

Víctor Insa Pascual

**Anàlisi tècnic-econòmic de la implantació de barreres
de fum en magatzems industrials**

Treball Fi de Màster
dirigit pel Dr. Carlos Turón Rodríguez

Màster en Enginyeria Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2017

Índex

1	Objecte.....	1
2	Introducció.....	2
2.1	Desenvolupament de l'incendi i la producció dels fums	2
2.1.1	Passos del desenvolupament d'un incendi	2
2.1.2	Dipòsit de fums	4
2.2	Sistemes de control de temperatura i evacuació de fums (SCTEH).....	5
2.2.1	Exutoris	5
2.2.2	Barreres de fum.....	8
2.2.3	Reemplaçament de l'aire	10
2.2.4	Requisits dels dipòsits de fum	12
2.3	Altres elements: Ruixadors.....	13
2.3.1	Tipus de ruixadors	13
2.3.2	Normatives i certificacions	15
2.3.3	Afectació dels ruixadors al SCTEH	15
2.4	Àmbit d'aplicació de la norma UNE - 23585	16
3	Procediment requerit de càlcul dels SCTEH en un magatzem	17
3.1	Càlcul dels exutoris segons norma UNE – 23585	17
3.1.1	Categories de l'emmagatzematge.....	17
3.1.2	Altura crítica d'emmagatzematge	17
3.1.3	Dimensions de l'incendi	18
3.1.4	Potència calorífica de l'incendi (q_f).....	19
3.1.5	Altura lliure de fums (Y)	19
3.1.6	Espessor de la capa de fums (d_1)	21
3.1.7	Cabal màssic de fums (M_f).....	21
3.1.8	Flux de calor per convecció (Q_f)	21
3.1.9	Temperatura mitja dels gasos per sobre de la de l'ambient de la capa flotant de fums en un dipòsit de fums (θ_1).....	21
3.1.10	Temperatura mitja absoluta de la capa flotant d'un dipòsit de fums (T_1).....	22
3.1.11	Superfície aerodinàmica dels exutoris ($A_v \cdot C_v$)	22
3.1.12	Número d'exutoris a instal·lar	23
3.1.13	Preu de l'exutori	24
3.1.14	Reemplaçament de l'aire	25
3.2	Càlcul de les barreres de fum segons norma UNE – 12101-1	26
3.2.1	Càlcul iteratiu de la longitud.....	26
3.2.2	Longitud final	26

3.2.3	Ubicació de les barreres de fum	27
3.2.4	Profunditat de la barrera de fum	27
3.2.5	Preu de la barrera de fum.....	27
3.3	Eina de càlcul utilitzada.....	28
3.4	Afectació de les variables en l'estalvi obtingut.....	29
4	Anàlisis tècnic-econòmic	30
4.1	Anàlisis del cas general	31
4.1.1	Paràmetres estudiats.....	31
4.1.2	Resultats obtinguts	33
4.1.3	Conclusions extretes	37
4.2	Anàlisis de diferents cassos particulars	38
4.2.1	Dues barreres de fum col·locades longitudinalment	38
4.2.2	Ubicació de la barrera de fum	45
4.2.3	Existència de ruixadors.....	49
4.2.4	Amplada de les estanteries	53
4.2.5	Categoria d'emmagatzematge.....	56
4.3	Estudi del cas òptim	60
4.3.1	Paràmetres considerats	60
4.3.2	Resultats obtinguts	61
4.3.3	Conclusions extretes	63
5	Conclusions.....	64
6	Referències	65
6.1	Bibliografia	65
6.2	Webgrafia.....	65
7	Annexes: Resultats Obtinguts	67
7.1	Cas general: Una barrera de fum col·locada transversalment	67
7.2	Cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment.....	116
7.3	Cas particular: Ubicació de la barrera de fum.....	165
7.4	Cas particular: Existència de ruixadors	176
7.5	Cas particular: Amplada de les estanteries.....	179
7.6	Cas particular: Categoria d'emmagatzematge	186

1 Objecte

El fum és la causa principal de les morts relacionades en un incendi, molt per sobre de les cremades. Es calcula que la intoxicació durant un incendi és responsable de més del 75% de les morts en aquests incidents, per tant l'evacuació d'aquests fums adquireix una gran importància.

La utilització dels Sistemes de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH) és la solució que actualment la normativa vigent a Espanya proposa per minorar aquestes circumstàncies. Els SCTEH inclouen els exutoris i les barreres (o cortines en alguns llibres o manuals) de fum. Aquests elements queden definits en normes UNE (UNE-23585 i UNE-12101 respectivament), que es tindran en compte al llarg del present estudi.

Avui en dia, el principal mètode per a realitzar l'evacuació de fums en establiments industrials; tant els dedicats a la producció com a l'emmagatzematge, és la utilització d'exutoris. Tal i com es podrà observar en el present anàlisi tècnic-econòmic, els exutoris són un element del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH) amb un preu considerablement elevat. D'aquesta forma, s'implantarà un altre element del SCTEH; s'implantarà una barrera de fum. La implantació de la barrera significarà la introducció d'un cost extra; i a la vegada permetrà reduir el nombre d'exutoris a instal·lar; ja que permetrà augmentar les dimensions del dipòsit de fum que contindrà els propis fums.

L'objecte del present Treball de Fi de Màster (TFM) és realitzar un estudi tècnic-econòmic de la implantació de barreres de fum en magatzems industrials. D'aquesta forma, es pretén avaluar en quines condicions és econòmicament viable instal·lar barreres de fum, amb ajuda d'exutoris, per tal de realitzar l'evacuació dels fums correctament; i en quins casos és millor només la utilització d'exutoris per evacuar la mateixa quantitat de fums.

Per tal de realitzar aquest estudi; es realitzaran diversos dissenys del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH) per tal d'avaluar la viabilitat de les barreres fum. D'aquesta forma, es realitzarà un càlcul de la superfície d'exutoris a instal·lar, així com de la longitud de les barreres de fum necessàries; en el cas que s'implantin les barreres de fum i en els cas que no s'implantin. Posteriorment, es convertiran aquests valors de superfícies i longituds necessàries en valors econòmics. Finalment, es tractaran els resultats obtinguts per tal de determinar les condicions d'operació òptimes en les que es pretén arribar amb la realització d'aquest anàlisi tècnic-econòmic.

Es pretén observar la dependència i relació de les dimensions de la nau (llargada, amplada i altura), les mercaderies emmagatzemades (material i embalatges), la distribució de les estanteries (altura i amplada) i la presència de ruixadors (existència i tipologia) en l'anàlisi present.

2 Introducció

El fum és una suspensió en l'aire de petites partícules que resulten de la combustió incompleta d'un combustible. La mida d'aquestes partícules pot variar entre 0.005 i 0.01 µm. La inhalació del fum és la causa primària d'asfíxia i mort en les víctimes dels incendis. El fum mata per intoxicació degut als seus components tòxics, com el monòxid de carboni (CO) i les petites partícules sòlides que taponen els alvèols pulmonars i asfixien a la víctima. El fum pot contenir diverses partícules cancerígenes i provocar càncer al cap d'un llarg període de temps.

Així doncs, es pretén realitzar un control sobre els fums i els gasos de la combustió generats en un incendi; així com un control sobre la temperatura dels mateixos, mitjançant els diferents sistemes de control de temperatura i evacuació de fums (SCTEH).

2.1 Desenvolupament de l'incendi i la producció dels fums

En la majoria dels casos, es pot assumir que un compartiment es trobarà en combustió en un dels dos casos següents:

- Incendi en estat de capa (combustió controlada):
 - o La taxa de combustió, la producció de calor i el desenvolupament de l'incendi; depenen de la quantitat de combustible ardent, no estant implicats tots els productes combustibles del recinte.
- Incendi en estat de ventilació controlada:
 - o Tots els productes combustibles del recinte estan involucrats; la taxa de combustió, la producció de calor... depenen de la quantitat d'aire disponible en el compartiment de l'incendi.

La quantitat de fum produït (valor de la massa de gasos circulants) i l'energia (flux de calor) continguts en el recinte, són diferents en cada un dels dos estats. En conseqüència, és essencial conèixer els mecanismes bàsics que controlen la situació d'un incendi.

2.1.1 Passos del desenvolupament d'un incendi

Un procediment, pas a pas, del desenvolupament d'un incendi, pot ser el següent:

- 1- L'incendi s'inicia per una aportació d'energia sobre algun material combustible, la seva taxa de desenvolupament depèn dels materials implicats. En la majoria dels recintes habituals, hi ha suficient oxigen per a mantenir la combustió durant els primers minuts; i el desenvolupament de l'incendi i la producció de fums està controlada per la quantitat i el tipus de combustibles implicats; és a dir, l'incendi està en un estat de capa (combustió controlada).
- 2- El fum ascendeix des del focus de l'incendi en una columna fins al sostre. Segons ascendeix la columna, l'aire va penetrant en ella, augmentant-ne el volum i reduint-ne la temperatura. El fum s'estén radialment sota el sostre i forma un estrat amb una profunditat fins que el recinte comença a omplir-se. Si el recinte està obert a un espai adjacent o a un atri, llavors els gasos flueixen immediatament cap a fora a l'arribar a l'obertura.

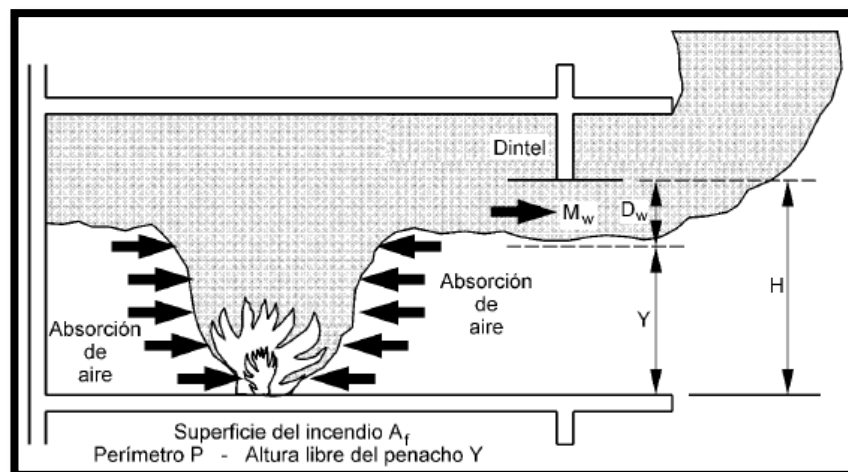


Figura 1. Descàrrega dels fums d'un incendi en estat de capa a un espai adjacent o atri¹

- 3- Inicialment, el volum dels fums que circula estarà controlat per la capa o superfície de combustible. Així mateix, la geometria de l'obertura sobre l'espai adjacent o sobre l'atri, té un efecte decisiu.
- 4- Si la temperatura aconsegueix arribar a uns 600 °C, la radiació cap a baix des de la capa dels gasos dels fums és suficient per a causar la descomposició tèrmica de les restes de materials combustibles i com a conseqüència la seva auto-ignició.
- 5- Si hi ha suficient combustible en l'interior del compartiment, quan tot ell arribi a estar involucrat, la temperatura dels fums augmentarà ràpidament a la temperatura de flama (1273 K = 1000 °C). La taxa de combustió, el calor produït i la massa de fums que circula sortint del compartiment, depèn ara fonamentalment de la geometria de l'obertura. D'aquesta forma l'incendi ha arribat a l'estat de ventilació controlada.

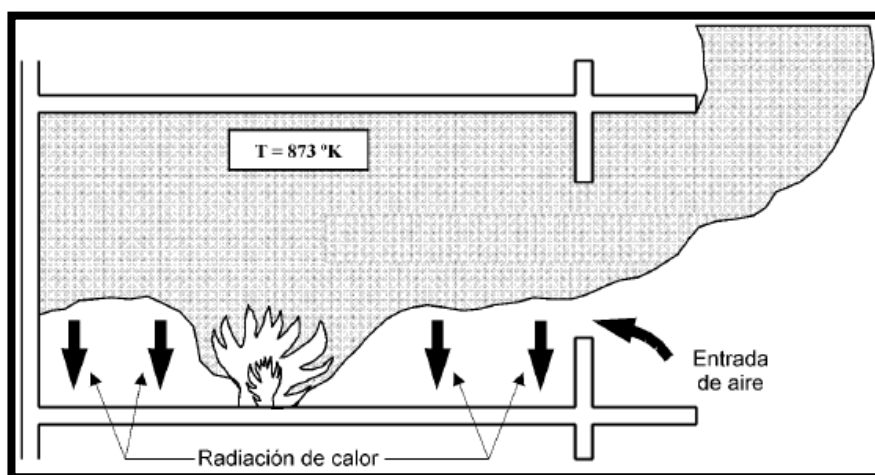


Figura 2. Començament de la combustió sobtada generalitzada ("flashover")²

- 6- La transició des de l'incendi en estat de capa (combustió controlada) a condició de ventilació controlada, és coneguda com combustió sobtada generalitzada ("flashover").

¹ Figura extreta de la norma UNE – 23585 - Sistemas de temperatura y evacuación de humos

² Figura extreta de la norma UNE – 23585 - Sistemas de temperatura y evacuación de humos

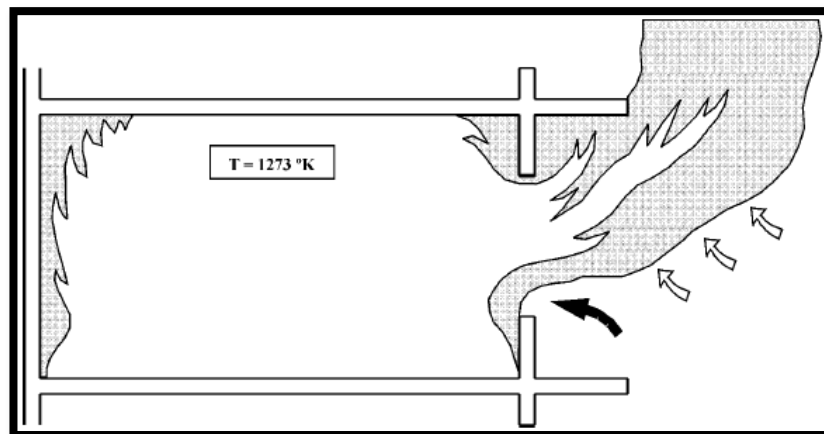


Figura 3. Incendi en estat de ventilació controlada³

- 7- Hi ha molts, i molt diversos, factors que defineixen i determinen la condició predominant; incloent-ne el tipus i disposició de matèries combustibles, la dimensió del recinte i les dimensions de les obertures de ventilació.
- 8- La presència d'una instal·lació de ruixadors servirà normalment per a impedir que el desenvolupament de l'incendi afecti a tots els materials, i mantindrà, normalment, l'incendi en un estat de capa (combustió controlada), en el cas que no s'arribi a l'extinció total de l'incendi.

2.1.2 Dipòsit de fums

Un dipòsit de fums és una zona dins d'un edifici, o obra d'enginyeria limitada, o bordejada per barreres de fum, o per elements estructurals, de manera que retenen una capa de fums tèrmicament flotant en cas d'un incendi.

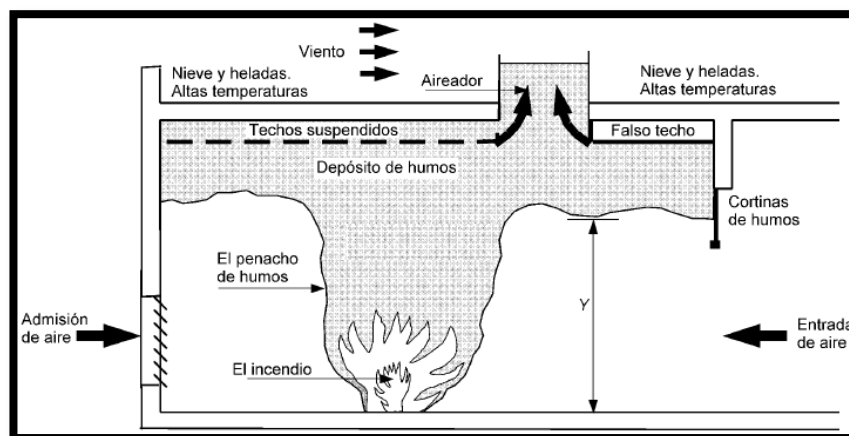


Figura 4. Regions de disseny d'un dipòsit de fum⁴

La massa de fums així formada, tendeix a acumular-se a la part superior del recinte o dels espais adjacents; formant un dipòsit de fums. Aquest dipòsit de fums, disposa d'una lleugera sobre pressió en relació amb la de l'ambient exterior; per la que es tendeixen a evacuar cap a l'exterior de forma natural si es disposen de les obertures adequades i, no hi ha algun altre agent o efecte extern que ho impedeixi (vent, nevades, gelades, altes temperatures estiuenques, etc.).

³ Figura extreta de la norma UNE – 23585 - Sistemas de temperatura y evacuación de humos

⁴ Figura extreta de la norma UNE – 23585 - Sistemas de temperatura y evacuación de humos

2.2 Sistemes de control de temperatura i evacuació de fums (SCTEH)

Un SCTEH (Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums) és una instal·lació que disposa d'un conjunt d'obertures o equips mecànics d'extracció per a l'evacuació dels fums i gasos calents de la combustió d'un incendi. D'aquesta forma, els objectius principals dels SCTEH són els següents:

- Mantenir els camins d'accés i d'evacuació lliures de fums; o bé perquè es redueixen, o bé, perquè s'impedeix la penetració dels fums, mantenint-los per sobre d'una determinada cota segura.
- Facilitar les operacions de lluita contra incendi al generar una capa lliure de fums.
- Controlar la potència tèrmica dels fums, reduint el risc de la combustió sobtada generalitzada ("flashover") i el desenvolupament total de l'incendi.
- Reduir l'efecte tèrmic sobre els elements de la estructura portant de l'edifici, així com sobre altres components de la construcció (vidres, portes...).
- Protegir els equipaments, mobiliari, estris i accessoris.
- Reduir els danys causats pels gasos calents i per la descomposició tèrmica dels productes.

Un SCTEH funciona fonamentalment sobre la base de la flotabilitat tèrmica dels fums (gasos calents formats per l'incendi mesclats amb l'aire ambient arrastrat), deguda a la força ascendent dels gasos, derivada de la seva menor densitat comparada amb la de l'aire ambient. D'aquesta forma, si podem controlar el volum d'aire ambient que penetra en la massa dels gasos calents de la combustió, podem controlar tot el sistema. Els principals elements bàsics que componen un SCTEH són:

- **Exutoris:**
 - o Elements de ventilació natural de fums i calor.
 - o Poden classificar-se com: de claraboia, de lames o de comporta.
- **Ventiladors mecànics:**
 - o Elements de ventilació forçada.
 - o Només s'admetran quan es tracti d'edificis ja construïts en els quals és materialment impossible utilitzar un sistema natural.
- **Barreres o cortines de fum:**
 - o Elements que poden actuar com elements de sectorització, que situats al sostre, poden retenir els fums formant un dipòsit de fums; o bé, poden actuar com elements canalitzadors que permeten dirigir la sortida de fums i els gasos de combustió.
 - o Poden classificar-se com: fixes o mòbils; o bé, rígides o flexibles.
- **Elements de control:**
 - o Elements encarregats d'administrar, ordenar, regular el funcionament i comportament del sistema automatitzat.

2.2.1 Exutoris

Un exutori és un dispositiu per al control de la temperatura i l'evacuació de fums produïts en cas d'incendi en edificis. Crea automàticament una obertura en la coberta o en la fatxada per a permetre l'evacuació natural de gasos de combustió, calor i fums.

Davant d'un incendi, s'activarà l'obertura de l'exutori manualment, accionant una palanca; o automàticament, quan el dispositiu està connectat a un sistema de detecció d'incendis. En ambdós casos, l'obertura del sistema es realitzarà a través d'un mecanisme pneumàtic (CO₂, aire) o mitjançant un mecanisme elèctric controlat per un panell o central. Per assegurar el seu correcte funcionament sota qualsevol circumstància, és recomanable incorporar a l'interior de l'exutori un dispositiu auxiliar tèrmic d'activació d'emergència per si fallés el mecanisme d'obertura establert.

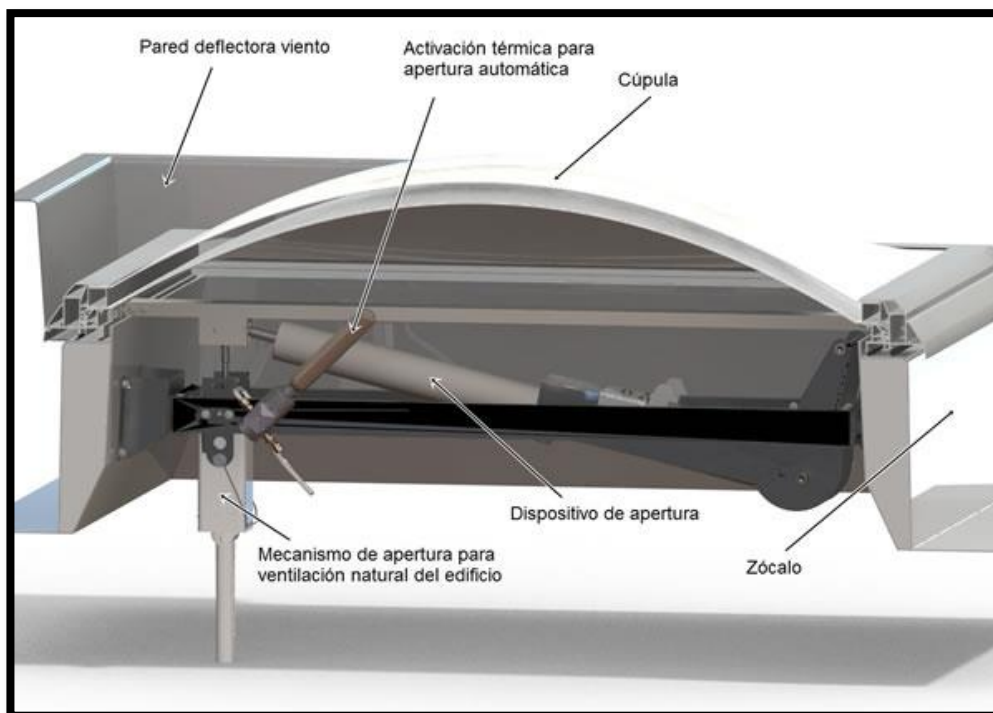


Figura 5. Components d'un exutori⁵

2.2.1.1 Tipus d'exutoris

- **Exutoris de claraboia:**

- Dispositius pel control de la temperatura i evacuació de fums que aporten llum natural a l'interior de l'edifici, amb prestacions d'eficiència energètica. Integren un sistema automàtic d'obertura i tancament de tipus elèctric o pneumàtic.

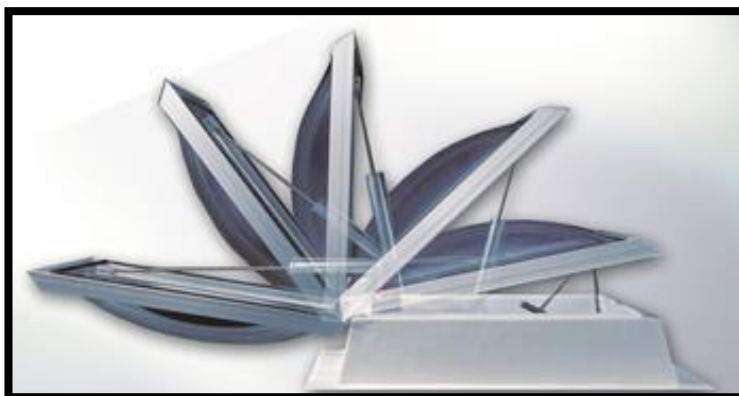


Figura 6. Exutori de claraboia⁶

- **Exutoris de lames:**

- Dispositius pel control de la temperatura i l'evacuació de fums produïts, utilitzats per l'aportació d'aire natural. Integren un sistema automàtic d'obertura i tancament normalment per línia pneumàtica.

⁵ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"

⁶ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"



Figura 7. Exutori de lames⁷

- **Exutoris de comporta:**

- Dispositius pel control de la temperatura i evacuació de fums, que aporten llum natural a l'interior dels edificis, quan hi ha altes exigències arquitectòniques en el disseny i prestacions d'eficiència energètica. Integren un sistema automàtic d'obertura i tancament de tipus elèctric o pneumàtic.



Figura 8. Exutori de comporta⁸

2.2.1.2 Normatives i certificacions

La normativa que estableix les especificacions dels exutoris és la UNE EN 12.101-2. Aquesta exigeix que tots els exutoris han d'estar assajats i certificats amb Marcat CE. A més, detalla les prestacions o classificacions que un exutori ha de tenir per poder ser instal·lat a la coberta o per contra, a la façana.

El càlcul i el disseny del nombre d'exutoris que necessita una edificació està establert a la norma UNE 23585. La instal·lació i manteniment dels exutoris es regeix per la norma UNE EN 23584. La instal·lació dels exutoris a Espanya està regulada pels reglaments d'Indústria (RSCIEI) i el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

El fort vent pot provocar el tancament sobtat de l'exutori obert que està fent la seva funció d'evacuació de fums. És per això, que la norma UNE EN 12.101-2 exigeix que els dispositius que s'instal·len a les cobertes hagin d'estar assajats d'acord resisteixin a la influència de vents laterals (10 m/s). També regula la mesura màxima dels costats dels exutoris, que en tot cas, no ha d'excedir els 2.5 metres d'ample.

⁷ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"

⁸ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"

2.2.2 Barreres de fum

Les barreres de fum eviten que el fum s'escampi incontroladament per l'edifici i el condueixen cap al punt d'evacuació, evitant així la pèrdua de visibilitat a l'edifici i facilitant els treballs d'evacuació de persones i d'extinció de l'incendi. Les barreres de fum, poden anomenar-se també com: cortines de fum, persianes de fum o pantalles de fum.

Conseqüentment, les barreres de fums s'utilitzen per a:

- Contenir el fum mitjançant la formació de dipòsits de fum, limitant el desplaçament del fum a altres volums.
- Canalitzar el fum en una determinada direcció, per tal de facilitar-ne la seva futura extracció.
- Evitar o retardar l'entrada de fum a un altre espai.

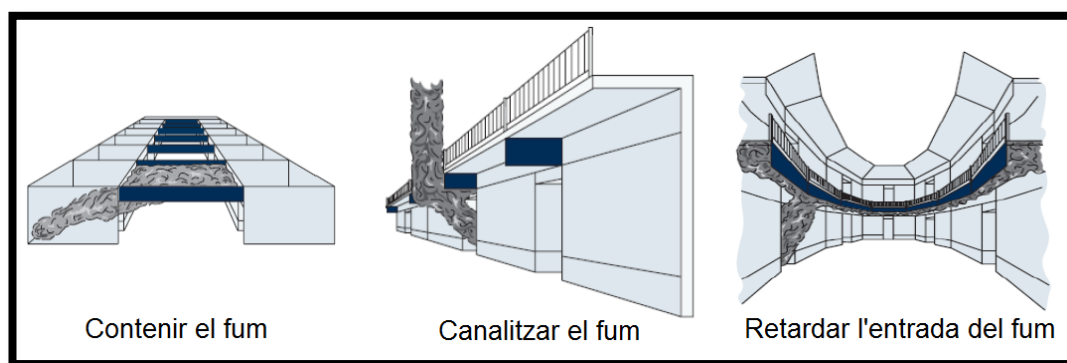


Figura 9. Funcions de les barreres de fum⁹

S'instal·len generalment en combinació amb airejadors naturals (exutoris) per a crear un sistema d'evacuació de fums (SCTEH).

2.2.2.1 Tipus de barreres

Les barreres de fum poden classificar-se de la forma següent:

- **Barrera de fums estàtica (SSB):**
 - o Material flexible o material rígid.
 - o Han de fixar-se en la seva posició de funcionament d'incendi en tot moment i d'acord a la seva classificació de disseny.



Figura 10. Barrera de fum estàtica o fixe¹⁰

⁹ Figura extreta de la casa comercial "Colt"

¹⁰ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"

- **Barrera de fums activa (ASB):**

- Material flexible o material rígid.
- Han de moure's a la seva posició de funcionament d'incendi mitjançant una iniciació externa i d'acord amb la seva classificació de disseny.
- Categorització:
 - ASB1: Asseguren la fallada segura en la posició de funcionament d'incendi (no inferior a 2.5 m sobre el nivell final del terra o qualsevol posició perillosa per a persones o objectes), d'una forma controlada quan es suprimeixen totes les fonts d'energia consumible principal i auxiliar, en el cas de connexió o corrupció del sistema i qualsevol combinació de l'anterior.
 - ASB2: Es mouen fins a la seva posició de funcionament d'incendi (no inferior a 2.5 m sobre el nivell final del terra o qualsevol posició perillosa per a persones o objectes), d'una forma controlada mitjançant una iniciació externa, però requereixen una font d'energia consumible per a moure's o per a mantenir-se en la posició de funcionament d'incendi. S'utilitzaran bateries com a font d'energia.
 - ASB3: Conforme al tipus ASB1, que poden desplegar-se fins a qualsevol altura.
 - ASB4: Conforme al tipus ASB2, que poden desplegar-se fins a qualsevol altura.

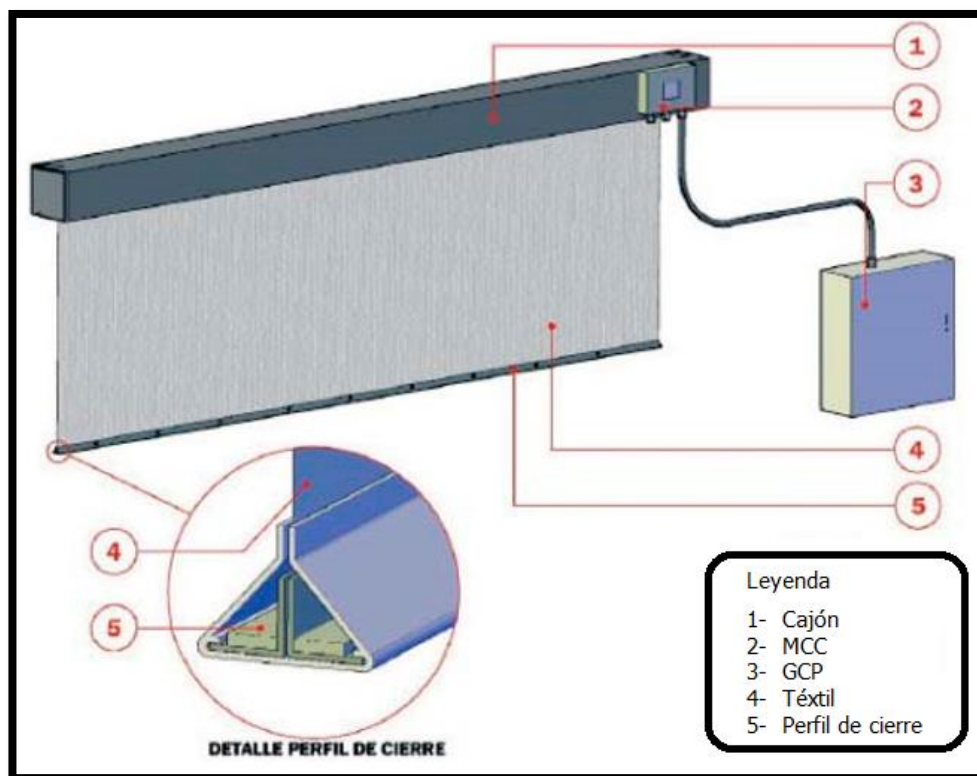


Figura 11. Barrera de fum activa o automàtica¹¹

Així mateix, les barreres de fum han de classificar-se segons les seves propietats respecte l'incendi. La exposició a la calor a 600 °C, designada com D, representa la temperatura constant de l'assaig de la barrera de fum. Les designacions 30, 60, 90 i 120; representen el període de l'assaig de la barrera de fum.

¹¹ Figura extreta de la casa comercial "Mercor Tecresa"

Clasificación	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
D 30	600	30
D 60	600	60
D 90	600	90
D 120	600	120
DA	600	Tiempo real alcanzado por encima de 120

Taula 1. Categories de classificació de les barreres de fum normalitzades

Si les barreres de fum s'utilitzen per a intervals de temps/ temperatura més alts, han de classificar-se d'acord amb les categories de classificació següents:

Clasificación	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
DH 30	Curva de calentamiento normalizada (EN 1363-1)	30
DH 60	Como anteriormente	60
DH 90	Como anteriormente	90
DH 120	Como anteriormente	120
DHA	Como anteriormente	Tiempo real alcanzado por encima de 120

Taula 2. Categories de classificació per a barreres funcionant a temperatures altes

2.2.2.2 Normatives i certificacions

La normativa que estableix les especificacions de les barreres de fum és la UNE EN 12.101-1. Aquesta exigeix que totes les barreres de fums han d'estar assajades i certificades amb Marcat CE.

El càlcul i el disseny de la longitud de la barrera de fum està establert a la norma UNE 23585 i a la norma UNE EN 12.101-1.

2.2.3 Reemplaçament de l'aire

L'aportació d'aire fresc a l'edifici incendiats és imprescindible perquè el sistema funcioni correctament i en equilibri; sinó l'edifici es despressuritzarà i el sistema d'extracció de fum serà ineficaç. El subministrament d'aire es pot realitzar de forma natural per mitjà de portes, finestres o exutoris col·locats a baix nivell o bé per ventiladors forçats.

Per a que l'aire es traslladi fora a través de l'obertura del nivell superior, és necessari que la pressió a l'interior de l'edifici en el nivell superior, sigui major que la de l'exterior. Anàlogament, per a que penetri l'aire de reemplaçament pel nivell inferior, la pressió en l'interior de l'edificació ha de ser menor que en l'exterior. Això significa que ha d'existir un pla intermedi en el que la pressió en l'interior de l'edifici necessàriament ha de ser igual a la pressió en l'exterior. La posició d'aquest pla és coneguda com "pla de pressió neutre" (PPN). En una obertura situada al nivell del pla de pressió neutre, no existirà flux d'aire a través de la mateixa, al no existir pressió diferencial en el seu punt de localització.

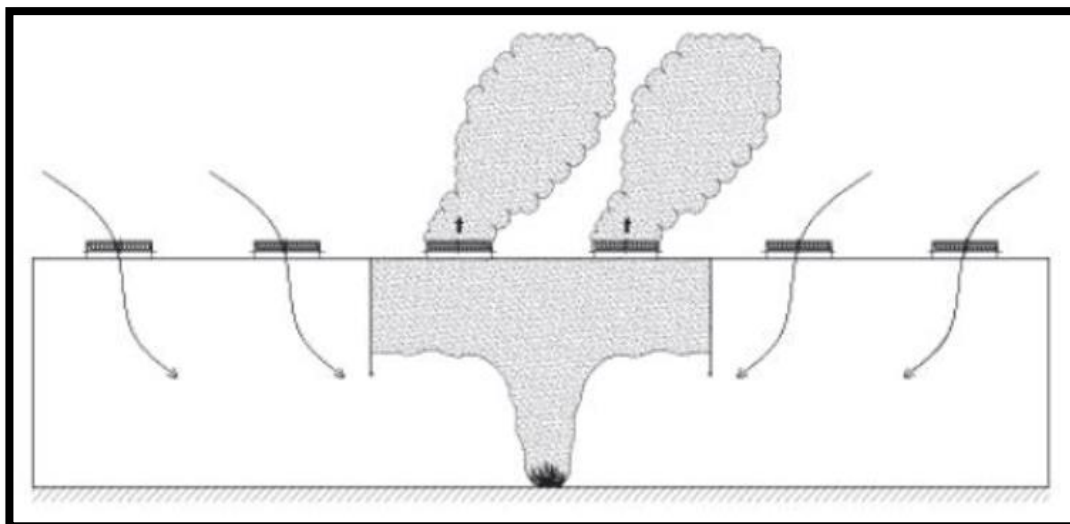


Figura 12. Esquema de funcionament d'un SCTEH¹²

Com es pot observar en la Figura 12, la implantació de barreres de fum també ens permet que exutoris que en un principi estaven situats sobre el pla de pressió neutre, i només podien extreure fum; ara poden introduir aire fresc per sota del mateix pla. Així doncs, ens permeten que tots els exutoris estiguin situats al sostre de la nau i no siguin necessàries introduccions d'aire per la part inferior.

Conseqüentment, es pretén que a l'implantar les barreres de fum, el funcionament del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH) sigui el següent:

- 1- Al produir-se l'incendi, el detectors proporcionaran un senyal a les barreres de fum (es tractaran de barreres actives), i aquestes es desplegaran a la seva posició de funcionament d'incendi. De la mateixa forma, mitjançant els propis detectors, s'activarà l'obertura de tots els exutoris (es tractaran d'exutoris de claraboia); tant dels exutoris situats sobre l'incendi, com els situats a l'altre banda de la barrera de fum.
- 2- El fum produït quedarà contingut en el dipòsit de fum situat entre dues barreres de fum, o entre una barrera i la paret.
- 3- Els exutoris situats sobre el dipòsit de fum, s'encarregaran de l'extracció del fum. En canvi els exutoris situats a l'altre banda del dipòsit de fum, tindran la missió de l'admissió d'aire.

La diferencia en quan no s'implanten les barreres de fum, recau en que els fums no queden continguts, i queden distribuïts per tota la nau. Així mateix, tots els exutoris situats al sostre, s'encarreguen de l'extracció de fum. D'aquesta forma, és necessària la instal·lació d'exutoris d'admissió d'aire a la part inferior de la nau. A més a més, que els fum no quedin continguts mitjançant barreres, influeix en el propi dimensionat dels exutoris; ja que han de ser capaços d'extreure una major quantitat de fum.

Així doncs, en el present estudi, es pretén observar en quines condicions el cost extra produït al introduir un nou element en el SCTEH, com la barrera de fum, és menor que el benefici obtingut al reduir la quantitat d'exutoris requerits per a poder extreure la mateixa quantitat de fums.

¹² Notas tècniques de Prevención - Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos de incendio. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

2.2.4 Requisits dels dipòsits de fum

Tal i com s'ha comentat anteriorment, un dels principals objectius de les barreres de fum és contenir el propi fum. Aquesta contenció del fum, permet variar les dimensions del dipòsit de fum, prèviament creat de forma natural mitjançant les pròpies dimensions de la nau, segons el desitjat.

La norma UNE-23585 estableix els següents criteris dels dipòsits de fum:

- Quan l'incendi està directament sota del dipòsit de fums, la superfície màxima de qualsevol dipòsit de fums serà de 2000 m² si s'han adoptat airejadors naturals d'extracció de fums, o 2600 m² si s'adopten airejadors mecànics d'extracció de fums.
- Quan l'incendi està en una habitació adjacent a l'espai que conté el dipòsit, o està sota d'una entreplanta en el mateix espai, la màxima superfície d'habitació d'incendi permesa per a generar gasos dels fums que flueixen dins dels dipòsit de fum serà de 1000 m² si s'adopten airejadors naturals d'extracció de fums, o de 1300 m² si els airejadors són mecànics. Si tenen més de 1000 m² ha de disposar del seu propi sistema d'evacuació de fums i no podrà evacuar-los a l'espai adjacent. La superfície màxima del dipòsit de fums serà de 1000 m² si els airejadors són naturals i 1300 m² si són mecànics.
- La màxima longitud del dipòsit de fums, al llarg del seu eix major, serà de 60 metres.
- La capa flotant en el dipòsit de fums no es projectarà menor que 1/10 de l'altura del terra al sostre, per a models d'incendi que estiguin directament sota el dipòsit de fums; o menor que 1/10 de l'alçada des de la vora de vessament al sostre pel cas de vessaments de fum.
- La capa flotant en el dipòsit de fums no es dissenyarà més profunda que 9/10 de l'altura del terra al sostre.
- Les barreres de fum o altres elements característics que formen part de les fronteres o límits d'un dipòsit de fums, tindran almenys 0.1 m més de profunditat que l'altura calculada de la base de la capa flotant de fums, tenint en compte qualsevol deflexió o desplaçament de les barreres.
- La capacitat total dels airejadors mecànics d'extracció de fum o, la superfície total dels airejadors naturals d'extracció de fums, serà suficient per extreure el valor total calculat de la massa circulant que penetra en la capa des de la columna de fums.
- No s'utilitzaran simultàniament en el mateix dipòsit de fums, airejadors d'extracció de fums naturals i mecànics.
- L'efecte del refredament dels ruixadors sobre els gasos del dipòsit de fums, s'inclourà en els càlculs de disseny.

Els criteris citats, seran els principals limitadors en el disseny del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH);

2.3 Altres elements: Ruixadors

Els ruixadors automàtics (o "sprinklers") estan concebuts per detectar un focus d'incendi i apagar-lo amb aigua o controlar-lo per a què pugui ser apagat per altres mitjans. Els ruixadors automàtics protegeixen pràcticament la totalitat dels immobles; excepte els casos en els que l'aigua no és recomanable com a agent extintor i cal emprar altres sistemes més adequats. Es tracta d'un sistema totalment independent i automàtic de protecció contra incendis, pel que no requereix de cap altre sistema que els activi.

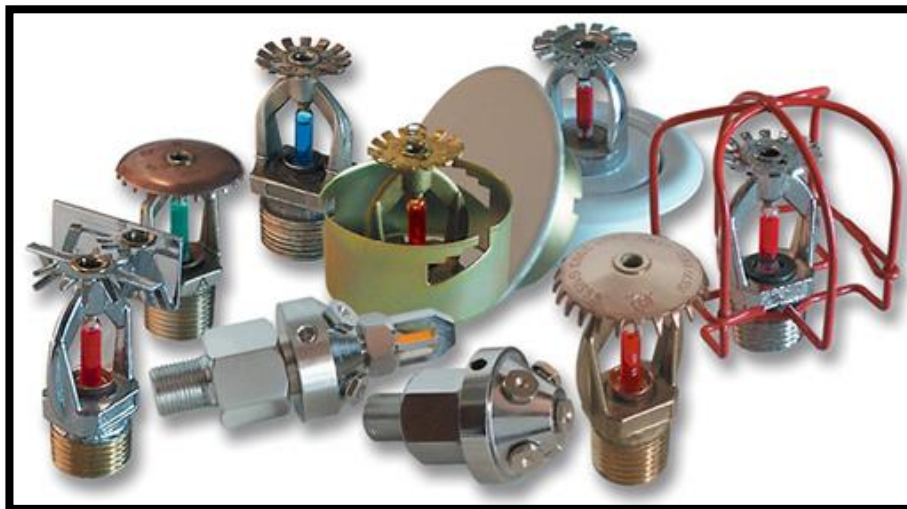


Figura 13. Ruixadors (o "sprinklers")¹³

A causa del seu gran poder de descàrrega d'aigua, una altra de les principals funcions que tenen les instal·lacions de ruixadors automàtics és la de refrigerar, pel que és freqüent recórrer a aquests sistemes per protegir estructures portants d'edificis construïts amb materials deformables (fusta o ferro); i d'aquesta manera, evitar o minimitzar la necessitat de tractar aquesta estructura amb sistemes de protecció passiva contra el foc; evitant d'aquesta manera l'impacte estètic negatiu en la seva arquitectura interior. Especialment important és aquesta aplicació en edificis catalogats pel seu alt valor patrimonial.

2.3.1 Tipus de ruixadors

Existeixen bàsicament tres tipus diferents d'instal·lacions de ruixadors automàtics, en funció de la forma com es descarrega l'aigua sobre el risc:

- **Sistemes de canonada mullada:**
 - o Sistema més utilitzat. Tota la xarxa de canonades es troba pressuritzada amb aigua i quan un ruixador actua, perquè la temperatura ha arribat al valor de tarat de la mateixa, es descarrega de forma immediata aigua.

¹³ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"

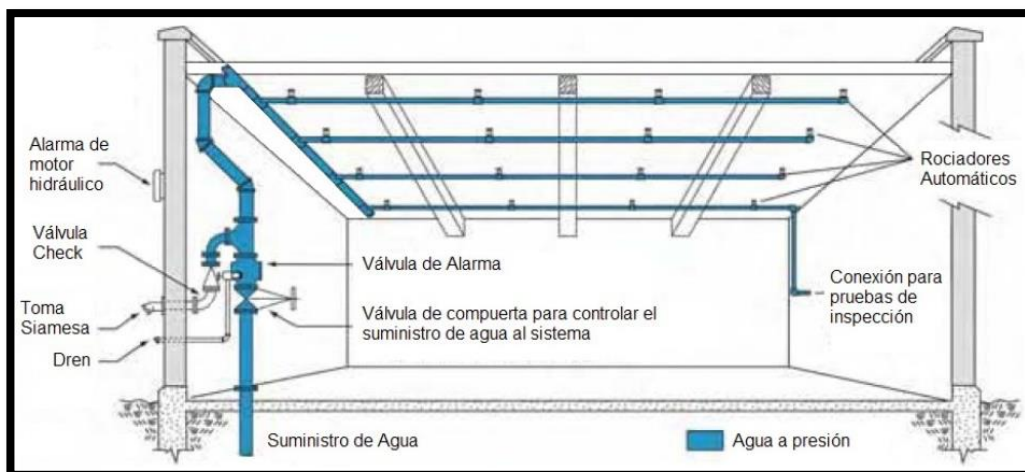


Figura 14. Sistemas de ruixadors de canonada mullada¹⁴

- **Sistemas de canonada seca:**

- o La xarxa de canonades, aigües avall del lloc de control, no es troba pressuritzada amb aigua, sinó amb aire a pressió. La seva principal aplicació és en zones de risc de gelades.

