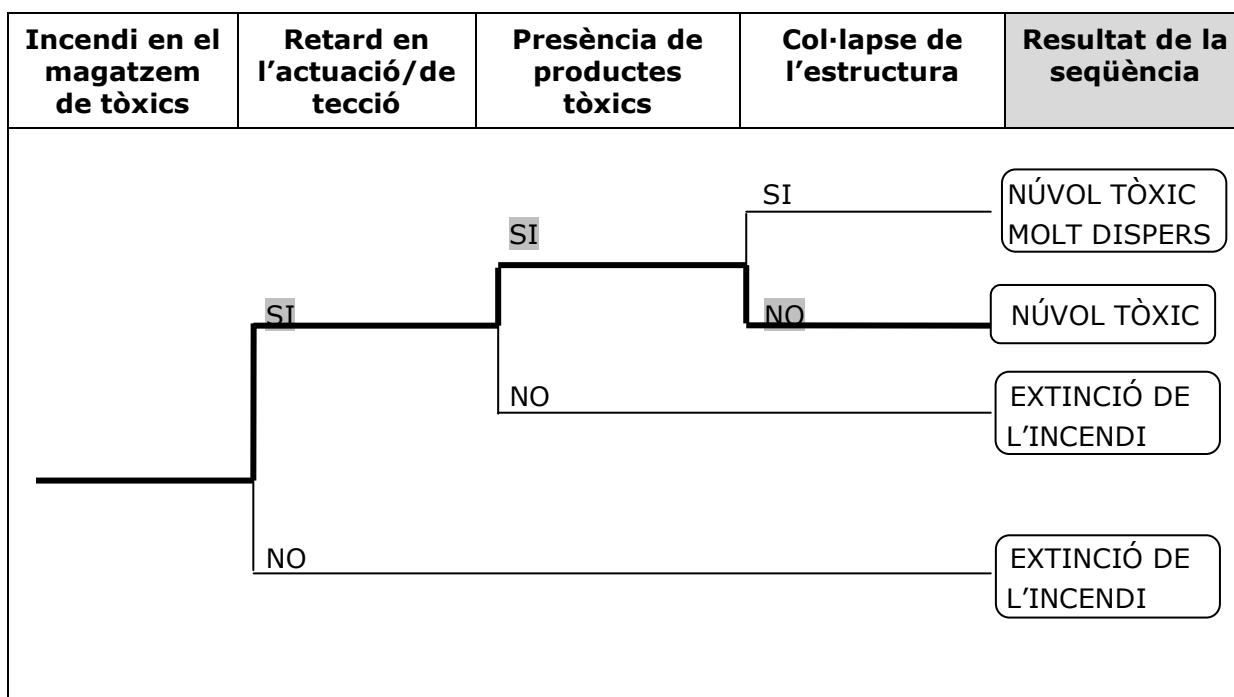
Si la freqüència amb que probablement es produeix un núvol tòxic per generació de gasos de combustió tòxics en el magatzem de tòxics, degut a un incendi, és de  $1,8 \times 10^{-4}$  vegades/any.

Per a la quantificació de la freqüència final de l'escenari que evoluciona en un succés final es té en compte la probabilitat d'ocurrència.

### 5.4.2. Probabilitat d'ocurrència

Per a determinar la probabilitat d'ocurrència de l'incendi en el magatzem de tòxics, generen un núvol tòxic per la generació dels gasos de combustió, és útil i pràctic l'ús de l'arbre de successos.

Partint del succés iniciador i tenint en compte els factors condicionants involucrats l'arbre de successos queda de la següent manera:



**Figura 14.** Arbre de successos.

En negreta està marcada la seqüència de successos que ens determinarà, amb la probabilitat de cadascun dels factors condicionants, la probabilitat total d'ocurrència del núvol tòxic.

Els càlculs es troben a l'apartat 2.1 de l'Annex 5, i el seu valor, equival a 0,17325.

### 5.4.3. Taula resum de la freqüència i probabilitat

A la següent taula es mostren, conjuntament el valor de freqüència, de probabilitat d'ocurrència i la probabilitat anual d'ocurrència.