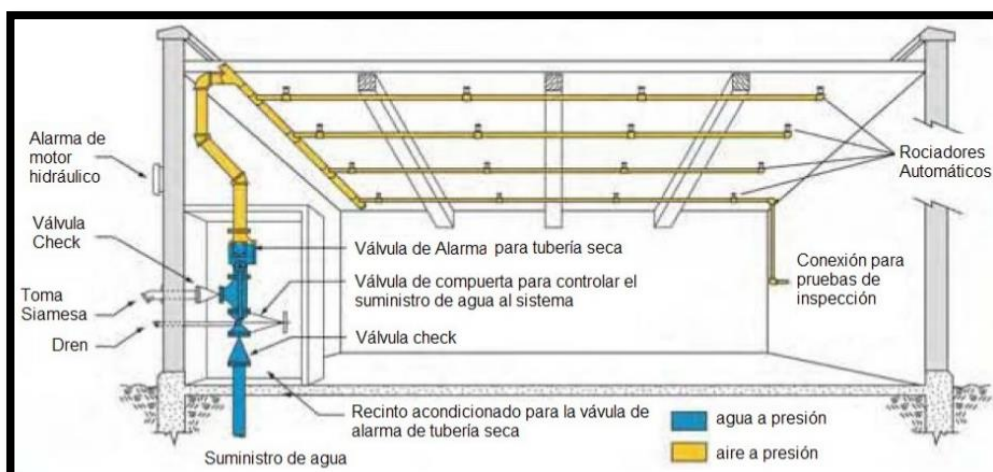


Figura 15. Sistemas de ruixadors de canonada seca¹⁵

- **Sistemas d'acció prèvia o pre-acció:**

- o Conceptualment, es tracta d'un sistema de canonada seca però amb la particularitat que requereix d'un senyal procedent d'un sistema paral·lel de detecció d'incendis que actui sobre la vàlvula de control per alliberar l'aigua per extingir l'incendi.

S'han de definir els paràmetres de disseny següents:

- Àrea d'operació:
 - o Superfície màxima en què es descarregarà aigua quan la instal·lació de ruixadors entri en funcionament en cas d'incendi.
- Densitat de disseny:
 - o Mínima descàrrega en la que s'ha de dissenyar una xarxa de ruixadors.

¹⁴ Figura extreta de la presentació "Componentes básicos de sistemas contra incendio"

¹⁵ Figura extreta de la presentació "Componentes básicos de sistemas contra incendio"

2.3.2 Normatives i certificacions

La normativa que estableix les especificacions dels ruixadors automàtics contra incendi és la UNE EN 12.845. Exigeix que tots els ruixadors han d'estar assajats i certificats amb Marcat CE. Seguint els criteris marcat per la norma UNE citada, es poden dividir els riscos de la forma següent:

- Risc lleuger:
 - o Per activitats amb molt poc risc.
- Risc ordinari:
 - o Per a edificis urbans de qualsevol tipus i petits magatzems autosuficients.
- Risc extra de procés:
 - o Per a indústries productives de risc important en magnitud i concentració de materials inflamables.
- Risc extra d'emmagatzematge:
 - o Per a magatzems on la càrrega de foc requereix de valors de descàrrega d'aigua majors.

2.3.3 Afectació dels ruixadors al SCTEH

Els ruixadors automàtics (o "sprinklers") no formen part del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH); però tot i això, són un element de gran importància a l'hora de dissenyar el SCTEH. Els ruixadors automàtics afavoreixen el control dels fums produïts en l'incendi, provant un dimensionat menor en els SCTEH.

Cal recordar que la norma UNE-23585 estableix que els SCTEH no són adequats per a qualsevol emmagatzematge de productes o matèries combustibles sense ruixadors amb altura superior de 4 m (emmagatzematge en altura). Qualsevol incendi sever en un edifici amb estibes o emmagatzematge en altura en un recinte d'incendi sense ruixadors, pot témer que acabi amb la pèrdua total de l'edifici o del recinte d'incendi.

Quan s'implementa un SCTEH en un establiment industrial, es pretén que aquest sigui capaç de controlar la quantitat de fums generats en un incendi d'origen accidental. D'aquesta manera; aquest control ha de garantir la seguretat de les persones, a través d'una evacuació en condicions ambientals adequades; la integritat dels béns que es troben en l'establiment i prestar un ajut al servei de bombers quan es produeixi la seva arribada al lloc on es troba l'incendi.

Així doncs, en cas d'incendi, els ruixadors automàtics permeten:

- Limitar la potència de l'incendi ja que es delimita la zona afectada per la combustió dels materials.
- El cabal d'aigua alliberat produeix un refredament dels gasos calents continguts en el dipòsit de fums a causa de la transmissió de calor per convecció que es produeix entre les partícules d'aigua i els propis fums.
- Les partícules d'aigua en el seu descens arrossegueu cap a terra part dels fums que es troben ascendint en la columna de fums i part dels que han aconseguit arribar fins a la part inferior de la coberta.

El grau d'afectació en els fums en els paràmetres citats, dependrà principalment en la tipologia dels ruixadors instal·lats respecte la seva situació en la nau. Sent les possibles localitzacions les següents:

- Ruixadors instal·lats al sostre
- Ruixadors instal·lats al sostre i entremig les estanteries
- Sense instal·lació de ruixadors

2.4 Àmbit d'aplicació de la norma UNE - 23585

En l'Annex II del Reglament de Seguretat Contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI), en el punt 7.1, s'indiquen els requeriments d'obligatorietat en la instal·lació de Sistemes de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH). Aquesta obligatorietat, ve definida segons la tipologia de l'edifici, en relació amb les característiques que determinen el moviment del fum. D'aquesta forma, disposaran de sistema d'evacuació de fums:

- Sectors amb activitats de producció:
 - o De risc intrínsec mig i superfície construïda $\geq 2000 \text{ m}^2$.
 - o De risc intrínsec alt i superfície construïda $\geq 1000 \text{ m}^2$.
- Sectors amb activitats d'emmagatzematge:
 - o De risc intrínsec mig i superfície construïda $\geq 1000 \text{ m}^2$.
 - o De risc intrínsec alt i superfície construïda $\geq 800 \text{ m}^2$.

Per a naus de menor superfície, es podran aplicar els següents valors mínims de la superfície aerodinàmica d'evacuació de fums:

- Els sectors d'incendi amb activitats de producció, muntatge, transformació, reparació i altres diferents a l'emmagatzematge si:
 - o Estan situats en planta sota rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de $0.5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ o fracció.
 - o Estan situats en qualsevol planta sobre rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de $0,5 \text{ m}^2/200 \text{ m}^2$, o fracció.
- Els sectors d'incendi amb activitats d'emmagatzematge si:
 - o Estan situats en planta sota rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de $0,5 \text{ m}^2/100 \text{ m}^2$, o fracció.
 - o Estan situats en qualsevol planta sobre rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$, o fracció.

La ventilació serà natural, a no ser que la ubicació del sector ho impedeixi; en tal cas podrà ser forçada. Els forats es disposaran uniformement repartits a la part alta del sector, ja sigui en zones altes de façana o coberta.

S'ha de disposar, a més, de forats per a entrada d'aire a la part baixa del sector, en la mateixa proporció de superfície requerida per als de sortida de fums, i es podran computar els forats de les portes d'accés al sector.

El disseny i execució dels sistemes de control de fums i calor es realitzarà d'acord al que especifica la norma UNE-23 585. En casos degudament justificats, es podrà utilitzar una altra normativa internacional de reconegut prestigi.

3 Procediment requerit de càlcul dels SCTEH en un magatzem

3.1 Càlcul dels exutoris segons norma UNE – 23585

Seguidament, es mostra el procediment de càlcul realitzat, amb la presa de consideracions oportunes, seguint el procediment de la norma UNE – 23585, per tal d'obtenir el valor de la superfície aerodinàmica necessària dels exutoris a instal·lar.

3.1.1 Categories de l'emmagatzematge

Mitjançant el tipus de material emmagatzemat i el tipus d'embalatge utilitzat, es disposarà d'una categoria d'emmagatzematge concreta.

3.1.1.1 Material emmagatzemat

La classe d'edificis de càrrega calorífica perillosa, que corresponen als riscos industrials i comercials o a parts dels edificis citats, incloent-ne les activitats de manteniment, fabricació i emmagatzematge de materials combustibles; són molt susceptibles a donar lloc a incendis de forma ràpida i intensa.

Es pot realitzar una classificació dels riscos, dividida en 2 grans grups:

- Les empreses d'emmagatzematge:
 - o D1, D2, D3, D4.
- Els emmagatzematges de gran altura:
 - o S1, S2, S3, S4.

Els materials que formen cada un dels grups citats, es troben en l'Annex M de la norma UNE 23585. El present estudi es centrarà en els riscos produïts en les activitats d'emmagatzematge de gran altura.

3.1.1.2 Tipus d'embalatge

En la Taula 3 de l'Annex M de la norma UNE 23585, es mostren les categories d'emmagatzematge, segons el material emmagatzemat i el tipus d'embalatge.

Embalajes		Materiales almacenados			
		S1	S2	S3	S4
C1	Embalajes incombustibles, eventualmente colocados sobre palets de madera	SC1	SC2	SC3	SC4
C2	Embalajes de papel, cartón, cartón ondulado, madera o materias plásticas, excluyendo las espumas plastificadas puestas eventualmente sobre palets de madera	SC2	SC2	SC3	SC4
C3	Todos los embalajes no incluidos en C1 o C2	SC3	SC3	SC3	SC4

Taula 3. Categories d'emmagatzematge

3.1.2 Altura crítica d'emmagatzematge

La altura crítica d'emmagatzematge permetrà la diferenciació entre el tipus d'emmagatzematge. Si l'altura de les estanteries supera l'altura crítica, es treballarà en emmagatzematge en altura; per lo contrari, si no es supera, es considerarà un tipus d'emmagatzematge baix. Per a obtenir el valor de l'altura crítica d'emmagatzematge, es tindrà en compte la classificació de la categoria d'emmagatzematge obtinguda anteriorment.

Categorías de uso	Espacios a proteger				Altura crítica de almacenaje
	Riesgo Ligero	Riesgo Normal	Riesgo elevado		
			Fabricación	Almacenaje (tabla 1)	
Categoría 1	L	N1		SC1	4,0 m
Categoría 2		N2		SC2	3,0 m
Categoría 3		N3		SC3	2,1 m
Categoría 4		N4	D1 a D4	SC4	1,2 m

Taula 4. Categories d'ús i altura crítica d'emmagatzematge

L'altura crítica d'emmagatzematge, es troba en l'Annex M de la norma UNE 23585.

3.1.3 Dimensions de l'incendi

Les dimensions del foc que ens interessa obtenir són el perímetre d'incendi ($P=Wf$) i la superfície del mateix (Af). Les taules següents també mostren l'amplada de l'incendi tant en la base del mateix (w) com en la part alta de la capa de fums (x).

3.1.3.1 Emmagatzematge baix

En la Taula 5 de l'Annex M de la norma UNE 23585, es mostren les dimensions de l'incendi en el cas d'emmagatzematge baix.

Categorías de usos (tabla 2)	Dimensiones del incendio	Perímetro W_f	Superficie A_f
Categoría 1	3,0 m × 3,0 m	12 m	9 m ²
Categoría 2	4,5 m × 4,5 m	18 m	20 m ²
Categoría 3	6,0 m × 6,0 m	24 m	36 m ²
Categoría 4	9,0 m × 9,0 m	36 m	81 m ²

Taula 5. Dimensions normalitzades d'incendi (emmagatzematge baix)

3.1.3.2 Emmagatzematge en altura

En la Taula M.1 (Taula 6) de l'Annex M de la norma UNE 23585, es mostren les dimensions de l'incendi en el cas d'emmagatzematge en altura.

Anchura del incendio en la base (véase la figura M.1)	= anchura w de las estanterías	
Ensanche del incendio en altura (véase la figura M.1)	$x = 2/3 \cdot h \cdot \text{tangente } 15^\circ = 0,18 h$ (metros)	
	Rociadores en techo	Rociadores en techo y en Niveles Intermedios
Superficie del incendio (m ²) (min. 9 m ² , máx. 81 m ²)	$A_f = 4/3 h (w + x)$	$A_f = 2/3 h (w + x)$
Ensanche del incendio en altura (véase la figura M.1)	$W_f = 2 (w + 4x)$	$W_f = w + 4x$

Taula 6. Dimensions normalitzades d'incendi (emmagatzematge en altura)

En el cas que l'emmagatzematge no disposi de ruixadors automàtics, considerar:

- Perímetre d'incendi (Wf): 36 m
- Superfície d'incendi (Af): 81 m²

3.1.4 Potència calorífica de l'incendi (q_f)

Aquest paràmetre s'especifica en l'Annex A de la norma, en el que es defineixen els valors de calor emesos de nombrosos materials, en funció de si la instal·lació disposa o no de ruixadors. Els valors recomanats són els següents:

- Per a incendis amb ruixadors:
 - o $Q_{f (low)} = 250 \text{ kW/m}^2$
 - o $Q_{f (high)} = 625 \text{ kW/m}^2$
- Per a incendis sense ruixadors:
 - o Conjunts de combustibles fins a 2 m d'altura
 - $Q_{f (low)} = 250 \text{ kW/m}^2$
 - $Q_{f (high)} = 1250 \text{ kW/m}^2$
 - o Conjunts de combustibles entre 2 m i 4 m d'altura
 - $Q_{f (low)} = 250 \cdot (h_f - 1) \text{ kW/m}^2$
 - $Q_{f (high)} = 1250 \cdot (h_f - 1) \text{ kW/m}^2$

Sent h_f la altura del conjunt de combustible mesurada des de la part més baixa fins la part més alta.

Els SCTEH no són adequats per a qualsevol emmagatzematge de productes o matèries combustibles sense ruixadors amb altura superior de 4 m (emmagatzematge en altura). És important fer notar que qualsevol incendi sever en un edifici amb estibes o emmagatzematge en altura en un recinte d'incendi sense ruixadors, pot témer que acabi amb la pèrdua total de l'edifici o del recinte d'incendi.

3.1.5 Altura lliure de fums (Y)

L'altura lliure de fums es refereix a l'altura d'aire net sota la capa de fums flotant del dipòsit de fums; és a dir, l'altura des de la base de l'incendi a la capa de fums.

Tal i com indica la norma UNE 23585 en el punt 6.2.2; l'altura d'ascens fins la base de la capa de fums en el dipòsit de fums tindrà previstos almenys 0.5 m d'altura neta de fums per sobre de la part superior de les mercaderies emmagatzemades.

Com que es treballarà en dos casos diferents (la existència i la no existència de barreres de fum), es disposarà de dos altures de fum diferents en cada un dels casos.

3.1.5.1 Existència de barreres de fum

En aquest cas, es suposarà, tal i com indica la norma, d'una altura lliure de fums amb un valor de 0.5 m superior a l'altura de les estanteries (part superior de les mercaderies emmagatzemades).

$$Y_{BF} = h_e + 0.5$$

3.1.5.2 No existència de barreres de fum

En aquest cas, es suposarà, com que es disposa del mateix volum de fums, d'una altura lliure de fums amb un valor de 0.5 m superior a l'altura de les estanteries (part superior de les mercaderies emmagatzemades) més un increment d'altura. Aquest increment d'altura, correspon a la pèrdua de l'espessor de la capa de fums deguda a la distribució del volum dels mateixos fums al llarg de la superfície del sector d'incendi.

$$Y_{SBF} = h_e + 0.5 + \Delta h$$

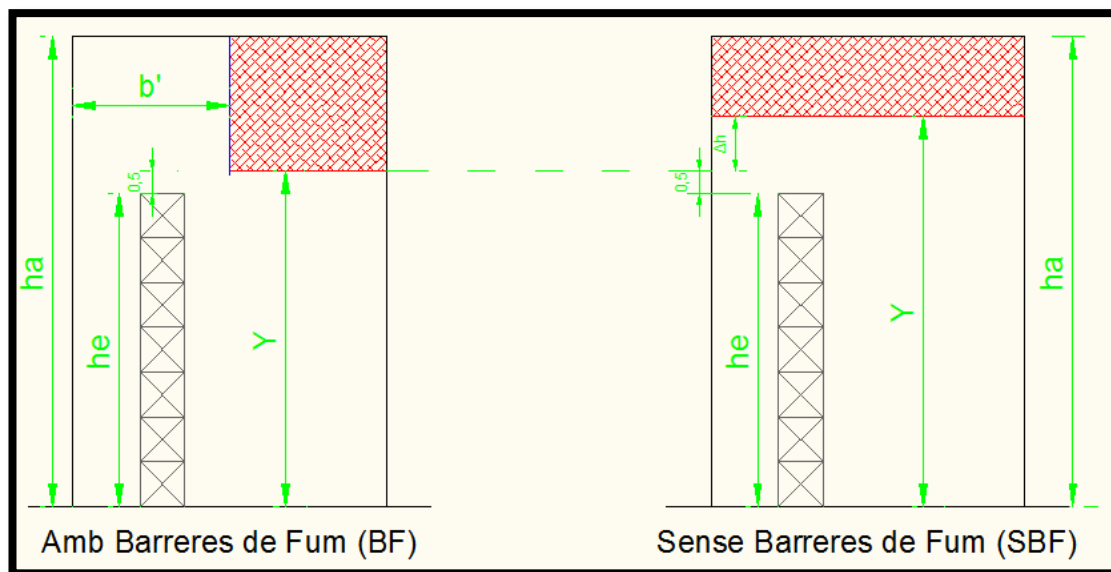


Figura 16. Esquema de les alçures lliures de fums

Malgrat que en els esquema/croquis anterior, es mostri l'altura de la nau com l'altura màxima de la mateixa, en el present treball, es treballarà amb l'altura mitja de la nau entre la coberta més alta i més baixa de la nau.

3.1.5.2.1 Obtenció de l'increment d'altura

$$\text{Vol. Fums}_{BF} = \text{Vol. Fums}_{SBF}$$

$$a \cdot (b - b') \cdot (h_a - Y_{BF}) = a \cdot b \cdot (h_a - Y_{SBF})$$

$$a \cdot (b - b') \cdot (h_a - (h_e + 0.5)) = a \cdot b \cdot (h_a - (h_e + 0.5 + \Delta h))$$

$$\rightarrow \Delta h = \frac{b' \cdot (2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1)}{2 \cdot b}$$

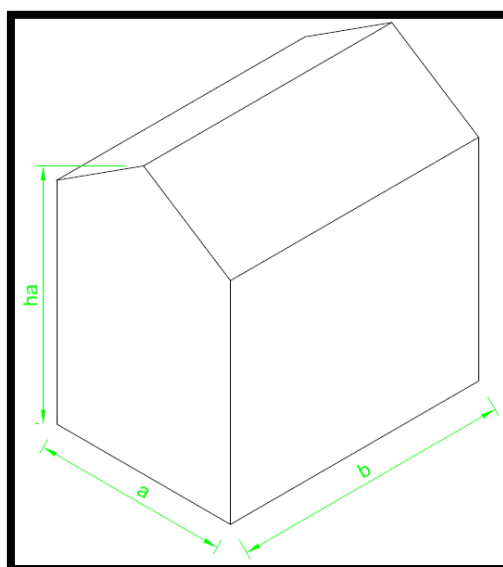


Figura 17. Esquema del magatzem

3.1.6 Espessor de la capa de fums (d_1)

L'espessor de la capa de fums correspondrà a l'altura de la nau menys l'espai lliure de fums (Y).

$$d_1 = h_a - Y$$

3.1.7 Cabal màssic de fums (M_f)

En l'Annex B de la norma UNE 23585, es defineix un mètode de càlcul per a casos en que la columna de fums es trobi per sobre d'un gran incendi, on:

$$Y \leq 10 \cdot A_f^{0.5}$$

Complint la condició anterior, la norma defineix el caudal màssic de fums de la forma següent:

$$M_f = C_e \cdot P \cdot Y^{3/2}$$

On:

- C_e : Coeficient de cabal d'entrada per una gran columna de fums $\left[\frac{kg}{m^2 \cdot s} \right]$
 - o $C_e = 0.19$; per a recintes de gran espai, on el sostre està molt per sobre de l'incendi. Criteri utilitzat (nau industrial d'una sola planta).
 - o $C_e = 0.337$; per a habitacions de petit espai amb obertures de ventilació predominants en el costat de l'incendi.
- P : Perímetre d'incendi [m]
- Y : Altura lliure de fums [m]

No es disposa d'informació de com afectarien els ruixadors a l'equació indicada, per tant, es recomana utilitzar la mateixa equació sense modificar, de manera conservadora.

3.1.8 Flux de calor per convecció (Q_f)

En l'apartat 6.2.2 de la norma UNE 23585, en el que es tracta d'una columna de fums que ascendeix directament des de l'incendi fins el dipòsit de fums; s'indica que el flux de calor convectiu transportat pels gasos de combustió que penetren en el dipòsit de fums, es prendrà com 0.8 cops el valor del calor emès ($q_f \cdot A_f$) predeterminat pel model d'incendi de disseny.

$$Q_f = 0.8 \cdot q_f \cdot A_f$$

3.1.9 Temperatura mitja dels gasos per sobre de la de l'ambient de la capa flotant de fums en un dipòsit de fums (θ_1)

En l'Annex F de la norma UNE 23585, es defineix la temperatura de la capa de fums per sobre de la temperatura ambient amb la següent expressió:

$$\theta_1 = \frac{Q_f}{c \cdot M_f}$$

On:

- Q_f : Flux de calor convectiu dels gasos de fum [kW]
- M_f : Cabal màssic de fums [kg/s]
- c : Calor específic de l'aire a pressió constant: $1.004 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$

3.1.10 Temperatura mitja absoluta de la capa flotant d'un dipòsit de fums (T_1)

S'obté a través de la següent expressió:

$$T_1 = T_{amb} + \theta_1$$

Es considera una temperatura ambient (T_{amb}) de 293 K (20 °C).

3.1.11 Superfície aerodinàmica dels exutoris ($A_V \cdot C_V$)

En l'Annex F de la norma UNE 23585, es defineix la superfície aerodinàmica dels exutoris.

Aquesta ve donada per l'equació següent:

$$A_V \cdot C_V = \frac{M_f \cdot T_1}{\left[2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} - \frac{M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb}}{(A_i \cdot C_i)^2} \right]^{1/2}}$$

On:

- A_V : Superfície geomètrica total lliure de tots els airejadors d'extracció de fums en un dipòsit de fums [m^2].
- C_V : Coeficient de descàrrega (coeficient de funcionament) d'un airejador natural.
- M_f : Cabal màssic de fums [kg/s].
- T_1 : Temperatura mitja absoluta de la capa flotant d'un dipòsit de fums [K].
- ρ_{amb} : Densitat de l'aire a temperatura ambient: 1.225 kg/m^3 .
- g : Gravetat: 9.81 m/s^2 .
- d_1 : Espessor de la capa de fums [m].
- θ_1 : Temperatura mitja dels gasos per sobre de la de l'ambient de la capa flotant de fums en un dipòsit de fums [K].
- T_{amb} : Temperatura ambient: 293 K.
- A_i : Superfície geomètrica total lliure de totes les entrades d'aire [m^2].
- C_i : Coeficient de descàrrega (coeficient de funcionament) d'una obertura d'entrada d'aire d'alimentació.

Amb l'objectiu de poder treballar amb la fórmula descrita anteriorment, per a determinar la superfície aerodinàmica dels exutoris que necessita la nau, s'ha modificat l'expressió anterior per la següent:

$$A_V \cdot C_V = \frac{M_f}{\rho_{amb}} \cdot \left(\frac{T_1^2 + \left[\frac{A_V \cdot C_V}{A_i \cdot C_i} \right]^2 \cdot T_{amb} \cdot T_1}{2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb}} \right)^{1/2}$$

Aquesta expressió permet que, malgrat no conèixer els valors de les obertures d'aire d'alimentació ($A_i \cdot C_i$); es pugui seguir aplicant l'equació, considerant una relació entre la superfície aerodinàmica d'entrada i sortida unitària.

$$\frac{A_V \cdot C_V}{A_i \cdot C_i} = 1$$

Finalment s'obté:

$$A_V \cdot C_V = \frac{M_f}{\rho_{amb}} \cdot \left(\frac{T_1^2 + T_{amb} \cdot T_1}{2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb}} \right)^{1/2}$$

3.1.11.1 Demostració de l'equació

Seguidament, es mostra el procediment realitzat per a l'obtenció de l'equació utilitzada, així com l'equivalència entre les dues equacions.

$$A_V \cdot C_V = \frac{M_f \cdot T_1}{\left[2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} - \frac{M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb}}{(A_i \cdot C_i)^2} \right]^{1/2}}$$

$$A_V \cdot C_V = \frac{M_f \cdot T_1}{\left[\frac{2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} \cdot (A_i \cdot C_i)^2 - M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb}}{(A_i \cdot C_i)^2} \right]^{1/2}}$$

$$(A_V \cdot C_V)^2 = \frac{M_f^2 \cdot T_1^2 \cdot (A_i \cdot C_i)^2}{2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} \cdot (A_i \cdot C_i)^2 - M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb}}$$

$$2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} \cdot (A_i \cdot C_i)^2 \cdot (A_V \cdot C_V)^2 - M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb} \cdot (A_V \cdot C_V)^2 = M_f^2 \cdot T_1^2 \cdot (A_i \cdot C_i)^2$$

Dividint cada terme per $(A_i \cdot C_i)^2$, obtenim:

$$2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} \cdot (A_V \cdot C_V)^2 - M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb} \cdot \frac{(A_V \cdot C_V)^2}{(A_i \cdot C_i)^2} = M_f^2 \cdot T_1^2$$

Reorganitzant termes:

$$M_f^2 \cdot T_1^2 + M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb} \cdot \frac{(A_V \cdot C_V)^2}{(A_i \cdot C_i)^2} = 2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} \cdot (A_V \cdot C_V)^2$$

Aïllant la superfície aerodinàmica:

$$(A_V \cdot C_V)^2 = \frac{M_f^2 \cdot T_1^2 + M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb} \cdot \frac{(A_V \cdot C_V)^2}{(A_i \cdot C_i)^2}}{2 \cdot \rho_{amb}^2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb}}$$

Obtenint finalment:

$$A_V \cdot C_V = \frac{M_f}{\rho_{amb}} \cdot \left(\frac{T_1^2 + \left[\frac{A_V \cdot C_V}{A_i \cdot C_i} \right]^2 \cdot T_{amb} \cdot T_1}{2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb}} \right)^{1/2}$$

3.1.12 Número d'exutoris a instal·lar

Aquest apartat no es realitzarà, ja que en el present estudi, es treballarà amb la superfície aerodinàmica necessària. Malgrat això, s'explicarà el procediment a realitzar si es volguessin saber el nombre d'exutoris a instal·lar.

El nombre de exutoris a instal·lar s'obté dividint "Av · Cv" per la superfície aerodinàmica del exutori comercial seleccionat. Arrodonint a l'alça s'obté el nombre d'exutoris a instal·lar; però aquest nombre no pot utilitzar-se directament sinó que s'ha de fer una comprovació que no es produeixi l'efecte vòrtex.

$$N = \frac{A_V \cdot C_V}{Sup_{Exutori}}$$

3.1.12.1 Valor crític d'extracció

Per comprovar que no es produeixi l'efecte vòrtex amb el nombre d'exutoris obtinguts, la norma recomana calcular el valor crític d'extracció M_{Crit} de la següent manera:

$$M_{Crit} = \frac{2.05 \cdot \rho_{amb} \cdot (g \cdot T_{amb} \cdot \theta_1)^{0.5} \cdot d_1^2 \cdot d_V^{0.5}}{T_1}$$

On:

- T_1 : Temperatura mitja absoluta de la capa flotant d'un dipòsit de fums [K].
- ρ_{amb} : Densitat de l'aire a temperatura ambient: 1.225 kg/m³.
- g : Gravetat: 9.81 m/s².
- d_1 : Espessor de la capa de fums [m].
- θ_1 : Temperatura mitja dels gasos per sobre de la de l'ambient de la capa flotant de fums en un dipòsit de fums [K].
- T_{amb} : Temperatura ambient: 293 K.
- D_V : Dimensió lineal característica de l'airejador (diàmetre corresponent al cercle de la mateixa superfície) [m].

3.1.12.2 Nombre mínim d'exutoris

El nombre mínim requerit d'orificis d'extracció o exutoris, ha de ser major o igual al cabal màssic de fums de l'incendi dividit pel valor crític d'extracció.

$$N_{Min} \geq \frac{M_f}{M_{Crit}}$$

3.1.12.3 Acceptació del càlcul amb l'exutori seleccionat

Finalment, es comprova que el nombre d'exutoris a instal·lar compleixi amb el valor obtingut del nombre mínim de exutoris. En cas afirmatiu, el càlcul s'acaba; i en el cas que no es compleixi, s'haurà de procedir a la selecció d'una altra marca o model de exutori comercial fins que es compleixi aquest requisit.

3.1.13 Preu de l'exutori

S'ha obtingut un preu per unitat de superfície aerodinàmica d'exutori [€/m²] per tal de simplificar els càlculs a l'hora de realitzar l'estudi. Per tal d'obtenir aquest valor, s'ha agafat un exutori comercial, i s'ha realitzat un càlcul del preu de l'exutori respecte la seva superfície aerodinàmica per a cada una de les seves dimensions disponibles. Finalment, s'ha realitzat una mitjana aritmètica entre els diversos preus per unitat de superfície aerodinàmica per tal d'obtenir el preu final desitjat.

L'exutori utilitzat és l'exutori LMEF100, que correspon a un exutori de Claraboia F-100 Cl-System Prefire-Laminux, amb cilindre pneumàtic i sòcol de PRFV de 30 cm.



Figura 18. Exutori utilitzat (LMEF100)¹⁶

¹⁶ Figura extreta de la casa comercial "Prefire – Quality & Innovation"

Mesures (ample x llarg) [cm]	Sup. Aerodinàmica [m ²]	Preu [€]	Preu/Sup [€/m ²]
100 x 100	0,60	1032,57	1720,95
100 x 150	0,90	1195,84	1328,71
100 x 200	1,30	1398,20	1075,54
100 x 240	1,56	1487,84	953,74
100 x 250	1,62	1560,90	963,52
120 x 120	0,93	1129,55	1214,57
120 x 150	1,17	1302,69	1113,41
120 x 180	1,40	1401,14	1000,81
120 x 240	1,87	1613,80	862,99
125 x 125	1,01	1219,35	1207,28
125 x 250	2,03	1669,63	822,48
150 x 150	1,46	1393,80	954,66
150 x 180	1,75	1499,59	856,91
150 x 200	1,95	1568,65	804,44
150 x 210	2,05	1595,10	778,10
150 x 240	2,34	1677,39	716,83
150 x 250	2,44	1756,33	719,81
180 x 180	2,10	1636,24	779,16
180 x 240	2,81	1931,67	687,43
180 x 250	2,93	1961,06	669,30
200 x 200	2,60	1916,98	737,30

Taula 7. Mesures de l'exutori utilitzat (LMEF100)

S'ha obtingut un preu per unitat de superfície aerodinàmica d'exutori de:

$$C_{Exutori} = 950.85 \text{ €/m}^2$$

En aquest preu obtingut, s'hauria d'afegir el cost de les instal·lacions annexes i el cost de la instal·lació del propi exutori; obtenint finalment un preu de:

$$C_{Exutori} = 1400 \text{ €/m}^2$$

3.1.14 Reemplaçament de l'aire

3.1.14.1 Superfície aerodinàmica dels exutoris d'entrada d'aire(Ai · Ci)

S'ha considerat una relació entre la superfície aerodinàmica d'entrada i sortida unitària. Per tant, s'obté:

$$A_i \cdot C_i = A_v \cdot C_v$$

3.1.14.2 Preu de l'exutori

En el cas que es disposin de barreres de fum, els exutoris de reemplaçament d'aire aniran col·locats al sostre, a l'altre banda de la barrera de fum, al costat oposat on estigui situat l'incendi, i els exutoris seran del mateix model, que els d'evacuació de fum.

En canvi, en el cas que no es disposin de barreres de fum, els exutoris podrien no estar situats al sostre; i podrien estar situats a la part inferior de la fatxada, i per tant, no caldria que fossin del mateix model que els d'evacuació de fum.

Malgrat el comentat, s'ha considerat el mateix preu que dels d'evacuació de fum:

$$C_{Exutori} = 1400 \text{ €/m}^2$$

3.2 Càlcul de les barreres de fum segons norma UNE – 12101-1

Seguidament, es mostra el procediment realitzat, amb la presa de consideracions oportunes, seguint el procediment de la norma UNE – 12101-1, per tal d'obtenir el valor de la longitud total de les barreres de fum a instal·lar.

Per tal d'obtenir el valor de la longitud de la barrera de fum a instal·lar, s'ha de realitzar un càlcul iteratiu, que s'explica a continuació.

3.2.1 Càlcul iteratiu de la longitud

Es repetiran els passos 1 a 3, amb el nou valor de L_c fins que els valors successius de L_c diferencin en 1% o menys.

El procediment iteratiu a realitzar és mostra a continuació:

3.2.1.1 Assumir un valor inicial

En primer lloc, per tal de realitzar la iteració, s'assumeix que la longitud de la barrera de fums és el mateix que l'espessor de la capa de fums del dipòsit de fums.

$$L_c = d_1$$

3.2.1.2 Calcular la desviació de les barreres (d_c)

La desviació de la barrera es calcula a partir de:

$$d_c = 1.2 \cdot \frac{\rho_{amb} \cdot \theta_1 \cdot d_1^3}{3 \cdot T_1 \cdot (2 \cdot M_b \cdot M_c \cdot L_c)}$$

On:

- d_c : Desviació de la barrera [m]
- ρ_{amb} : Densitat de l'aire a temperatura ambient: 1.225 kg/m³.
- θ_1 : Temperatura mitja dels gasos per sobre de la de l'ambient de la capa flotant de fums en un dipòsit de fums [K].
- d_1 : Espessor de la capa de fums [m].
- T_1 : Temperatura mitja absoluta de la capa flotant d'un dipòsit de fums [K].
- M_b : Massa per metre de longitud de la barra inferior de la barrera [kg/m].
- M_c : Massa per m² de teixit de la barrera [kg/m²].
- L_c : Longitud de la barrera de fums des de la barra superior a la inferior, mesurat al llarg del teixit [m]

3.2.1.3 Calcular la longitud de les barreres (L_c)

La longitud de la barrera per a contenir una capa de cas, es calcula a partir de:

$$L_c = d_1 + d_c \cdot \tan\left(\frac{\tan^{-1}(d_c/d_1)}{2}\right)$$

3.2.2 Longitud final

El valor calcular per a L_c hauria de modificar-se mitjançant la inclusió d'un terme que permet el vinclament de la barrera, de forma que:

$$L_{c(Final)} = L_c + 1.7 \cdot (L_c - d_1)$$

Tal i com s'ha comentat anteriorment, les barreres de fum tindran almenys 0.1 m més de profunditat que l'altura calculada de la base de la capa flotant de fums. D'aquesta forma:

$$L_{c(Final)} \geq d_1 + 0.1$$

3.2.3 Ubicació de les barreres de fum

Per tal de facilitar els càlculs, s'ha considerat una ubicació fixa de les barreres de fum. Aquesta ubicació, serà en funció de la llargada de la nau. Concretament, les barreres de fum s'instal·laran al punt mig del magatzem, col·locades transversalment. Per tant:

$$b' = 1/2 \cdot b$$

3.2.4 Profunditat de la barrera de fum

Es considera que les barreres aniran instal·lades al llarg de l'amplada de la nau; per tant, l'amplada de la nau equivaldrà a la pròpia profunditat de la barrera de fum.

$$Profunditat_{BF} = a$$

Finalment queden instal·lades les barreres de fum de la forma següent:

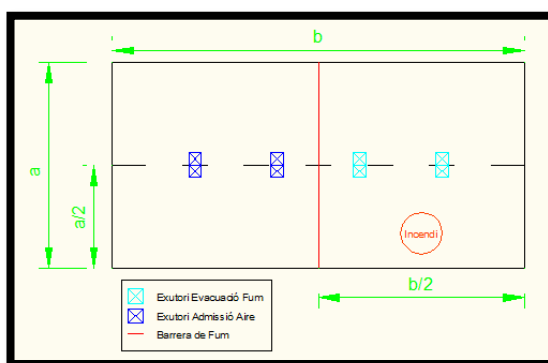


Figura 19. Distribució dels SCTEH

3.2.5 Preu de la barrera de fum

Per tal d'obtenir un preu per unitat de superfície de barrera de fum, senzillament s'ha buscat una barrera de fum comercial que ens oferís aquest valor. La barrera de fum elegida és una barrera de fum mòbil, Colt Smoke Master E. La barrera de fum disposa de les característiques següents:

- Massa de la barra inferior: 19 kg/m
- Massa del teixit: 0.45 kg/m²
- Preu per unitat de superfície (instal·lació inclosa): 70.00 €/m²



Figura 20. Barrera de fum utilitzada (Colt Smoke Master E)¹⁷

¹⁷ Figura extreta de la casa comercial "Colt"

3.3 Eina de càlcul utilitzada

Mitjançant un conjunt de funcions condicionals, iteracions i diferents procediments de càlcul; operant sempre seguint el procediment comentat de les normes UNE – 23585 pel càlcul d'exutoris i la norma UNE – 12101-1 pel càlcul de les barreres de fum; s'ha obtingut un programa de "Microsoft Excel" que al introduir una sèrie de dades, ens proporciona els resultats desitjats.

Les dades a introduir en el programa de "Microsoft Excel" es mostren a continuació:

Dades	Unitats	Valor	Símbol
Altura de la nau	m		h_a
Llargada de la nau	m		b
Amplada de la nau	m		a
Amplada dels passadissos	m		w_p
Amplada de les estanteries	m		w_e
Altura de les estanteries	m		h_e
Ruixadors	No, Sostre, Sostre i Intermitjos		R
Risc d'incendi	S1, S2, S3, S4		***
Tipus embalatge	C1, C2, C3		***

Figura 21. Dades del programa de "Microsoft Excel"

Els resultats obtinguts en el programa de "Microsoft Excel" són els següents:

Resultats	Unitats	Valor	Símbol
Superfície de la nau	m^2		Sup
Categoria emmagatzematge	SC1, SC2, SC3, SC4		Cat_{Em}
Sup. Aer. Exutoris amb BF	m^2		$Av \cdot Cv \text{ BF}$
Cost Exutoris amb BF	€		$C_{Ex} \text{ BF}$
Cost Reemplaçament Aire amb BF	€		$C_{Reemp} \text{ BF}$
Situació BF (respecte paret)	m		b'
Longitud BF	m		L_{BF}
Superfície BF	m^2		Sup_{BF}
Cost Barreres de Fum	€		C_{BF}
Cost Total amb BF	€		$C_{Total} \text{ BF}$
Sup. Aer. Exutoris sense BF	m^2		$Av \cdot Cv \text{ SBF}$
Cost Exutoris sense BF	€		$C_{Ex} \text{ SBF}$
Cost Reemplaçament Aire sense BF	€		$C_{Reemp} \text{ SBF}$
Cost Total sense BF	€		$C_{Total} \text{ SBF}$
Estalvi	€		E

Figura 22. Resultats del programa de "Microsoft Excel"

Mitjançant aquesta eina de càlcul, s'han realitzat tots els càlculs per a l'obtenció de cada un dels resultats que es mostraran al llarg del present estudi. Aquets resultats, han estat tractats posteriorment en un altre arxiu de "Microsoft Excel" per tal d'obtenir les diferents taules i gràfics que es mostraran.

3.4 Afectació de les variables en l'estalvi obtingut

En el present punt d'aquest treball fi de màster, es comentaran les diferents variables que afectaran, en major grau, a l'estalvi obtingut a l'hora d'implantar les barreres de fum.

El principal motiu pel qual es produirà un estalvi en la implantació de barreres de fum correspondrà a la reducció de la instal·lació de l'altre element del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH), és a dir, del nombre d'exutoris a instal·lar. La implantació de les barreres de fum produirà una reducció en el nombre d'exutoris a instal·lar; d'aquesta forma, com major sigui el nombre d'exutoris necessaris, major serà la reducció d'aquests un cop implantada la barrera; augmentant l'estalvi obtingut.

El nombre d'exutoris a instal·lar serà funció principalment de les dimensions del dipòsit de fum; és a dir, de l'espessor de la capa de fums (d). Com més petit sigui aquest espessor de la capa de fums, major serà l'estalvi obtingut.

L'espessor de la capa de fums (d), depèn principalment de les dimensions de la nau, les dimensions de les estanteries i les dimensions del propi incendi. La diferència entre l'altura de la nau i l'altura lliure de fums (Y); marcada principalment per l'altura de les estanteries, defineix l'espessor de la capa de fums.

Cal comentar que la norma UNE-23585, no fa referència als paràmetres que marquen la superfície de la nau; aquests paràmetres han estat introduïts per tal de parametritzar la implantació de les barreres de fum en el càlcul del dimensionat dels exutoris.

Les dimensions de l'incendi, en un grau menor, també marcaran el nombre d'exutoris a instal·lar. Aquesta variable depèn principalment de la existència i tipologia dels ruixadors instal·lats; i de l'amplada de les estanteries. Com major siguin les dimensions de l'incendi, un major nombre d'exutoris serà necessari.

4 Anàlisi tècnic-econòmic

Per tal de poder realitzar el propi anàlisi tècnic-econòmic de la implantació de barreres de fum en un magatzem industrial, s'ha realitzat un seguit d'estudis en diferents casos. D'aquesta forma, es pretén obtenir la dependència, la relació, entre les diferents variables; per que sigui viable la instal·lació de les barreres de fum. Les diferents variables que s'han estudiat, són les següents:

1. Altura de la nau (h_a)
2. Llargada de la nau (b)
3. Amplada de la nau (a)
4. Altura de les estanteries (h_e)
5. Amplada de les estanteries (w_e)
6. Existència de ruixadors (R)
7. Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em})
 - Risc d'incendi
 - Tipus d'embalatge
8. Ubicació de la barrera de Fum ($b' // a'$)

Les variables que s'han estudiat amb més deteniment en el present estudi, es tracten de les 4 primeres de la llista citada. Aquestes variables, s'han estudiat amb deteniment en el cas principal d'aquest estudi, que s'explica posteriorment.

Per tal d'analitzar les diferents variables citades, s'han realitzat una sèrie de casos particulars d'estudi. En cada cas, s'ha analitzat un grup de variables en conjunt, o una variable en particular. Els diferents casos d'estudi analitzats són els següents:

- **Cas general:** Una barrera de fum col·locada transversalment
 - Estudi global de les següents variables:
 - Altura de la nau (h_a)
 - Llargada de la nau (b)
 - Amplada de la nau (a)
 - Altura de les estanteries (h_e)
 - Les demés variables s'han considerat constants
- **Casos particulars:**
 - Dues barreres de fum col·locades longitudinalment
 - Estudi global de les següents variables:
 - Altura de la nau (h_a)
 - Llargada de la nau (b)
 - Amplada de la nau (a)
 - Altura de les estanteries (h_e)
 - Les demés variables s'han considerat constants
 - Estudi d'una variable en concret (respecte el cas general)
 - Les demés variables s'han considerat constants
 - Ubicació òptima de la barrera de fum (b')
 - Existència de ruixadors (R)
 - Amplada de les estanteries (w_e)
 - Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em})

De cada un d'aquests casos, es presentaran una sèrie de taules i gràfics, en el que es pretén obtenir la relació de les diferents variables i les conclusions extretes en cada cas. Tots aquests estudis, s'han realitzat amb el programa "Microsoft Excel" tal i com s'ha comentat anteriorment.

4.1 Anàlisi del cas general

Aquest cas d'estudi, es tracta del anàlisi de la implantació d'una barrera de fum situada transversalment. Aquesta barrera de fum estarà situada al centre de la nau ($b' = b/2$). Els exutoris; tant els d'extracció de fum com els d'admissió d'aire, aniran situats al sostre. Els exutoris situats sobre el dipòsit de fum realitzaran la funció d'extracció de fum; en canvi, els situats a l'altre banda de la barrera de fum (costat oposat al dipòsit de fum) s'encarregaran de l'admissió d'aire. En el cas que l'incendi es produís en el costat oposat de la barrera de fum; com que es tracta del mateix model d'exutoris, senzillament s'intercanviarien les funcions dels mateixos exutoris.

En la Figura 23 es mostra un esquema en planta de la distribució.

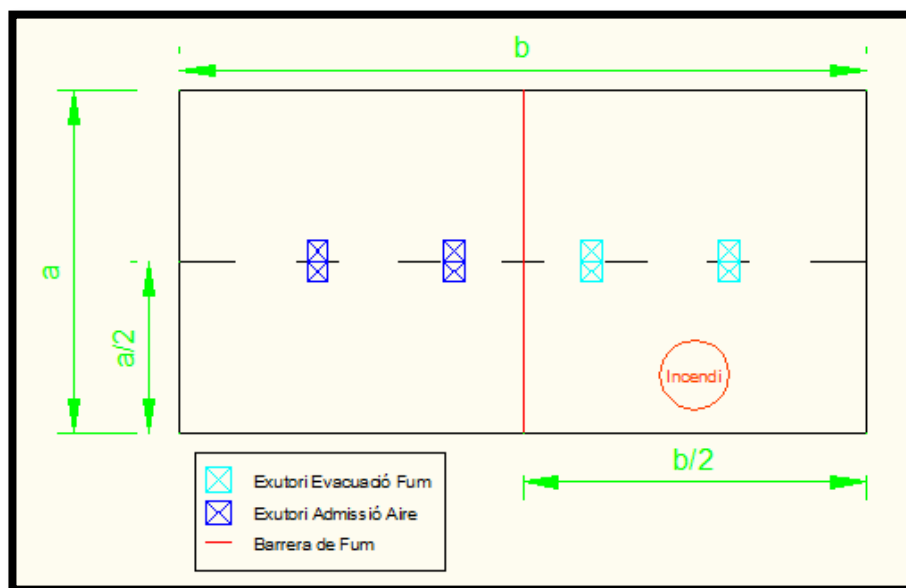


Figura 23. Esquema d'estudi del cas general

4.1.1 Paràmetres estudiats

En aquest cas d'estudi, tal i com s'ha comentat anteriorment, s'han estudiat els següents paràmetres:

- Altura de la nau (h_a)
- Llargada de la nau (b)
- Amplada de la nau (a)
- Altura de les estanteries (h_e)

Els altres paràmetres s'han considerat com a constants, i seran avaluats en els diferents casos particulars, que es tractaran posteriorment durant la realització del present estudi tècnic-econòmic. Els valors escollits per aquests paràmetres són els següents:

- Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
- Existència de ruixadors (R): Situats al Sostre
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
- Ubicació de la barrera de Fum (b'): $b/2$

La variació dels diferents paràmetres citats, dependrà principalment de les restriccions que venen donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe).

Seguidament es mostren les diferents possibilitats de variació dels diferents paràmetres d'estudi, validant la possibilitat de càlcul de cada una de les opcions.

Altures de la nau/estanteries					Dimensions de la nau					
h_a	h_e	Ruixadors	Y	Vàlid?	a	b	Superfície	Vàlid?		
4	2	Sotre	2,5	✓	1	30	30	900	✓	1
4	4	Sotre	4,5	✗	-1	30	40	1200	✓	1
6	2	Sotre	2,5	✓	1	30	50	1500	✓	1
6	4	Sotre	4,5	✓	1	30	60	1800	✓	1
6	6	Sotre	6,5	✗	-1	40	30	1200	✓	1
8	2	Sotre	2,5	✓	1	40	40	1600	✓	1
8	4	Sotre	4,5	✓	1	40	50	2000	✓	1
8	6	Sotre	6,5	✓	1	40	60	2400	✗	-1
8	8	Sotre	8,5	✗	-1	50	30	1500	✓	1
10	2	Sotre	2,5	✓	1	50	40	2000	✓	1
10	4	Sotre	4,5	✓	1	50	50	2500	✗	-1
10	6	Sotre	6,5	✓	1	50	60	3000	✗	-1
10	8	Sotre	8,5	✓	1	60	30	1800	✓	1
10	10	Sotre	10,5	✗	-1	60	40	2400	✗	-1
12	2	Sotre	2,5	✓	1	60	50	3000	✗	-1
12	4	Sotre	4,5	✓	1	60	60	3600	✗	-1
12	6	Sotre	6,5	✓	1					
12	8	Sotre	8,5	✓	1					
12	10	Sotre	10,5	✓	1					
12	12	Sotre	12,5	✗	-1					
15	2	Sotre	2,5	✓	1					
15	4	Sotre	4,5	✓	1					
15	6	Sotre	6,5	✓	1					
15	8	Sotre	8,5	✓	1					
15	10	Sotre	10,5	✓	1					
15	12	Sotre	12,5	✓	1					
15	14	Sotre	14,5	✗	-1					
15	15	Sotre	15,5	✗	-1					
Total										21
										10

Taula 8. Possibles variacions a realitzar

A l'hora de realitzar les possibles variacions, s'han tingut en compte les següents consideracions:

- Dimensions de la nau (Amplada i Llargada)
 - o Superfície màxima: 2.000 m² (Limitació dels dipòsits de fum: Norma UNE-23585)
 - o Longitud mínima: 30 metres (Consideració)
 - o Longitud màxima: 60 metres (Limitació dels dipòsits de fum: Norma UNE-23585)
- Altura de la nau
 - o Altura mínima: 4 metres (Consideració)
 - o Altura màxima: 15 metres (Limitació definida pel POUM de Tarragona)
- Altura de les estanteries
 - o Altura mínima: $Y \geq 0.1 \cdot h_a$ (Limitació dels dipòsits de fum: Norma UNE-23585)
 - o Altura màxima: $Y \leq 0.9 \cdot h_a$ (Limitació dels dipòsits de fum: Norma UNE-23585)

Un cop definits els màxims i els mínims d'estudi, s'han realitzat els diferents càlculs cada 10 metres respecte les dimensions de la nau; i cada 2 metres respecte les altures de la nau i de les estanteries. Conseqüentment, s'han realitzat un total de 210 casos d'estudi/simulacions.

$$N_{Casos} = N_{Dim.} \cdot N_{Altura} = 10 \cdot 21 = 210 \text{ Casos}$$

4.1.2 Resultats obtinguts

En aquets punt es mostraran els diferents resultats obtinguts, per a posteriorment extreure les conclusions adients.

Es mostraran els resultats més significatius obtinguts; per tal d'observar tots i cada un dels resultats en els diferents casos d'estudi (simulacions), i els gràfics realitzats; consultar l'apartat d'annexes al final del present informe.

De les 210 simulacions realitzades en aquest cas d'estudi, 170 han estat casos viables i 40 no ho han estat. Conseqüentment, s'ha obtingut un percentatge de viabilitat del 80,95 %. Demostrant les barreres de fum són elements molt importants a tenir en compte en els SCTEH.

Simulacions Viables	170
Simulacions No Viables	40
Simulacions Realitzades	210
Percentatge	80,95%

Taula 9. Viabilitat de les simulacions realitzades

4.1.2.1 Estalvis màxims i mínims

Entre tots aquets casos, s'ha obtingut un estalvi màxim de 97.744,19 € i unes pèrdues màximes (estalvi mínim) de -80.713,78 €.

Aquests valors, s'han obtingut al introduir els següents paràmetres:

- **Estalvi màxim:** 97.744,19 €
 - o Altura de la nau (h_a): 15 m
 - o Llargada de la nau (b): 30|40|50|60 m
 - o Amplada de la nau (a): 30 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 12 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Existència de ruixadors (R): Sostre
 - o Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
- **Estalvi mínim:** -80.713,78 €
 - o Altura de la nau (h_a): 15 m
 - o Llargada de la nau (b): 30 m
 - o Amplada de la nau (a): 60 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 2 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Existència de ruixadors (R): Sostre
 - o Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2

Un cop presentats aquets resultats, s'ha pogut observar que la utilització de les barreres de fum en les condicions adients, es pot obtenir un elevat estalvi (sobre uns 100.000 €) en la implantació dels Sistemes de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH). Al mateix temps s'ha observat, que si s'implanten les barreres de fum en els casos inoportuns, es poden arribar a produir grans pèrdues (sobre 80.000 €).

Conseqüentment, és de gran importància esbrinar quines són aquestes condicions òptimes d'instal·lació, donant la importància que es mereix el present anàlisi tècnic-econòmic.

4.1.2.2 Interrelació de tots els resultats

Seguidament, es mostra un gràfic radial relacionant tots els paràmetres introduïts. El següent gràfic mostra els diferents paràmetres introduïts en cada una de les simulacions realitzades, amb l'estalvi produït en cada cas.

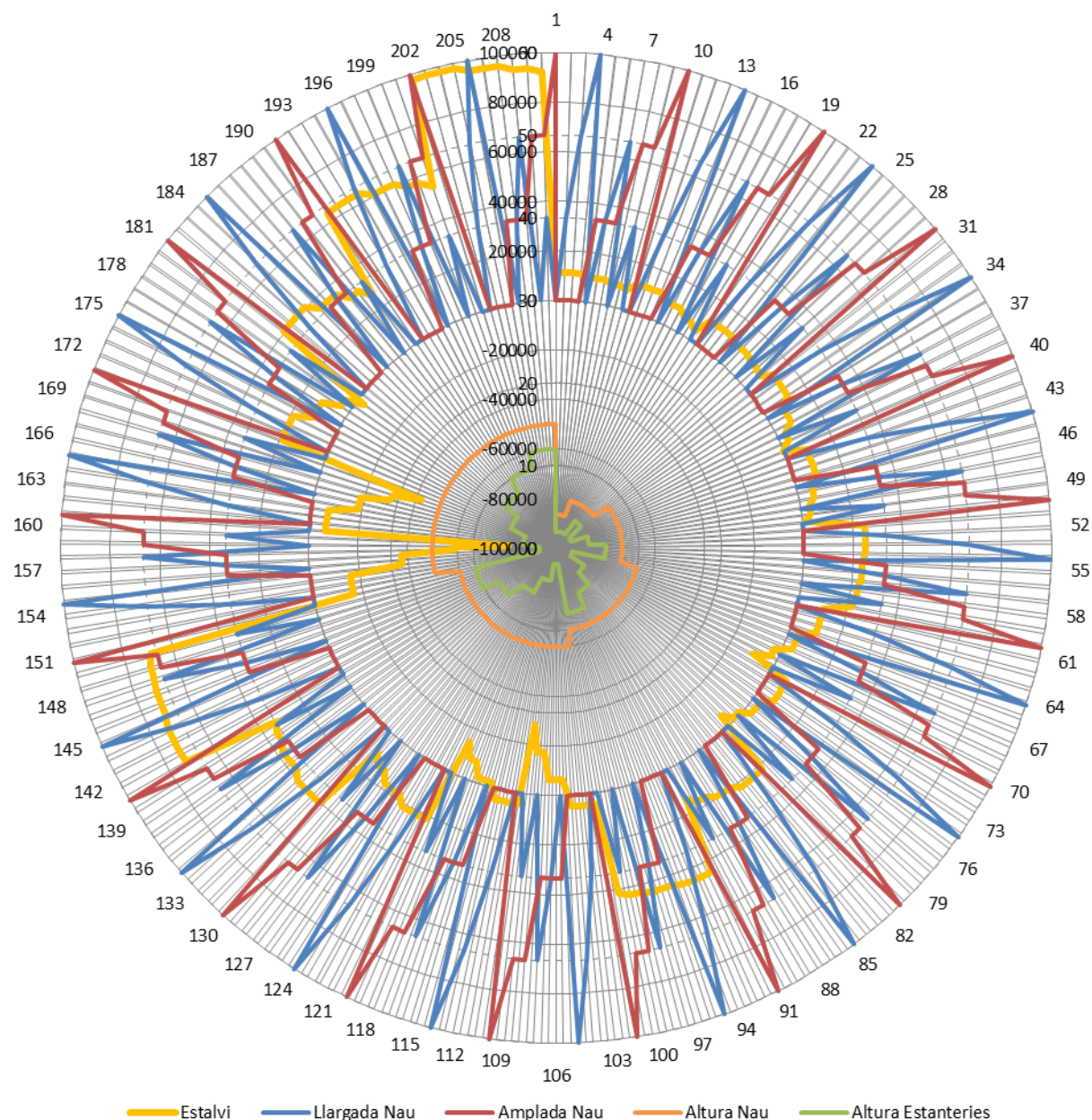


Figura 24. Gràfic radial amb tots els paràmetres estudiats

En el gràfic anterior, malgrat pot costar una mica quantificar els diferents valors dels paràmetres d'estudi, es pot observar qualitativament la dependència de cada variable amb l'estalvi produït al instal·lar les barreres de fum. Diferenciant quan augmenta, o disminueix cada una de les variables d'estudi, que succeeix en l'estalvi produït. D'aquesta forma, el gràfic anterior serà de vital importància per a l'extracció de les conclusions del nostre cas d'estudi.

S'observa l'existència de dos eixos, un eix principal per a mostrar els diferents valors de l'estalvi produït (-100.000 ÷ 100.000); i un eix secundari per a representar els valors dels diferents valors dels paràmetres d'estudi (0 ÷ 60).

4.1.2.3 Influència de les dimensions de la nau

En el següent apartat es tractarà en concret la influència de les dimensions de la nau respecte l'estalvi produït.

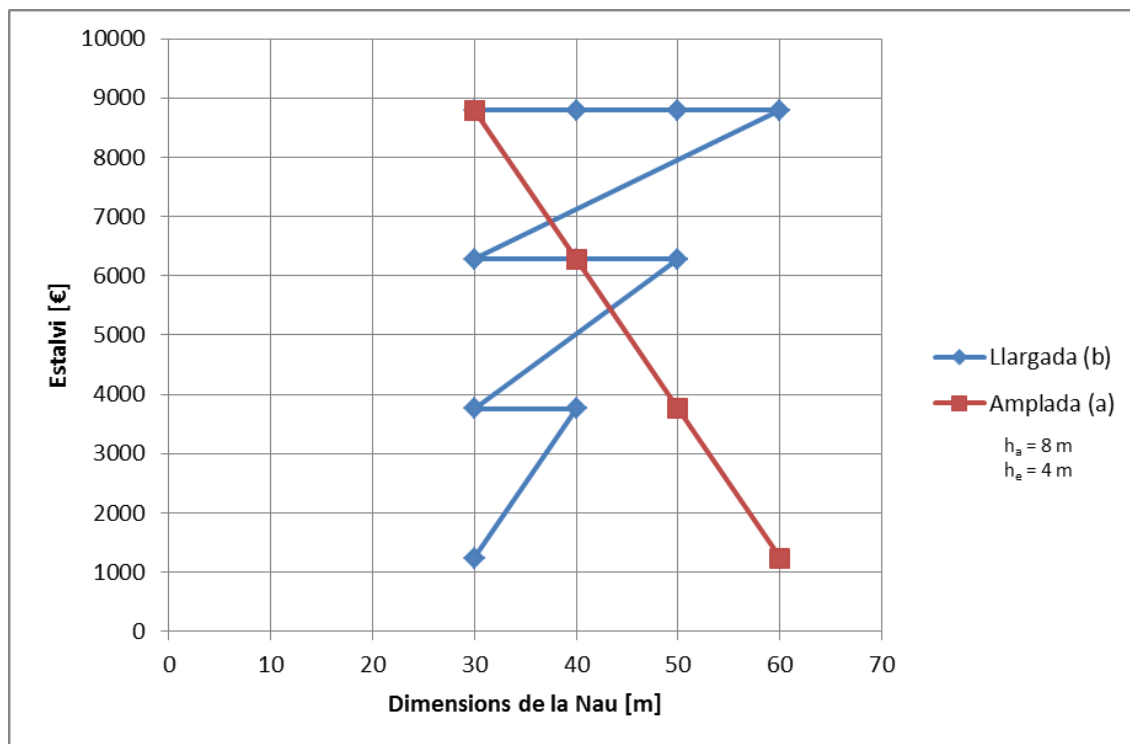


Figura 25. Influència de les dimensions de la nau

En la figura anterior es mostra un dels diferents gràfics realitzats per a tractar la dependència de les dimensions de la nau respecte l'estalvi produït al instal·lar les barreres de fum. Els altres gràfics realitzats es poden consultar en l'apartat d'annexes al final del present informe.

El gràfic representa diferents valors de dimensions de la nau, amb una altura de la nau constant de 8 m i una altura d'estanteries també constant de 4 m.

Tant en aquest gràfic com en els diferents gràfics realitzats, es pot observar que al augmentar l'amplada de la nau, l'estalvi produït és linealment menor. Això és degut senzillament a que a l'augmentar l'amplada de la nau, augmenta la profunditat de la pròpia barrera de fum, augmentant el preu de la instal·lació de les barreres de fum.

També es pot observar que la llargada de la nau, no té cap influència en l'estalvi produït. Això és degut a que la ubicació de la pròpia barrera de fum, és funció del valor de la mateixa llargada de la nau; és a dir, la barrera s'ubica en el punt mig del magatzem. Es recorda que la implantació de la barrera de fum, provoca una variació en l'altura lliure de fums (Y), que afecta a l'espessor de la pròpia capa de fums (d). D'aquesta forma, la variació de l'altura lliure de fums (veure apartat 3.1.5), queda definida de la forma següent:

$$\Delta h = \frac{b' \cdot (2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1)}{2 \cdot b} = \frac{(b/2) \cdot (2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1)}{2 \cdot b} = \frac{2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1}{4}$$

Obtenint una variació de l'altura lliure de fums independent a la ubicació de la pròpia barrera de fum; sempre i quan la barrera de fum estigui ubicada al centre de la nau.

En apartats següents en el present informe, s'observarà si la col·locació de la barrera de fum transversalment a la meitat de la nau, és la millor col·locació possible; i quina serà la millor ubicació de la mateixa.

4.1.2.4 Influència de les altures de la nau i les estanteries

En el següent apartat es tractarà en concret la influència de les altures de la nau i de les estanteries respecte l'estalvi produït.

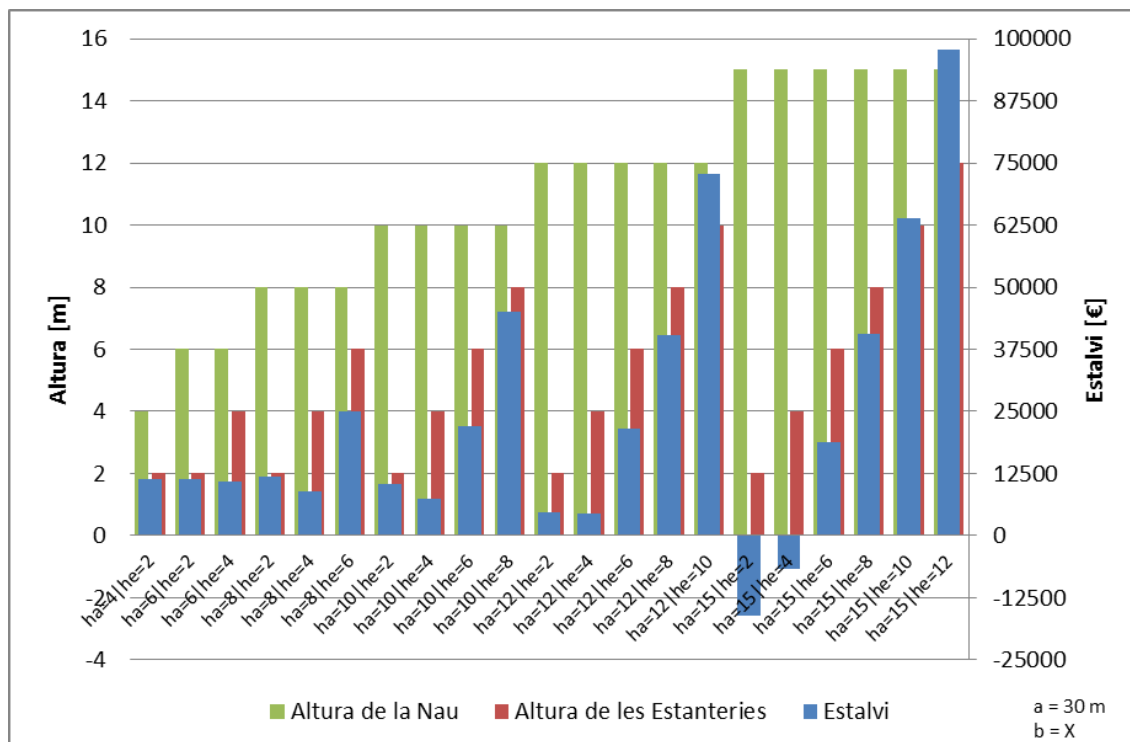


Figura 26. Influència de les altures de la nau i les estanteries

En la figura anterior es mostra un dels diferents gràfics realitzats per a tractar la dependència de les altures de la nau i les estanteries respecte l'estalvi produït al instal·lar les barreres de fum. Els altres gràfics realitzats es poden consultar en l'apartat d'annexes al final del present informe.

El gràfic anterior representa diferents valors d'altura de la nau i altura de les estanteries, amb una amplada de la nau de 30 m i per a qualsevol valor d'amplada de la nau (s'ha demostrat la seva no influència en el present cas d'estudi).

Tant en aquest gràfic de barres, com en els diferents gràfics realitzats, es pot observar que com major sigui la diferència d'altures entre l'altura de la nau i l'altura de les estanteries, menys estalvi es produeix. Això és degut a que la diferència d'altures entre els dos paràmetres, defineix l'espessor de la capa de fums (d) (veure apartat 3.1.6). Com major sigui l'espessor de la capa de fums (diferència d'altura entre la nau i les estanteries), menys exutoris seran necessaris; d'aquesta forma es redueix la importància de la implantació de les barreres de fum.

Aquesta variació de l'espessor de la capa de fums, és més significativa que la produïda per la variació de l'amplada de la nau. Conseqüentment, l'impacte produït degut a la variació de les altures de la nau i les estanteries, són molt més importants.

Un augment de l'altura de la nau, provoca que augmenti l'espessor de la capa de fums, d'aquesta forma es redueix l'estalvi produït. D'altra banda, un augment de l'altura de les estanteries, provoca una reducció de l'espessor de la capa de fums, augmentant l'estalvi produït.

4.1.3 Conclusions extretes

Com a conclusions extretes en el present cas d'estudi, es pot afirmar el següent:

L'amplada de la nau (a) influeix negativament en l'estalvi produït en la instal·lació de les barreres de fum. Això és degut a la seva relació amb la profunditat de la pròpia barrera de fum; encarint el preu de la barrera. La llargada de la nau (b) no té cap influència en l'estalvi produït en la instal·lació de les barreres de fum. Això és degut a que la ubicació de la pròpia barrera de fum és funció de la mateixa llargada de la nau, eliminant el seu efecte en la diferència de l'altura lliure de fums, tal i com s'ha demostrat anteriorment. Finalment, s'extreu que les dimensions de la nau, influeixen en l'estalvi produït, però no són els principals paràmetres a tenir en compte.

L'altura de la nau (h_a) influeix negativament en l'estalvi produït en la instal·lació de les barreres de fum. Això és degut a l'augment de l'espessor de la capa de fums. L'altura de les estanteries (h_e) influeix positivament en l'estalvi produït en la instal·lació de les barreres de fum. Això és degut a la reducció de l'espessor de la capa de fums. Aquesta variació de l'espessor de la capa de fums (d) és inversament proporcional als exutoris necessaris. Com major sigui el nombre d'exutoris a instal·lar més importància tindran les barreres de fum, el que repercutirà en l'estalvi obtingut.

Cal comentar que la influència de l'altura de les estanteries respecte l'estalvi obtingut és major que l'influència de l'altura de la nau. Això és degut a que l'altura de la nau només intervé en el càlcul de l'espessor de la capa de fum; en canvi l'altura de les estanteries també intervenen en altres paràmetres en el dimensionat del propi incendi. Finalment, s'extreu que la diferència d'altures, són els principals paràmetres a tenir en compte; destacant principalment l'altura de les estanteries.

Aquestes conclusions es poden resumir de la forma següent:

- Amplada de la nau (a):
 - o Com més amplada (a), menys viable
- Llargada de la nau (b):
 - o No té influència
- Altura de la nau (h_a):
 - o Com més altura de la nau, menys viable
- Altura de les estanteries (h_e):
 - o Com més altura de les estanteries, més viable
- Ruixadors (R):
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat un valor fixe
- Amplada estanteries (w_e):
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat un valor fixe
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}):
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat un valor fixe
- Ubicació de la barrera de fum (b')
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat funció de la llargada de la nau

Les barreres de fum, en el present cas d'estudi, són viables en els casos on la diferència d'altura entre la nau i la part alta de les estanteries sigui la menor possible; en els casos que l'espessor de la capa de fums sigui menor. D'aquesta forma, s'aconsegueix una major diferència del nombre d'exutoris a col·locar entre la instal·lació de barreres de fum i la no instal·lació de les mateixes.

Els diferents paràmetres no avaluats en el present estudi, seran estudiants posteriorment en la realització dels diferents casos particulars.

4.2 Anàlisi de diferents cassos particulars

4.2.1 Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

En el present cas d'estudi, es pretén observar si la distribució utilitzada de les barreres de fum en el cas general (una barrera de fum situada transversalment) és més viable que dues barreres de fum situades transversalment.

D'aquesta forma, s'estudiarà la viabilitat de la implantació de dues barreres de fum situades longitudinalment al llarg de la nau. La situació d'aquestes barreres de fum serà funció de la pròpia amplada de la nau; concretament, aniran situades a una distància respecte les parets de $\frac{1}{4}$ respecte l'amplada total de la nau ($a' = a/4$). Els exutoris d'extracció de fum, anirà situats al sostre, just sobre el dipòsit de fum.

Els exutoris d'admissió d'aire, aniran situats a la part baixa de la nau per tal d'afavorir l'extracció del mateix fum. Malgrat que no tenen per que tractar-se del mateix model d'exutori, s'ha considerat que disposen del mateix preu que els d'extracció de fum. De la mateixa forma, s'ha considerat que la totalitat del fum produït, quedarà dipositat entre les dues barreres de fum i no entre una barrera de fum i la paret.

En la Figura 27 es mostra un esquema en planta de la distribució.

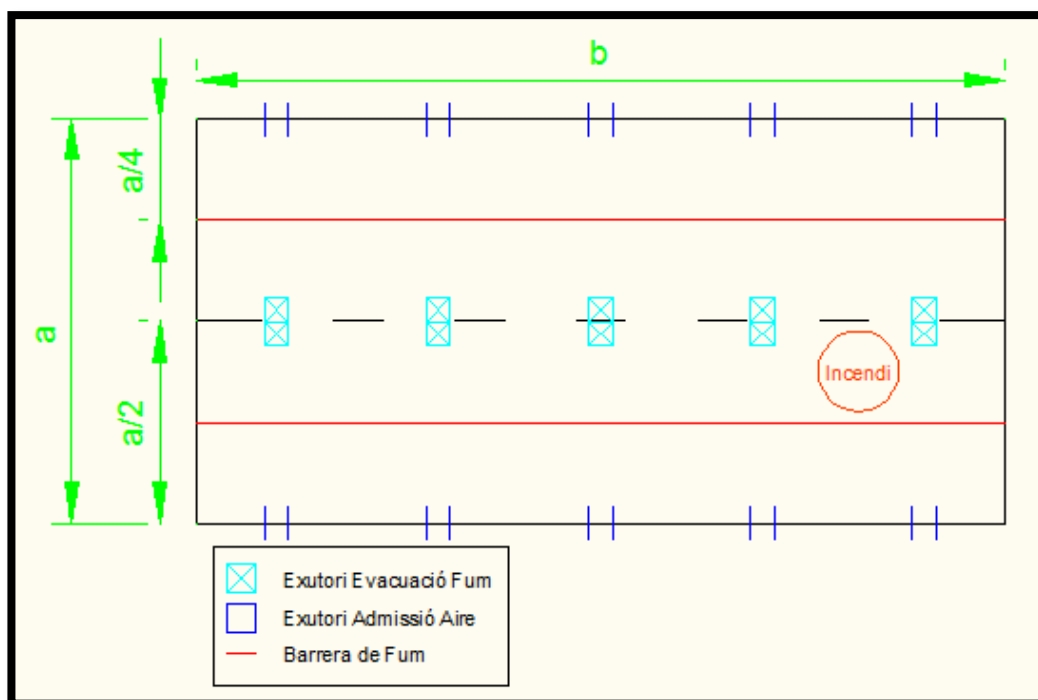


Figura 27. Esquema d'estudi

4.2.1.1 Paràmetres estudiats

En aquest cas d'estudi, per tal de realitzar la comparació de les dues distribucions, s'han estudiat els mateixos paràmetres que en el cas anterior

- Altura de la nau (h_a)
- Llargada de la nau (b)
- Amplada de la nau (a)
- Altura de les estanteries (h_e)

De la mateixa forma, s'han considerat els altres paràmetres com a constants, i seran avaluats en els diferents casos particulars, que es tractaran posteriorment. Els valors escollits per aquets paràmetres són els següents:

- Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
- Existència de ruixadors (R): Situats al Sostre
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
- Ubicació de la barrera de Fum (a'): $a/4$

La variació dels diferents paràmetres citats, dependrà principalment de les restriccions que venen donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe). Les diferents possibilitats de variació dels diferents paràmetres d'estudi, seran les mateixes que en el cas general.

4.2.1.2 Resultats obtinguts

En aquest punt es mostraran els diferents resultats obtinguts, per a posteriorment extreure les conclusions adients.

Es mostraran els resultats més significatius obtinguts; per tal d'observar tots i cada un dels resultats en els diferents casos d'estudi (simulacions), i els gràfics realitzats; consultar l'apartat d'annexes al final del present informe.

De les 210 simulacions realitzades en aquest cas d'estudi, 113 han estat casos viables i 97 no ho han estat. Conseqüentment, s'ha obtingut un percentatge de viabilitat del 53,81 %. Demostrant, a priori, que aquesta distribució de les barreres de fum és significativament menys viable que en el cas general.

Simulacions Viables	113
Simulacions No Viables	97
Simulacions Realitzades	210
Percentatge	53,81%

Taula 10. Viabilitat de les simulacions realitzades

4.2.1.2.1 Estalvis màxims i mínims

Entre tots aquets casos, s'ha obtingut un estalvi màxim de 92.284,19 € i unes pèrdues màximes (estalvi mínim) de -210.028,38 €. Aquests valors, s'han obtingut al introduir els següents paràmetres:

- **Estalvi màxim:** 92.284,19 €
 - o Altura de la nau (h_a): 15 m
 - o Llargada de la nau (b): 30 m
 - o Amplada de la nau (a): 30|40|50|60 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 12 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Existència de ruixadors (R): Sostre
 - o Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
- **Estalvi mínim:** -210.028,38 €
 - o Altura de la nau (h_a): 15 m
 - o Llargada de la nau (b): 60 m
 - o Amplada de la nau (a): 30 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 2 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Existència de ruixadors (R): Sostre
 - o Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2

Un cop presentats aquests resultats, s'ha pogut observar que en ambdós casos, els resultats obtinguts són pitjors que en el cas inferior. Les variacions respecte l'estalvi màxim no són gaire significatives, s'ha produït una reducció de l'estalvi del 5.59 %; en canvi, les variacions respecte l'estalvi mínim si que són significatives, augmentant les pèrdues un 160.21 %.

Cal destacar, que els valors màxims i mínims, s'han produït en les mateixes condicions que en el cas anterior; intercanviant l'amplada per la llargada de la nau.

4.2.1.2.2 Interrelació de tots els resultats

El següent gràfic mostra els diferents paràmetres introduïts en cada una de les simulacions realitzades, amb l'estalvi produït en cada cas.

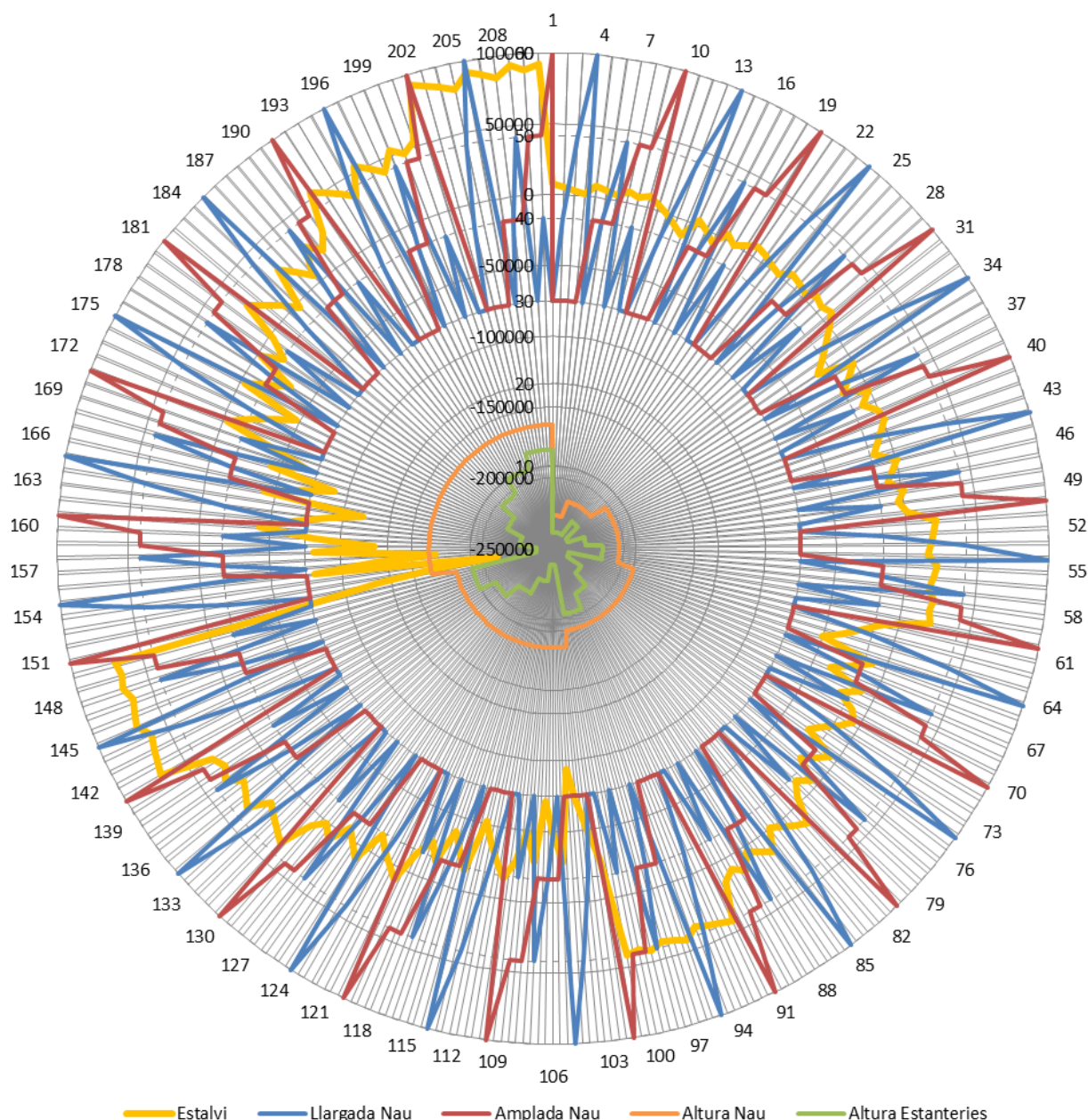


Figura 28. Gràfic radial amb tots els paràmetres estudiats

El gràfic anterior, mostra que les dependències de les variables introduïdes són iguals (intercanviant l'amplada per la llargada) a les introduïdes en el cas general.

4.2.1.2.3 Influència de les dimensions de la nau

En el següent apartat es tractarà en concret la influència de les dimensions de la nau respecte l'estalvi produït.

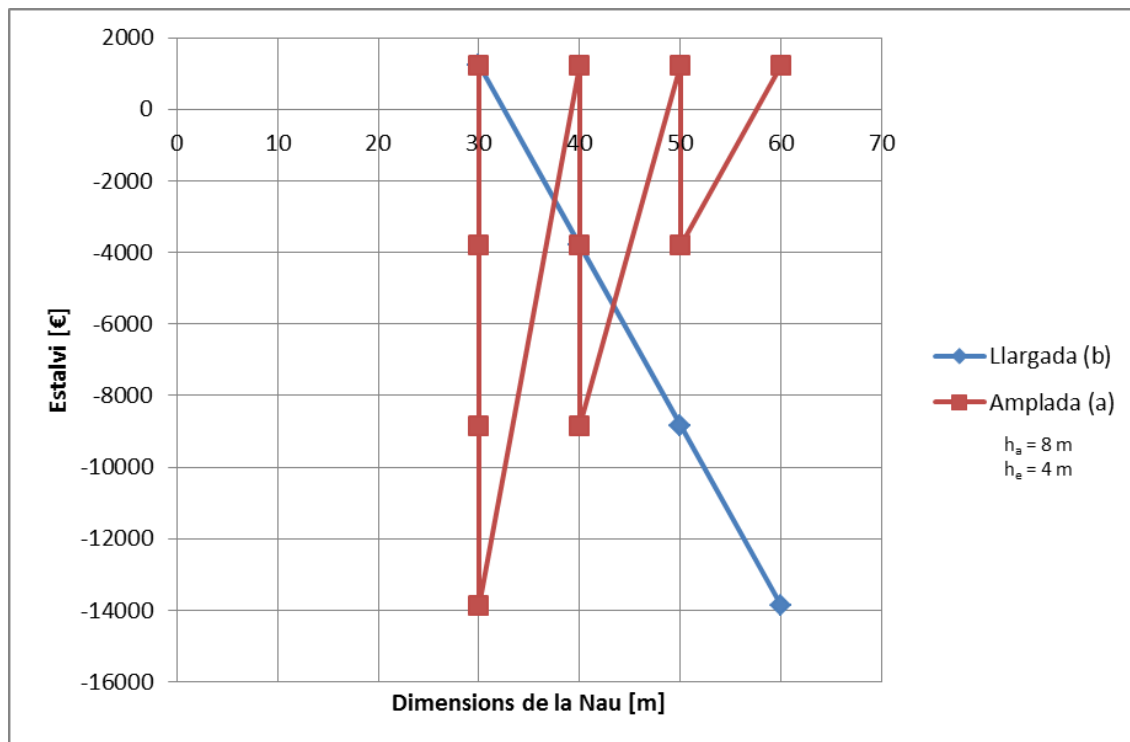


Figura 29. Influència de les dimensions de la nau

En la figura anterior es mostra un dels diferents gràfics realitzats per a tractar la dependència de les dimensions de la nau respecte l'estalvi produït al instal·lar les barreres de fum. Els altres gràfics realitzats es poden consultar en l'apartat d'annexes al final del present informe.

El gràfic representa diferents valors de dimensions de la nau, amb una altura de la nau constant de 8 m i una altura d'estanteries també constant de 4 m; representant així les mateixes condicions mostrades en el cas general.

Tant en aquest gràfic com en els diferents gràfics realitzats, es pot observar que al augmentar la llargada de la nau, l'estalvi produït és linealment menor. Això és degut senzillament a que a l'augmentar l'amplada de la nau, augmenta la profunditat de la pròpia barrera de fum, augmentant el preu de la instal·lació de la barrera de fum. El pendent d'aquesta linealitat és el doble que en el cas anterior; ja que en aquest cas es disposen de 2 barreres de fum.

De la mateixa forma, s'observa que l'amplada de la nau, no té cap influència en l'estalvi produït. Això és degut a que la ubicació de la pròpia barrera de fum, és funció del valor de la mateixa amplada de la nau ($a' = a/4$). Com en el cas anterior, la barrera de fum provoca una variació en l'altura lliure de fums (Y), que afecta a l'espessor de la pròpia capa de fums (d). D'aquesta forma, la variació de l'altura lliure de fums (veure apartat 3.1.5), queda definida de la forma següent:

$$\Delta h = \frac{a' \cdot (2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1)}{a} = \frac{(a/4) \cdot (2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1)}{a} = \frac{2 \cdot h_a - 2 \cdot h_e - 1}{4}$$

Obtenint, la mateixa variació de l'altura lliure de fums que la obtinguda en el cas anterior.

Finalment, es demostra que les dependències de les dimensions de la nau respecte l'estalvi produït són les mateixes però intercanviades que en el cas general, degut a la nova situació de les barreres de fum.

4.2.1.2.4 Influència de les altures de la nau i les estanteries

En el següent apartat es tractarà en concret la influència de les altures de la nau i de les estanteries respecte l'estalvi produït.

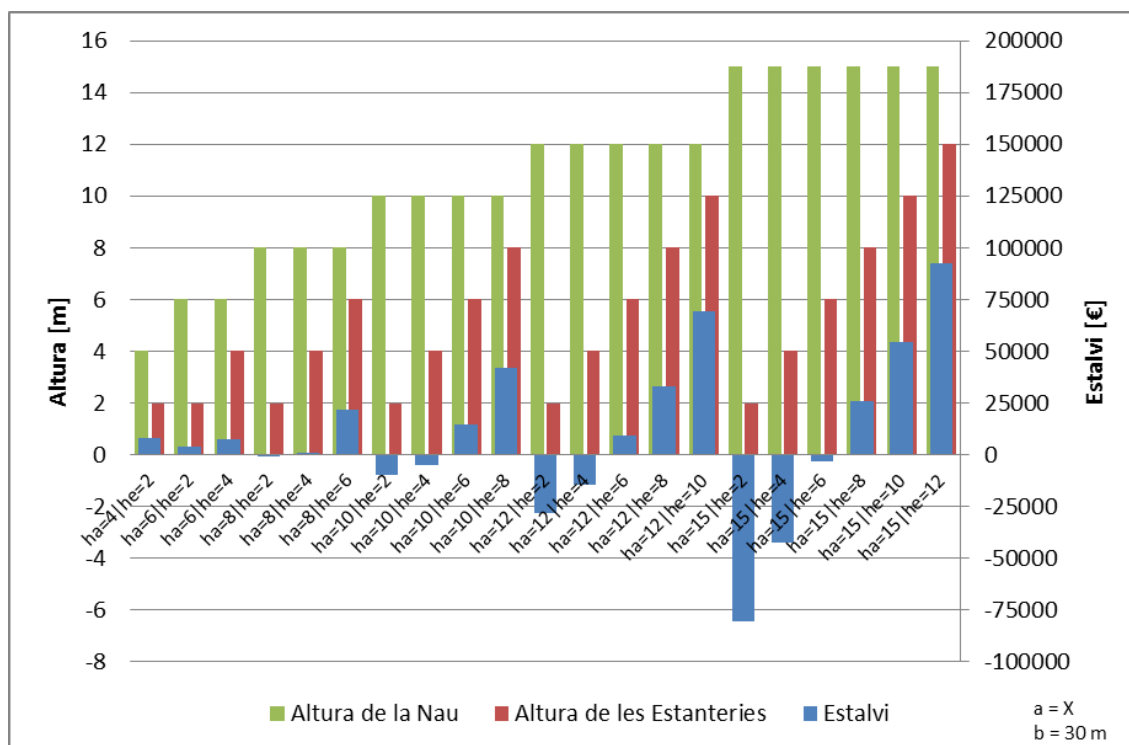


Figura 30. Influència de les altures de la nau i les estanteries

En la figura anterior es mostra un dels diferents gràfics realitzats per a tractar la dependència de les altures de la nau i les estanteries respecte l'estalvi produït al instal·lar les barreres de fum. Els altres gràfics realitzats es poden consultar en l'apartat d'annexes al final del present informe.

Tant en aquest gràfic de barres, com en els diferents gràfics realitzats, es pot observar; igual que en el cas anterior, que com major sigui la diferència d'altures entre l'altura de la nau i les estanteries, menys estalvi es produeix. Això és degut a que la diferència d'altures entre els dos paràmetres, defineix l'espessor de la capa de fums (d) (veure apartat 3.1.6). Com major sigui l'espessor de la capa de fums (diferència d'altura entre la nau i les estanteries), menys exutoris seran necessaris; d'aquesta forma es redueix la importància de la implantació de les barreres de fum.

D'aquesta forma, es demostra que les dependències de les altures de la nau i les estanteries respecte l'estalvi produït són les mateixes que en el cas general.

4.2.1.2.5 Comparació de resultats en un cas en particular

En el següent apartat es tractarà en un cas concret, la diferència dels resultats obtinguts entre el present cas d'estudi i el cas general.

Es pretén observar, de tots els resultats obtinguts, quins valors es mantenen constants i quins valors presenten diferències. Posteriorment s'intentarà esbrinar el motiu d'aquestes diferències.

Els paràmetres d'estudi introduïts, per tal de realitzar la comparació entre els dos casos, són els següents:

- Altura de la nau (h_a): 9 m
- Llargada de la nau (b): 40 m
- Amplada de la nau (a): 40 m
- Altura de les estanteries (h_e): 6 m
- Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
- Existència de ruixadors (R): Sostre
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2

Seguidament es mostren els resultats obtinguts en els dos casos, i la diferència dels resultats obtinguts.

Resultats	Unitats	1 BF Transversal	2 BF Longitudinals	Variació
Sup. Aer. Exutoris amb BF	m ²	11,32	11,32	0
Cost Exutoris amb BF	€	15845,56	15845,56	0
Cost Reemplaçament Aire amb BF	€	15845,56	15845,56	0
Situació BF (respecte paret)	m	20,00	10,00	10
Longitud BF	m	2,60	2,60	0
Superfície BF	m ²	104,00	104,00	0
Cost Barreres de Fum	€	7280,00	14560,00	-7280
Cost Total amb BF	€	38971,11	46251,11	-7280,00
Sup. Aer. Exutoris sense BF	m ²	21,41	21,41	0
Cost Exutoris sense BF	€	29971,85	29971,85	0
Cost Reemplaçament Aire sense BF	€	29971,85	29971,85	0
Cost Total sense BF	€	59943,70	59943,70	0,00
Estalvi	€	20972,59	13692,59	7280

Taula 11. Resultats obtinguts

En la taula anterior, es mostra perfectament que l'única diferència entre els diferents resultats obtinguts es tracta del cost de les barreres de fum. Justament el cost de la barrera de fum en aquest cas d'estudi, és el doble que en el cas general. El motiu d'aquesta diferència és precisament el nombre de barreres a instal·lar, que és el doble que en el cas general prèviament estudiat. Aquesta variació produïda es manté, com és d'esperar en el cost total.