**Taula 18.** Probabilitat d'ocurrència anual

Succés iniciador	Episodi	Succés final	Freqüència final	Probabilitat d'ocurrència	Probabilitat d'ocurrència anual
Incendi del magatzem de tòxics	Núvol tòxic per generació de gasos de combustió tòxics	Núvol tòxic de HCl, HF, NO <sub>2</sub> i SO <sub>2</sub>	$1,8 \times 10^{-4}$	0,17325	$3,1185 \times 10^{-5}$

## 5.5. Quantificació del risc

Amb els resultats obtinguts a partir de les dades de freqüència i probabilitat, de freqüència del vent (dades proporcionades pel Servei Meteorològic que es troben a la taula 28, de l'Annex III), i de probabilitat de mortalitat calculada a partir de l'anàlisi Pròbit, es calcula la determinació del risc individual i social.

### 5.5.1. Risc individual

Els resultats que es mostren a continuació són els de determinació del risc individual provocat per l'emissió de l'incendi dels quatre productes emmagatzemats. En el capítol 2, de l'Annex V, es troben les taules realitzades per a cada producte separatament, per a l'obtenció del valor de risc individual.

a) Estabilitat de classe B per a 30 minuts d'emissió contínua:

**Taula 19.** Valors de risc individual, per a B-30.

Cel·la		Risc Individual	Cel·la		Risc Individual	Cel·la		Risc Individual
61	F2	1,4463E-04	64	E1	2,9549E-05	6	C	4,2480E-07
61	F3	1,4463E-04	64	E2	2,9549E-05	7	C	7,7760E-07
61	F4	1,0614E-04	64	E3	5,8320E-05	53	E3	1,2780E-07
62	F1	1,0614E-04	64	E4	1,3500E-05	54	E3	2,1240E-07
62	F2	1,3530E-04	71	D4	1,9440E-05	61	E1	2,1240E-07
62	F3	1,2558E-04	71	E1	1,9440E-05	62	D2	2,1240E-07
54	E4	1,2744E-05	71	E2	2,9549E-05	62	D3	4,2480E-07
54	F1	2,6550E-05	54	F2	1,6835E-06	63	D1	3,8880E-07
54	F3	1,2841E-05	54	F4	2,7450E-06	63	D2	7,7760E-07
61	E3	2,6762E-05	61	E2	5,3100E-06	64	D1	7,7760E-07
61	E4	4,2480E-05	62	D4	5,5224E-06	64	F3	3,6000E-07
61	F1	6,3295E-05	63	D3	7,7760E-06	71	D1	7,7760E-07

62	E1	1,2744E-05	63	F3	1,4400E-06	72	D1	3,8880E-07
62	E2	2,1452E-05	64	D2	4,2768E-06	72	E2	1,0800E-07
62	E3	5,9098E-05	64	F1	8,1000E-06	72	E3	1,0800E-07
62	E4	9,0979E-05	64	F2	8,1000E-06	73	D1	7,7760E-07
63	D4	1,9440E-05	71	D2	4,2768E-06	73	D2	7,7760E-07
63	E1	3,8880E-05	71	D3	4,2768E-06	73	D3	7,7760E-07
63	E2	4,8989E-05	71	E3	2,9160E-06	73	D4	2,1600E-07
63	E3	5,9098E-05	71	E4	1,1880E-06	73	E1	1,0800E-07
63	E4	6,2597E-05	72	D2	3,8880E-06	73	E2	1,0800E-07
63	F1	1,9872E-05	72	D3	3,8880E-06	74	D1	7,7760E-07
63	F2	1,8900E-05	72	D4	3,8880E-06	74	D2	1,0800E-07
64	D3	1,0109E-05	72	E1	1,0800E-06	74	D3	1,0800E-07
64	D4	1,9829E-05						

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº19, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

b) Estabilitat de classe B per a 60 minuts d'emissió contínua:

**Taula 20.** Valors de risc individual, per a B-60.

		Risc			Risc			Risc
Cel·la		Individual	Cel·la		Individual	Cel·la		Individual
61	F2	1,4463E-04	64	E1	4,8989E-05	71	E4	2,7000E-06
61	F3	1,4463E-04	64	E2	5,8709E-05	71	F1	1,0800E-06
61	F4	1,4463E-04	64	E3	5,8709E-05	72	D1	7,7760E-06
62	F1	1,2558E-04	64	E4	1,3608E-05	72	D2	7,7760E-06
62	F2	1,4463E-04	64	F1	1,0800E-05	72	E1	3,7800E-06
62	F3	1,4463E-04	71	D2	1,9440E-05	72	E2	1,1880E-06
54	F1	1,5930E-05	71	D3	1,9440E-05	73	D1	3,8880E-06
61	E2	1,0620E-05	71	D4	2,9160E-05	73	D2	3,8880E-06
61	E3	2,1240E-05	71	E1	2,9160E-05	73	D3	3,8880E-06
61	E4	3,2285E-05	71	E2	2,9160E-05	6	C	4,2480E-07
61	F1	4,9489E-05	72	D3	1,3608E-05	7	B	7,7760E-07
62	E1	1,5930E-05	72	D4	1,3608E-05	7	C	7,7760E-07
62	E2	2,6762E-05	54	E4	4,2480E-06	54	E2	2,1240E-07
62	E3	6,2597E-05	54	F2	1,0575E-06	54	E3	4,2480E-07
62	E4	9,0590E-05	54	F3	9,2250E-06	61	D3	2,1240E-07
63	D3	1,9440E-05	54	F4	6,5880E-06	61	D4	4,2480E-07
63	D4	2,9549E-05	61	E1	2,3364E-06	62	D1	2,1240E-07
63	E1	4,8989E-05	62	D3	2,3364E-06	62	D2	4,2480E-07
63	E2	5,9098E-05	62	D4	7,4340E-06	72	E3	1,0800E-07
63	E3	6,2597E-05	63	D1	4,2768E-06	72	E4	1,0800E-07
63	E4	9,0590E-05	63	D2	4,2768E-06	73	D4	1,0800E-07
63	F1	2,5164E-05	63	F3	1,8000E-06	73	E1	1,0800E-07

63	F2	2,3544E-05	64	D1	7,7760E-06	73	E2	1,0800E-07
64	D2	1,3608E-05	64	F2	5,5080E-06	64	F3	1,4400E-08
64	D3	2,9160E-05	71	D1	7,7760E-06	63	F4	7,2000E-09
64	D4	3,9269E-05	71	E3	6,4800E-06			

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº18, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

c) Estabilitat de classe F per a 30 minuts d'emissió contínua:

**Taula 21.** Valors de risc individual, per a F-30.

		Risc			Risc			Risc
Cel·la		Individual	Cel·la		Individual	Cel·la		Individual
61	F2	1,4463E-04	63	D4	6,6096E-05	61	D3	5,3100E-06
61	F3	1,5396E-04	63	F1	3,7476E-05	61	D4	5,5224E-06
61	F4	1,5396E-04	63	F2	2,6784E-05	62	D1	2,3364E-06
62	E3	1,2558E-04	64	D1	4,2768E-05	62	D2	5,5224E-06
62	E4	1,5396E-04	64	D2	6,8429E-05	63	F3	1,4400E-06
62	F1	1,5396E-04	64	D3	8,7869E-05	64	F2	6,4800E-06
62	F2	1,5396E-04	64	E4	2,4084E-05	71	E4	6,4800E-06
62	F3	1,4463E-04	64	F1	1,0908E-05	71	F1	1,0800E-06
63	E1	1,0692E-04	71	D1	4,8989E-05	72	E2	2,1600E-06
63	E2	1,4463E-04	71	D2	7,8149E-05	73	D4	3,7800E-06
63	E3	1,4463E-04	71	D3	8,7869E-05	73	E1	1,1880E-06
63	E4	1,5396E-04	71	D4	9,1368E-05	74	D2	2,1600E-06
64	D4	1,0070E-04	71	E1	8,1648E-05	5	C	2,1240E-07
64	E1	1,0653E-04	71	E2	5,8709E-05	8	C	1,6830E-07
64	E2	1,2558E-04	71	E3	1,3500E-05	8	H'	3,8880E-07
64	E3	1,2558E-04	72	D1	6,8429E-05	8	I'	3,8880E-07
7	B	2,7216E-05	72	D2	6,8429E-05	9	A	3,8880E-07
7	C	4,8600E-05	72	D3	6,2208E-05	9	F'	3,8880E-07
8	A	1,0498E-05	72	D4	5,8320E-05	9	G'	3,8880E-07
8	J'	1,0109E-05	72	E1	1,3500E-05	9	J'	7,7760E-07
54	E4	1,0620E-05	73	D1	4,2768E-05	10	D'	3,8880E-07
54	F1	1,5930E-05	73	D2	3,8880E-05	10	E'	3,8880E-07
61	E1	1,0832E-05	73	D3	2,9160E-05	10	F'	3,8880E-07
61	E2	1,8054E-05	74	D1	1,3608E-05	10	G'	3,8880E-07
61	E3	3,1860E-05	6	B	2,1240E-06	10	H'	3,8880E-07
61	E4	4,7365E-05	6	C	7,4340E-06	11	D'	3,8880E-07
61	F1	6,3295E-05	7	A	4,6656E-06	11	E'	3,8880E-07
62	D3	1,2744E-05	8	B	8,1648E-06	54	E2	2,1240E-07
62	D4	2,1240E-05	9	H'	3,8880E-06	54	F2	8,3754E-07
62	E1	3,3984E-05	9	I'	3,8880E-06	61	D2	2,1240E-07
62	E2	4,9489E-05	54	E3	2,1240E-06	72	E3	2,1600E-07
63	D1	2,9160E-05	54	F3	5,5350E-06	74	D3	2,1600E-07

63	D2	4,8600E-05	54	F4	5,4900E-06	81	D1	2,1600E-07
63	D3	5,9098E-05						

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº20, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

d) Estabilitat de classe F per a 60 minuts d'emissió contínua:

**Taula 22.** Valors de risc individual, per a F-30.

Cel·la		Risc Individual	Cel·la		Risc Individual	Cel·la		Risc Individual	Cel·la		Risc Individual
6	C	2,1452E-04	71	D2	2,6127E-04	62	D4	3,2072E-05	11	G'	2,7216E-06
61	E4	1,0535E-04	71	D3	2,9043E-04	62	E1	5,4799E-05	54	E2	2,3364E-06
61	F2	2,3872E-04	71	D4	3,7791E-04	62	F4	1,6200E-05	54	F1	7,4340E-06
61	F3	3,7850E-04	71	E1	3,7675E-04	63	D3	7,1928E-05	54	F3	4,0590E-06
61	F4	5,8450E-04	71	E2	2,6127E-04	63	F1	3,7476E-05	61	D2	2,1240E-06
62	E2	1,4741E-04	7	A	8,7480E-05	64	D1	8,7480E-05	61	D4	7,4340E-06
62	E3	7,6982E-04	7	B	4,8989E-05	64	E4	2,4300E-05	64	F2	2,7000E-06
62	E4	7,6982E-04	7	C	9,7978E-05	64	F1	5,4540E-05	71	E4	8,2080E-06
62	F1	7,6982E-04	8	A	8,7480E-05	71	E3	1,6200E-05	71	F1	1,0800E-06
62	F2	3,2134E-04	8	B	3,4992E-05	73	D1	4,9378E-05	73	E1	5,4000E-06
62	F3	3,1363E-04	8	L'	2,1384E-05	73	D2	3,9658E-05	73	E2	3,2400E-06
63	D1	2,9549E-04	8	M'	9,9144E-05	73	D3	3,3048E-05	74	D3	5,4000E-06
63	D2	1,3219E-04	8	N'	5,9486E-05	73	D4	1,6416E-05	81	D1	1,0800E-06
63	D4	1,1586E-04	9	L'	1,0109E-05	74	D1	3,9658E-05	8	C	5,0490E-07
63	E1	2,8927E-04	9	M'	1,2830E-05	74	D2	1,1016E-05	9	B	3,2400E-07
63	E2	1,5396E-04	9	N'	1,2830E-05	5	C	4,0356E-06	9	J'	3,8880E-07
63	E3	7,6982E-04	54	E3	2,1240E-05	6	B	2,1240E-06	11	H'	3,8880E-07
63	E4	7,6982E-04	54	E4	2,2302E-05	9	A	1,1664E-06	11	I'	3,8880E-07
63	F2	1,0714E-04	61	D3	1,1682E-05	9	I'	1,9440E-06	11	J'	3,8880E-07
64	D2	2,1384E-04	61	E1	1,8054E-05	9	K'	3,8880E-06	54	E1	4,2480E-07
64	D3	2,5194E-04	61	E2	3,3772E-05	10	G'	2,7216E-06	54	F2	4,3146E-07
64	D4	2,7060E-04	61	E3	5,2675E-05	10	H'	8,7091E-06	54	F4	1,0980E-07
64	E1	4,6189E-04	61	F1	6,3295E-05	10	I'	1,9440E-06	61	D1	2,1240E-07
64	E2	4,6189E-04	62	D1	1,4868E-05	10	J'	3,8880E-06	63	F3	4,3200E-07
64	E3	5,3965E-04	62	D2	3,1860E-05	11	E'	1,6330E-06	74	D4	1,0800E-07
71	D1	2,3211E-04	62	D3	6,3720E-05	11	F'	2,7216E-06	81	D2	2,1600E-07