A part de tots els paràmetres mostrats, també es mostren iguals, malgrat no són els resultats del propi estudi, sinó valors dels càlculs intermedis, els següents paràmetres:

- Diferència d'altura entre BF i sense BF (Δh) [m]
- Altura neta de fums (Y) [m]
- Espessor de la capa de fums (d) [m]
- Cabal màssic dels fums (M_f) [kg/s]
- Flux de calor per convecció (Q_f) [kW]
- Temperatura mitja dels gasos (θ_1) [K]
- Temperatura absoluta dels gasos (T_1) [K]

Finalment, s'ha demostrat que l'únic paràmetre que difereix en ambdós casos és el cost de les barreres de fum, sent el motiu la diferència el nombre de barreres de fum a instal·lar en cada cas. Tots els altres paràmetres s'han mostrat invariables per als dos casos estudiats.

4.2.1.3 Conclusions extretes

Com a conclusions extretes en el present cas d'estudi, es pot afirmar el següent:

No s'ha observat cap diferència de la dependència de les variables d'estudi respecte l'estalvi produït. L'única diferència, si se li pot anomenar així, és l'intercanvi de papers de les dimensions de la nau (llargada i amplada de la nau) degut a l'intercanvi de posició de la barrera de fum, d'estar col·locada transversalment a longitudinalment.

D'aquesta forma, la dependència de les variables d'estudi, al igual que en el cas anterior, queda resumida de la forma següent:

- Amplada de la nau (a):
 - o No té influència
- Llargada de la nau (b):
 - o Com més llargada (b), menys viable
- Altura de la nau (h_a):
 - o Com més altura de la nau, menys viable
- Altura de les estanteries (h_e):
 - o Com més altura de les estanteries, més viable
- Ruixadors (R):
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat un valor fixe
- Amplada estanteries (w_e):
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat un valor fixe
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}):
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat un valor fixe
- Ubicació de la barrera de fum (a')
 - o No s'ha avaluat, s'ha considerat funció de l'amplada de la nau

Els paràmetres no avaluats, seran avaluats individualment en els posteriors casos particulars realitzats en el present informe.

Cal comentar, com en el cas general; la influència de l'altura de les estanteries respecte l'estalvi obtingut és major que la influència de l'altura de la nau. De la mateixa forma, la diferència d'altures entre l'altura de la nau i l'altura de les estanteries, és la raó principal de la que depèn l'estalvi obtingut. Les dimensions de la nau, segueixen disposant d'un paper secundari en la viabilitat de les barreres de fum.

La viabilitat de les barreres de fum, ha quedat reduïda considerablement, ja que només en el 53.81 % dels casos la implantació de les barreres de fum és viable. De la mateixa forma, els estalvis obtinguts, tant màxims com mínims, són menors que en el cas general. Sent l'estalvi mínim molt inferior (superior al doble) que en el cas general. En canvi, l'estalvi màxim no ha mostrat una diferència significativa.

La no viabilitat d'aquesta distribució de les barreres de fum en un magatzem industrial, és deguda únicament al cost de les barreres de fum. Sent el motiu d'aquest augment de cost, l'augment del nombre de les barreres de fum instal·lades entre el cas estudiat i el cas general. Tots els altres paràmetres; tant els resultats finals, com els demés valors intermedis calculats, s'han mantingut constants en ambdós casos d'estudi.

Finalment, es conclou que aquesta distribució de les barreres de fum no és la idònia, perquè és econòmica menys viable, i cau la possibilitat que el fum no es dipositi en entre les dues barreres; sinó que ho faci entre la barrera i la paret, quedant els SCTEH inservibles.

4.2.2 Ubicació de la barrera de fum

En el present cas d'estudi, es pretén observar quina és la ubicació òptima de la barrera de fum, seguint la mateixa distribució que en el cas general. D'aquesta forma, es pretén demostrar el motiu d'implantar la barrera de fum en el centre de la nau en el cas general prèviament estudiat.

Durant la realització d'aquest estudi, la situació de l'incendi tindrà un paper determinant, ja que les dimensions dels sectors/àrees separats per la barrera de fum no seran les mateixes. D'aquesta forma, la probabilitat que l'incendi es produeixi en una banda o una altre de la barrera de fum, no serà la mateixa.

En la Figura 31 es mostra l'esquema en planta de la distribució en les diferents situacions d'incendi.

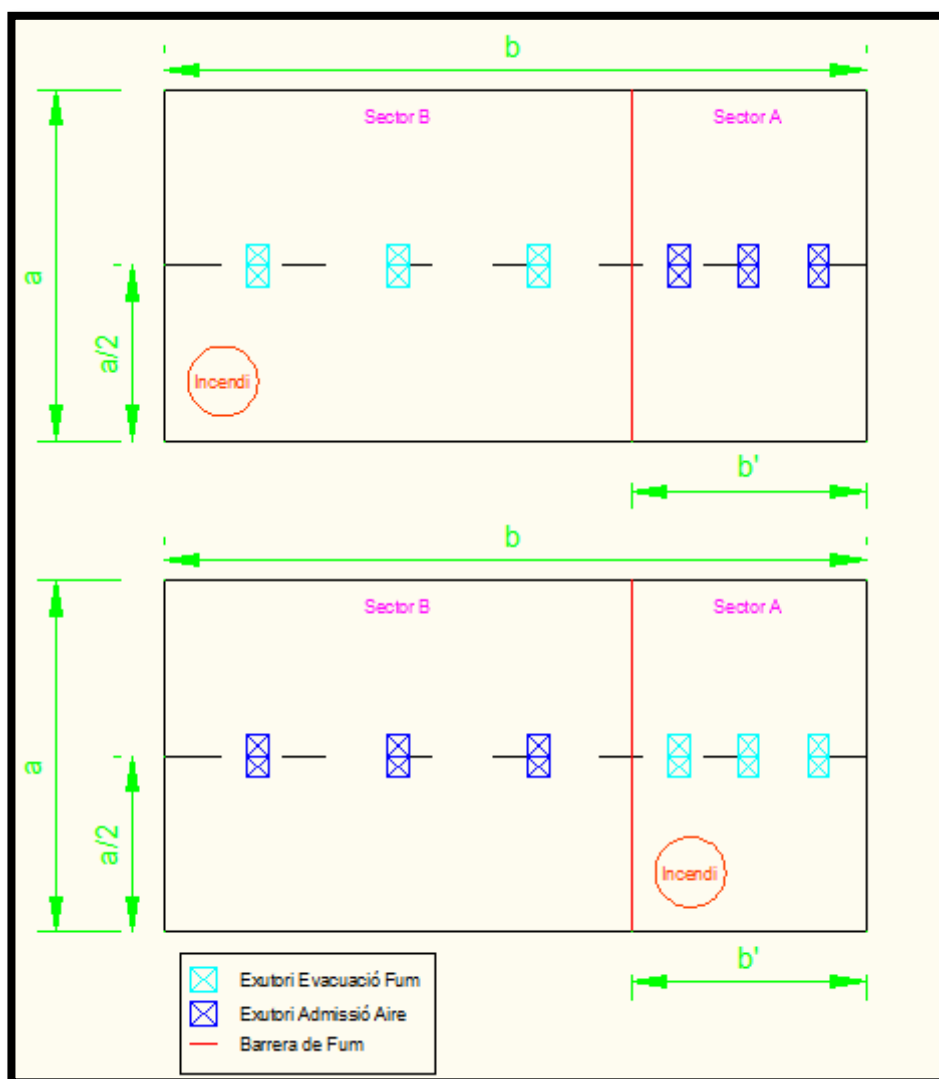


Figura 31. Esquema d'estudi

De la mateixa forma que en el cas general; els exutoris, tant els d'extracció de fum com els d'admissió d'aire aniran situats al sostre. Els exutoris situats sobre el dipòsit de fum realitzaran la funció d'extracció de fum; en canvi, els situats a l'altre banda de la barrera de fum (costat oposat al dipòsit de fum) s'encarregaran de l'admissió d'aire. Complint sempre la relació unitària entre l'àrea aerodinàmica entre l'admissió d'aire i l'extracció de fum.

4.2.2.1 Paràmetres estudiats

Durant aquest cas d'estudi, tal i com s'ha comentat amb anterioritat, s'ha estudiat únicament el següent paràmetre:

- Ubicació de la barrera de fum (b')

Els altres paràmetres s'han considerat constants, i no són objecte d'anàlisi en el present cas d'estudi. Els valors escollits per als diferents paràmetres són els següents:

- Altura de la nau (h_a): 8 m
- Llargada de la nau (b): 60 m
- Amplada de la nau (a): 30 m
- Altura de les estanteries (h_e): 4 m
- Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
- Existència de ruixadors (R): Sostre
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2

A l'hora d'escollir els paràmetres citats, s'han tingut en compte les restriccions donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe).

La variació del paràmetre d'estudi, serà senzillament entre 0 i 60 metres. Prenent el valor de 0 metres en el cas que la barrera estigui just al costat de la paret del "Sector A". En canvi, la ubicació de la barrera de fum (b') prendrà el valor de 60 metres, quan aquesta estigui situada just al costat de la paret del "Sector B".

4.2.2.2 Resultats obtinguts

En aquest punt, es mostraran els diferents resultats obtinguts, per a posteriorment extreure les conclusions adients.

Es mostraran els resultats més significatius obtinguts, per tal d'observar tots els resultats obtinguts, consultar l'apartat d'annexes del present informe.

De les 60 simulacions realitzades en aquest cas d'estudi, 54 han estat casos viables i 6 no ho han estat. Conseqüentment, s'ha obtingut un percentatge de viabilitat del 90,00 %.

Simulacions Viables	54
Simulacions No Viables	6
Simulacions Realitzades	60
Percentatge	90,00%

Taula 12. Viabilitat de les simulacions realitzades

Seguidament es mostra un gràfic mostrant la influència de la ubicació de la barrera de fum. S'ha realitzat la gràfica de dues sèries de dades, corresponents a les dues situacions possibles d'incendi:

- Incendi situat en el "Sector A"
- Incendi situat en el "Sector B"

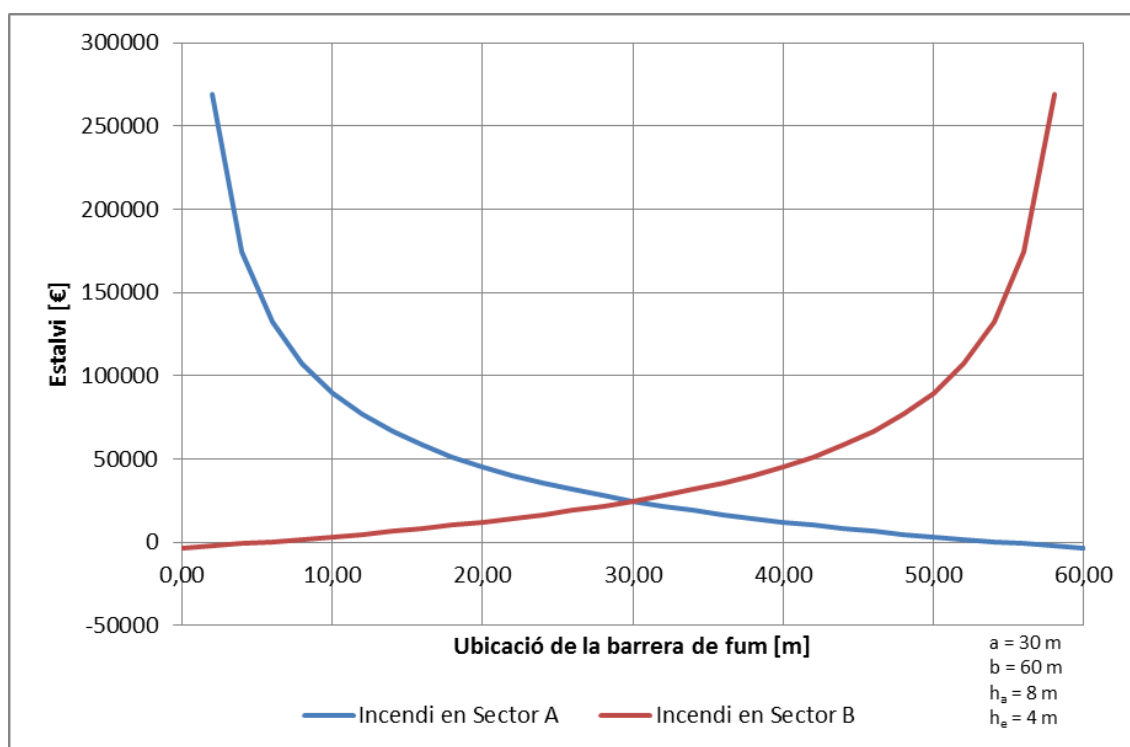


Figura 32. Influència de la ubicació de la barrera de fum

Considerant que l'incendi està situat en el "Sector A", a mesura que disminueix la distància de la col·locació de la barrera de fum (b'), l'estalvi augmenta exponencialment, arribant a l'infinit quan es col·loca la barrera just al costat de la paret del "Sector A" (a 0 metres). Quan l'incendi està situat en el "Sector B"; com era d'esperar, succeeix el mateix que en el cas comentat, però a la inversa.

Al augmentar les dimensions del dipòsit de l'incendi, la diferència entre l'espessor de la capa de fums (d) quan hi ha barreres de fum i quan no estan instal·lades és menor. Per tant, la diferència del nombre d'exutoris a instal·lar entre ambdós casos també és menor, afectant de la mateixa manera al seu cost; donant menys importància a la implantació de les barreres de fum.

A priori, podria semblar que la millor ubicació per a instal·lar les barreres de fum, correspon a la menor distància respecte la paret; però també s'ha de tenir en compte un aspecte probabilístic d'on es produeix l'incendi. La variació de la ubicació de la barrera de fum (b') provoca una variació proporcional de les dimensions del sector en el qual es produeix l'incendi. Conseqüentment, al produir-se unes variacions de les dimensions del sector, es produeix una variació proporcional en les probabilitats que l'incendi es produeixi en aquell sector. Sent la situació on es produeix l'incendi un aspecte casuístic.

Conseqüentment, la ubicació òptima per a implantar les barreres de fum, correspondrà al creuament de les dues sèries de dades representades (Incendi en "Sector A", Incendi en "Sector B"). Com era d'esperar, les dues rectes es creuen en una distància de valor 30 metres; sent aquesta distància el centre de la nau.

D'aquesta forma, malgrat econòmicament no és la opció en la que es poden produir els majors estalvis, la ubicació òptima per tal de col·locar les barreres de fum correspon al mig de la nau. Així doncs, es compensen els valors econòmics amb els estadístics; ja que si l'incendi es produís en el costat oposat es reduiria notablement l'estalvi obtingut.

4.2.2.3 Conclusions extretes

Com a conclusions extretes en el present cas d'estudi, es pot afirmar el següent:

La ubicació de la barrera de fum (b'), depèn de principalment dos aspectes; un aspecte econòmic respecte l'estalvi obtingut pe la implantació de la pròpia barrera de fum i un aspecte probabilístic en referència a les probabilitats que l'incendi es produeixi en el sector/àrea dissenyada per a albergar el dipòsit de fum.

A mesura que es redueix la distància respecte la paret al col·locar la barrera de fum, augmenta, de forma exponencial, l'estalvi produït; per contra, es redueixen les probabilitats que l'incendi es produeixi sota aquell sector. En cas que l'incendi es produís en l'altre costat, el càlcul dels Sistemes de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH) seria erroni, posant en perill el material emmagatzemat i fins i tot la vida dels ocupants.

Malgrat el comentat, s'ha observat la gran importància de la ubicació de la barrera de fum. Per a una mateixa nau, amb unes dimensions determinades, s'ha pogut observar que per a diferents ubicacions de la barrera de fum (b'); es poden tant tenir pèrdues econòmiques (estalvi negatiu), com fins a obtenir un estalvi teòricament infinit, en el cas que la distància entre la barrera de fum i la paret tendís a 0 (la probabilitat que l'incendi es produís sota aquell sector també tendiria a 0).

Un cop tingudes en compte les consideracions anteriors, s'ha determinat que la ubicació òptima (b') per a instal·lar les barreres de fum, es tracta a la meitat de la nau. La barrera de fum, tal i com s'ha observat en el cas d'estudi anterior, anirà col·locada transversalment.

D'aquesta forma s'ha compensat l'aspecte econòmic i l'aspecte probabilístic de la instal·lació de la barrera de fum; buscant l'equilibri entre ambdós factors. Així doncs, s'assegura una uniformitat en els resultats obtinguts en l'estalvi econòmic, com en el correcte funcionament del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH) per a qualsevol cas d'incendi.

Així mateix, com que s'ha de disposar de la mateixa superfície aerodinàmica, tant en els exutoris d'evacuació de fum, com en els d'admissió d'aire; al col·locar la barrera al centre de la nau, de forma transversal, s'obtenen dos sectors/àrees simètriques. D'aquesta forma es facilita la distribució dels exutoris en ambdós bandes de la barrera de fum, i s'obté un funcionament del Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH) uniforme i independent a la situació de l'incendi.

4.2.3 Existència de ruixadors

En el present cas d'estudi, es pretén observar la influència de la existència de la instal·lació de ruixadors automàtics a l'hora d'implantar les barreres de fum. Es seguiran les consideracions i distribucions utilitzades en el cas general.

D'aquesta forma, es pretén observar, quin tipus de ruixador (situats al sostre o situats al sostre i entremig les estanteries), si s'escau l'existència de ruixadors, serà l'òptim per tal d'obtenir un estalvi màxim a l'hora d'implantar les barreres de fum.

4.2.3.1 Paràmetres estudiats

Durant la realització d'aquest estudi, tal i com s'ha comentat amb anterioritat, s'ha estudiat únicament el següent paràmetre:

- Existència de ruixadors (R)

Els altres paràmetres s'han considerat constants, i no són objecte d'anàlisi en el present cas d'estudi. Malgrat el comentat, s'han considerat dos casos diferents, un cas en emmagatzematge baix, i un cas per a emmagatzematge en altura.

Es recorda (veure apartat 3.1.2) que la diferència entre emmagatzematge baix i en altura, està en si l'altura d'emmagatzematge (altura de les estanteries) supera o no l'altura crítica d'emmagatzematge; considerada com a màxim de 4 metres. Cal comentar, com s'ha citat al llarg del present informe, que els Sistemes de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH) no són aptes per a emmagatzematges en altura sense ruixadors; sent aquest el motiu per a estudiar aquests dos casos diferents.

Els valors escollits per als diferents paràmetres, en els dos casos diferents, són els següents:

- **Emmagatzematge en altura:**
 - o Altura de la nau (h_a): 8 m
 - o Llargada de la nau (b): 60 m
 - o Amplada de la nau (a): 30 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 4 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
 - o Ubicació de la barrera de fum (b'): $b/2$
- **Emmagatzematge baix:**
 - o Altura de la nau (h_a): 4 m
 - o Llargada de la nau (b): 60 m
 - o Amplada de la nau (a): 30 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 2 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
 - o Ubicació de la barrera de fum (b'): $b/2$

A l'hora d'escollir els paràmetres citats, s'han tingut en compte les restriccions donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe).

Les possibles variacions del paràmetre d'estudi, depenent del tipus d'emmagatzematge que es tracti, seran les següents:

- Sostre
- Sostre i Intermitjos
- No

4.2.3.2 Resultats obtinguts

En aquest punt, es mostraran els diferents resultats obtinguts, per a posteriorment extreure les condicions adients.

Es mostraran els resultats més significatius, per tal d'observar tots els resultats obtinguts, consultar l'apartat d'annexes del present informe.

De les 5 simulacions realitzades en aquest cas d'estudi, les 5 han estat casos viables, amb un percentatge de viabilitat del 100,00 %.

Simulacions Viables	5
Simulacions No Viables	0
Simulacions Realitzades	5
Percentatge	100,00%

Taula 13. Viabilitat de les simulacions realitzades

4.2.3.2.1 Emmagatzematge en altura

Seguidament es mostra un gràfic mostrant la influència de la existència de ruixadors en el cas d'emmagatzematge en altura.

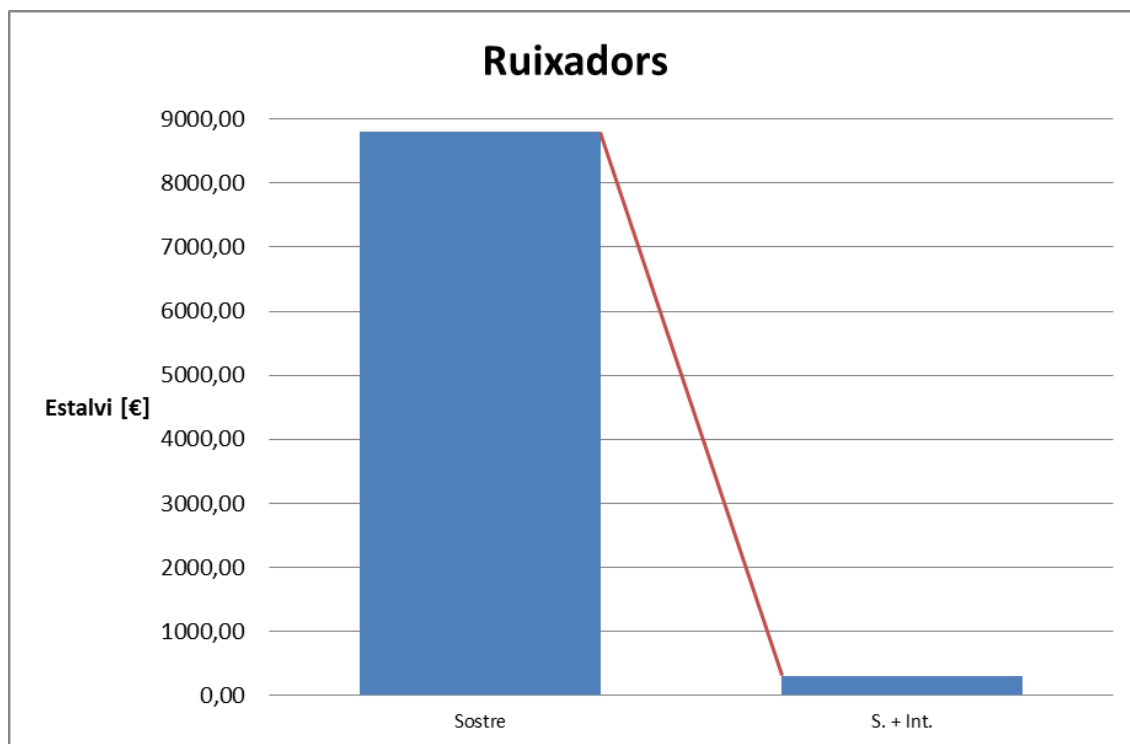


Figura 33. Influència de l'existència de ruixadors en emmagatzematge en altura

Tal i com es pot observar en la figura anterior, es mostra una diferència notable entre els resultats obtinguts en funció de la tipologia dels ruixadors a instal·lar.

A l'hora de dimensionar el Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH), la instal·lació de ruixadors automàtics, afecta principalment a les dimensions de l'incendi i a la potència calorífica del mateix. Ambdós paràmetres són proporcionals al nombre d'exutoris a instal·lar. Com s'ha vist al llarg del present informe, com major és el nombre d'exutoris necessaris per tal d'evacuar el fum produït, major importància disposa la implantació de barreres de fum; ja que produeix una major reducció del nombre d'exutoris, produint un estalvi significatiu.

La tipologia del ruixador a instal·lar repercuteix en les dimensions del incendi (veure apartat 3.1.3); reduint-se a la meitat en el cas de ruixadors situats al sostre i entremig les estanteries, respecte les ruixadors només instal·lats al sostre de la nau.

Per altra banda, la tipologia del ruixador instal·lat, sempre i quan hi hagi un ruixador col·locat, no té influència en el valor de la potència calorífica de l'incendi (veure apartat 3.1.4). Aquest valor només depèn de la existència o no de la instal·lació de ruixadors automàtics.

4.2.3.2.2 Emmagatzematge baix

Seguidament es mostra un gràfic mostrant la influència de la existència de ruixadors en el cas d'emmagatzematge baix.

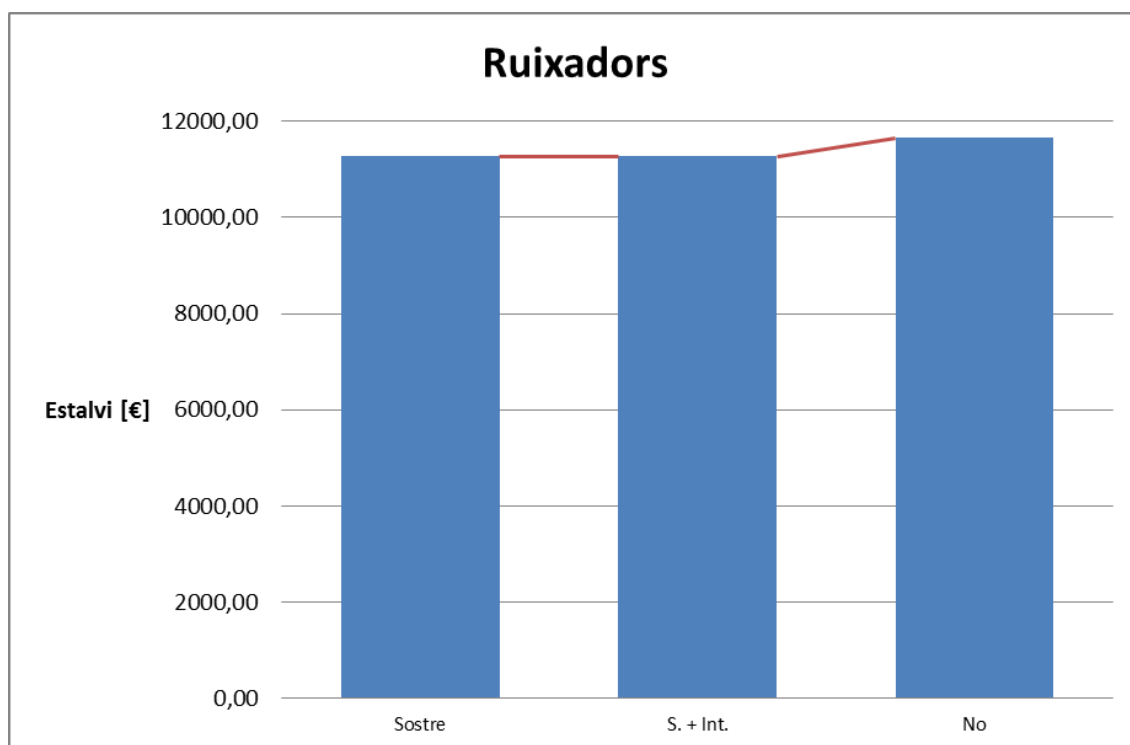


Figura 34. Influència de l'existència de ruixadors en emmagatzematge baix

Tal i com es pot observar en la figura anterior, es mostra una petita diferència entre els resultats obtinguts en funció de l'existència o no de la instal·lació de ruixadors automàtics. En canvi, la tipologia dels mateixos ruixadors, no afecta als diferents resultats obtinguts.

Cal comentar, que les dimensions de l'incendi (veure apartat 3.1.3), en el cas d'emmagatzematge baix, no diferencia entre la tipologia dels ruixadors instal·lats ni en la existència o no dels propis ruixadors; sent funció únicament de la categoria d'emmagatzematge que es disposa. Aquest fenomen serà estudiat posteriorment durant la realització del present informe.

Així mateix, el valor de la potència calorífica de l'incendi (veure apartat 3.1.4), no diferencia entre la tipologia dels ruixadors instal·lats, però sí que ho fa, en referència a la existència dels mateixos. Sent aquesta diferència entre la potència calorífica de l'incendi en els diferents casos, la única raó de les diferències dels resultats obtinguts; mantenint-se els diferents valors de càlcul constants a l'hora de dimensionar els SCTEH.

4.2.3.3 Conclusions extretes

Com a conclusions extretes en el present cas d'estudi, es pot afirmar el següent:

La dependència dels ruixadors a l'hora d'implantar les barreres de fum en un magatzem industrial, dependran del tipus d'emmagatzematge que es disposi, diferenciant entre emmagatzematge en altura i emmagatzematge baix.

En el cas d'emmagatzematge en altura, la millor tipologia de ruixadors, i amb unes diferències notables, es tractaria dels ruixadors situats només al sostre. En canvi, en el cas d'emmagatzematge baix, la millor opció de ruixadors, seria la no instal·lació dels mateixos respecte de qualsevol tipus de ruixadors, sent indistintament el tipus utilitzat.

La existència de ruixadors, i la qualitat dels mateixos, afecta al nombre d'exutoris a instal·lar; com millor sigui la instal·lació de ruixadors automàtics, menor serà el nombre de exutoris requerits; sense provocar cap variació en les dimensions del dipòsit de fum. D'aquesta forma, la viabilitat de la implantació de les barreres de fum es redueix.

Finalment, es podria resumir en que l'estalvi produït seria inversament proporcional a la qualitat de la instal·lació de ruixadors contra incendi. D'aquesta forma, l'ordre de major a menor viabilitat respecte la instal·lació de ruixadors automàtics, seria la següent:

- 1- Sense ruixadors
- 2- Ruixadors situats al sostre
- 3- Ruixadors situats al sostre i entremig les estanteries

Cal destacar, que per altures d'emmagatzematge (altura de les estanteries) majors a 4 metres, el Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fum (SCTEH) no és apte per evitar la pèrdua de la mercaderia. De la mateixa forma, els magatzems industrials acostumen a tenir dimensions d'emmagatzematge superiors a 4 metres. Sent aquest el motiu principal per a optar com la instal·lació de ruixadors situats al sostre com la millor opció possible, encara que no sigui la més viable econòmicament.

Malgrat que no és objecte d'estudi en aquest anàlisi tècnic-econòmic, també s'hauria de tenir en compte la diferència de preu entre la instal·lació de ruixadors automàtics situats al sostre i la instal·lació de ruixadors situats al sostre i entremig les estanteries. Sent la segona tipologia de ruixadors notablement més car; donant major preferència per la instal·lació de ruixadors situats només al sostre.

4.2.4 Amplada de les estanteries

En el present cas d'estudi, es pretén observar la influència de l'amplada de les estanteries a l'hora d'implantar les barreres de fum. Es seguiran les consideracions i distribucions utilitzades en el cas general.

D'aquesta forma, es pretén observar quina amplada serà l'òptima per tal d'obtenir un estalvi màxim a l'hora d'implantar les barreres de fum.

4.2.4.1 Paràmetres estudiats

Durant la realització d'aquest estudi, tal i com s'ha comentat amb anterioritat, s'ha estudiat únicament el següent paràmetre:

- Amplada de les estanteries (w_e)

Els altres paràmetres s'han considerat constants, i no són objecte d'anàlisi en el present cas d'estudi. Els valors escollits per als diferents paràmetres són els següents:

- Altura de la nau (h_a): 8 m
- Llargada de la nau (b): 60 m
- Amplada de la nau (a): 30 m
- Altura de les estanteries (h_e): 4 m
- Existència de ruixadors (R): Sostre
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
- Ubicació de la barrera de fum (b'): $b/2$

A l'hora d'escollir els paràmetres citats, s'han tingut en compte les restriccions donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe).

A l'hora de determinar les variacions del paràmetre d'estudi, es tractaran dos límits: un de valors típics d'amplada d'estanteries (de 0 a 4 metres); i un altre que tractarà la projecció de l'amplada de les estanteries amb uns valors irrealment fins a la pròpia amplada de la nau (30 metres).

4.2.4.2 Resultats obtinguts

En aquets punt, es mostraran els diferents resultats obtinguts, per a posteriorment extreure les condicions adients.

Es mostraran els resultats més significatius, per tal d'observar tots els resultats obtinguts, consultar l'apartat d'annexes del present informe.

De les 29 simulacions realitzades en aquest cas d'estudi, les 29 han estat casos viables, amb un percentatge de viabilitat del 100,00 %.

Simulacions Viables	29
Simulacions No Viables	0
Simulacions Realitzades	29
Percentatge	100,00%

Taula 14. Viabilitat de les simulacions realitzades

Seguidament, es mostra un gràfic mostrant la influència de l'amplada de les estanteries per a valors típics d'amplada d'estanteries.

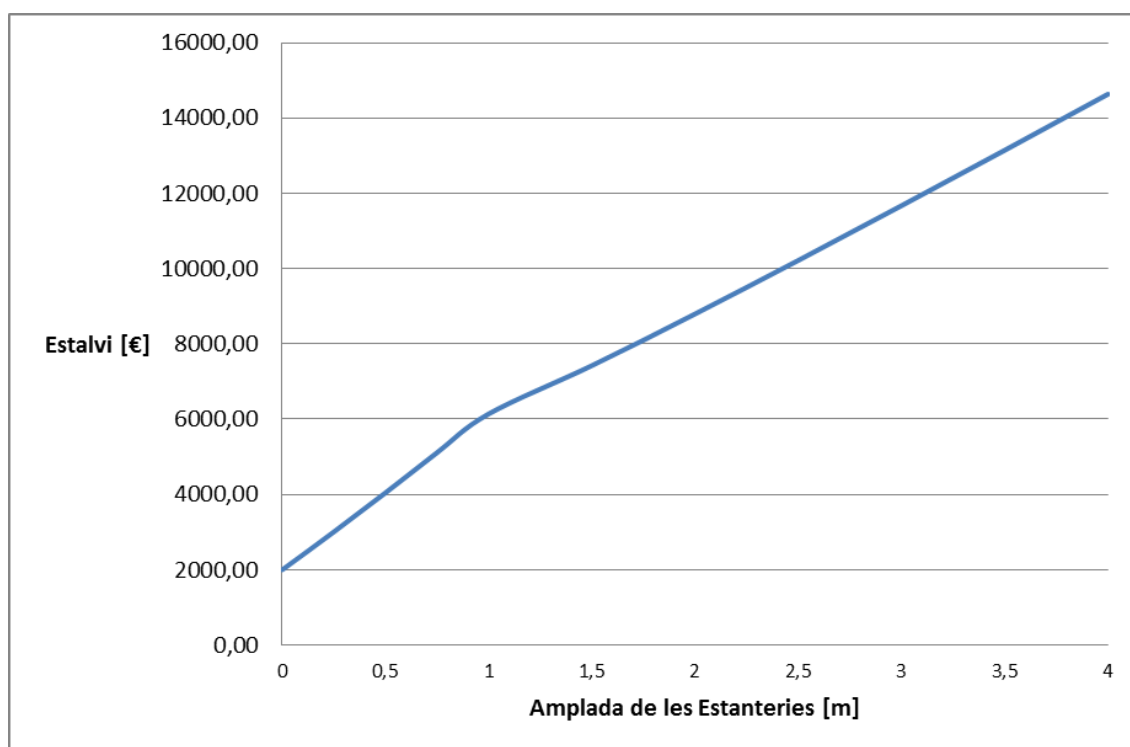


Figura 35. Influència de l'amplada de les estanteries (valors típics)

En el gràfic anterior, es pot veure que l'estalvi produït és linealment proporcional a l'amplada de les estanteries; diferenciant dos pendents diferents abans i després d'una amplada de 1 metre.

A l'hora de dimensionar el Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH), l'amplada de les estanteries, afecta principalment a les dimensions de l'incendi. Aquest paràmetre és proporcional al nombre d'exutoris a instal·lar. Com s'ha vist al llarg del present informe, com major és el nombre d'exutoris necessaris per tal d'evacuar el fum produït, major importància disposa la implantació de barreres de fum; ja que produeix una major reducció del nombre d'exutoris, produint un estalvi significatiu.

A l'augmentar l'amplada de les estanteries, les dimensions de l'incendi (amplada, perímetre i superfície), com era d'esperar, també augmenten. A l'augmentar les dimensions de l'incendi, és necessari un major nombre d'exutoris per tal de realitzar l'evacuació de fums. Al tractar-se d'un major nombre d'exutoris a instal·lar; la barrera de fums permet realitzar una major reducció d'aquets nombre d'exutoris obtenint un estalvi a la vegada major.

La existència dels dos pendents és deguda a que en el primer tram del gràfic, al tractar-se de valors tant petits, de 0 a 1 metre (valors inexistent per a estanteries industrials), el perímetre d'incendi obtingut (veure apartat 3.1.3), és menor al mínim de 9 metres (es segueixen produint variacions en la superfície de l'incendi). A partir de 1 metre d'amplada d'estanteria, es superà aquest mínim; obtenint un perímetre de l'incendi proporcional a l'amplada del magatzem; variant el pendent de la recta.

Seguidament, es mostra un gràfic mostrant la influència de l'amplada de les estanteries per a valors atípic/irreals d'amplada d'estanteries; per tal d'observar la tendència en l'evolució de l'estalvi produït. Es pretén observar si hi ha algun valor d'amplada d'estanteria, encara que no es tracti de valors comercials de la mateixa, en el que s'obtingui un valor màxim/òptim en l'estalvi obtingut en la implantació de barreres de fum.

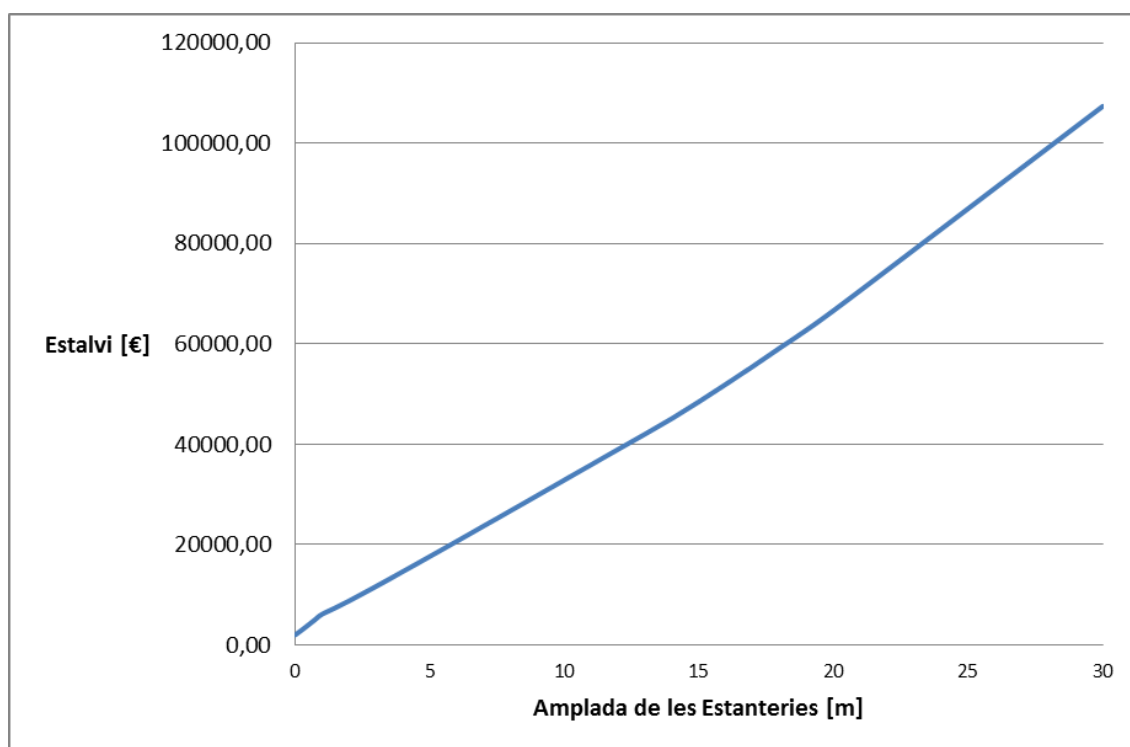


Figura 36. Influència de l'amplada de les estanteries (valors irreals)

Tal i com es pot observar en la figura anterior; la tendència de l'estalvi respecte l'amplada de les estanteries, segueix sent linealment proporcional, conservant el mateix pendent que el vist prèviament. No s'observa cap tendència a establir-se per a cap valor d'amplada; sinó que tendeix a l'infinit.

4.2.4.3 Conclusions extretes

Com a conclusions extretes en el present cas d'estudi, es pot afirmar el següent:

La dependència de l'amplada de les estanteries respecte l'estalvi obtingut a l'hora d'implantar barreres de fum, és linealment proporcional; obtenint-se el valor òptim d'amplada d'estanteria a l'infinit.

La diferència entre els diferents valors obtinguts, es deu a que a mesura que augmenta l'amplada de les estanteries, també ho fan les dimensions del propi incendi. Com major mida tingui aquest, major nombre d'exutoris seran necessaris, donant major importància a la implantació de les barreres de fum.

Finalment, es pot determinar que el valor òptim d'amplada de les estanteries serà el valor d'amplada màxima en els casos típics/comercials, sent aquest valor d'amplada d'estanteries de 4 metres. Es considera inoportú escollir un valor d'amplada d'estanteria major a 4 metres; malgrat que l'estalvi obtingut pot ser major, ja que no són valors gaire comercials, que permetrien obtenir uns resultats en aquets anàlisi tècnic-econòmic que no s'adequarien a la realitat.

4.2.5 Categoria d'emmagatzematge

En el present cas d'estudi, es pretén observar la influència de les diferents possibles categories d'emmagatzematge (SC1, SC2, SC3, SC4) que es poden disposar en un magatzem industrial. Es seguiran les consideracions i distribucions utilitzades en el cas general.

D'aquesta forma, es pretén observar, quin tipus de material a emmagatzemar i quin tipus d'emballatge a utilitzar són els òptims per tal d'obtenir un estalvi màxim a l'hora d'implantar les barreres de fum.

4.2.5.1 Paràmetres estudiats

Durant la realització d'aquest estudi, tal i com s'ha comentat amb anterioritat, s'ha estudiat únicament el següent paràmetre:

- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em})
 - o Material emmagatzemat (Risc d'incendi)
 - o Tipus d'emballatge

Els altres paràmetres s'han considerat constants, i no són objecte d'anàlisi en el present cas d'estudi. Com que la categoria d'emmagatzematge influeix principalment en l'altura crítica d'emmagatzematge (veure apartat 3.1.2); es tractaran dos casos diferents: un cas en emmagatzematge baix, i un cas per a emmagatzematge en altura.

Els valors escollits per als diferents paràmetres, en els dos diferents casos, són els següents:

- **Emmagatzematge en altura:**
 - o Altura de la nau (h_a): 10 m
 - o Llargada de la nau (b): 60 m
 - o Amplada de la nau (a): 30 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 6 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Existència de ruixadors (R): Sostre
 - o Ubicació de la barrera de fum (b'): $b/2$
- **Emmagatzematge baix:**
 - o Altura de la nau (h_a): 4 m
 - o Llargada de la nau (b): 60 m
 - o Amplada de la nau (a): 30 m
 - o Altura de les estanteries (h_e): 2 m
 - o Amplada de les estanteries (w_e): 2 m
 - o Existència de ruixadors (R): Sostre
 - o Ubicació de la barrera de fum (b'): $b/2$

A l'hora d'escollir els paràmetres citats, s'han tingut en compte les restriccions donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe).

Les possibles variacions del paràmetre d'estudi, seran les següents:

- SC1
- SC2
- SC3
- SC4

4.2.5.2 Resultats obtinguts

En aquest punt, es mostraran els diferents resultats obtinguts, per a posteriorment extreure les condicions adients.

Es mostraran els resultats més significatius, per tal d'observar tots els resultats obtinguts, consultar l'apartat d'annexes del present informe.

De les 8 simulacions realitzades en aquest cas d'estudi, les 8 han estat casos viables, amb un percentatge de viabilitat del 100,00 %.

Simulacions Viables	8
Simulacions No Viables	0
Simulacions Realitzades	8
Percentatge	100,00%

Figura 37. Viabilitat de les simulacions realitzades

4.2.5.2.1 Emmagatzematge en altura

Seguidament es mostra un gràfic mostrant la influència de la categoria d'emmagatzematge en el cas d'emmagatzematge en altura.

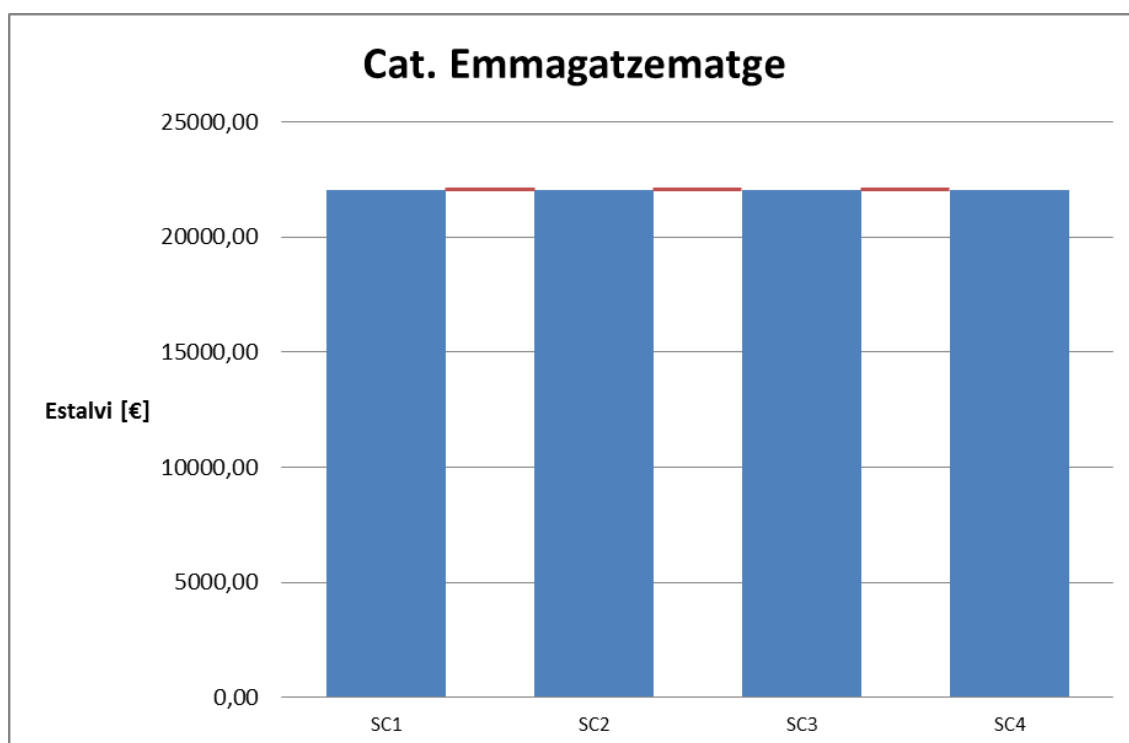


Figura 38. Influència de la categoria d'emmagatzematge en emmagatzematge en altura

Com es pot observar en la figura anterior, la categoria d'emmagatzematge no té cap influència en l'estalvi en el cas d'emmagatzematge en altura.

A l'hora de dimensionar el Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH), la categoria d'emmagatzematge, afecta principalment a la determinació de l'altura crítica d'emmagatzematge; i en el cas d'emmagatzematge baix, també defineix les diferents dimensions de l'incendi. Aquestes, tal i com s'ha vist durant el present informe, són proporcionals al nombre d'exutoris a instal·lar. Com major és el nombre d'exutoris necessaris, major importància disposarà la implantació de barreres de fum; ja que produeix una major reducció del nombre propi d'exutoris, produint un estalvi més significatiu.

D'aquesta forma, al tractar-se d'un emmagatzematge en altura, la categoria d'emmagatzematge només influeix per a determinar l'altura crítica d'emmagatzematge. Un cop aquesta ha estat determinada i superada per l'altura de les estanteries de la nau; la categoria d'emmagatzematge deixa d'intervenir en el disseny dels SCTEH sense influenciar en l'estalvi obtingut.

4.2.5.2.2 Emmagatzematge baix

Seguidament es mostra un gràfic mostrant la influència de la categoria d'emmagatzematge en el cas d'emmagatzematge baix.

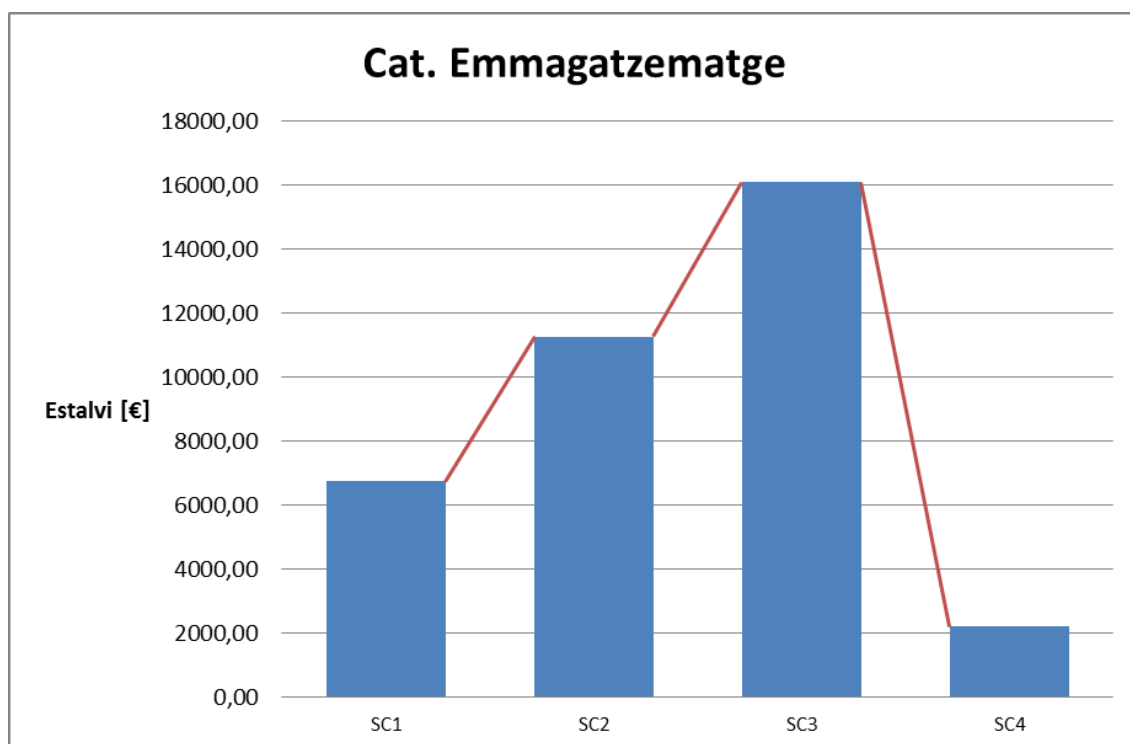


Figura 39. Influència de la categoria d'emmagatzematge en emmagatzematge baix

Com es pot observar en la figura anterior, a mesura que augmenta la categoria d'emmagatzematge, augmenta l'estalvi obtingut. Cal comentar que la reducció de l'estalvi produït en el cas d'una categoria d'emmagatzematge tipus SC4 és deguda a que l'altura crítica d'emmagatzematge s'ha reduït fins als 1,2 metres. D'aquesta forma aquest últim cas s'ha tractat com un emmagatzematge en altura, obtenint un valor totalment diferent als altres.

La variació dels valors obtinguts, a diferència al cas d'emmagatzematge en altura, és deguda a que en el cas d'emmagatzematge baix, a part d'influir en el valor de la pròpia altura crítica d'emmagatzematge, la categoria d'emmagatzematge també influeix en el valor de les dimensions de l'incendi; afectant, tal i com s'ha comentat prèviament, a l'estalvi obtingut.

Com major sigui la categoria d'emmagatzematge, és a dir, com més inflamables siguin els materials i embalatges emmagatzemats, les dimensions de l'incendi seran superior. Com major mida tingui aquest, major nombre d'exutoris seran necessaris per tal d'evacuar el fum produït, donant major importància a la implantació de les barreres de fum per tal de reduir el nombre d'aquests exutoris.

4.2.5.3 Conclusions extretes

Com a conclusions extretes en el present cas d'estudi, es pot afirmar el següent:

La dependència de la categoria d'emmagatzematge a l'hora d'implantar les de fum en un magatzem industrial, dependran del tipus d'emmagatzematge que es disposi, diferenciant entre emmagatzematge en altura i emmagatzematge baix.

En el cas d'emmagatzematge en altura, serà independent el tipus de materials emmagatzemats i l'embalatge utilitzat. Aquest fenomen és degut a que la categoria d'emmagatzematge, en aquest cas, només intervé en la definició de l'altura crítica d'emmagatzematge, sense intervenir en cap paràmetre més.

En canvi, en el cas d'emmagatzematge baix, la viabilitat serà proporcional al nivell de la categoria d'emmagatzematge; però cal prestar molta atenció en no superar l'altura crítica d'emmagatzematge; ja que canviarien les condicions de l'estudi. Això és degut que la categoria d'emmagatzematge, en aquest cas, a part d'intervenir en la definició de l'altura crítica d'emmagatzematge; també intervé en les dimensions de l'incendi (superfície i perímetre del mateix).

D'aquesta forma, en el cas d'emmagatzematge baix, l'ordre de major a menor viabilitat respecte la categoria d'emmagatzematge seria el següent:

- 1- SC1
- 2- SC2
- 3- SC3
- 4- SC4

Els magatzems industrials, com és d'esperar, tendeixen a disposar d'una capacitat d'emmagatzematge el més elevada possible. Com que disposen d'una limitació de superfície, tendeixen a augmentar la seva capacitat d'emmagatzematge augmentant la seva altura (altura de la nau i altura d'estanteries). Normalment aquesta altura màxima construïda (altura de la nau) ve definida pel POUM (Pla d'Ordenances Urbanístiques Municipal) i l'altura màxima construïda en polígons industrials a Tarragona queda definida en 15 metres.

D'aquesta forma, com que en la majoria dels magatzems industrials, es disposa d'una altura, tant de la nau com de les estanteries, força superior als 4 metres (valor màxim d'altura crítica); així que normalment es tractaran de magatzems en altura. Finalment, serà independent la categoria d'emmagatzematge que es disposi a l'hora d'implantar les barreres de fum.

4.3 Estudi del cas òptim

Un cop observades les relacions dels diferents paràmetres respecte l'estalvi obtingut, es realitzarà l'estudi del cas òptim. En el present cas d'estudi, es pretén determinar quin és l'estalvi màxim que es pot obtenir per als valors òptims de les diferents variables analitzades durant el present informe.

De la mateixa forma que en el cas general prèviament estudiat; es disposarà d'una sola barrera de fum situada transversalment al centre de la nau ($b' = b/2$). Els exutoris; tant els d'extracció de fum com els d'admissió d'aire, aniran situats al sostre. Els exutoris situats sobre el dipòsit de fum realitzaran la funció d'extracció de fum; en canvi, els situats a l'altre banda de la barrera de fum (costat oposat al dipòsit de fum) s'encarregaran de l'admissió d'aire. En el cas que l'incendi es produís en el costat oposat de la barrera de fum; com que es tracta del mateix model d'exutoris, senzillament s'intercanviarien les funcions dels mateixos exutoris.

En la figura següent es mostra un esquema en planta de la distribució.

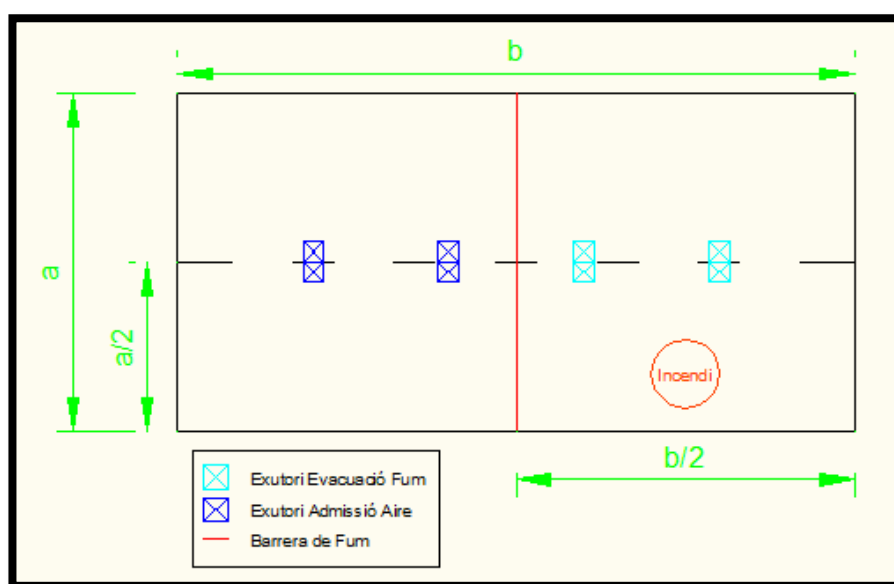


Figura 40. Esquema d'estudi del cas general

4.3.1 Paràmetres considerats

Els paràmetres considerats per a la realització d'aquest cas, tal i com s'han anat justificant al llarg del present informe són els següents:

- Altura de la nau (h_a): 15 m
- Llargada de la nau (b): 60 m
- Amplada de la nau (a): 30 m
- Altura de les estanteries (h_e): 13 m
- Amplada de les estanteries (w_e): 4 m
- Existència de ruixadors (R): Sostre
- Categoria d'emmagatzematge (Cat_{Em}): SC2
 - o Risc d'incendi: S2
 - o Tipus d'embalatge: C1
- Ubicació de la barrera de Fum (b'): 30 m

Cada un dels paràmetres citats, compleix les diferents restriccions donades per la norma UNE-23585 respecte a les dimensions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe).

4.3.2 Resultats obtinguts

En aquest apartat es mostraran tant els resultats obtinguts, com els diferents valors intermedis de càlcul, per tal de dissenyar el Sistema de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH). Posteriorment, mitjançant els resultats presentats, s'extrauran les conclusions adients.

4.3.2.1 Paràmetres introduïts

Seguidament es mostren els paràmetres introduïts al programa de càlcul realitzat de "Microsoft Excel".

Dades	Unitats	Valor	Símbol
Altura de la nau	m	15	h_a
Llargada de la nau	m	60	b
Amplada de la nau	m	30	a
Amplada dels passadissos	m	***	w_p
Amplada de les estanteries	m	4	w_e
Altura de les estanteries	m	13	h_e
Ruixadors	No, Sostre, Sostre i Intermitjos	Sostre	R
Risc d'incendi	S1, S2, S3, S4	S2	***
Tipus embalatge	C1, C2, C3	C1	***

Figura 41. Paràmetres introduïts

4.3.2.2 Resultats principals

Seguidament es mostren els resultats principals obtinguts amb el programa de càlcul realitzat de "Microsoft Excel".

Resultats	Unitats	Valor	Símbol
Superfície de la nau	m^2	1.800,00	Sup
Categoria emmagatzematge	SC1, SC2, SC3, SC4	SC2	Cat_{Em}
Sup. Aer. Exutoris amb BF	m^2	101,71	$Av \cdot Cv_{BF}$
Cost Exutoris amb BF	€	142.397,35	$C_{Ex} BF$
Cost Reemplaçament Aire amb BF	€	142.397,35	$C_{Reemp} BF$
Situació BF (respecte paret)	m	30,00	b'
Longitud BF	m	1,60	L_{BF}
Superfície BF	m^2	48,00	Sup_{BF}
Cost Barreres de Fum	€	3.360,00	C_{BF}
Cost Total amb BF	€	288.154,71	$C_{Total} BF$
Sup. Aer. Exutoris sense BF	m^2	158,85	$Av \cdot Cv_{SBF}$
Cost Exutoris sense BF	€	222.394,63	$C_{Ex} SBF$
Cost Reemplaçament Aire sense BF	€	222.394,63	$C_{Reemp} SBF$
Cost Total sense BF	€	444.789,26	$C_{Total} SBF$
Estalvi	€	156.634,55	E

Figura 42. Resultats principals

4.3.2.3 Característiques de l'incendi

Seguidament es mostren les característiques principals de l'incendi.

Resultats	Unitats	Valor	Símbol
Categoria d'emmagatzematge	SC1, SC2, SC3, SC4	SC2	Cat _{Em}
Altura crítica	m	3	h _c
Tipo emmagatzematge	Em. Altura, Em. Baix	Em. Altura	***
Ample d'incendi a la base	m	4	w _e
Ample d'incendi en altura	m	2,34	x
Superfície d'incendi	m ²	81	A _f
Perímetre de l'incendi	m	26,72	P
Potència calorífica de l'incendi	kW/m ²	625	q _f

Figura 43. Característiques de l'incendi

4.3.2.4 Característiques dels exutoris

Seguidament es mostren els diferents paràmetres obtinguts a l'hora de realitzar el càlcul dels exutoris.

Resultats	Unitats	Valor Amb BF	Valor Sense BF	Símbol
Situació BF (respecte paret)	m	30,00	30,00	b'
Dif. altura BF i sense BF	m	0,75	0,75	Δh
Altura neta de fums	m	13,50	14,25	Y
Espessor de la capa de fums	m	1,50	0,75	d ₁
Cabal màssic dels fums	kg/s	251,82	273,09	M _f
Flux de calor per convecció	kW	40.500,00	40.500,00	Q _f
Temperatura mitja dels gasos	K	160,19	147,71	θ ₁
Temperatura absoluta dels gasos	K	453,19	440,71	T ₁
Sup. aerodinàmica exutoris	m ²	101,71	158,85	Av·Cv
Preu Exutoris	€/m ²	1.400,00	1.400,00	C _{Exutori}
Cost Exutoris	€	142.397,35	222.394,63	C _{EX}

Figura 44. Paràmetres dels exutoris

4.3.2.5 Característiques dels exutoris

Seguidament es mostren els diferents paràmetres obtinguts a l'hora de realitzar el càlcul de la longitud de la barrera de fum.

Resultats	Unitats	Valor	Símbol
Massa de la barra inferior BF	kg/m	19	M _b
Massa del teixit BF	kg/m ²	0,45	Mc
Cost BF	€/m ²	70,00	C _{BF}
Longitud total Final	m	1,60	Lc Final
Cost Barreres de Fum	€	3360,00	C _{BF}

Figura 45. Paràmetres de la barrera de fum

4.3.3 Conclusions extretes

Un cop determinats i introduïts els paràmetres òptims per tal d'obtenir l'estalvi màxim; és a dir, un cop determinades les condicions per que la implantació de barreres de fum sigui el més viable possible; s'ha obtingut un estalvi òptim de 156.634,55 €.

Aquest estalvi obtingut, significa que per tal d'evacuar la mateixa quantitat de fums, el cost de només la instal·lació d'exutoris és 156.634,55 € superior a la instal·lació de barreres de fum i un nombre més reduït d'exutoris. Concretament, es tracta d'una reducció del cost de 444.789,26 € (cost sense BF) respecte 288.154,71 € (cost amb BF). El que significa un estalvi del 64,78 %.

Aquestes condicions òptimes, s'han donat per a un magatzem industrial que disposa d'una màxima capacitat d'emmagatzematge; ja que disposa d'una superfície construïda de 1.800 m² (sent 2.000 m² el màxim permès per a un sector d'incendi). En referència a les dimensions verticals, disposa de la màxima altura que permet construir el POUM de Tarragona (15 metres) i d'una altura d'estanteries, el més elevada possible, de 13 metres (una altura superior no compliria amb les especificacions dels dipòsits de fum (veure apartat 2.2.4 del present informe)). En referència a les amplades de les estanteries, es tracten del major valor d'amplada comercial d'estanteries.

Com es pot observar, tal i com s'ha comentat al llarg del present informe, la viabilitat de la implantació de barreres de fum, és proporcional al nombre d'exutoris a instal·lar. D'aquesta forma, la barrera de fum provoca una reducció del nombre d'exutoris (fins a un 64.03 %). Conseqüentment, com major nombre d'exutoris siguin necessaris en el SCTEH, major serà la importància de la barrera de fum, obtenint un estalvi major.

Finalment, es pot concloure amb que en el cas més favorable, s'ha pogut obtenir un estalvi molt significatiu (156.634,55 €) a l'hora d'implantar les barreres de fum. Així mateix, aquestes condicions òptimes s'han donat per a un magatzem industrial d'una gran capacitat d'emmagatzematge.

5 Conclusions

Les instal·lacions de control de temperatura i evacuació de fums i gasos de la combustió en un incendi adquireixen gran importància, tenint en compte que una gran part de les morts en aquests accidents es produeixen per la inhalació d'aquests fums fruit de la combustió dels materials.

El fum és la causa principal de les morts relacionades amb els incendis. El 75% de les morts per incendis es produeixen per la inhalació del fum, i no pel foc ni les cremades. Així doncs, és de gran importància realitzar un control d'aquests fums i gasos de la combustió mitjançant els diferents Sistemes de Control de Temperatura i Evacuació de Fums (SCTEH).

Generalment aquesta problemàtica es més important en els magatzems industrials, degut a que la càrrega de foc acostuma a ser més elevada.

La viabilitat de la implantació de les barreres de fum en un magatzem industrial, recau principalment en el nombre d'exutoris necessaris per tal de realitzar l'evacuació de fum. Com major nombre d'exutoris siguin necessaris, major viabilitat econòmica disposarà la implantació de les barreres de fum. La col·locació d'aquests sistemes, permet afavorir el control dels mateixos fums, reduint el nombre d'exutoris a instal·lar (fins a un 64 %).

El nombre d'exutoris necessaris, vindrà donat principalment per les dimensions del dipòsit de fum; és a dir, per l'espessor de la capa de fums (d). Com més petit sigui aquest espessor de la capa de fums, major nombre d'exutoris seran necessaris; augmentant la viabilitat de les barreres de fum.

La implantació de barreres de fum, produeix un augment d'aquest espessor de la capa de fums, permetent que es puguin encabir més fums. Aquest fet, provoca una disminució del nombre d'exutoris necessaris. A més a més, la seva implantació permet que l'admissió d'aire es pugui realitzar per la part superior de la coberta i no per la inferior de la nau.

Així doncs, en el cas que el magatzem disposi de les característiques constructives, d'estanteries i d'instal·lacions adients, es podria arribar obtenir un estalvi superior als 150.000 €. Els majors estalvis es duen a terme quan la càrrega de foc és la més elevada possible i el dipòsit de fums, disposa d'unes dimensions reduïdes. Aquests fets es duen a terme quan l'altura de la nau i l'altura de les estanteries són les màximes possibles. D'aquesta forma es disposa d'un espessor de la capa de fums (d) molt reduït i els fums generats són elevats.

Els magatzems industrials, com és d'esperar, pretenen esgotar la seva capacitat d'emmagatzematge; el que significa que pretenen disposar d'una altura de l'edifici i de les estanteries màxima. Aquest fet, provoca que en la majoria dels magatzems industrials, disposin d'una diferència d'altura entre la nau i la part alta de les estanteries molt reduïda. Sent això, el fet principal de la viabilitat de la implantació de barreres de fum.

La no viabilitat de la implantació de barreres de fum (19 % dels casos), es dur a terme principalment en els casos que es disposa d'una altura de la nau màxima i una altura de les estanteries mínimes, amb una càrrega de foc reduïda. Com s'ha acaba de comentar, aquest fet no és gaire usual en els magatzems industrials.

Així doncs, es conclou en aquest anàlisi-tècnic econòmic de la implantació de les barreres de fum, que la instal·lació de barreres de fum és viable en els magatzems industrials; sobretot en els d'elevada capacitat d'emmagatzematge i amb una elevada càrrega de foc; com poden ser els casos de magatzems logístics, magatzems de la construcció i magatzems de distribució en general.

6 Referències

6.1 Bibliografia

UNE-EN-23585-2004 Sistemas de temperatura y evacuación de humos

UNE-EN 12101-1-2007 Sistemas para el control de humo y de calor. Especificaciones para barreras para control de humo

Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales. Real Decreto 2267/2004, 3 de diciembre

Análisis y diseño de una aplicación informática de la norma UNE23585:2004 de Sistemas de Control de Temperatura y Evacuación de Humos para naves de una sola planta con actividad industrial, incluida la de almacenamiento – Treball Fi de Màster – Raquel Carrasco Noguera

Notas tècniques de Prevenció - Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos de incendio. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

6.2 Webgrafia

<https://es.wikipedia.org/wiki/Humo>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Exutorio>

<https://es.slideshare.net/josegpradar1/componentes-basicos-de-sistemas-contra-incendios>

<http://www.prefire.es/exutorios.php>

<http://www.colt.es/compartimentacion-del-humo.html>

<http://www.prefire.es/proteccion-contra-incendios/rociadores-1.php>

<https://blog.prefire.es/2013/09/que-es-una-barrera-o-cortina-de-humo/>

<http://www.mercortecresa.com/sistemas-evacuacion-de-humos/nacional/barreras-sectorizadoras-humos-automaticas-SC>

7 Annexes: Resultats Obtinguts

7.1 Cas general: Una barrera de fum col·locada transversalment

Seguidament es mostraran totes les taules de resultats obtingudes en el present cas d'estudi. De la mateixa forma, es representaran tots els gràfics realitzats en el mateix cas estudiat.

Simulacions Viables	170
Simulacions No Viables	40
Simulacions Realitzades	210
Percentatge	80,95%

Taula 15. Viabilitat de les simulacions

Estalvi Màxim	97.744,19
Estalvi Mínim	-80.713,78

Taula 16. Estalvis màxims i mínims obtinguts

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 1	Simulació 2	Simulació 3	Simulació 4	Simulació 5	Simulació 6
Altura de la Nau	h_a	m	4	4	4	4	4	4
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	64,00	64,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	4480,00	4480,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	17667,88	17667,88	17667,88	17667,88	18787,88	18787,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85
Estalvi	E	€	11272,98	11272,98	11272,98	11272,98	10152,98	10152,98

Taula 17. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 7	Simulació 8	Simulació 9	Simulació 10	Simulació 11	Simulació 12
Altura de la Nau	h_a	m	4	4	4	4	6	6
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	5,11	5,11	5,11	5,11	3,35	3,35
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	4683,35	4683,35
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	4683,35	4683,35
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	64,00	80,00	80,00	96,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	4480,00	5600,00	5600,00	6720,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	18787,88	19907,88	19907,88	21027,88	16926,70	16926,70
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,34	10,34	10,34	10,34	10,14	10,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14192,66	14192,66
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14192,66	14192,66
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85	28385,31	28385,31
Estalvi	E	€	10152,98	9032,98	9032,98	7912,98	11458,61	11458,61

Taula 18. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 13	Simulació 14	Simulació 15	Simulació 16	Simulació 17	Simulació 18
Altura de la Nau	h_a	m	6	6	6	6	6	6
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	144,00	144,00	144,00	180,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	10080,00	10080,00	10080,00	12600,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	16926,70	16926,70	19446,70	19446,70	19446,70	21966,70
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28385,31	28385,31	28385,31	28385,31	28385,31	28385,31
Estalvi	E	€	11458,61	11458,61	8938,61	8938,61	8938,61	6418,61

Taula 19. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 19	Simulació 20	Simulació 21	Simulació 22	Simulació 23	Simulació 24
Altura de la Nau	h_a	m	6	6	6	6	6	6
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,35	3,35	6,43	6,43	6,43	6,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4683,35	4683,35	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4683,35	4683,35	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	180,00	216,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	12600,00	15120,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	21966,70	24486,70	21366,81	21366,81	21366,81	21366,81
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,14	10,14	11,55	11,55	11,55	11,55
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14192,66	14192,66	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14192,66	14192,66	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28385,31	28385,31	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01
Estalvi	E	€	6418,61	3898,61	10959,19	10959,19	10959,19	10959,19

Taula 20. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 25	Simulació 26	Simulació 27	Simulació 28	Simulació 29	Simulació 30
Altura de la Nau	h_a	m	6	6	6	6	6	6
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	64,00	64,00	64,00	80,00	80,00	96,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	4480,00	4480,00	4480,00	5600,00	5600,00	6720,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	22486,81	22486,81	22486,81	23606,81	23606,81	24726,81
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01
Estalvi	E	€	9839,19	9839,19	9839,19	8719,19	8719,19	7599,19

Taula 21. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 31	Simulació 32	Simulació 33	Simulació 34	Simulació 35	Simulació 36
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	179,98	179,98	179,98	179,98	239,97	239,97
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	12598,44	12598,44	12598,44	12598,44	16797,92	16797,92
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	20070,49	20070,49	20070,49	20070,49	24269,97	24269,97
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17
Estalvi	E	€	11925,68	11925,68	11925,68	11925,68	7726,20	7726,20

Taula 22. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 37	Simulació 38	Simulació 39	Simulació 40	Simulació 41	Simulació 42
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,67	2,67	2,67	2,67	4,21	4,21
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	5894,11	5894,11
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	5894,11	5894,11
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	6,00	6,00	6,00	6,00	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	239,97	299,96	299,96	359,96	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	16797,92	20997,40	20997,40	25196,88	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	24269,97	28469,45	28469,45	32668,93	19348,23	19348,23
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,43	11,43	11,43	11,43	10,05	10,05
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	14072,98	14072,98
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	14072,98	14072,98
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17	28145,95	28145,95
Estalvi	E	€	7726,20	3526,72	3526,72	-672,76	8797,72	8797,72

Taula 23. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 43	Simulació 44	Simulació 45	Simulació 46	Simulació 47	Simulació 48
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	144,00	144,00	144,00	180,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	10080,00	10080,00	10080,00	12600,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	19348,23	19348,23	21868,23	21868,23	21868,23	24388,23
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,05	10,05	10,05	10,05	10,05	10,05
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28145,95	28145,95	28145,95	28145,95	28145,95	28145,95
Estalvi	E	€	8797,72	8797,72	6277,72	6277,72	6277,72	3757,72

Taula 24. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 49	Simulació 50	Simulació 51	Simulació 52	Simulació 53	Simulació 54
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	4,21	4,21	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	5894,11	5894,11	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	5894,11	5894,11	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	180,00	216,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	12600,00	15120,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	24388,23	26908,23	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,05	10,05	24,71	24,71	24,71	24,71
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14072,98	14072,98	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14072,98	14072,98	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28145,95	28145,95	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22
Estalvi	E	€	3757,72	1237,72	24903,17	24903,17	24903,17	24903,17

Taula 25. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 55	Simulació 56	Simulació 57	Simulació 58	Simulació 59	Simulació 60
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	64,00	64,00	64,00	80,00	80,00	96,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	4480,00	4480,00	4480,00	5600,00	5600,00	6720,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	45393,05	45393,05	45393,05	46513,05	46513,05	47633,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	24,71	24,71	24,71	24,71	24,71	24,71
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22
Estalvi	E	€	23783,17	23783,17	23783,17	22663,17	22663,17	21543,17

Taula 26. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 61	Simulació 62	Simulació 63	Simulació 64	Simulació 65	Simulació 66
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	9,65	9,65	9,65	9,65	9,65	9,65
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	289,41	289,41	289,41	289,41	385,88	385,88
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	20258,64	20258,64	20258,64	20258,64	27011,51	27011,51
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	26657,31	26657,31	26657,31	26657,31	33410,19	33410,19
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	13,24	13,24	13,24	13,24	13,24	13,24
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41
Estalvi	E	€	10421,10	10421,10	10421,10	10421,10	3668,22	3668,22

Taula 27. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 67	Simulació 68	Simulació 69	Simulació 70	Simulació 71	Simulació 72
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,29	2,29	2,29	2,29	3,36	3,36
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	4701,88	4701,88
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	4701,88	4701,88
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	9,65	9,65	9,65	9,65	5,83	5,83
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	385,88	482,35	482,35	578,82	174,98	174,98
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	27011,51	33764,39	33764,39	40517,27	12248,78	12248,78
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	33410,19	40163,07	40163,07	46915,95	21652,54	21652,54
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	13,24	13,24	13,24	13,24	10,35	10,35
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	14488,78	14488,78
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	14488,78	14488,78
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41	28977,56	28977,56
Estalvi	E	€	3668,22	-3084,66	-3084,66	-9837,54	7325,02	7325,02

Taula 28. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 73	Simulació 74	Simulació 75	Simulació 76	Simulació 77	Simulació 78
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	174,98	174,98	233,31	233,31	233,31	291,64
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	12248,78	12248,78	16331,71	16331,71	16331,71	20414,64
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	21652,54	21652,54	25735,46	25735,46	25735,46	29818,39
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28977,56	28977,56	28977,56	28977,56	28977,56	28977,56
Estalvi	E	€	7325,02	7325,02	3242,10	3242,10	3242,10	-840,83

Taula 29. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 79	Simulació 80	Simulació 81	Simulació 82	Simulació 83	Simulació 84
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,36	3,36	9,57	9,57	9,57	9,57
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4701,88	4701,88	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4701,88	4701,88	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	5,83	5,83	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	291,64	349,97	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	20414,64	24497,57	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	29818,39	33901,32	34343,88	34343,88	34343,88	34343,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,35	10,35	20,14	20,14	20,14	20,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14488,78	14488,78	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14488,78	14488,78	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28977,56	28977,56	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49
Estalvi	E	€	-840,83	-4923,76	22050,62	22050,62	22050,62	22050,62

Taula 30. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 85	Simulació 86	Simulació 87	Simulació 88	Simulació 89	Simulació 90
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	9,57	9,57	9,57	9,57	9,57	9,57
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	144,00	144,00	144,00	180,00	180,00	216,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	10080,00	10080,00	10080,00	12600,00	12600,00	15120,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	36863,88	36863,88	36863,88	39383,88	39383,88	41903,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49
Estalvi	E	€	19530,62	19530,62	19530,62	17010,62	17010,62	14490,62

Taula 31. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 91	Simulació 92	Simulació 93	Simulació 94	Simulació 95	Simulació 96
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	27,37	27,37	27,37	27,37	27,37	27,37
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	64,00	64,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	4480,00	4480,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	80005,48	80005,48	80005,48	80005,48	81125,48	81125,48
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	44,70	44,70	44,70	44,70	44,70	44,70
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90
Estalvi	E	€	45164,42	45164,42	45164,42	45164,42	44044,42	44044,42

Taula 32. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 97	Simulació 98	Simulació 99	Simulació 100	Simulació 101	Simulació 102
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	27,37	27,37	27,37	27,37	2,03	2,03
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	2842,69	2842,69
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	2842,69	2842,69
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	15,62	15,62
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	64,00	80,00	80,00	96,00	468,58	468,58
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	4480,00	5600,00	5600,00	6720,00	32800,81	32800,81
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	81125,48	82245,48	82245,48	83365,48	38486,18	38486,18
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	44,70	44,70	44,70	44,70	15,40	15,40
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	21554,15	21554,15
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	21554,15	21554,15
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90	43108,29	43108,29
Estalvi	E	€	44044,42	42924,42	42924,42	41804,42	4622,11	4622,11

Taula 33. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 103	Simulació 104	Simulació 105	Simulació 106	Simulació 107	Simulació 108
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	15,62	15,62	15,62	15,62	15,62	15,62
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	468,58	468,58	624,78	624,78	624,78	780,97
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	32800,81	32800,81	43734,41	43734,41	43734,41	54668,02
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	38486,18	38486,18	49419,79	49419,79	49419,79	60353,39
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	15,40	15,40	15,40	15,40	15,40	15,40
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	43108,29	43108,29	43108,29	43108,29	43108,29	43108,29
Estalvi	E	€	4622,11	4622,11	-6311,49	-6311,49	-6311,49	-17245,10

Taula 34. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 109	Simulació 110	Simulació 111	Simulació 112	Simulació 113	Simulació 114
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,03	2,03	2,88	2,88	2,88	2,88
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2842,69	2842,69	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2842,69	2842,69	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	15,62	15,62	8,95	8,95	8,95	8,95
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	780,97	937,17	268,58	268,58	268,58	268,58
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	54668,02	65601,62	18800,63	18800,63	18800,63	18800,63
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	60353,39	71286,99	26853,52	26853,52	26853,52	26853,52
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	15,40	15,40	11,16	11,16	11,16	11,16
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	21554,15	21554,15	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	21554,15	21554,15	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	43108,29	43108,29	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99
Estalvi	E	€	-17245,10	-28178,70	4403,47	4403,47	4403,47	4403,47

Taula 35. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 115	Simulació 116	Simulació 117	Simulació 118	Simulació 119	Simulació 120
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	8,95	8,95	8,95	8,95	8,95	8,95
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	358,11	358,11	358,11	447,63	447,63	537,16
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	25067,50	25067,50	25067,50	31334,38	31334,38	37601,25
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	33120,39	33120,39	33120,39	39387,27	39387,27	45654,14
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99
Estalvi	E	€	-1863,40	-1863,40	-1863,40	-8130,28	-8130,28	-14397,15

Taula 36. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 121	Simulació 122	Simulació 123	Simulació 124	Simulació 125	Simulació 126
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	172,77	172,77	172,77	172,77	230,36	230,36
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	12093,86	12093,86	12093,86	12093,86	16125,14	16125,14
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	33460,00	33460,00	33460,00	33460,00	37491,29	37491,29
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04
Estalvi	E	€	21551,04	21551,04	21551,04	21551,04	17519,76	17519,76

Taula 37. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 127	Simulació 128	Simulació 129	Simulació 130	Simulació 131	Simulació 132
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	7,63	7,63	7,63	7,63	17,92	17,92
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	25088,12	25088,12
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	25088,12	25088,12
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	5,76	5,76	5,76	5,76	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	230,36	287,95	287,95	345,54	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	16125,14	20156,43	20156,43	24187,72	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	37491,29	41522,57	41522,57	45553,86	57736,25	57736,25
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,65	19,65	19,65	19,65	35,02	35,02
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	49026,57	49026,57
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	49026,57	49026,57
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04	98053,13	98053,13
Estalvi	E	€	17519,76	13488,47	13488,47	9457,18	40316,89	40316,89

Taula 38. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 133	Simulació 134	Simulació 135	Simulació 136	Simulació 137	Simulació 138
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	144,00	144,00	144,00	180,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	10080,00	10080,00	10080,00	12600,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	57736,25	57736,25	60256,25	60256,25	60256,25	62776,25
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	35,02	35,02	35,02	35,02	35,02	35,02
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	98053,13	98053,13	98053,13	98053,13	98053,13	98053,13
Estalvi	E	€	40316,89	40316,89	37796,89	37796,89	37796,89	35276,89

Taula 39. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 139	Simulació 140	Simulació 141	Simulació 142	Simulació 143	Simulació 144
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	10	10	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	17,92	17,92	45,59	45,59	45,59	45,59
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	25088,12	25088,12	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	25088,12	25088,12	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	180,00	216,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	12600,00	15120,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	62776,25	65296,25	130999,63	130999,63	130999,63	130999,63
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	35,02	35,02	72,75	72,75	72,75	72,75
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	49026,57	49026,57	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	49026,57	49026,57	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	98053,13	98053,13	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04
Estalvi	E	€	35276,89	32756,89	72710,41	72710,41	72710,41	72710,41

Taula 40. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 145	Simulació 146	Simulació 147	Simulació 148	Simulació 149	Simulació 150
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	10	10	10	10	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	45,59	45,59	45,59	45,59	45,59	45,59
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	64,00	64,00	64,00	80,00	80,00	96,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	4480,00	4480,00	4480,00	5600,00	5600,00	6720,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	132119,63	132119,63	132119,63	133239,63	133239,63	134359,63
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	72,75	72,75	72,75	72,75	72,75	72,75
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04
Estalvi	E	€	71590,41	71590,41	71590,41	70470,41	70470,41	69350,41

Taula 41. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 151	Simulació 152	Simulació 153	Simulació 154	Simulació 155	Simulació 156
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	30,79	30,79	30,79	30,79	30,79	30,79
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	923,68	923,68	923,68	923,68	1231,57	1231,57
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	64657,30	64657,30	64657,30	64657,30	86209,73	86209,73
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	69613,69	69613,69	69613,69	69613,69	91166,13	91166,13
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,13	19,13	19,13	19,13	19,13	19,13
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21
Estalvi	E	€	-16056,48	-16056,48	-16056,48	-16056,48	-37608,91	-37608,91

Taula 42. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 157	Simulació 158	Simulació 159	Simulació 160	Simulació 161	Simulació 162
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	1,77	1,77	1,77	1,77	2,43	2,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	3402,97	3402,97
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	3402,97	3402,97
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	30,79	30,79	30,79	30,79	17,05	17,05
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	1231,57	1539,46	1539,46	1847,35	511,37	511,37
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	86209,73	107762,16	107762,16	129314,60	35795,69	35795,69
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	91166,13	112718,56	112718,56	134270,99	42601,63	42601,63
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,13	19,13	19,13	19,13	12,86	12,86
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	17999,26	17999,26
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	17999,26	17999,26
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21	35998,51	35998,51
Estalvi	E	€	-37608,91	-59161,35	-59161,35	-80713,78	-6603,11	-6603,11

Taula 43. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 163	Simulació 164	Simulació 165	Simulació 166	Simulació 167	Simulació 168
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	511,37	511,37	681,82	681,82	681,82	852,28
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	35795,69	35795,69	47727,59	47727,59	47727,59	59659,48
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	42601,63	42601,63	54533,52	54533,52	54533,52	66465,42
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	35998,51	35998,51	35998,51	35998,51	35998,51	35998,51
Estalvi	E	€	-6603,11	-6603,11	-18535,01	-18535,01	-18535,01	-30466,91

Taula 44. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 169	Simulació 170	Simulació 171	Simulació 172	Simulació 173	Simulació 174
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,43	2,43	6,14	6,14	6,14	6,14
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3402,97	3402,97	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3402,97	3402,97	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	17,05	17,05	10,54	10,54	10,54	10,54
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	852,28	1022,73	316,09	316,09	316,09	316,09
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	59659,48	71591,38	22126,53	22126,53	22126,53	22126,53
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	66465,42	78397,32	39313,45	39313,45	39313,45	39313,45
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	12,86	12,86	20,77	20,77	20,77	20,77
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	17999,26	17999,26	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	17999,26	17999,26	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	35998,51	35998,51	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30
Estalvi	E	€	-30466,91	-42398,80	18855,85	18855,85	18855,85	18855,85

Taula 45. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 175	Simulació 176	Simulació 177	Simulació 178	Simulació 179	Simulació 180
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	10,54	10,54	10,54	10,54	10,54	10,54
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	421,46	421,46	421,46	526,82	526,82	632,19
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	29502,04	29502,04	29502,04	36877,55	36877,55	44253,06
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	46688,96	46688,96	46688,96	54064,46	54064,46	61439,97
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	20,77	20,77	20,77	20,77	20,77	20,77
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30
Estalvi	E	€	11480,35	11480,35	11480,35	4104,84	4104,84	-3270,67

Taula 46. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 181	Simulació 182	Simulació 183	Simulació 184	Simulació 185	Simulació 186
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	30	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	209,04	209,04	209,04	209,04	278,72	278,72
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	14632,94	14632,94	14632,94	14632,94	19510,58	19510,58
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	51452,24	51452,24	51452,24	51452,24	56329,88	56329,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67
Estalvi	E	€	40613,43	40613,43	40613,43	40613,43	35735,78	35735,78

Taula 47. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 187	Simulació 188	Simulació 189	Simulació 190	Simulació 191	Simulació 192
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	13,15	13,15	13,15	13,15	26,32	26,32
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	36846,39	36846,39
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	36846,39	36846,39
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	15	20	15	15	20
Longitud BF	L _{BF}	m	6,97	6,97	6,97	6,97	4,60	4,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	278,72	348,40	348,40	418,08	138,00	138,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	19510,58	24388,23	24388,23	29265,88	9660,00	9660,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	56329,88	61207,53	61207,53	66085,17	83352,78	83352,78
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	32,88	32,88	32,88	32,88	52,61	52,61
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	73651,31	73651,31
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	73651,31	73651,31
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67	147302,62	147302,62
Estalvi	E	€	35735,78	30858,14	30858,14	25980,49	63949,84	63949,84

Taula 48. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 193	Simulació 194	Simulació 195	Simulació 196	Simulació 197	Simulació 198
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	10	10	10	10	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	26,32	26,32	26,32	26,32	26,32	26,32
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39
Situació BF (respecte paret)	b'	m	25	30	15	20	25	15
Longitud BF	L _{BF}	m	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	138,00	138,00	184,00	184,00	184,00	230,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	9660,00	9660,00	12880,00	12880,00	12880,00	16100,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	83352,78	83352,78	86572,78	86572,78	86572,78	89792,78
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	52,61	52,61	52,61	52,61	52,61	52,61
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	147302,62	147302,62	147302,62	147302,62	147302,62	147302,62
Estalvi	E	€	63949,84	63949,84	60729,84	60729,84	60729,84	57509,84

Taula 49. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 199	Simulació 200	Simulació 201	Simulació 202	Simulació 203	Simulació 204
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	10	10	12	12	12	12
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	26,32	26,32	54,28	54,28	54,28	54,28
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	36846,39	36846,39	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	36846,39	36846,39	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Situació BF (respecte paret)	b'	m	20	15	15	20	25	30
Longitud BF	L _{BF}	m	4,60	4,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	230,00	276,00	78,00	78,00	78,00	78,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	16100,00	19320,00	5460,00	5460,00	5460,00	5460,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	89792,78	93012,78	157442,29	157442,29	157442,29	157442,29
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	52,61	52,61	91,14	91,14	91,14	91,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	73651,31	73651,31	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	73651,31	73651,31	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	147302,62	147302,62	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48
Estalvi	E	€	57509,84	54289,84	97744,19	97744,19	97744,19	97744,19

Taula 50. Resultats obtinguts en el cas general

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 205	Simulació 206	Simulació 207	Simulació 208	Simulació 209	Simulació 210
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	12	12	12	12	12	12
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	54,28	54,28	54,28	54,28	54,28	54,28
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Situació BF (respecte paret)	b'	m	15	20	25	15	20	15
Longitud BF	L _{BF}	m	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	104,00	104,00	104,00	130,00	130,00	156,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7280,00	7280,00	7280,00	9100,00	9100,00	10920,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	159262,29	159262,29	159262,29	161082,29	161082,29	162902,29
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	91,14	91,14	91,14	91,14	91,14	91,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48
Estalvi	E	€	95924,19	95924,19	95924,19	94104,19	94104,19	92284,19