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº21, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

### **Comparació del risc individual amb els criteris d'acceptabilitat**



A continuació es comparen els valors de la probabilitat de morir a l'any que té un individu situat en una determinada zona en l'entorn de l'accident, amb els valors d'acceptabilitat establerts; per a cadascun dels casos:

a) Resultats risc estabilitat B, a 30 minuts: (taula 19)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra dels límits de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

b) Resultats risc estabilitat B, a 60 minuts: (taula 20)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

c) Resultats risc estabilitat F, a 30 minuts: (taula 21)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra dels límits de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

d) Resultats risc estabilitat F, a 60 minuts: (taula 22)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra dels límits de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

Si es comparen d'isòrisc representades, per a les quatre variants, s'observa que en la variant que es defineix com a estabilitat de classe F, amb una emissió de 60 minuts té més àrea pintada corresponent a l'ordre de magnitud  $10^{-4}$ , ordre de la probabilitat de morir més alta, la qual s'ha obtingut en la determinació del risc.

També és més extensa l'àrea corresponent a l'ordre de magnitud  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  i  $10^{-7}$ .

Seguida d'aquesta, la que produeix pitjors conseqüències, va la variant definida pel mateix tipus d'estabilitat, és a dir, de classe F, durant 30 minuts d'emissió.

Després, l'estabilitat de classe B, 60 minuts, i per últim el que provoca menys risc individual de les quatre, és el d'estabilitat de classe B a 30 minuts.

### 5.5.2. Risc social

Per al risc social, els valors obtinguts per a cada variant són els que es mostren a les taules que segueixen:

**Taula 23.** Valors de risc social, per a B-30.

Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social
61	F2	2,8927E-04	63	F1	1,9872E-05	63	D2	1,5552E-06
61	F3	4,3390E-04	63	F2	7,5600E-05	63	D3	7,7760E-06
61	F4	5,3071E-04	64	D3	2,0218E-05	63	F3	4,3200E-06
62	E3	2,9549E-04	64	D4	3,9658E-05	64	F2	8,1000E-06
62	E4	4,5490E-04	64	E1	8,8646E-05	71	D1	2,3328E-06
62	F1	5,3071E-04	64	E2	8,8646E-05	71	E3	□,9160E-06
62	F2	4,0591E-04	64	E4	1,3500E-05	71	E4	1,1880E-06
2	F3	5,0233E-04	64	F1	4,0500E-05	72	D1	1,1664E-06