Taula 51. Resultats obtinguts en el cas general

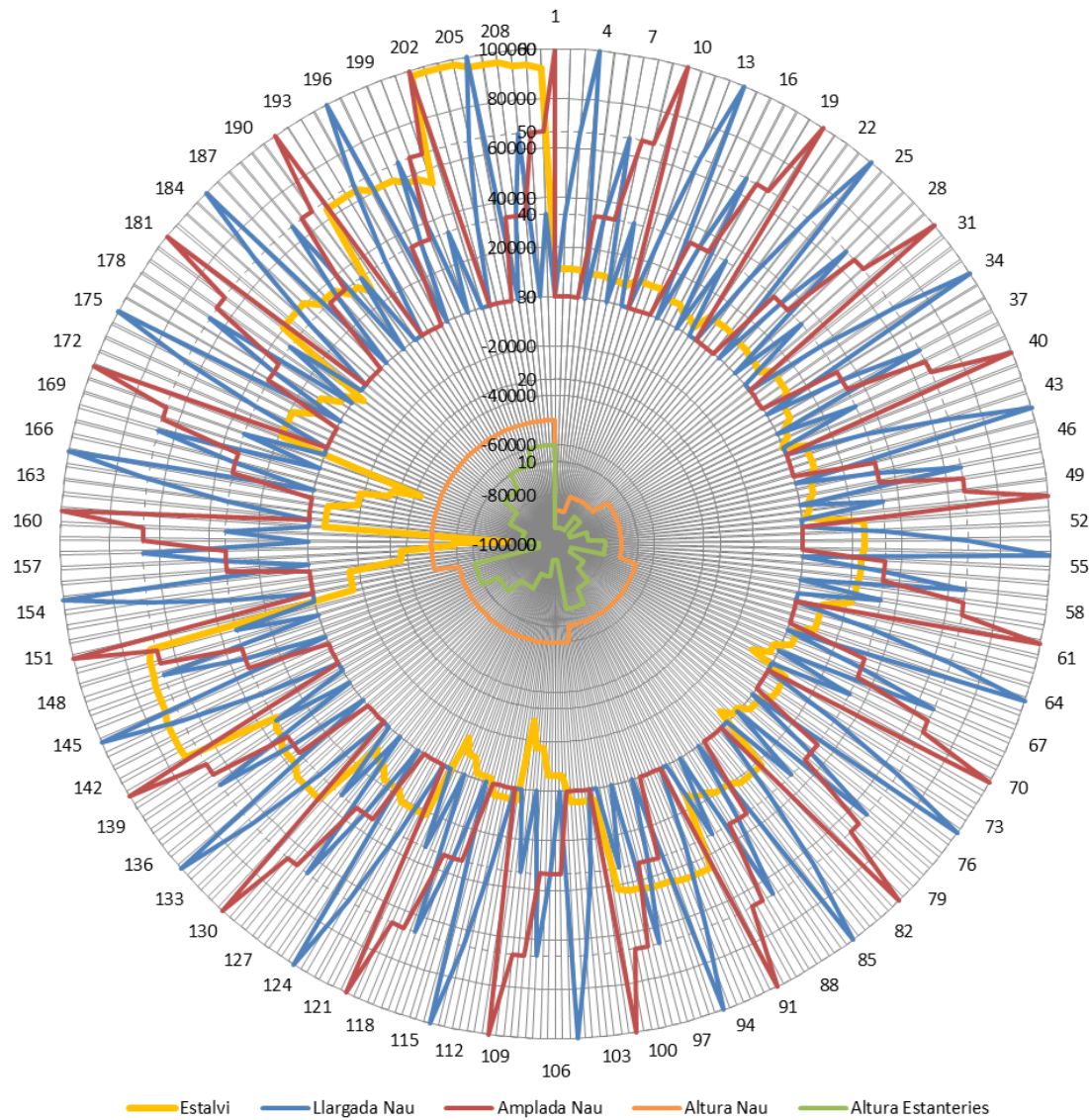


Figura 46. Gràfic radial amb tots els paràmetres estudiats en el cas general

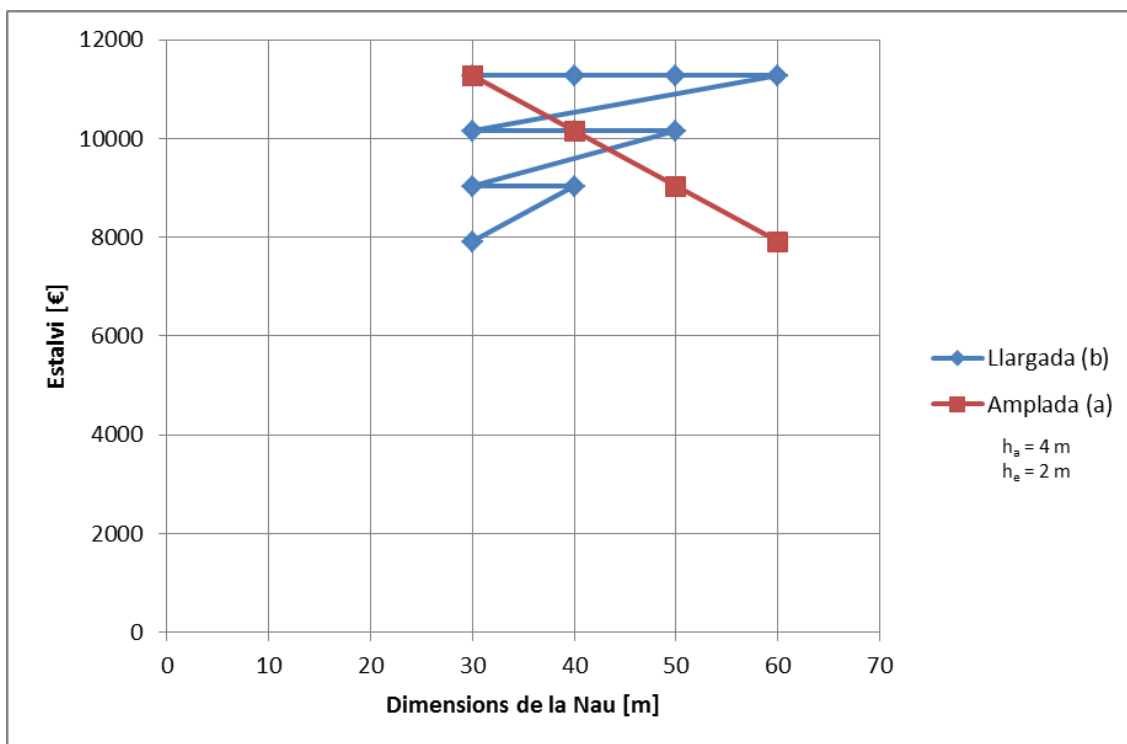


Figura 47. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

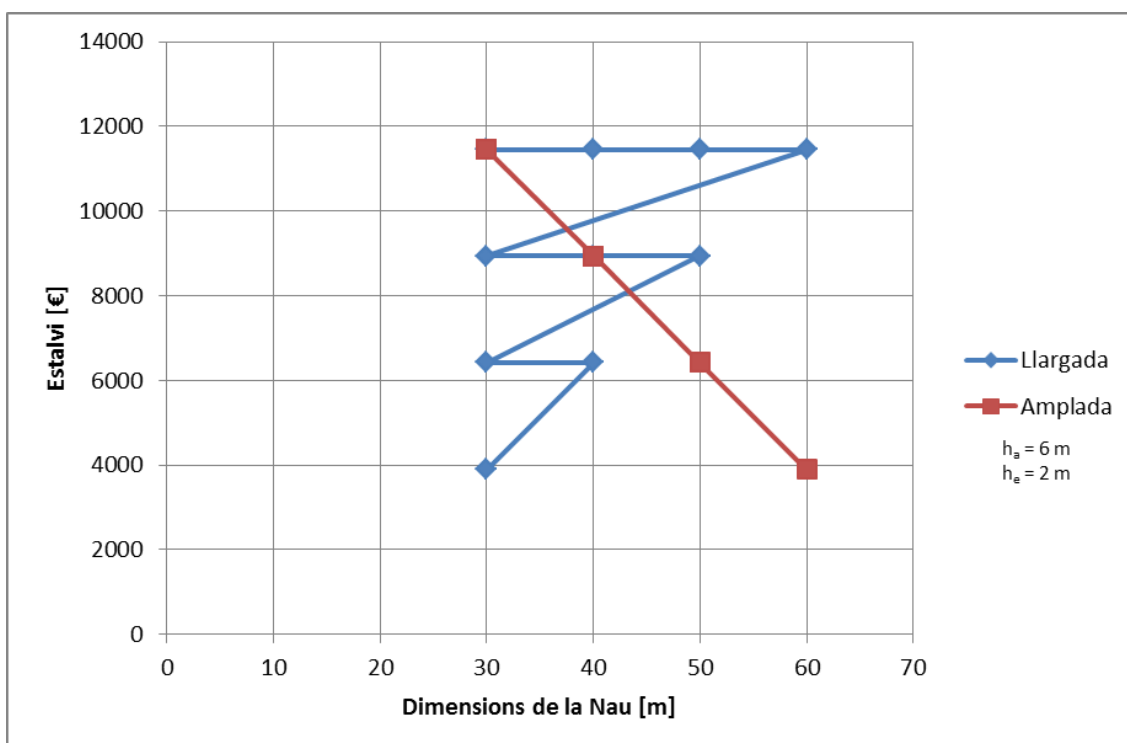


Figura 48. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

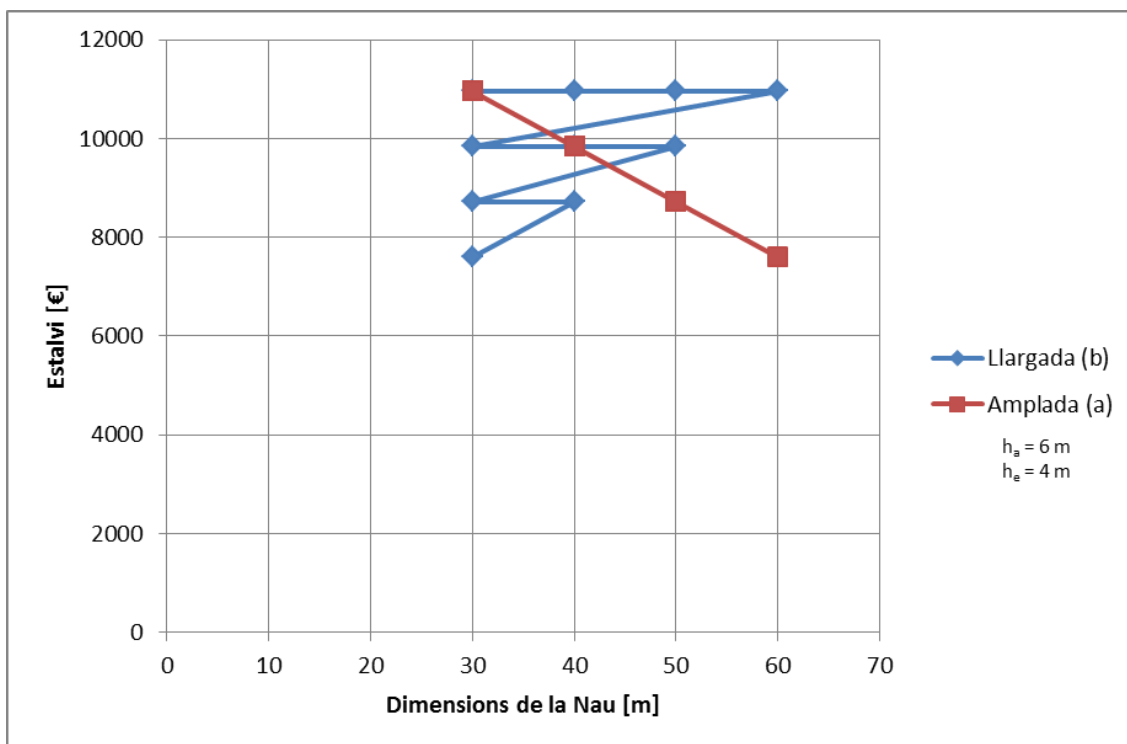


Figura 49. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

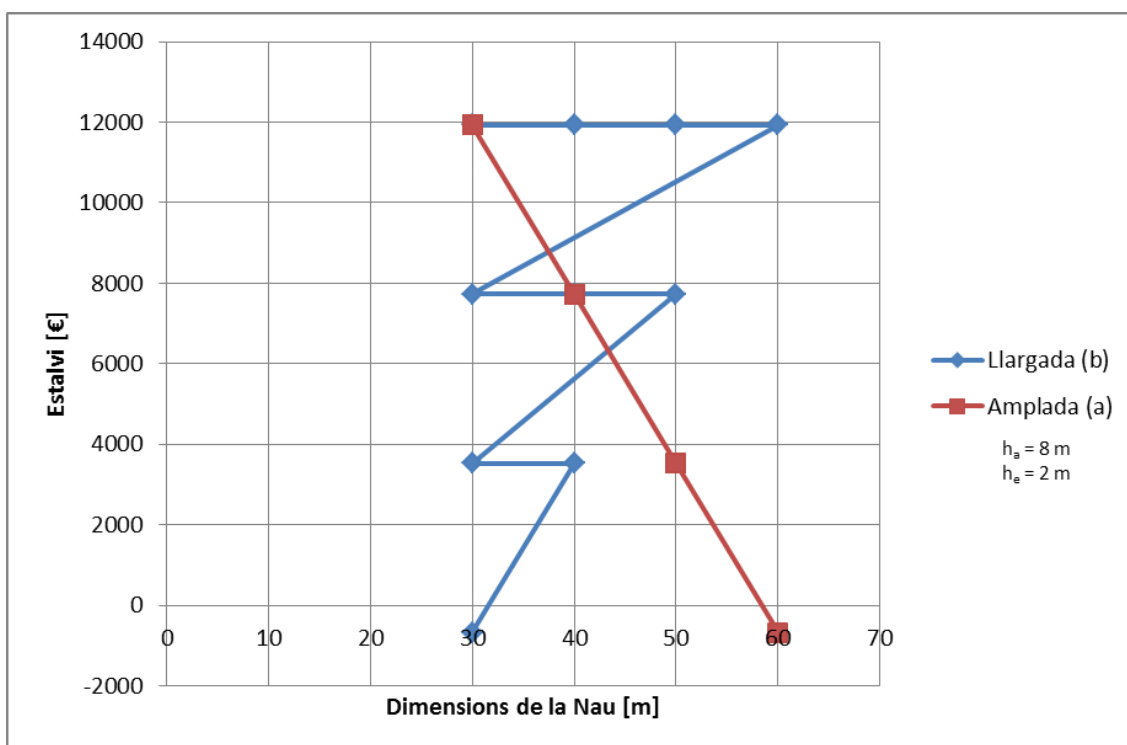


Figura 50. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

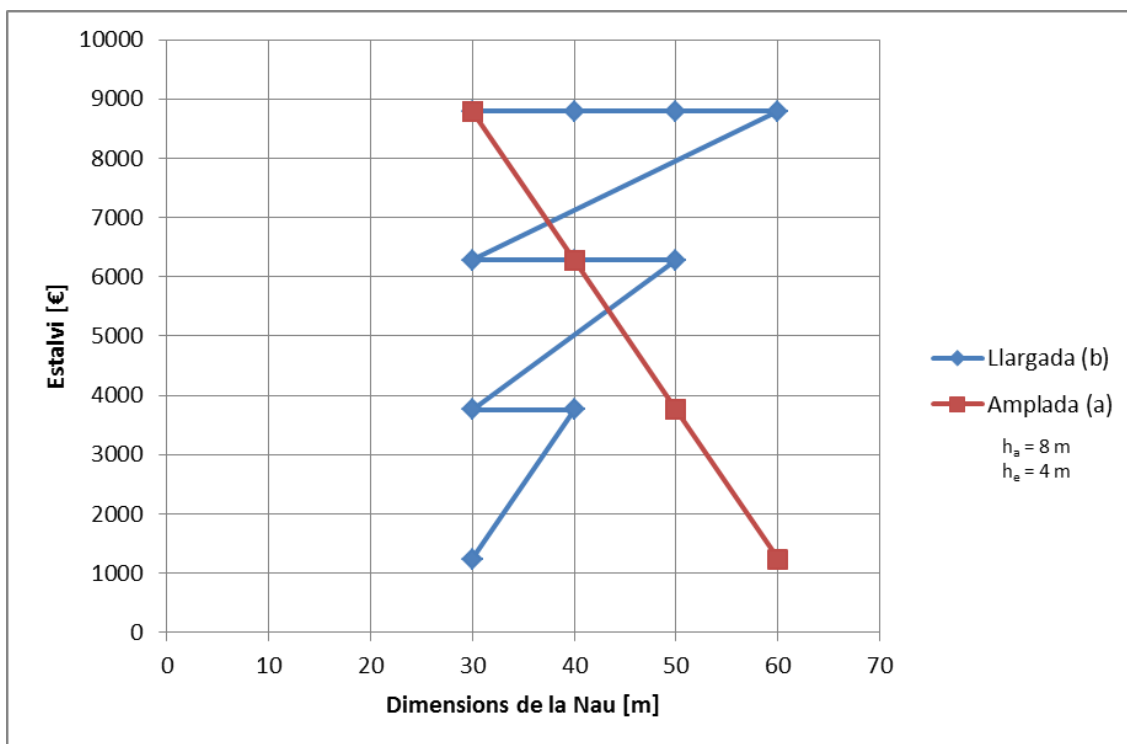


Figura 51. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

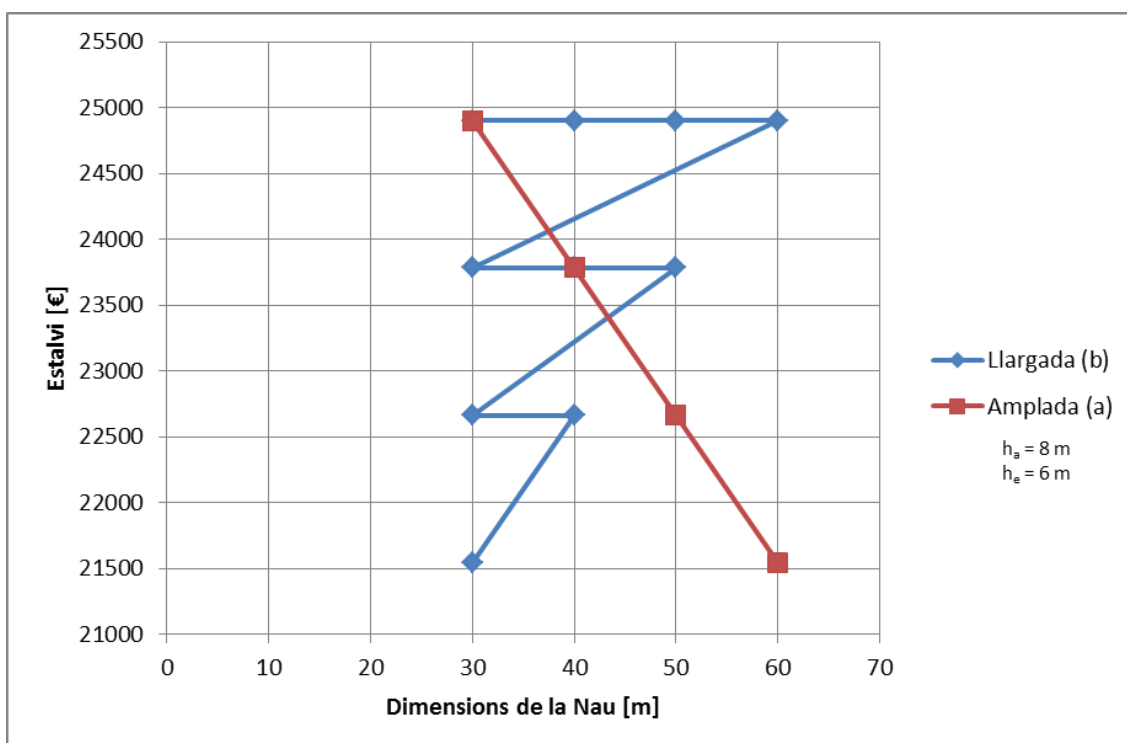


Figura 52. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

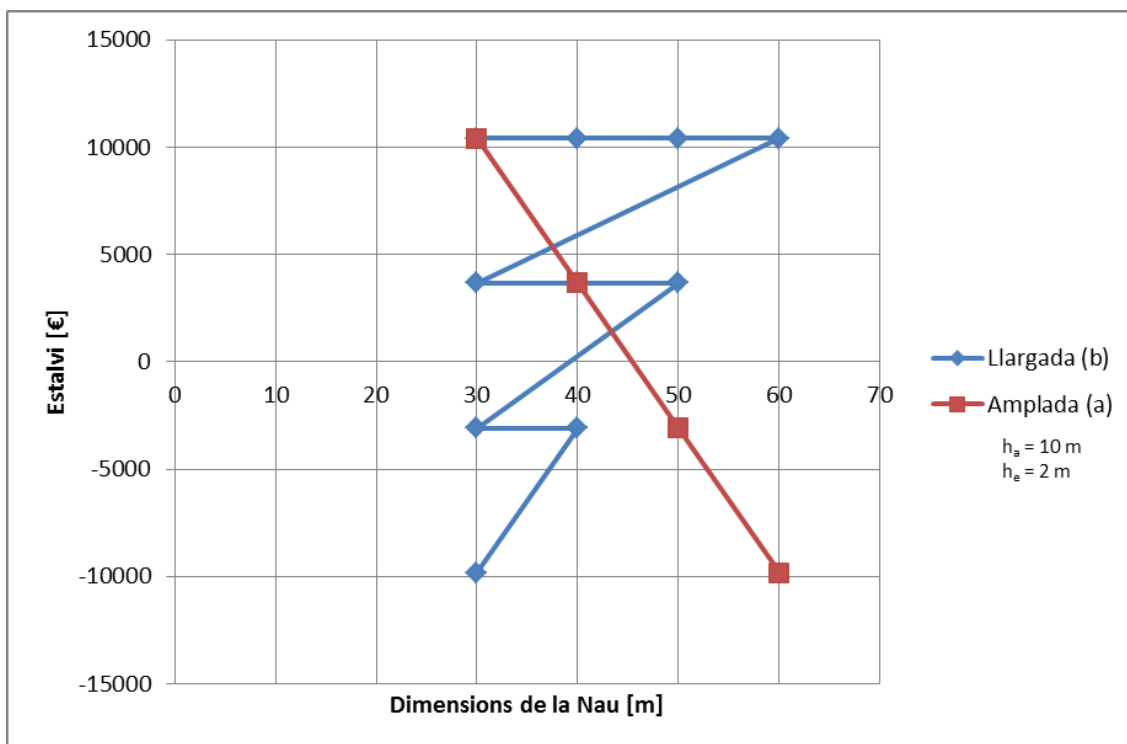


Figura 53. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

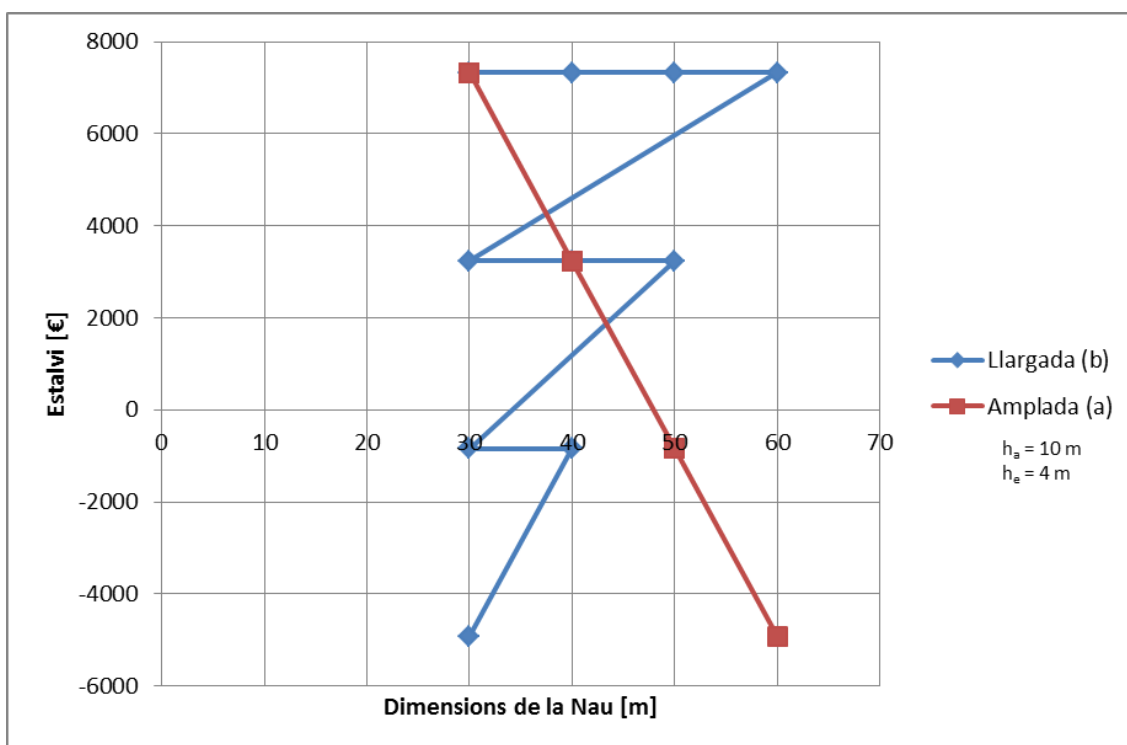


Figura 54. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

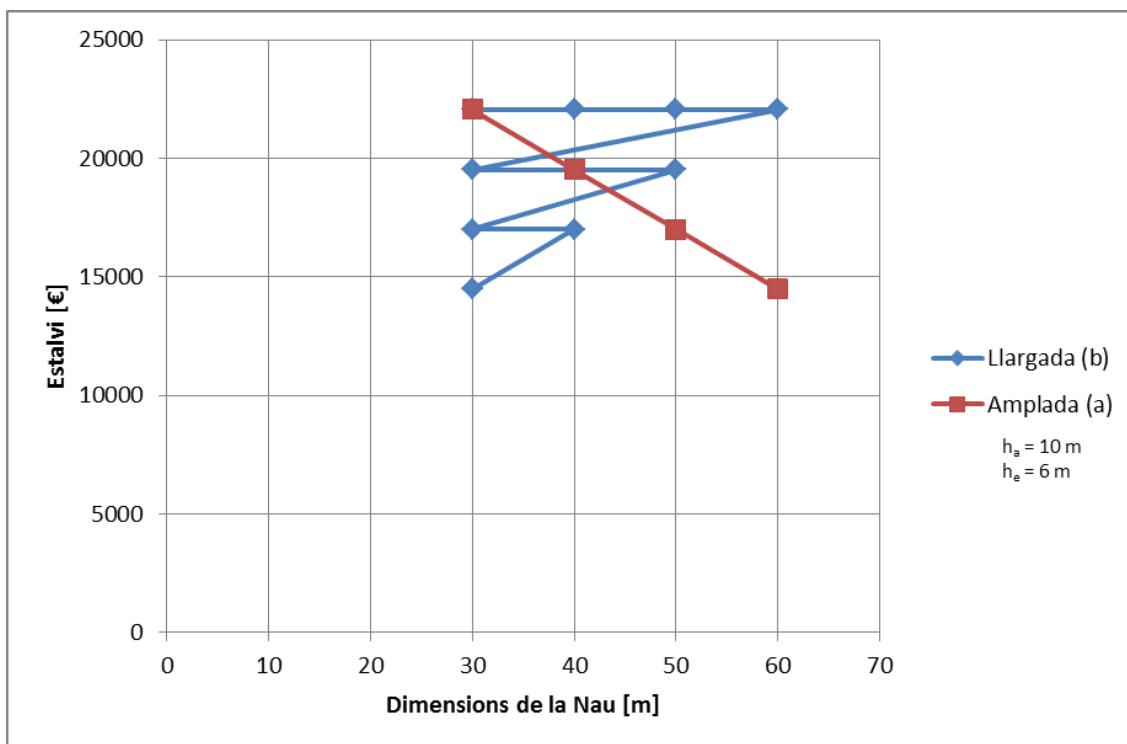


Figura 55. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

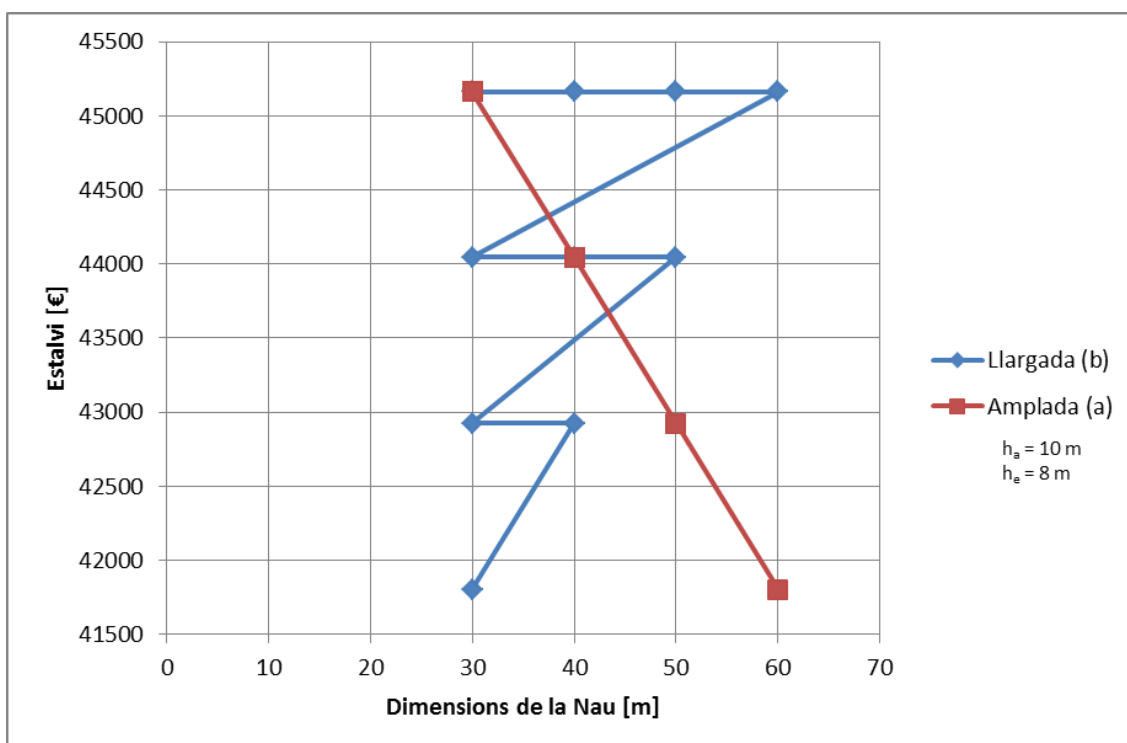


Figura 56. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

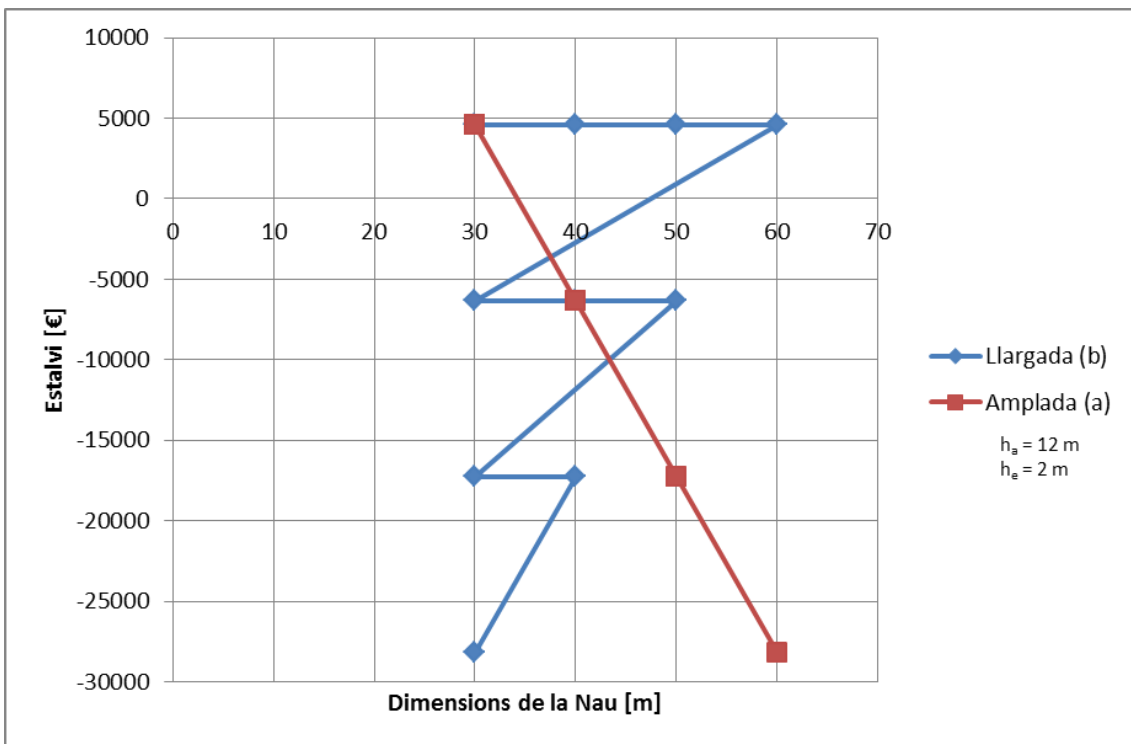


Figura 57. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

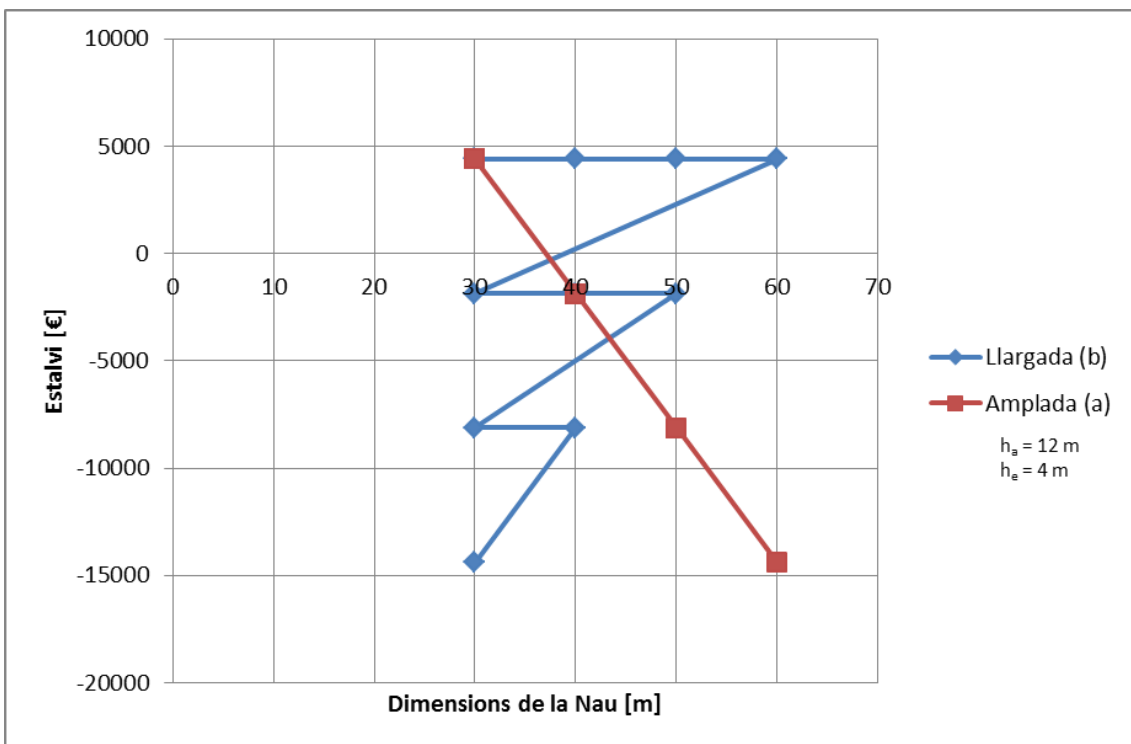


Figura 58. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

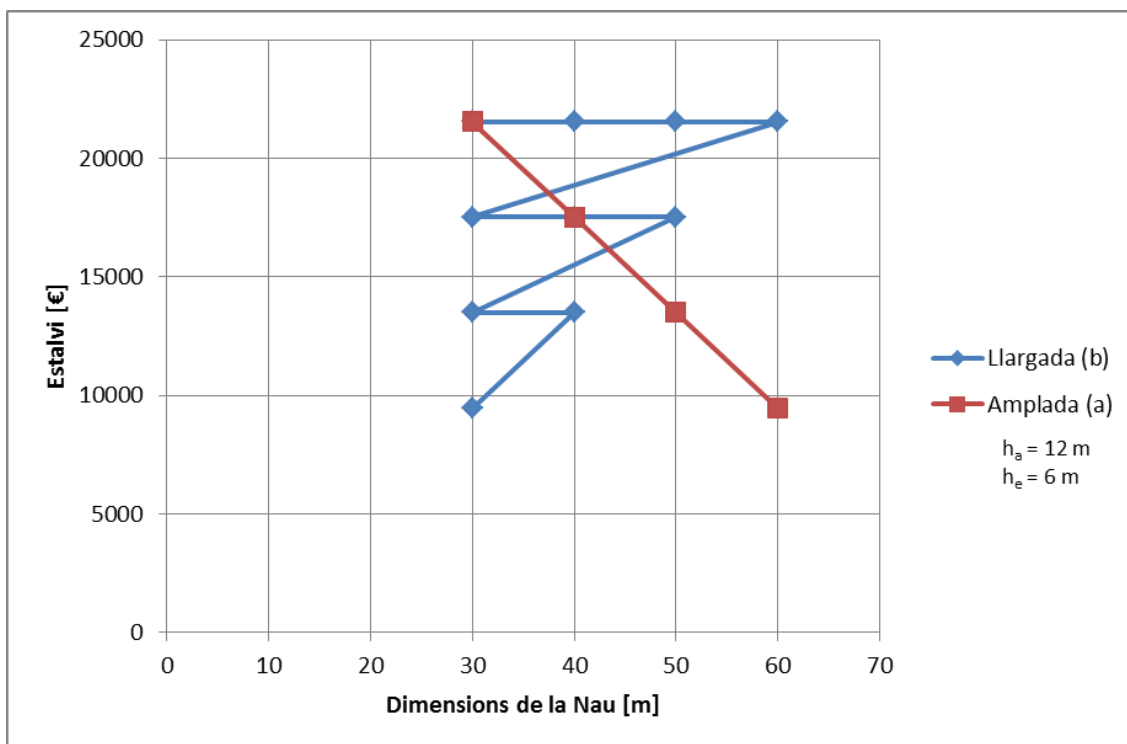


Figura 59. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

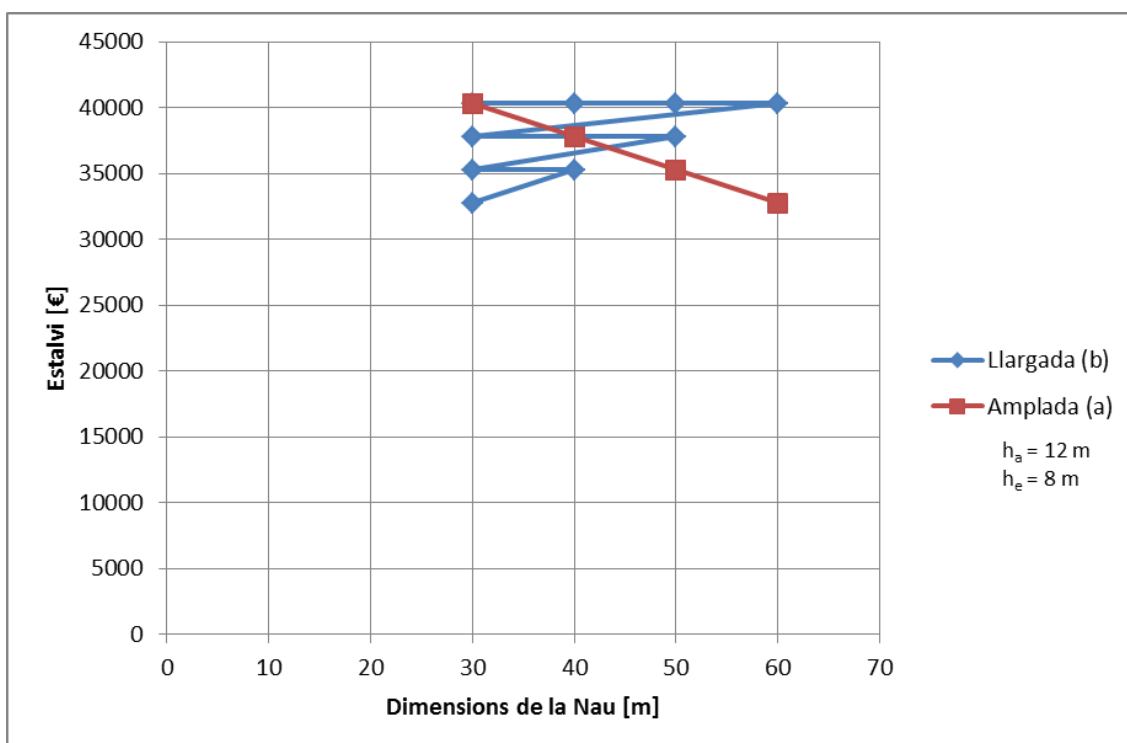


Figura 60. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

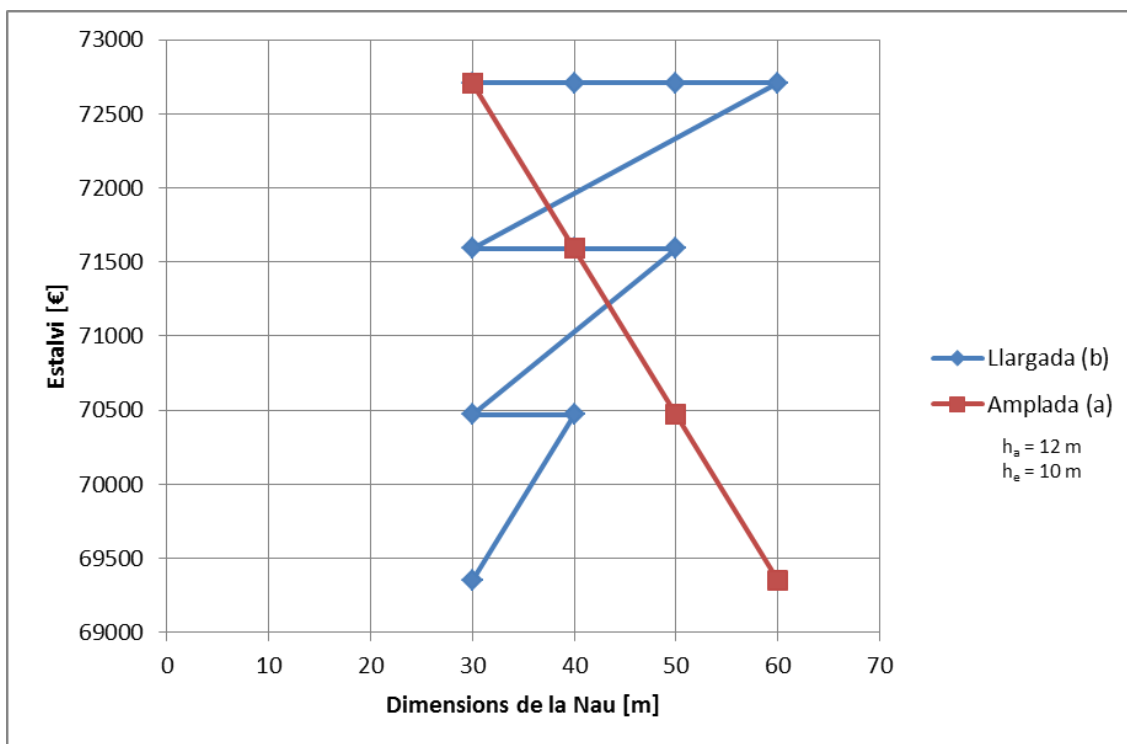


Figura 61. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

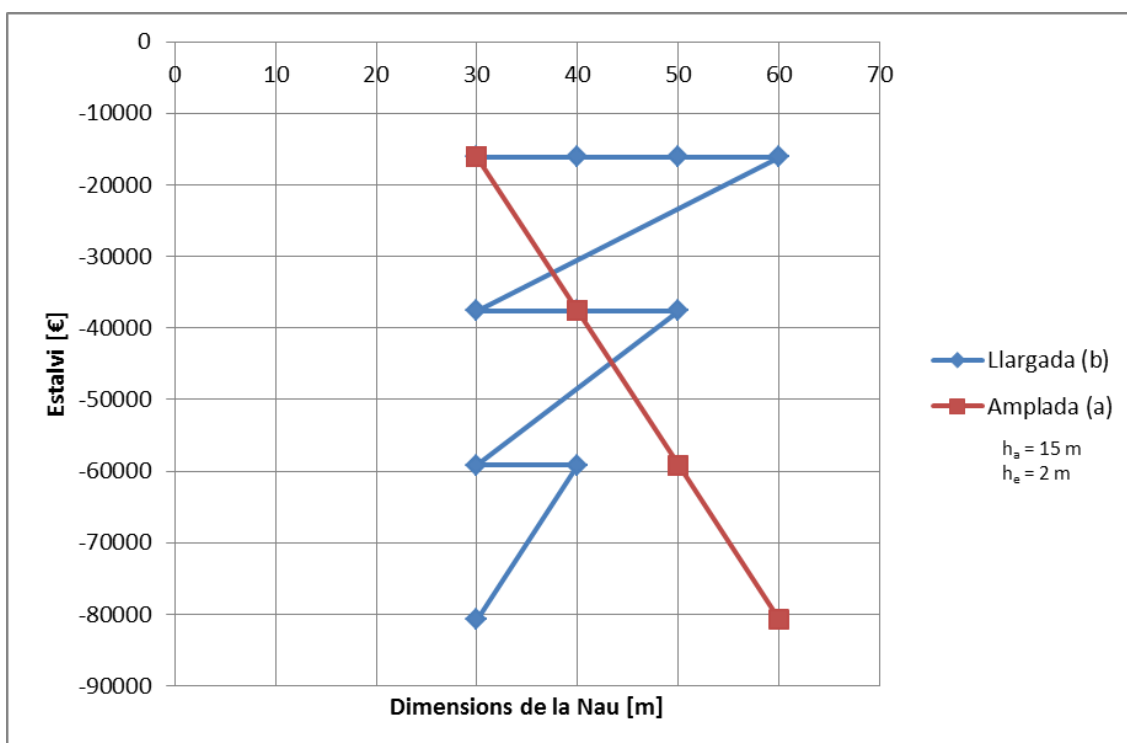


Figura 62. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

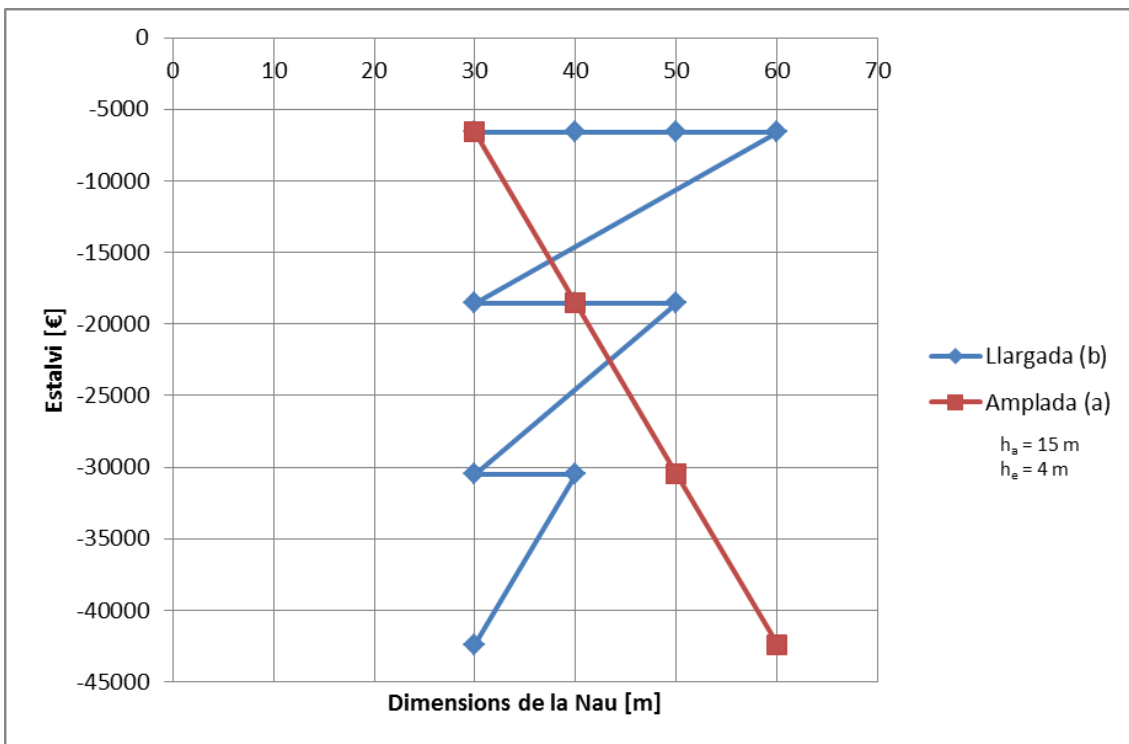


Figura 63. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

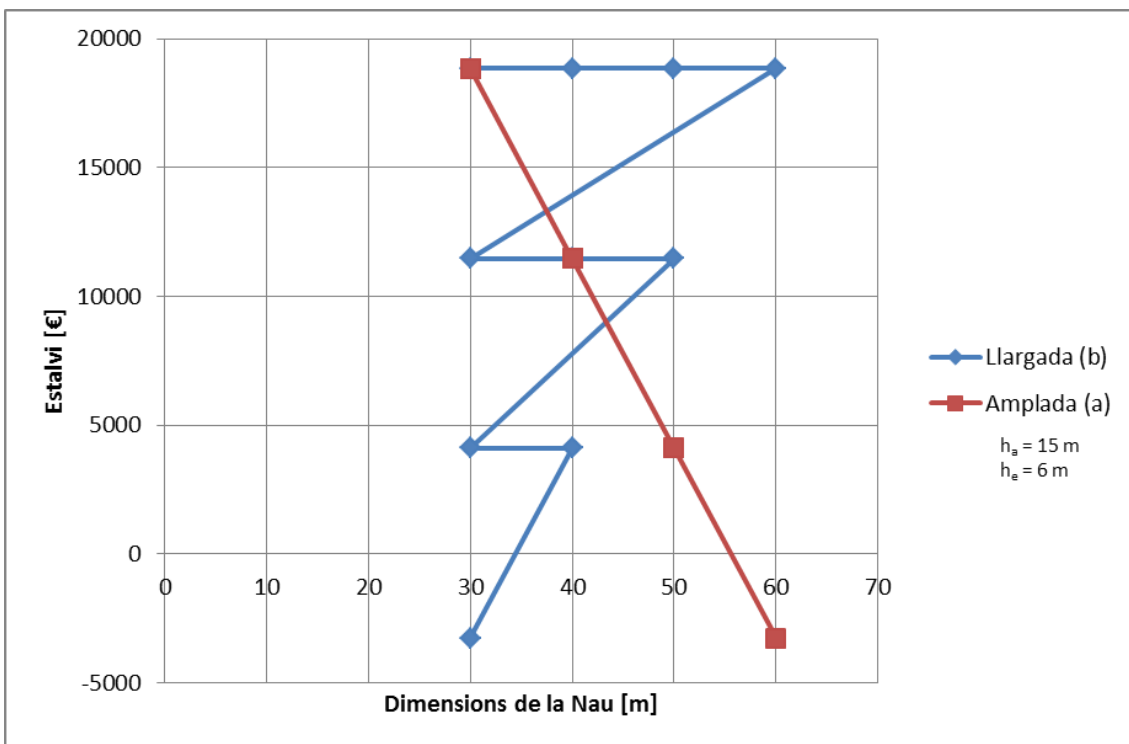


Figura 64. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

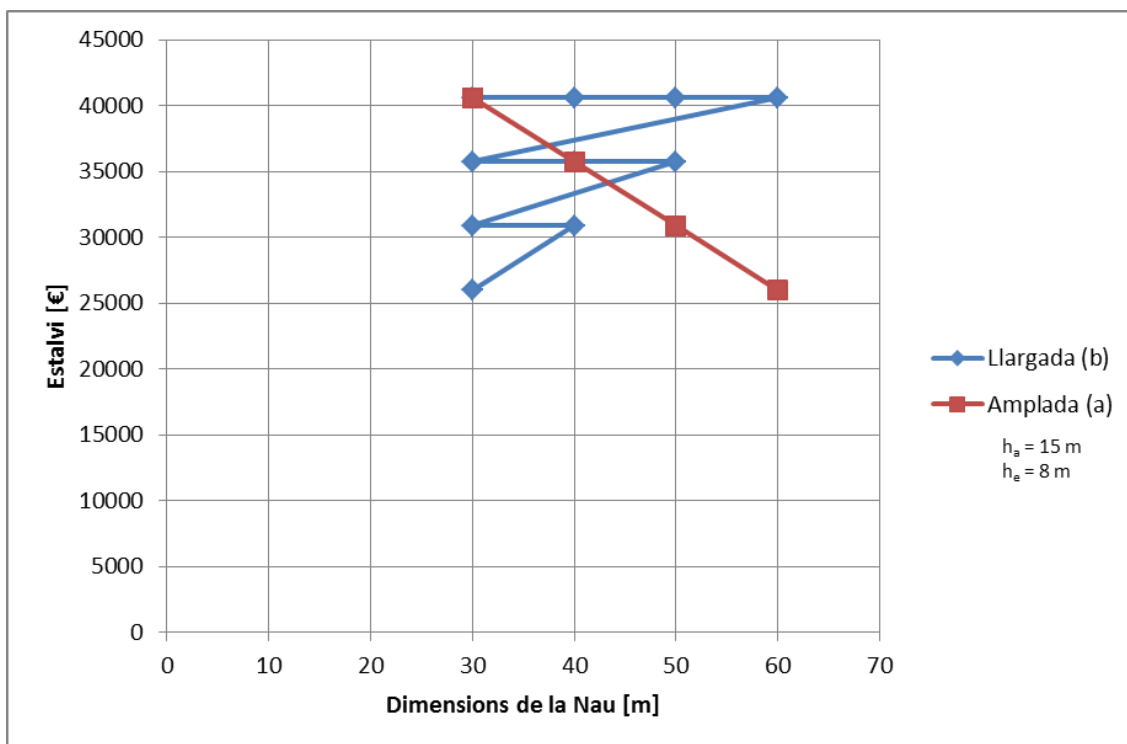


Figura 65. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

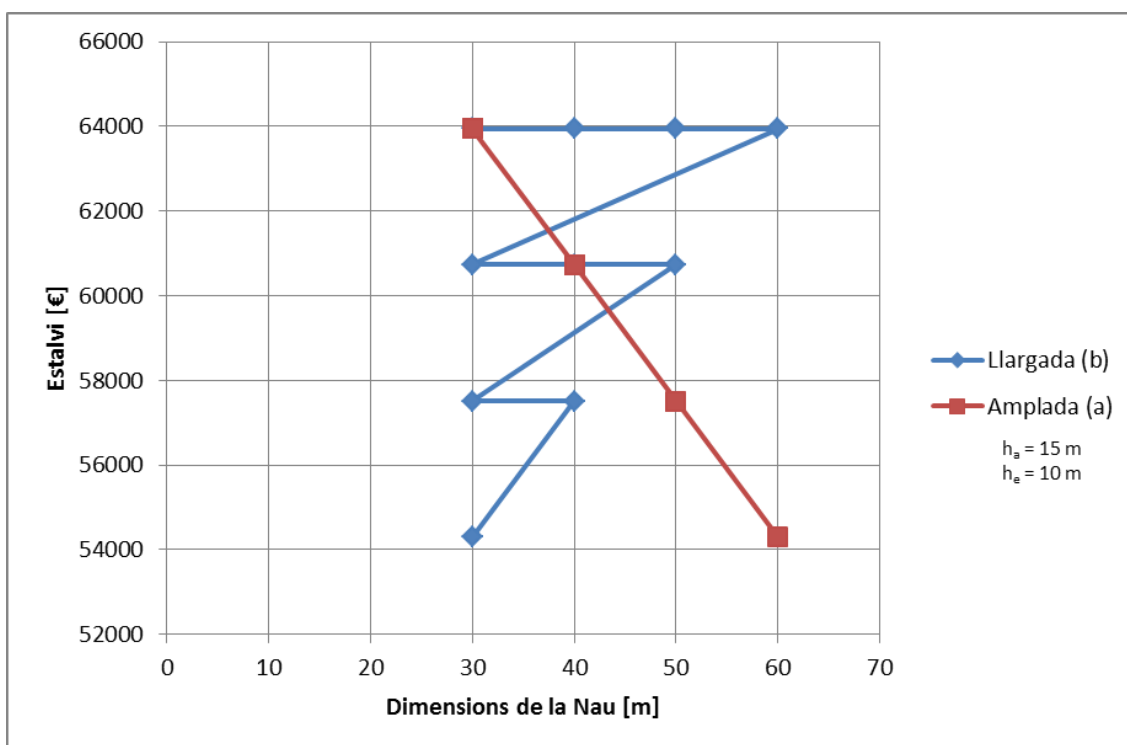


Figura 66. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

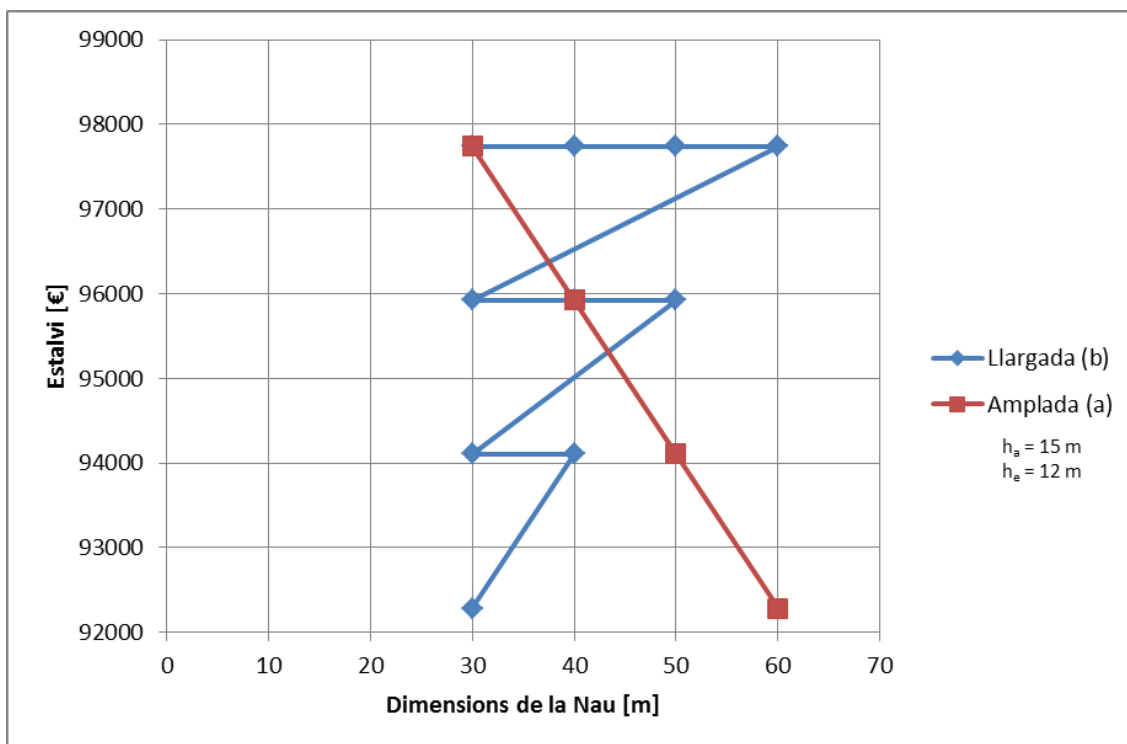


Figura 67. Influència de les dimensions de la nau en el cas general

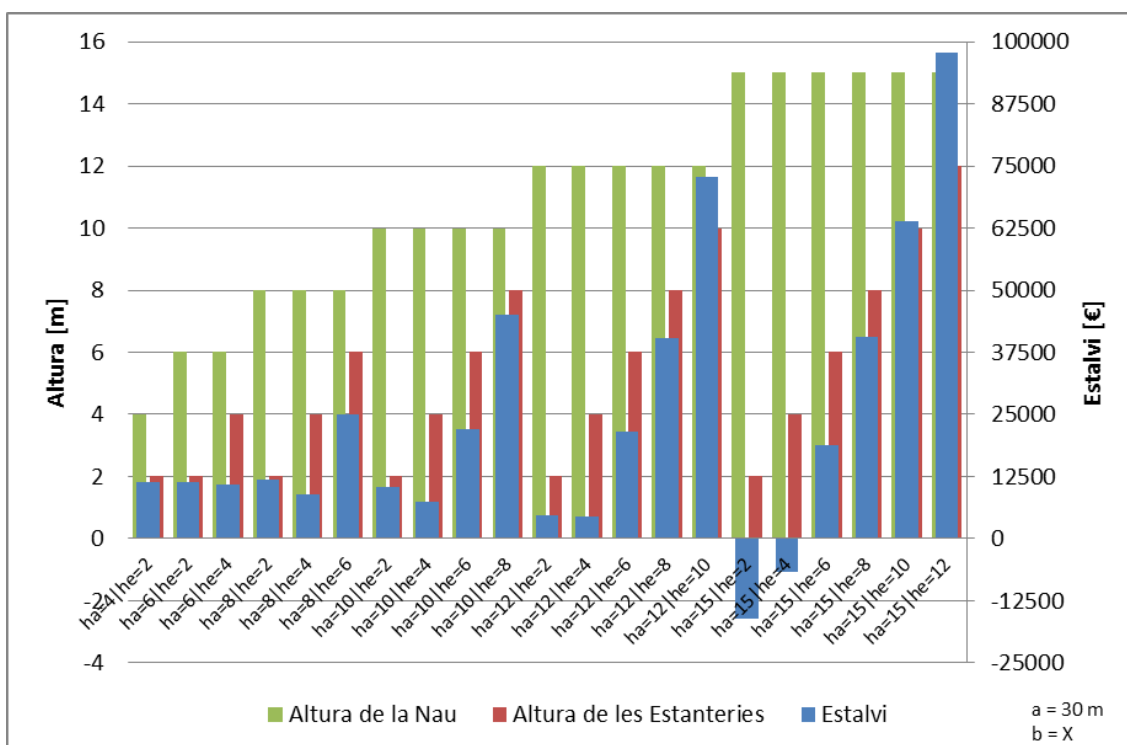


Figura 68. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas general

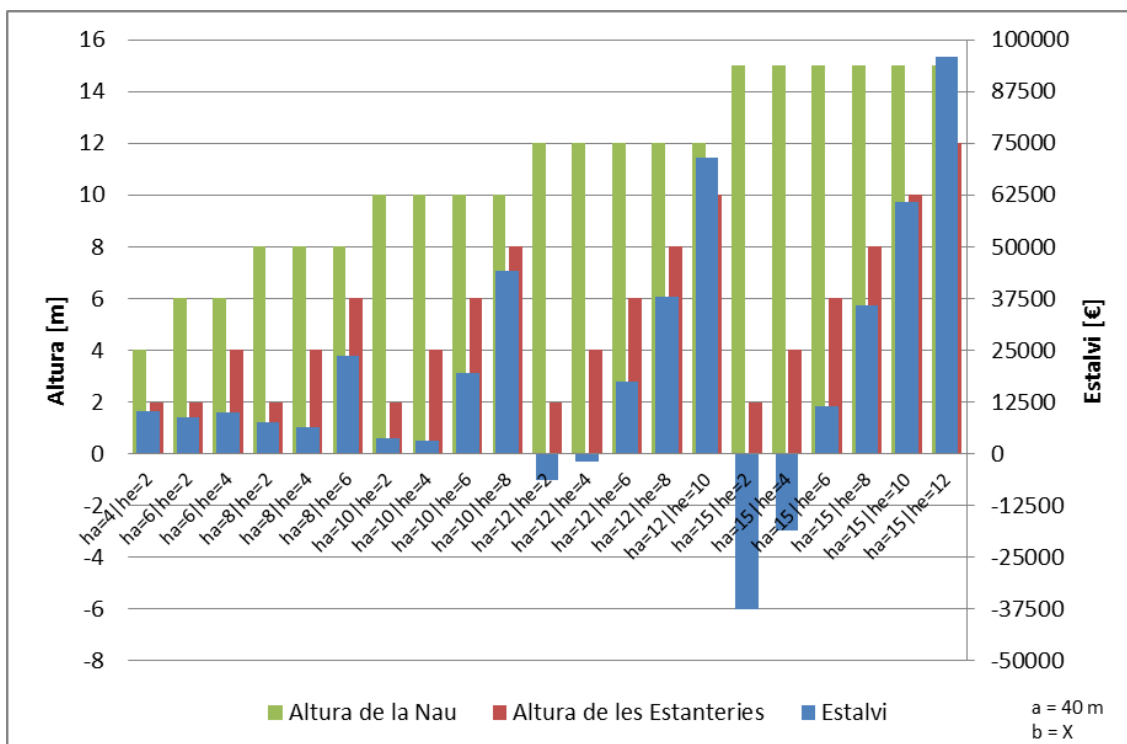


Figura 69. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas general

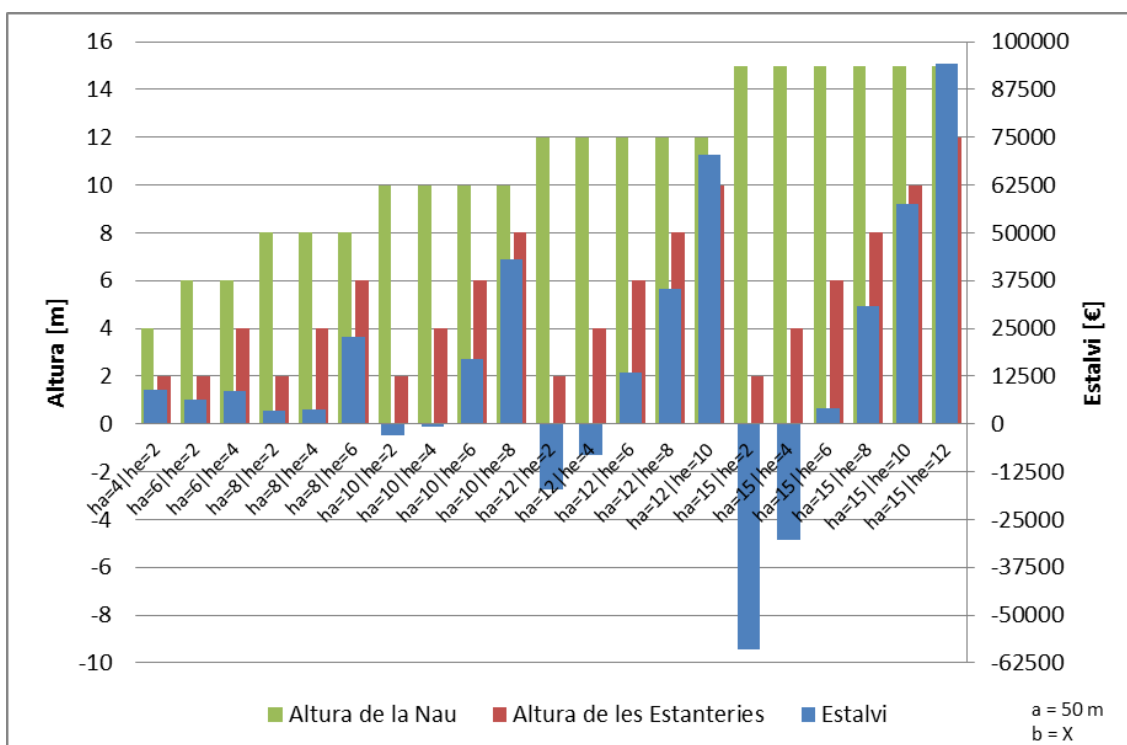


Figura 70. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas general

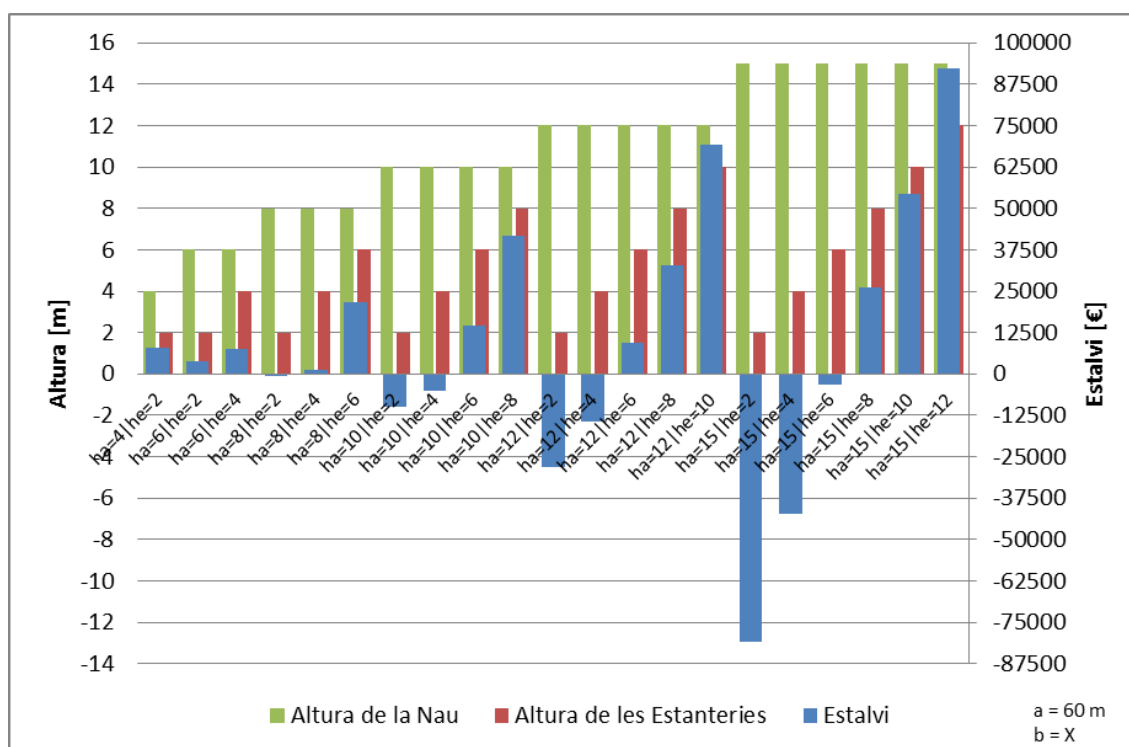


Figura 71. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas general

7.2 Cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Seguidament es mostraran totes les taules de resultats obtingudes en el present cas d'estudi. De la mateixa forma, es representaran tots els gràfics realitzats en el mateix cas estudiat.

Simulacions Viables	113
Simulacions No Viables	97
Simulacions Realitzades	210
Percentatge	53,81%

Taula 52. Viabilitat de les simulacions

Estalvi Màxim	92.284,19
Estalvi Mínim	-210.028,38

Taula 53. Estalvis màxims i mínims obtinguts

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 1	Simulació 2	Simulació 3	Simulació 4	Simulació 5	Simulació 6
Altura de la Nau	h_a	m	4	4	4	4	4	4
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	64,00	80,00	96,00	48,00	64,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	6720,00	8960,00	11200,00	13440,00	6720,00	8960,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	21027,88	23267,88	25507,88	27747,88	21027,88	23267,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85
Estalvi	E	€	7912,98	5672,98	3432,98	1192,98	7912,98	5672,98

Taula 54. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 7	Simulació 8	Simulació 9	Simulació 10	Simulació 11	Simulació 12
Altura de la Nau	h_a	m	4	4	4	4	6	6
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	5,11	5,11	5,11	5,11	3,35	3,35
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	4683,35	4683,35
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	7153,94	7153,94	7153,94	7153,94	4683,35	4683,35
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	80,00	48,00	64,00	48,00	108,00	144,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	11200,00	6720,00	8960,00	6720,00	15120,00	20160,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	25507,88	21027,88	23267,88	21027,88	24486,70	29526,70
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,34	10,34	10,34	10,34	10,14	10,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14192,66	14192,66
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14470,43	14470,43	14470,43	14470,43	14192,66	14192,66
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28940,85	28940,85	28940,85	28940,85	28385,31	28385,31
Estalvi	E	€	3432,98	7912,98	5672,98	7912,98	3898,61	-1141,39

Taula 55. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 13	Simulació 14	Simulació 15	Simulació 16	Simulació 17	Simulació 18
Altura de la Nau	h_a	m	6	6	6	6	6	6
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35	4683,35
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	180,00	216,00	108,00	144,00	180,00	108,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	25200,00	30240,00	15120,00	20160,00	25200,00	15120,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	34566,70	39606,70	24486,70	29526,70	34566,70	24486,70
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66	14192,66
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28385,31	28385,31	28385,31	28385,31	28385,31	28385,31
Estalvi	E	€	-6181,39	-11221,39	3898,61	-1141,39	-6181,39	3898,61

Taula 56. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 19	Simulació 20	Simulació 21	Simulació 22	Simulació 23	Simulació 24
Altura de la Nau	h_a	m	6	6	6	6	6	6
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,35	3,35	6,43	6,43	6,43	6,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4683,35	4683,35	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4683,35	4683,35	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	144,00	108,00	48,00	64,00	80,00	96,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	20160,00	15120,00	6720,00	8960,00	11200,00	13440,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	29526,70	24486,70	24726,81	26966,81	29206,81	31446,81
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,14	10,14	11,55	11,55	11,55	11,55
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14192,66	14192,66	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14192,66	14192,66	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28385,31	28385,31	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01
Estalvi	E	€	-1141,39	3898,61	7599,19	5359,19	3119,19	879,19

Taula 57. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 25	Simulació 26	Simulació 27	Simulació 28	Simulació 29	Simulació 30
Altura de la Nau	h_a	m	6	6	6	6	6	6
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41	9003,41
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	64,00	80,00	48,00	64,00	48,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	6720,00	8960,00	11200,00	6720,00	8960,00	6720,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	24726,81	26966,81	29206,81	24726,81	26966,81	24726,81
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00	16163,00
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01	32326,01
Estalvi	E	€	7599,19	5359,19	3119,19	7599,19	5359,19	7599,19

Taula 58. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 31	Simulació 32	Simulació 33	Simulació 34	Simulació 35	Simulació 36
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	179,98	239,97	299,96	359,96	179,98	239,97
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	25196,88	33595,84	41994,80	50393,76	25196,88	33595,84
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	32668,93	41067,89	49466,85	57865,81	32668,93	41067,89
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17
Estalvi	E	€	-672,76	-9071,72	-17470,68	-25869,64	-672,76	-9071,72

Taula 59. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 37	Simulació 38	Simulació 39	Simulació 40	Simulació 41	Simulació 42
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,67	2,67	2,67	2,67	4,21	4,21
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	5894,11	5894,11
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3736,02	3736,02	3736,02	3736,02	5894,11	5894,11
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	6,00	6,00	6,00	6,00	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	299,96	179,98	239,97	179,98	108,00	144,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	41994,80	25196,88	33595,84	25196,88	15120,00	20160,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	49466,85	32668,93	41067,89	32668,93	26908,23	31948,23
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,43	11,43	11,43	11,43	10,05	10,05
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	14072,98	14072,98
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	15998,09	15998,09	15998,09	15998,09	14072,98	14072,98
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	31996,17	31996,17	31996,17	31996,17	28145,95	28145,95
Estalvi	E	€	-17470,68	-672,76	-9071,72	-672,76	1237,72	-3802,28

Taula 60. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 43	Simulació 44	Simulació 45	Simulació 46	Simulació 47	Simulació 48
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11	5894,11
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	180,00	216,00	108,00	144,00	180,00	108,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	25200,00	30240,00	15120,00	20160,00	25200,00	15120,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	36988,23	42028,23	26908,23	31948,23	36988,23	26908,23
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,05	10,05	10,05	10,05	10,05	10,05
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98	14072,98
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28145,95	28145,95	28145,95	28145,95	28145,95	28145,95
Estalvi	E	€	-8842,28	-13882,28	1237,72	-3802,28	-8842,28	1237,72

Taula 61. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 49	Simulació 50	Simulació 51	Simulació 52	Simulació 53	Simulació 54
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	4,21	4,21	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	5894,11	5894,11	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	5894,11	5894,11	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	144,00	108,00	48,00	64,00	80,00	96,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	20160,00	15120,00	6720,00	8960,00	11200,00	13440,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	31948,23	26908,23	47633,05	49873,05	52113,05	54353,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,05	10,05	24,71	24,71	24,71	24,71
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14072,98	14072,98	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14072,98	14072,98	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28145,95	28145,95	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22
Estalvi	E	€	-3802,28	1237,72	21543,17	19303,17	17063,17	14823,17

Taula 62. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 55	Simulació 56	Simulació 57	Simulació 58	Simulació 59	Simulació 60
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	64,00	80,00	48,00	64,00	48,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	6720,00	8960,00	11200,00	6720,00	8960,00	6720,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	47633,05	49873,05	52113,05	47633,05	49873,05	47633,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	24,71	24,71	24,71	24,71	24,71	24,71
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11	34588,11
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22	69176,22
Estalvi	E	€	21543,17	19303,17	17063,17	21543,17	19303,17	21543,17

Taula 63. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 61	Simulació 62	Simulació 63	Simulació 64	Simulació 65	Simulació 66
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	9,65	9,65	9,65	9,65	9,65	9,65
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	289,41	385,88	482,35	578,82	289,41	385,88
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	40517,27	54023,03	67528,79	81034,54	40517,27	54023,03
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	46915,95	60421,71	73927,46	87433,22	46915,95	60421,71
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	13,24	13,24	13,24	13,24	13,24	13,24
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41
Estalvi	E	€	-9837,54	-23343,30	-36849,05	-50354,81	-9837,54	-23343,30

Taula 64. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 67	Simulació 68	Simulació 69	Simulació 70	Simulació 71	Simulació 72
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,29	2,29	2,29	2,29	3,36	3,36
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	4701,88	4701,88
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3199,34	3199,34	3199,34	3199,34	4701,88	4701,88
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	9,65	9,65	9,65	9,65	5,83	5,83
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	482,35	289,41	385,88	289,41	174,98	233,31
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	67528,79	40517,27	54023,03	40517,27	24497,57	32663,42
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	73927,46	46915,95	60421,71	46915,95	33901,32	42067,17
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	13,24	13,24	13,24	13,24	10,35	10,35
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	14488,78	14488,78
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	18539,20	18539,20	18539,20	18539,20	14488,78	14488,78
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	37078,41	37078,41	37078,41	37078,41	28977,56	28977,56
Estalvi	E	€	-36849,05	-9837,54	-23343,30	-9837,54	-4923,76	-13089,62

Taula 65. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 73	Simulació 74	Simulació 75	Simulació 76	Simulació 77	Simulació 78
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88	4701,88
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	291,64	349,97	174,98	233,31	291,64	174,98
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	40829,28	48995,14	24497,57	32663,42	40829,28	24497,57
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	50233,03	58398,89	33901,32	42067,17	50233,03	33901,32
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78	14488,78
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28977,56	28977,56	28977,56	28977,56	28977,56	28977,56
Estalvi	E	€	-21255,47	-29421,33	-4923,76	-13089,62	-21255,47	-4923,76

Taula 66. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 79	Simulació 80	Simulació 81	Simulació 82	Simulació 83	Simulació 84
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,36	3,36	9,57	9,57	9,57	9,57
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4701,88	4701,88	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4701,88	4701,88	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	5,83	5,83	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	233,31	174,98	108,00	144,00	180,00	216,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	32663,42	24497,57	15120,00	20160,00	25200,00	30240,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	42067,17	33901,32	41903,88	46943,88	51983,88	57023,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,35	10,35	20,14	20,14	20,14	20,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14488,78	14488,78	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14488,78	14488,78	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28977,56	28977,56	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49
Estalvi	E	€	-13089,62	-4923,76	14490,62	9450,62	4410,62	-629,38

Taula 67. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 85	Simulació 86	Simulació 87	Simulació 88	Simulació 89	Simulació 90
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	9,57	9,57	9,57	9,57	9,57	9,57
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	144,00	180,00	108,00	144,00	108,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	15120,00	20160,00	25200,00	15120,00	20160,00	15120,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	41903,88	46943,88	51983,88	41903,88	46943,88	41903,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49
Estalvi	E	€	14490,62	9450,62	4410,62	14490,62	9450,62	14490,62

Taula 68. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 91	Simulació 92	Simulació 93	Simulació 94	Simulació 95	Simulació 96
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	27,37	27,37	27,37	27,37	27,37	27,37
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	64,00	80,00	96,00	48,00	64,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	6720,00	8960,00	11200,00	13440,00	6720,00	8960,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	83365,48	85605,48	87845,48	90085,48	83365,48	85605,48
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	44,70	44,70	44,70	44,70	44,70	44,70
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90
Estalvi	E	€	41804,42	39564,42	37324,42	35084,42	41804,42	39564,42

Taula 69. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 97	Simulació 98	Simulació 99	Simulació 100	Simulació 101	Simulació 102
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	27,37	27,37	27,37	27,37	2,03	2,03
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	2842,69	2842,69
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	38322,74	38322,74	38322,74	38322,74	2842,69	2842,69
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	15,62	15,62
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	80,00	48,00	64,00	48,00	468,58	624,78
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	11200,00	6720,00	8960,00	6720,00	65601,62	87468,83
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	87845,48	83365,48	85605,48	83365,48	71286,99	93154,20
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	44,70	44,70	44,70	44,70	15,40	15,40
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	21554,15	21554,15
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	62584,95	62584,95	62584,95	62584,95	21554,15	21554,15
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	125169,90	125169,90	125169,90	125169,90	43108,29	43108,29
Estalvi	E	€	37324,42	41804,42	39564,42	41804,42	-28178,70	-50045,91

Taula 70. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 103	Simulació 104	Simulació 105	Simulació 106	Simulació 107	Simulació 108
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69	2842,69
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	15,62	15,62	15,62	15,62	15,62	15,62
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	780,97	937,17	468,58	624,78	780,97	468,58
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	109336,03	131203,24	65601,62	87468,83	109336,03	65601,62
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	115021,41	136888,61	71286,99	93154,20	115021,41	71286,99
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	15,40	15,40	15,40	15,40	15,40	15,40
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15	21554,15
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	43108,29	43108,29	43108,29	43108,29	43108,29	43108,29
Estalvi	E	€	-71913,11	-93780,32	-28178,70	-50045,91	-71913,11	-28178,70

Taula 71. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 109	Simulació 110	Simulació 111	Simulació 112	Simulació 113	Simulació 114
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,03	2,03	2,88	2,88	2,88	2,88
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2842,69	2842,69	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2842,69	2842,69	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	15,62	15,62	8,95	8,95	8,95	8,95
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	624,78	468,58	268,58	358,11	447,63	537,16
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	87468,83	65601,62	37601,25	50135,00	62668,75	75202,50
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	93154,20	71286,99	45654,14	58187,89	70721,64	83255,39
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	15,40	15,40	11,16	11,16	11,16	11,16
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	21554,15	21554,15	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	21554,15	21554,15	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	43108,29	43108,29	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99
Estalvi	E	€	-50045,91	-28178,70	-14397,15	-26930,90	-39464,65	-51998,40

Taula 72. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 115	Simulació 116	Simulació 117	Simulació 118	Simulació 119	Simulació 120
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45	4026,45
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	8,95	8,95	8,95	8,95	8,95	8,95
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	268,58	358,11	447,63	268,58	358,11	268,58
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	37601,25	50135,00	62668,75	37601,25	50135,00	37601,25
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	45654,14	58187,89	70721,64	45654,14	58187,89	45654,14
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50	15628,50
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99	31256,99
Estalvi	E	€	-14397,15	-26930,90	-39464,65	-14397,15	-26930,90	-14397,15

Taula 73. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 121	Simulació 122	Simulació 123	Simulació 124	Simulació 125	Simulació 126
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	172,77	230,36	287,95	345,54	172,77	230,36
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	24187,72	32250,29	40312,86	48375,43	24187,72	32250,29
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	45553,86	53616,43	61679,00	69741,57	45553,86	53616,43
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04
Estalvi	E	€	9457,18	1394,61	-6667,96	-14730,53	9457,18	1394,61

Taula 74. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 127	Simulació 128	Simulació 129	Simulació 130	Simulació 131	Simulació 132
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	7,63	7,63	7,63	7,63	17,92	17,92
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	25088,12	25088,12
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	10683,07	10683,07	10683,07	10683,07	25088,12	25088,12
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	5,76	5,76	5,76	5,76	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	287,95	172,77	230,36	172,77	108,00	144,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	40312,86	24187,72	32250,29	24187,72	15120,00	20160,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	61679,00	45553,86	53616,43	45553,86	65296,25	70336,25
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,65	19,65	19,65	19,65	35,02	35,02
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	49026,57	49026,57
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	27505,52	27505,52	27505,52	27505,52	49026,57	49026,57
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	55011,04	55011,04	55011,04	55011,04	98053,13	98053,13
Estalvi	E	€	-6667,96	9457,18	1394,61	9457,18	32756,89	27716,89

Taula 75. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 133	Simulació 134	Simulació 135	Simulació 136	Simulació 137	Simulació 138
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12	25088,12
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	180,00	216,00	108,00	144,00	180,00	108,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	25200,00	30240,00	15120,00	20160,00	25200,00	15120,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	75376,25	80416,25	65296,25	70336,25	75376,25	65296,25
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	35,02	35,02	35,02	35,02	35,02	35,02
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57	49026,57
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	98053,13	98053,13	98053,13	98053,13	98053,13	98053,13
Estalvi	E	€	22676,89	17636,89	32756,89	27716,89	22676,89	32756,89

Taula 76. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 139	Simulació 140	Simulació 141	Simulació 142	Simulació 143	Simulació 144
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	10	10	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	17,92	17,92	45,59	45,59	45,59	45,59
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	25088,12	25088,12	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	25088,12	25088,12	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	144,00	108,00	48,00	64,00	80,00	96,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	20160,00	15120,00	6720,00	8960,00	11200,00	13440,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	70336,25	65296,25	134359,63	136599,63	138839,63	141079,63
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	35,02	35,02	72,75	72,75	72,75	72,75
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	49026,57	49026,57	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	49026,57	49026,57	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	98053,13	98053,13	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04
Estalvi	E	€	27716,89	32756,89	69350,41	67110,41	64870,41	62630,41

Taula 77. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 145	Simulació 146	Simulació 147	Simulació 148	Simulació 149	Simulació 150
Altura de la Nau	h_a	m	12	12	12	12	12	12
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	10	10	10	10	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	45,59	45,59	45,59	45,59	45,59	45,59
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82	63819,82
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	64,00	80,00	48,00	64,00	48,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	6720,00	8960,00	11200,00	6720,00	8960,00	6720,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	134359,63	136599,63	138839,63	134359,63	136599,63	134359,63
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	72,75	72,75	72,75	72,75	72,75	72,75
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02	101855,02
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04	203710,04
Estalvi	E	€	69350,41	67110,41	64870,41	69350,41	67110,41	69350,41

Taula 78. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 151	Simulació 152	Simulació 153	Simulació 154	Simulació 155	Simulació 156
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	30,79	30,79	30,79	30,79	30,79	30,79
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	923,68	1231,57	1539,46	1847,35	923,68	1231,57
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	129314,60	172419,46	215524,33	258629,19	129314,60	172419,46
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	134270,99	177375,86	220480,72	263585,59	134270,99	177375,86
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,13	19,13	19,13	19,13	19,13	19,13
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21
Estalvi	E	€	-80713,78	-123818,64	-166923,51	-210028,38	-80713,78	-123818,64

Taula 79. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 157	Simulació 158	Simulació 159	Simulació 160	Simulació 161	Simulació 162
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	1,77	1,77	1,77	1,77	2,43	2,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	3402,97	3402,97
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	2478,20	2478,20	2478,20	2478,20	3402,97	3402,97
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	30,79	30,79	30,79	30,79	17,05	17,05
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	1539,46	923,68	1231,57	923,68	511,37	681,82
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	215524,33	129314,60	172419,46	129314,60	71591,38	95455,18
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	220480,72	134270,99	177375,86	134270,99	78397,32	102261,11
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	19,13	19,13	19,13	19,13	12,86	12,86
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	17999,26	17999,26
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	26778,61	26778,61	26778,61	26778,61	17999,26	17999,26
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	53557,21	53557,21	53557,21	53557,21	35998,51	35998,51
Estalvi	E	€	-166923,51	-80713,78	-123818,64	-80713,78	-42398,80	-66262,60

Taula 80. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 163	Simulació 164	Simulació 165	Simulació 166	Simulació 167	Simulació 168
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97	3402,97
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	852,28	1022,73	511,37	681,82	852,28	511,37
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	119318,97	143182,76	71591,38	95455,18	119318,97	71591,38
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	126124,90	149988,70	78397,32	102261,11	126124,90	78397,32
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26	17999,26
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	35998,51	35998,51	35998,51	35998,51	35998,51	35998,51
Estalvi	E	€	-90126,39	-113990,19	-42398,80	-66262,60	-90126,39	-42398,80

Taula 81. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 169	Simulació 170	Simulació 171	Simulació 172	Simulació 173	Simulació 174
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,43	2,43	6,14	6,14	6,14	6,14
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3402,97	3402,97	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3402,97	3402,97	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	17,05	17,05	10,54	10,54	10,54	10,54
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	681,82	511,37	316,09	421,46	526,82	632,19
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	95455,18	71591,38	44253,06	59004,07	73755,09	88506,11
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	102261,11	78397,32	61439,97	76190,99	90942,01	105693,03
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	12,86	12,86	20,77	20,77	20,77	20,77
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	17999,26	17999,26	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	17999,26	17999,26	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	35998,51	35998,51	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30
Estalvi	E	€	-66262,60	-42398,80	-3270,67	-18021,69	-32772,71	-47523,73

Taula 82. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 175	Simulació 176	Simulació 177	Simulació 178	Simulació 179	Simulació 180
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46	8593,46
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	10,54	10,54	10,54	10,54	10,54	10,54
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	316,09	421,46	526,82	316,09	421,46	316,09
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	44253,06	59004,07	73755,09	44253,06	59004,07	44253,06
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	61439,97	76190,99	90942,01	61439,97	76190,99	61439,97
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	20,77	20,77	20,77	20,77	20,77	20,77
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65	29084,65
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30	58169,30
Estalvi	E	€	-3270,67	-18021,69	-32772,71	-3270,67	-18021,69	-3270,67

Taula 83. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 181	Simulació 182	Simulació 183	Simulació 184	Simulació 185	Simulació 186
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	60	30	40
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	40	40
Superfície de la Nau	Sup	m ²	900	1200	1500	1800	1200	1600
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	8	8
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	209,04	278,72	348,40	418,08	209,04	278,72
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	29265,88	39021,17	48776,46	58531,75	29265,88	39021,17
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	66085,17	75840,47	85595,76	95351,05	66085,17	75840,47
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67
Estalvi	E	€	25980,49	16225,20	6469,91	-3285,38	25980,49	16225,20