63	E3	2,9549E-04	71	D2	1,2830E-05	72	D3	3,8880E-06
63	E4	3,1298E-04	71	D3	1,2830E-05	72	E1	1,0800E-06
64	E3	2,3328E-04	71	D4	5,8320E-05	74	D1	1,5552E-06
54	E4	3,8232E-05	71	E1	5,8320E-05	62	D2	4,2480E-07
54	F1	2,6550E-05	71	E2	8,8646E-05	62	D3	8,4960E-07
54	F3	6,4206E-05	72	D2	1,1664E-05	64	D1	7,7760E-07
61	E1	1,5930E-05	72	D4	1,1664E-05	72	E2	1,0800E-07
61	E2	2,1028E-05	64	D2	8,5536E-06	72	E3	1,0800E-07
61	E3	3,1860E-05	6	C	4,2480E-06	73	D1	7,7760E-07
61	E4	8,4960E-05	7	C	1,5552E-06	73	D2	7,7760E-07
61	F1	6,3295E-05	54	E3	1,0620E-06	73	D3	7,7760E-07
62	E1	1,2744E-05	54	F2	1,6835E-06	73	D4	4,3200E-07
62	E2	4,2905E-05	54	F4	2,7450E-06	73	E1	2,1600E-07
62	F4	2,1384E-05	61	D3	1,0620E-06	73	E2	3,2400E-07
63	D4	1,9440E-05	61	D4	5,3100E-06	74	D2	2,1600E-07
63	E1	7,7760E-05	62	D4	5,5224E-06	74	D3	2,1600E-07
63	E2	4,8989E-05	63	D1	1,9440E-06			

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº22, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

**Taula 24.** Valors de risc social, per a B-60.

Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social
64	E1	1,4697E-04	61	E4	6,4570E-05	71	D4	8,7480E-05	64	F2	5,5080E-06
64	E2	1,7613E-04	61	F1	4,9489E-05	71	E1	8,7480E-05	71	E3	6,4800E-06
64	E3	2,3484E-04	62	E1	1,5930E-05	71	E2	8,7480E-05	71	E4	2,7000E-06
63	E3	3,1298E-04	62	E2	5,3525E-05	72	D1	1,1664E-05	71	F1	1,0800E-06
63	E4	4,5295E-04	62	F4	1,7172E-05	72	D2	1,1664E-05	72	E1	8,1000E-06
62	E3	3,1298E-04	63	D1	2,1384E-05	72	D3	2,9160E-05	72	E2	3,2400E-06
62	E4	4,5295E-04	63	D3	1,9440E-05	72	D4	2,9160E-05	73	D1	3,8880E-06
62	F1	6,2791E-04	63	D4	2,9549E-05	6	C	4,2480E-06	73	D2	3,8880E-06
62	F2	4,3390E-04	63	E2	5,9098E-05	7	C	1,5552E-06	73	D3	3,8880E-06
62	F3	5,7853E-04	63	F1	2,5164E-05	54	E3	2,1240E-06	7	B	7,7760E-07
61	F2	2,8927E-04	63	F2	9,4176E-05	54	F2	1,0575E-06	54	E2	2,1240E-07
61	F3	4,3390E-04	64	D2	2,7216E-05	54	F4	6,5880E-06	61	D4	4,2480E-07
61	F4	7,2317E-04	64	D3	5,8320E-05	61	D3	1,0620E-06	62	D1	4,2480E-07
63	E1	9,7978E-05	64	D4	7,8538E-05	61	E1	2,3364E-06	62	D2	8,4960E-07
54	E4	1,2744E-05	64	E4	1,3608E-05	62	D3	4,6728E-06	72	E3	3,2400E-07
54	F1	1,5930E-05	64	F1	5,4000E-05	62	D4	7,4340E-06	72	E4	3,2400E-07
54	F3	4,6125E-05	71	D1	2,3328E-05	63	D2	8,5536E-06	73	D4	2,1600E-07
61	E2	1,0620E-05	71	D2	5,8320E-05	63	F3	5,4000E-06	73	E1	2,1600E-07
61	E3	2,1240E-05	71	D3	5,8320E-05	64	D1	7,7760E-06	73	E2	3,2400E-07

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº23, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

**Taula 25.** Valors de risc social, per a F-30.

Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social
61	F2	2,8927E-04	71	E2	1,7613E-04	62	D3	2,5488E-05	10	H'	1,1664E-06
61	F3	4,6189E-04	72	D1	2,0529E-04	62	D4	2,1240E-05	10	I'	3,8880E-06
61	F4	7,6982E-04	72	D2	2,0529E-04	62	E1	3,3984E-05	10	J'	3,8880E-06
62	E3	6,2791E-04	72	D3	1,8662E-04	62	E2	9,8978E-05	54	F4	5,4900E-06
62	E4	7,6982E-04	72	D4	1,7496E-04	62	F4	2,7000E-05	61	D2	1,0620E-06
62	F1	7,6982E-04	6	C	7,4340E-05	63	D2	9,7200E-05	61	D4	5,5224E-06
62	F2	4,6189E-04	7	A	2,3328E-05	63	D3	5,9098E-05	62	D1	4,6728E-06
62	F3	5,7853E-04	7	B	2,7216E-05	63	D4	6,6096E-05	63	F3	4,3200E-06
63	D1	1,4580E-04	7	C	9,7200E-05	63	F1	3,7476E-05	64	F2	6,4800E-06
63	E1	2,1384E-04	8	A	5,2488E-05	64	D1	4,2768E-05	71	E4	6,4800E-06
63	E2	1,4463E-04	8	B	1,6330E-05	64	E4	2,4084E-05	71	F1	1,0800E-06
63	E3	7,2317E-04	9	J'	1,1664E-05	64	F1	5,4540E-05	72	E2	6,4800E-06
63	E4	7,6982E-04	10	A'	1,0886E-05	71	E3	1,3500E-05	73	D4	7,5600E-06
63	F2	1,0714E-04	54	E3	1,0620E-05	72	E1	4,0500E-05	73	E1	2,3760E-06
64	D2	1,3686E-04	54	E4	3,1860E-05	73	D1	4,2768E-05	74	D2	4,3200E-06
64	D3	1,7574E-04	54	F1	1,5930E-05	73	D2	3,8880E-05	8	C	5,0490E-07
64	D4	2,0140E-04	54	F3	2,7675E-05	73	D3	2,9160E-05	9	H'	3,8880E-07
64	E1	3,1959E-04	61	D3	2,6550E-05	74	D1	2,7216E-05	10	F'	3,8880E-07
64	E2	3,7675E-04	61	E1	1,0832E-05	5	C	4,0356E-06	11	F'	3,8880E-07
64	E3	5,0233E-04	61	E2	1,8054E-05	6	B	2,1240E-06	54	E2	2,1240E-07
71	D1	1,4697E-04	61	E3	3,1860E-05	9	A	1,1664E-06	54	F2	8,3754E-07
71	D2	2,3445E-04	61	E4	9,4730E-05	9	I'	1,1664E-06	72	E3	6,4800E-07
71	D3	2,6361E-04	61	F1	6,3295E-05	10	B'	4,3546E-06	74	D3	4,3200E-07
71	D4	2,7410E-04	62	D2	1,1045E-05	10	G'	1,9440E-06	81	D1	2,1600E-07
71	E1	2,4494E-04									

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº24, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

**Taula 26.** Valors de risc social, per a F-60.

Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social	Cel·la		Risc Social
6	C	2,1452E-04	71	D4	3,7791E-04	62	D4	3,2072E-05	11	F'	2,7216E-06
61	E4	1,0535E-04	71	E1	3,7675E-04	62	E1	5,4799E-05	11	G'	2,7216E-06
61	F2	2,3872E-04	71	E2	2,6127E-04	62	F4	1,6200E-05	54	E2	2,3364E-06
61	F3	3,7850E-04	72	D1	2,0412E-04	63	D3	7,1928E-05	54	F1	7,4340E-06
61	F4	5,8450E-04	72	D2	2,6244E-04	63	F1	3,7476E-05	54	F3	4,0590E-06
62	E2	1,4741E-04	72	D3	2,6244E-04	64	D1	8,7480E-05	61	D2	2,1240E-06
62	E3	7,6982E-04	72	D4	1,8779E-04	64	E4	2,4300E-05	61	D4	7,4340E-06

62	E4	7,6982E-04	7	A	8,7480E-05	64	F1	5,4540E-05	64	F2	2,7000E-06
62	F1	7,6982E-04	7	B	4,8989E-05	71	E3	1,6200E-05	71	E4	8,2080E-06
62	F2	3,2134E-04	7	C	9,7978E-05	72	E1	4,0824E-05	71	F1	1,0800E-06
62	F3	3,1363E-04	8	A	8,7480E-05	72	E2	2,4624E-05	73	E1	5,4000E-06
63	D1	2,9549E-04	8	B	3,4992E-05	72	E3	1,6200E-05	73	E2	3,2400E-06
63	D2	1,3219E-04	8	L'	2,1384E-05	73	D1	4,9378E-05	74	D3	5,4000E-06
63	D4	1,1586E-04	8	M'	9,9144E-05	73	D2	3,9658E-05	81	D1	1,0800E-06
63	E1	2,8927E-04	8	N'	5,9486E-05	73	D3	3,3048E-05	8	C	5,0490E-07
63	E2	1,5396E-04	9	L'	1,0109E-05	73	D4	1,6416E-05	9	B	3,2400E-07
63	E3	7,6982E-04	9	M'	1,2830E-05	74	D1	3,9658E-05	9	J'	3,8880E-07
63	E4	7,6982E-04	9	N'	1,2830E-05	74	D2	1,1016E-05	11	H'	3,8880E-07
63	F2	1,0714E-04	54	E3	2,1240E-05	5	C	4,0356E-06	11	I'	3,8880E-07
64	D2	2,1384E-04	54	E4	2,2302E-05	6	B	2,1240E-06	11	J'	3,8880E-07
64	D3	2,5194E-04	61	D3	1,1682E-05	9	A	1,1664E-06	54	E1	4,2480E-07
64	D4	2,7060E-04	61	E1	1,8054E-05	9	I'	1,9440E-06	54	F2	4,3146E-07
64	E1	4,6189E-04	61	E2	3,3772E-05	9	K'	3,8880E-06	54	F4	1,0980E-07
64	E2	4,6189E-04	61	E3	5,2675E-05	10	G'	2,7216E-06	61	D1	2,1240E-07
64	E3	5,3965E-04	61	F1	6,3295E-05	10	H'	8,7091E-06	63	F3	4,3200E-07
71	D1	2,3211E-04	62	D1	1,4868E-05	10	I'	1,9440E-06	72	E4	3,2400E-07
71	D2	2,6127E-04	62	D2	3,1860E-05	10	J'	3,8880E-06	74	D4	1,0800E-07
71	D3	2,9043E-04	62	D3	6,3720E-05	11	E'	1,6330E-06	81	D2	2,1600E-07

Aquests resultats es poden veure graficats en el plànol nº25, on s'aprecien les corbes d'isorisc, agrupant els valors del mateix ordre de magnitud.

### ***Comparació del risc social amb els criteris d'acceptabilitat***

a) Resultats risc estabilitat B, a 30 minuts: (taula 23)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra dels límits de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

b) Resultats risc estabilitat B, a 60 minuts: (taula 24)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

c) Resultats risc estabilitat F, a 30 minuts: (taula 25)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra dels límits de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

d) Resultats risc estabilitat F, a 60 minuts: (taula 26)

Els valors de risc individual superiors a  $10^{-6}$ , queden fóra dels límits de l'activitat, per tant, no s'està complint amb l'Ordenança.

Tal i com s'aprecia en els plànols corresponents, els valors superiors a  $10^{-6}$  estan en les zones deshabitades, que no es consideren vulnerables. Però en el cas de l'estabilitat de classe F, es destaquen les següents cel·les:

Anàlisi d'un núvol tòxic produït pels gasos de combustió tòxics generats per un incendi d'un magatzem de productes químics.

Per a 30 minuts:

9	J'	1,1664E-05
---	----	------------

Per a 60 minuts:

8	L'	2,1384E-05
8	M'	9,9144E-05
8	N'	5,9486E-05
9	L'	1,0109E-05
9	M'	1,2830E-05
9	N'	1,2830E-05

A aquestes cel·les amb valors superiors de  $10^{-6}$  víctimes/any, correspon el terreny d'un polígon industrial, també deshabitat; que considerarem una zona poc vulnerable, tot i així no compleix amb la Ordenança.