Taula 84. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 187	Simulació 188	Simulació 189	Simulació 190	Simulació 191	Simulació 192
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	30	40	30	30	40
Amplada de la Nau	a	m	40	50	50	60	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1500	2000	1800	900	1200
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	8	8	8	8	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	13,15	13,15	13,15	13,15	26,32	26,32
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	36846,39	36846,39
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	18409,65	18409,65	18409,65	18409,65	36846,39	36846,39
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	12,50	12,50	15,00	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	6,97	6,97	6,97	6,97	4,60	4,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	348,40	209,04	278,72	209,04	138,00	184,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	48776,46	29265,88	39021,17	29265,88	19320,00	25760,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	85595,76	66085,17	75840,47	66085,17	93012,78	99452,78
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	32,88	32,88	32,88	32,88	52,61	52,61
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	73651,31	73651,31
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	46032,83	46032,83	46032,83	46032,83	73651,31	73651,31
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	92065,67	92065,67	92065,67	92065,67	147302,62	147302,62
Estalvi	E	€	6469,91	25980,49	16225,20	25980,49	54289,84	47849,84

Taula 85. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 193	Simulació 194	Simulació 195	Simulació 196	Simulació 197	Simulació 198
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	50	60	30	40	50	30
Amplada de la Nau	a	m	30	30	40	40	40	50
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1500	1800	1200	1600	2000	1500
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	10	10	10	10	10	10
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	26,32	26,32	26,32	26,32	26,32	26,32
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39	36846,39
Situació BF (respecte paret)	a'	m	7,50	7,50	10,00	10,00	10,00	12,50
Longitud BF	L _{BF}	m	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	230,00	276,00	138,00	184,00	230,00	138,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	32200,00	38640,00	19320,00	25760,00	32200,00	19320,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	105892,78	112332,78	93012,78	99452,78	105892,78	93012,78
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	52,61	52,61	52,61	52,61	52,61	52,61
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31	73651,31
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	147302,62	147302,62	147302,62	147302,62	147302,62	147302,62
Estalvi	E	€	41409,84	34969,84	54289,84	47849,84	41409,84	54289,84

Taula 86. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 199	Simulació 200	Simulació 201	Simulació 202	Simulació 203	Simulació 204
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	40	30	30	40	50	60
Amplada de la Nau	a	m	50	60	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	2000	1800	900	1200	1500	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	10	10	12	12	12	12
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	26,32	26,32	54,28	54,28	54,28	54,28
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	36846,39	36846,39	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	36846,39	36846,39	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Situació BF (respecte paret)	a'	m	12,50	15,00	7,50	7,50	7,50	7,50
Longitud BF	L _{BF}	m	4,60	4,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	184,00	138,00	78,00	104,00	130,00	156,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	25760,00	19320,00	10920,00	14560,00	18200,00	21840,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	99452,78	93012,78	162902,29	166542,29	170182,29	173822,29
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	52,61	52,61	91,14	91,14	91,14	91,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	73651,31	73651,31	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	73651,31	73651,31	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	147302,62	147302,62	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48
Estalvi	E	€	47849,84	54289,84	92284,19	88644,19	85004,19	81364,19

Taula 87. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 205	Simulació 206	Simulació 207	Simulació 208	Simulació 209	Simulació 210
Altura de la Nau	h_a	m	15	15	15	15	15	15
Llargada de la Nau	b	m	30	40	50	30	40	30
Amplada de la Nau	a	m	40	40	40	50	50	60
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1200	1600	2000	1500	2000	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	12	12	12	12	12	12
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	54,28	54,28	54,28	54,28	54,28	54,28
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14	75991,14
Situació BF (respecte paret)	a'	m	10,00	10,00	10,00	12,50	12,50	15,00
Longitud BF	L _{BF}	m	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	78,00	104,00	130,00	78,00	104,00	78,00
Cost 2 Barreres de Fum	C _{BF}	€	10920,00	14560,00	18200,00	10920,00	14560,00	10920,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	162902,29	166542,29	170182,29	162902,29	166542,29	162902,29
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	91,14	91,14	91,14	91,14	91,14	91,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24	127593,24
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48	255186,48
Estalvi	E	€	92284,19	88644,19	85004,19	92284,19	88644,19	92284,19

Taula 88. Resultats obtinguts en el cas particular: Dues barreres de fum col·locades longitudinalment

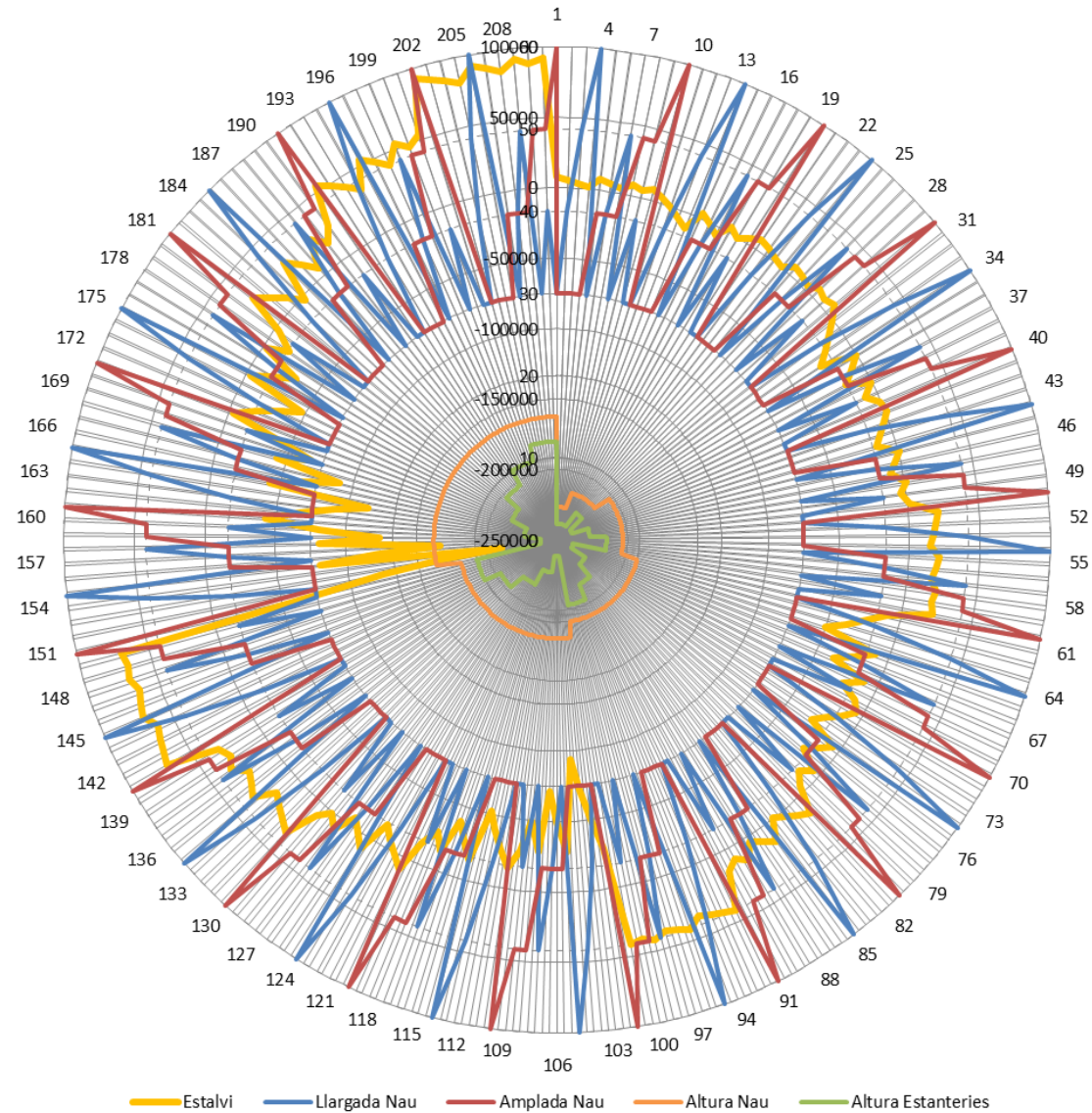


Figura 72. Gràfic radial amb tots els paràmetres estudiats en el cas particular

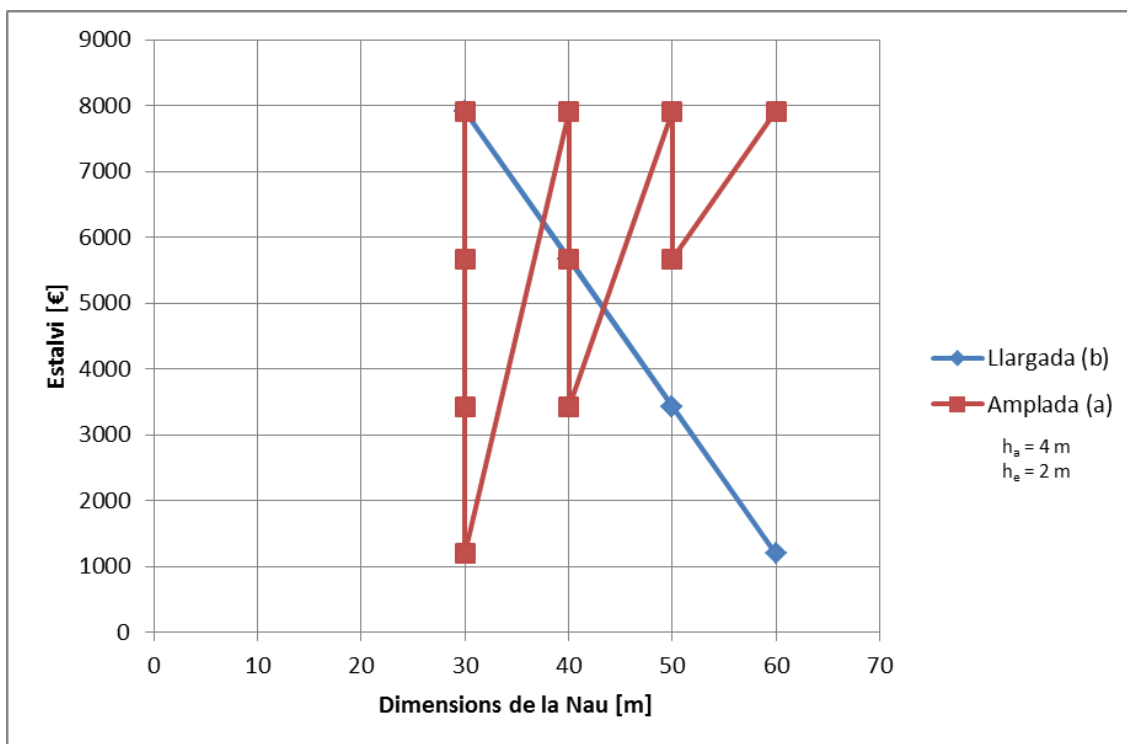


Figura 73. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

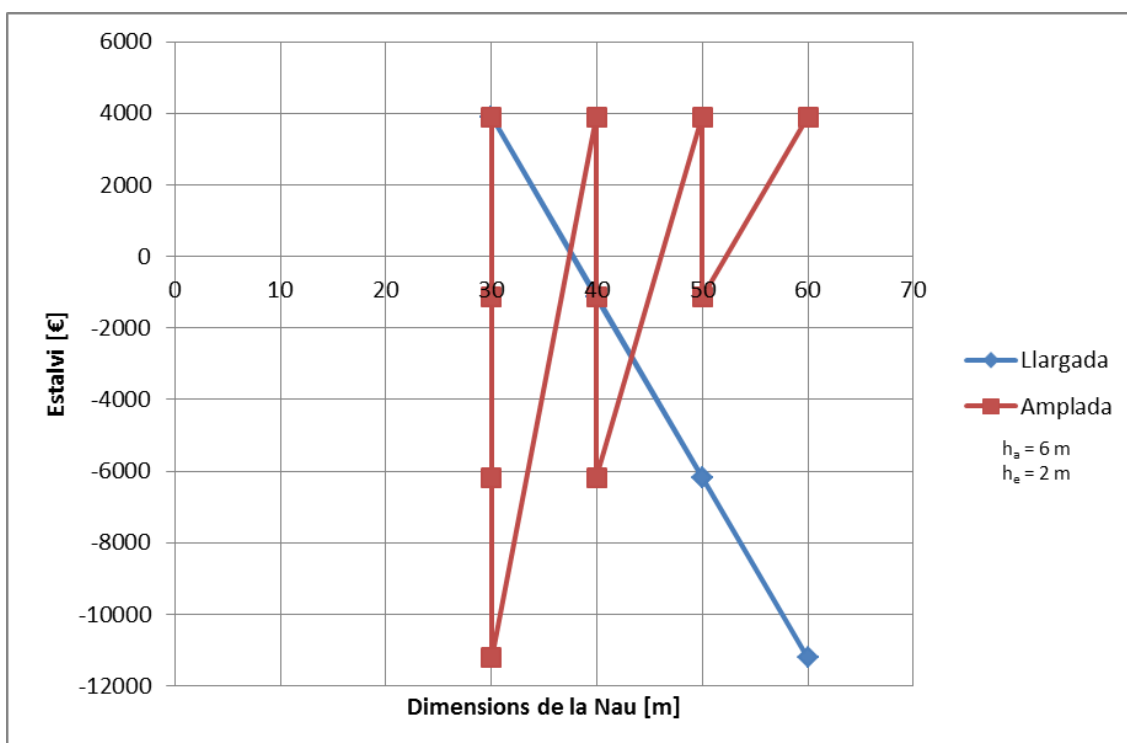


Figura 74. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

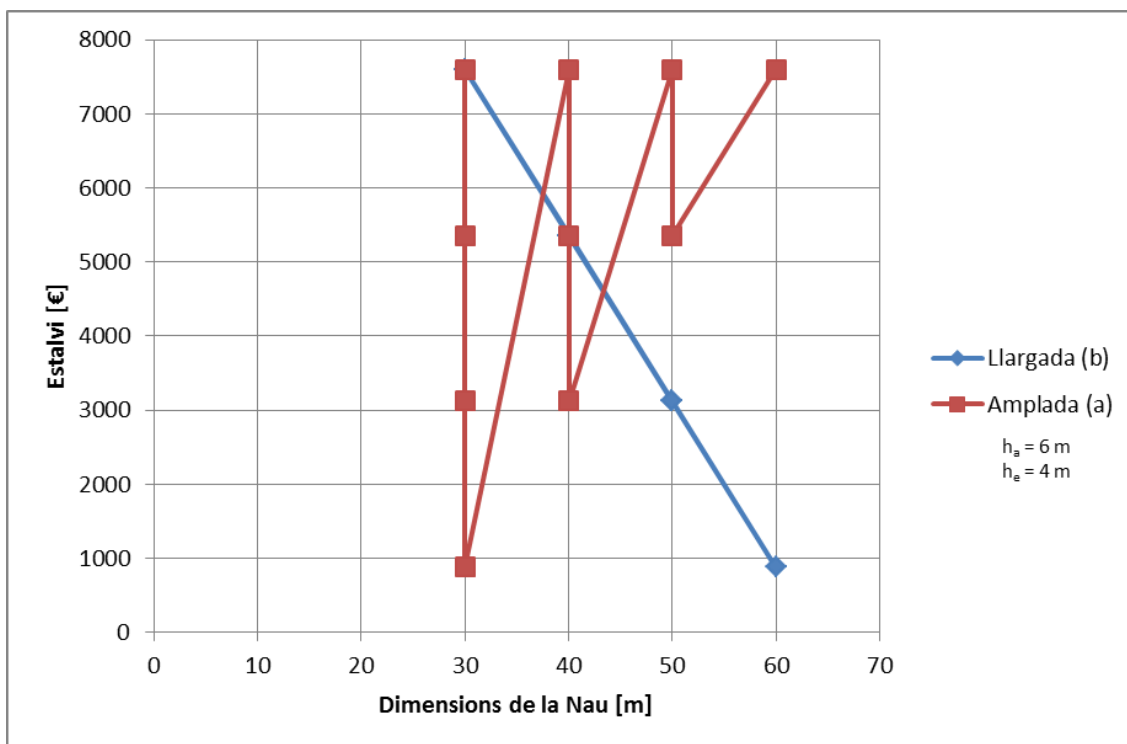


Figura 75. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

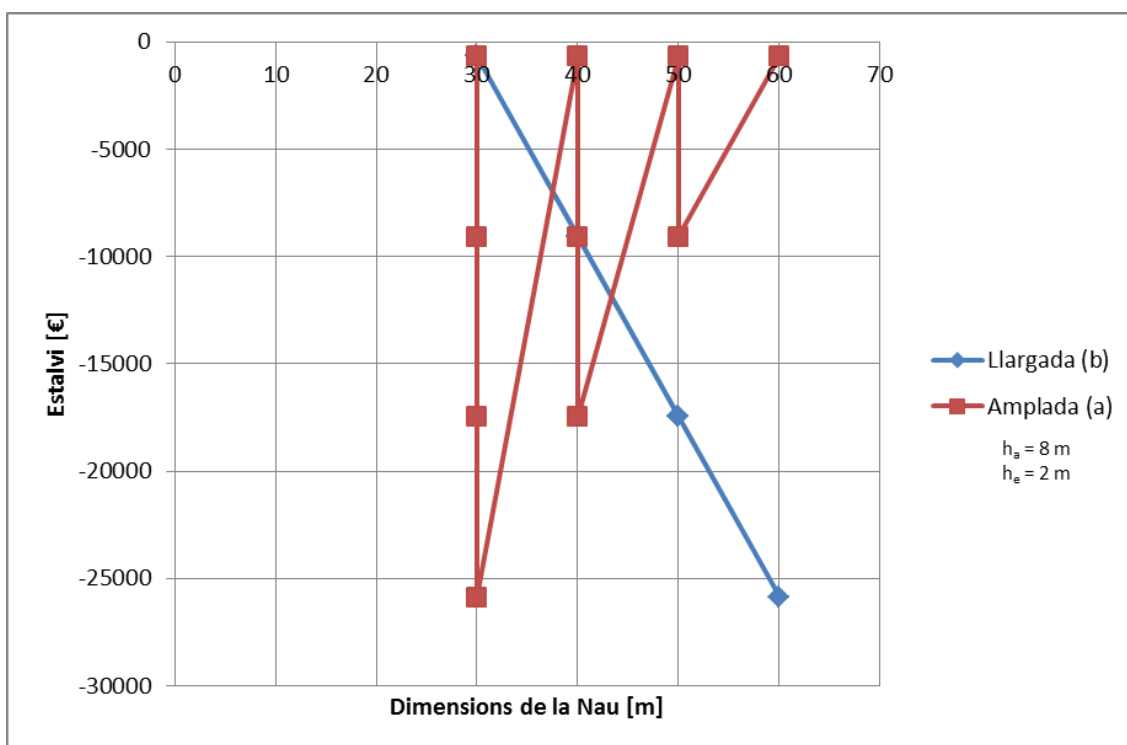


Figura 76. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

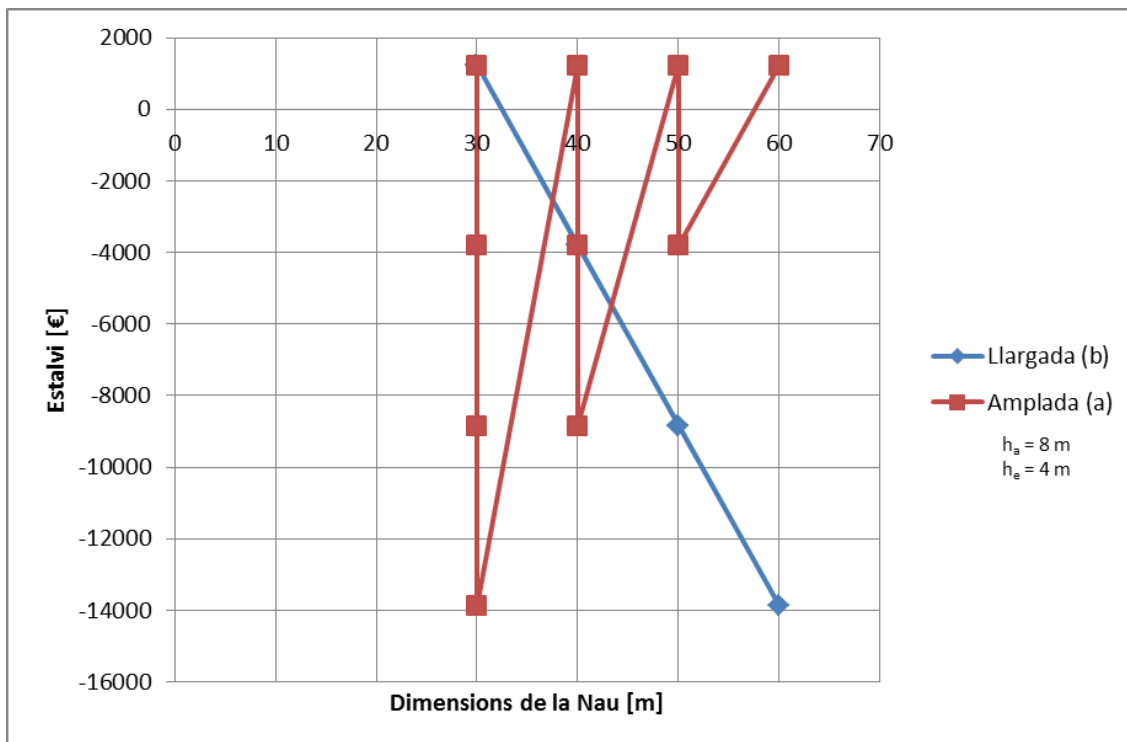


Figura 77. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

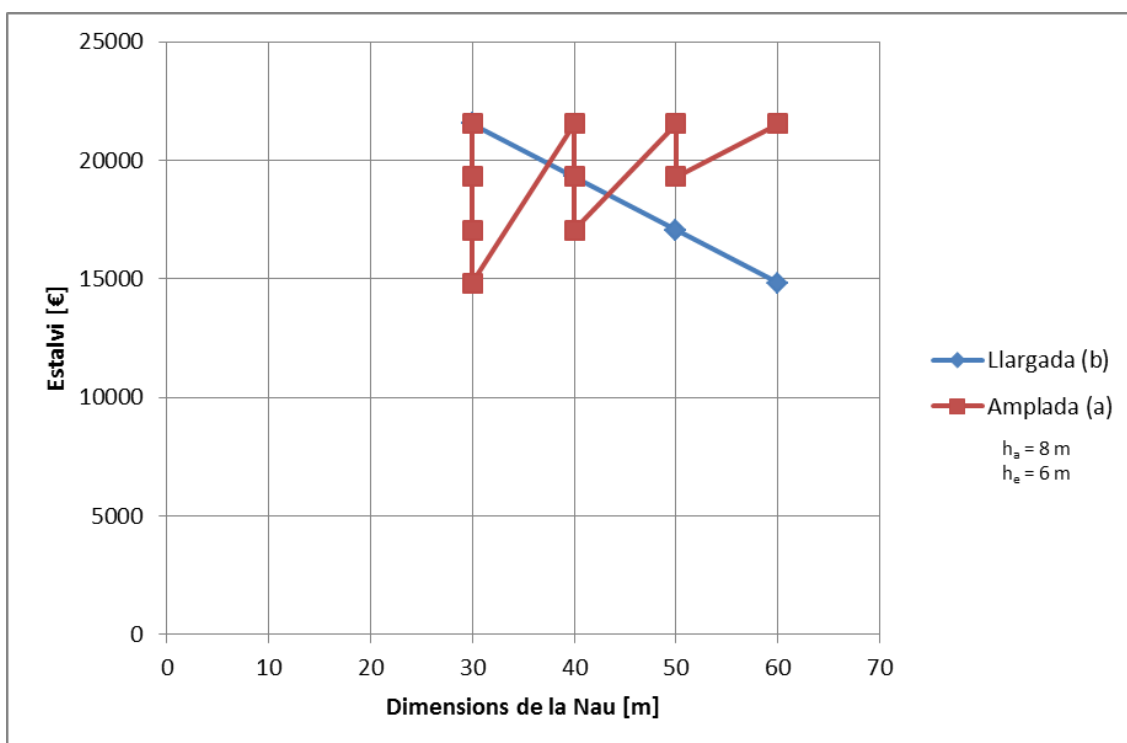


Figura 78. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

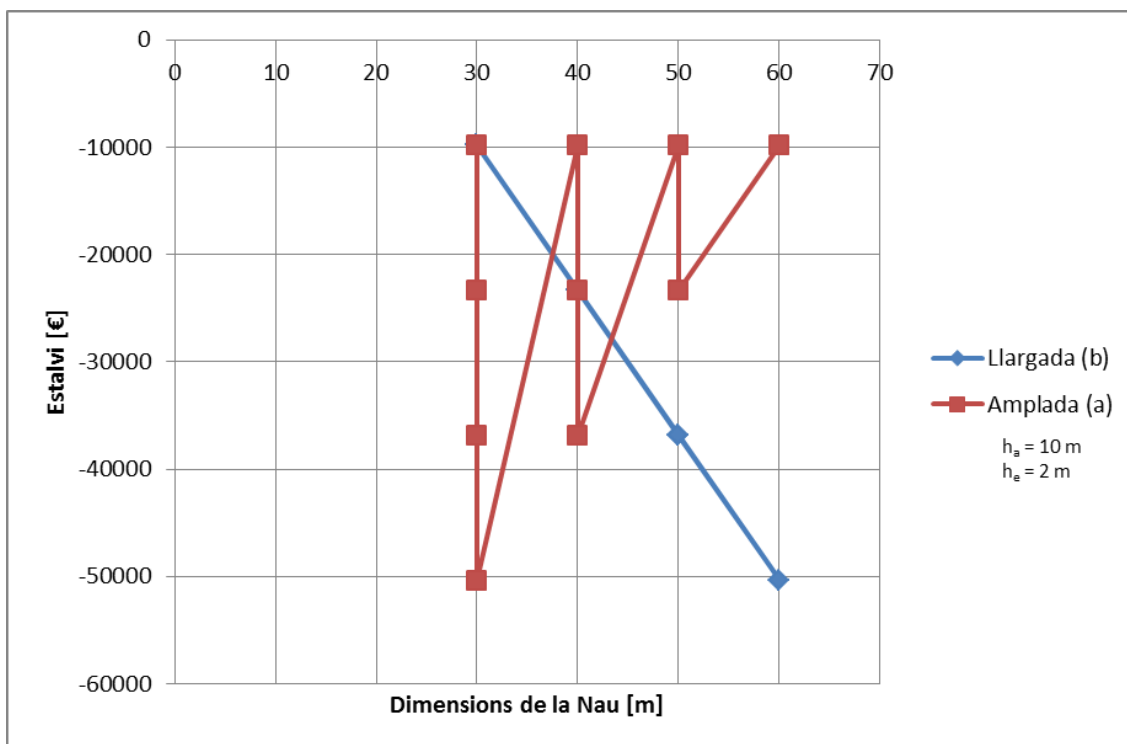


Figura 79. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

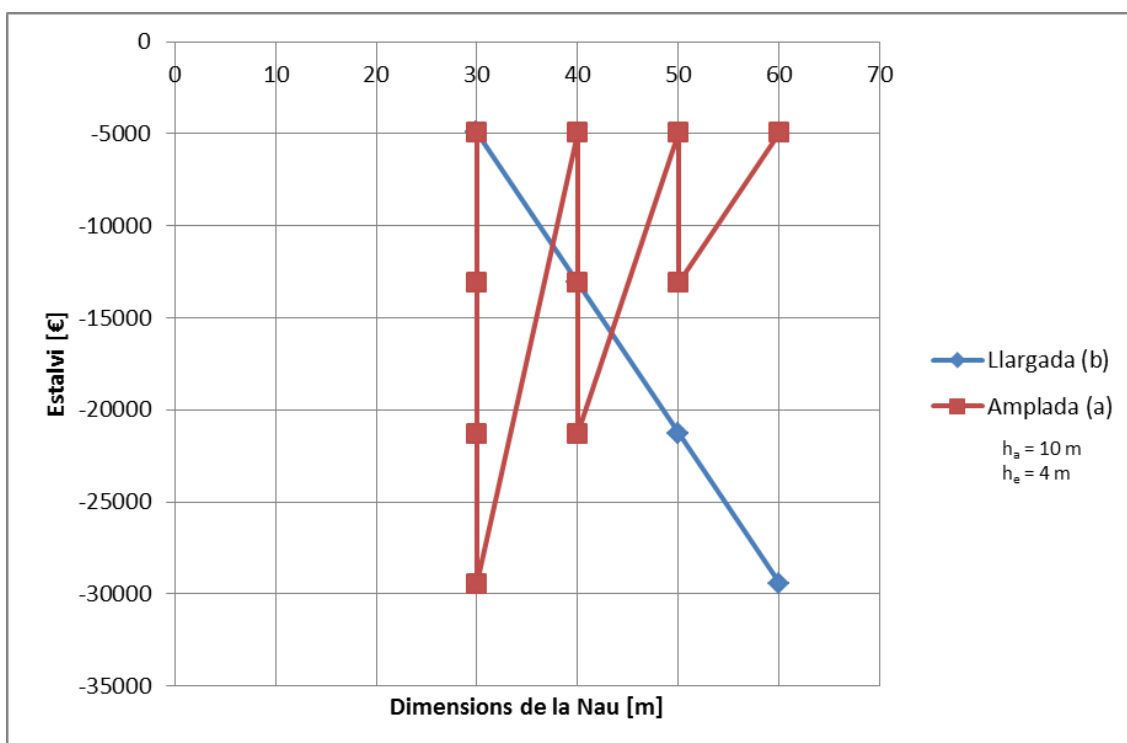


Figura 80. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

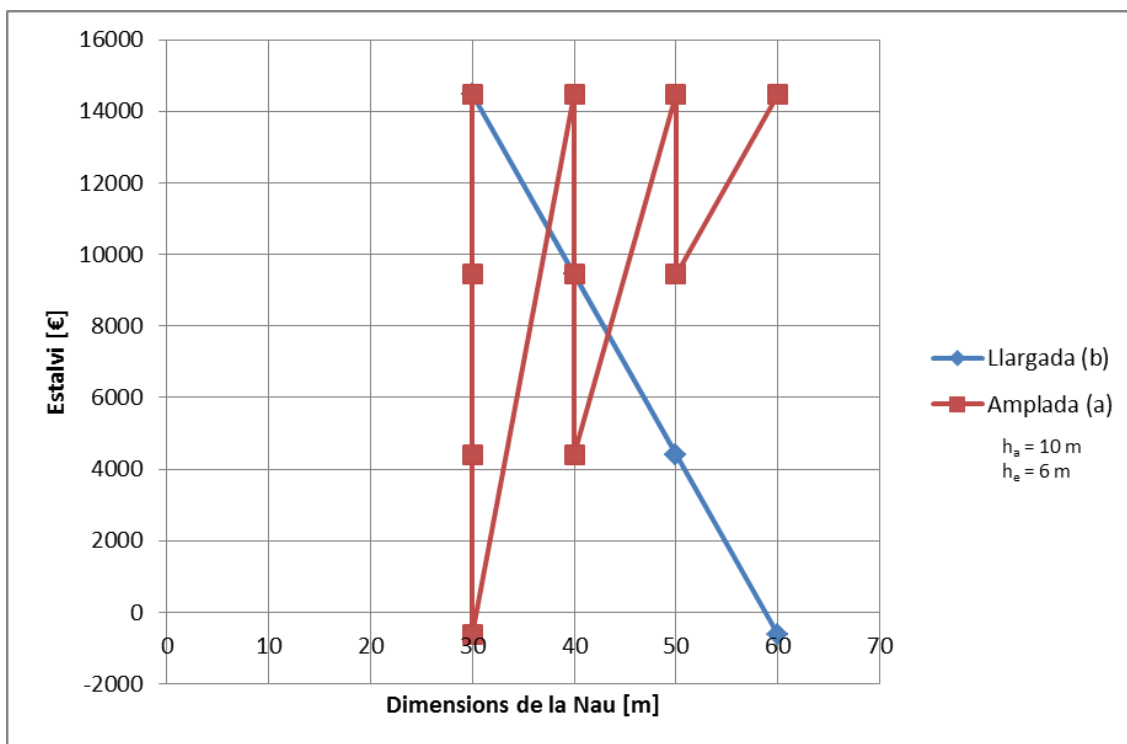


Figura 81. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

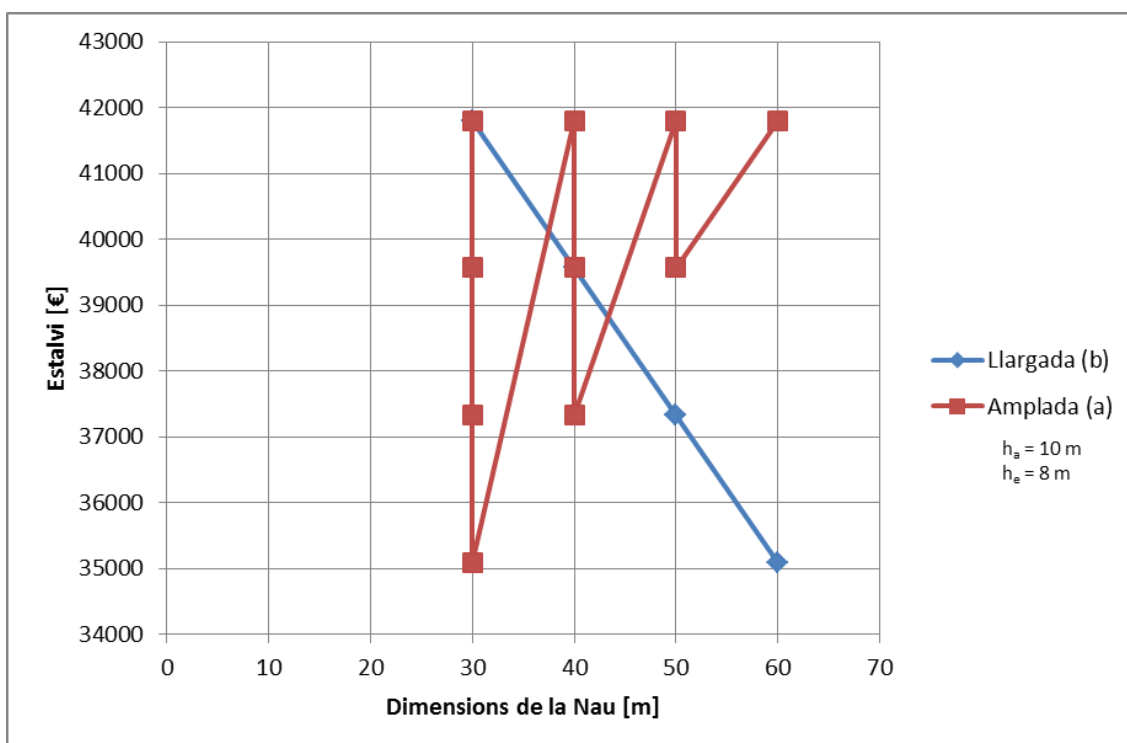


Figura 82. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

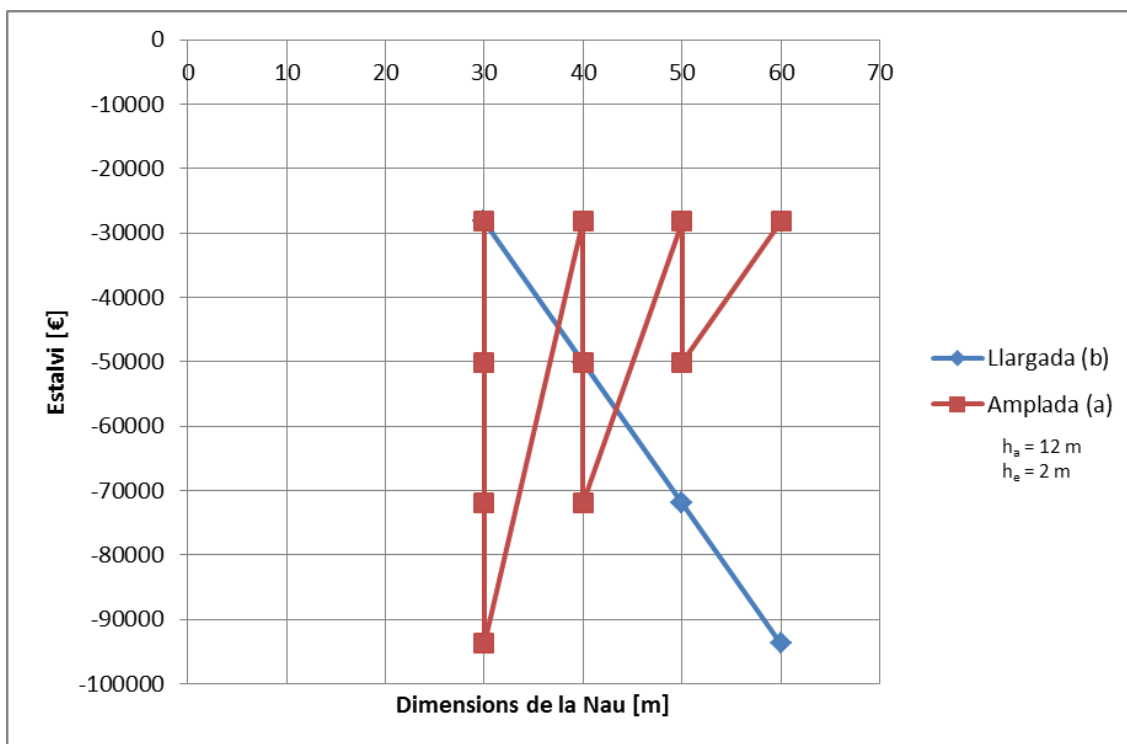


Figura 83. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

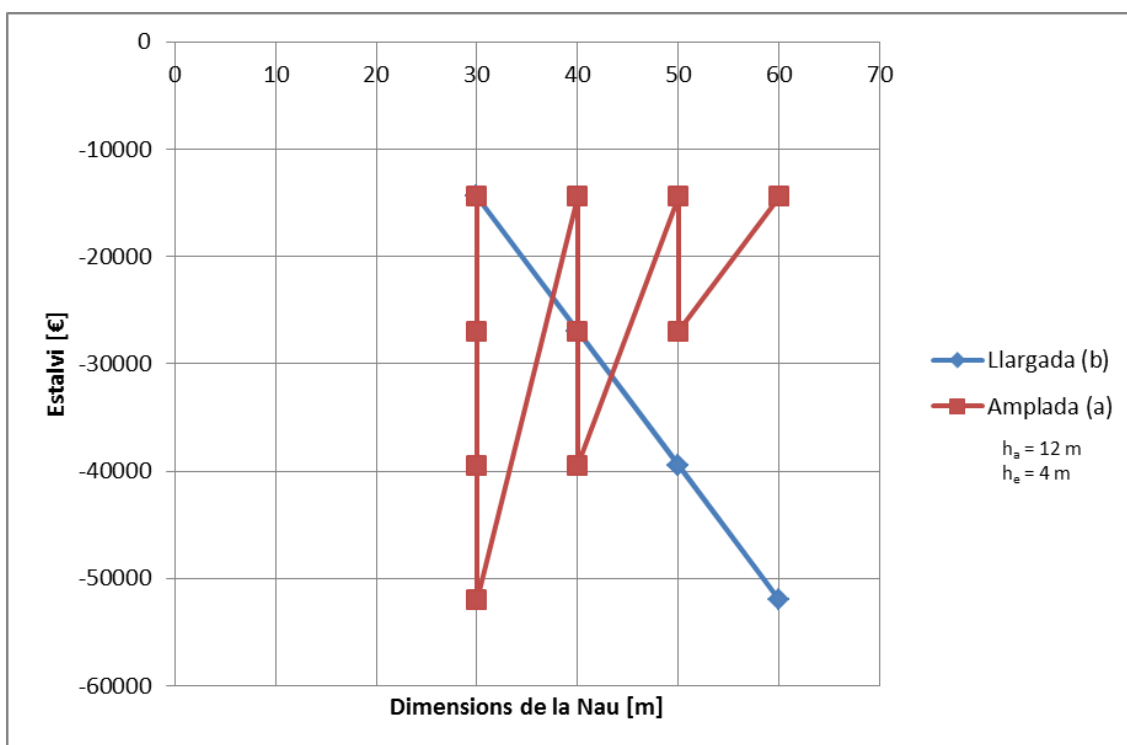


Figura 84. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

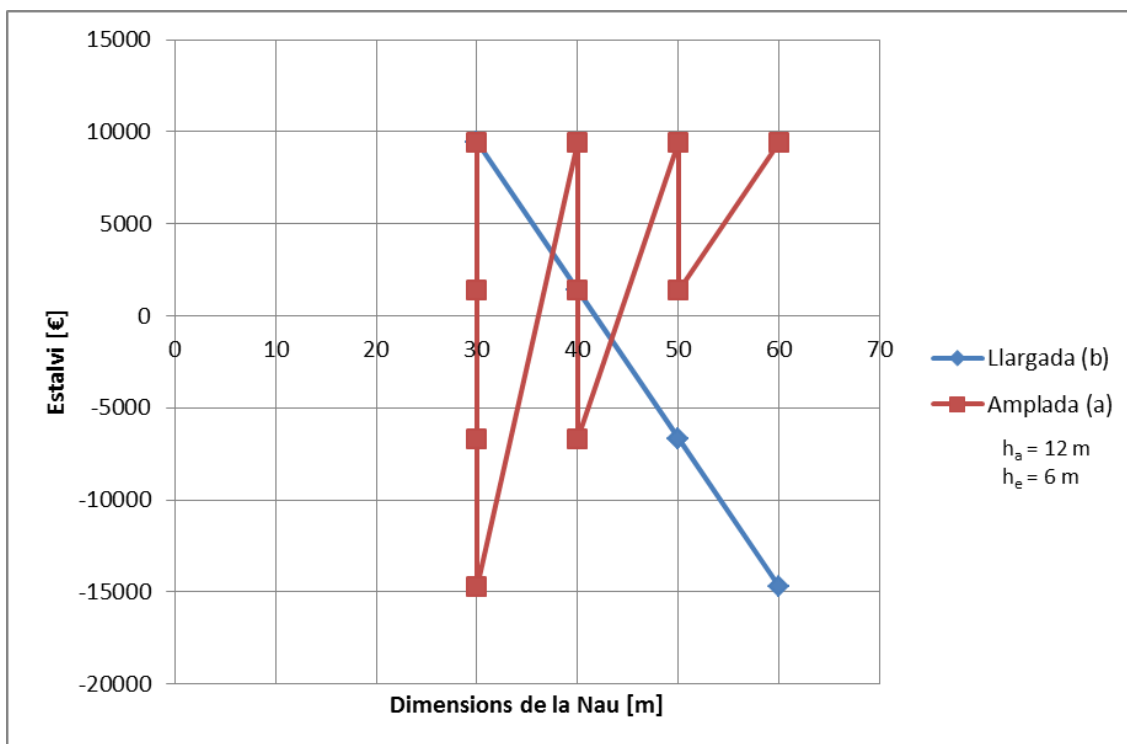


Figura 85. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

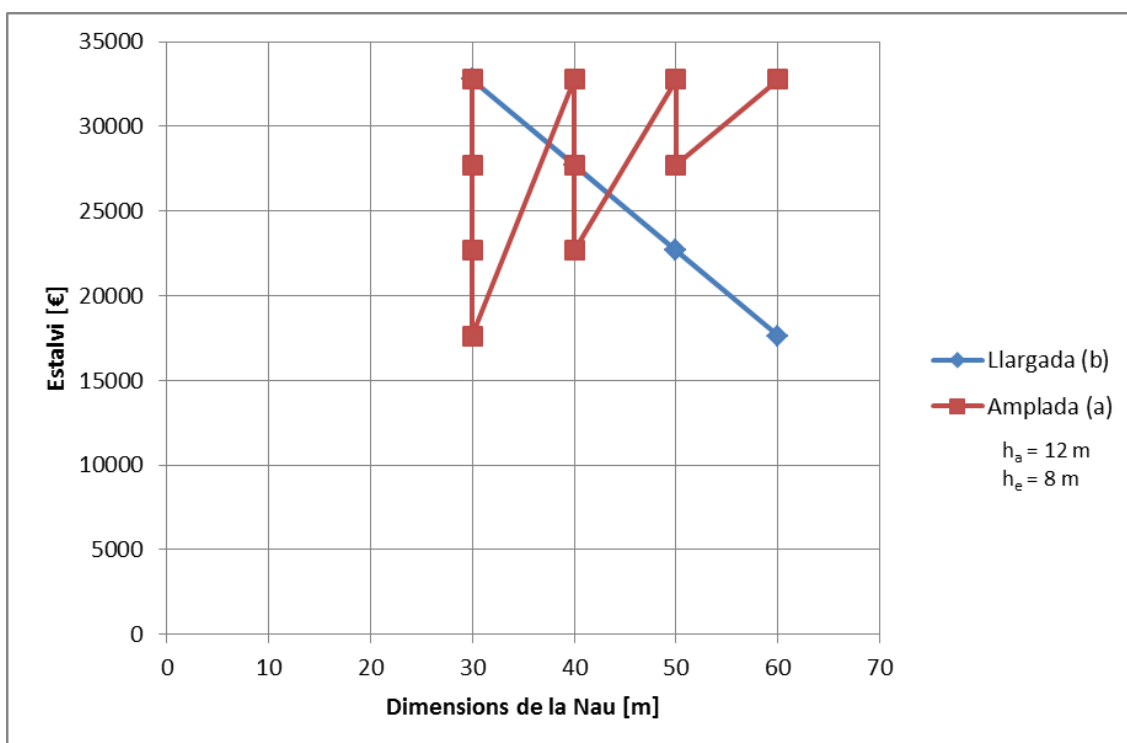


Figura 86. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

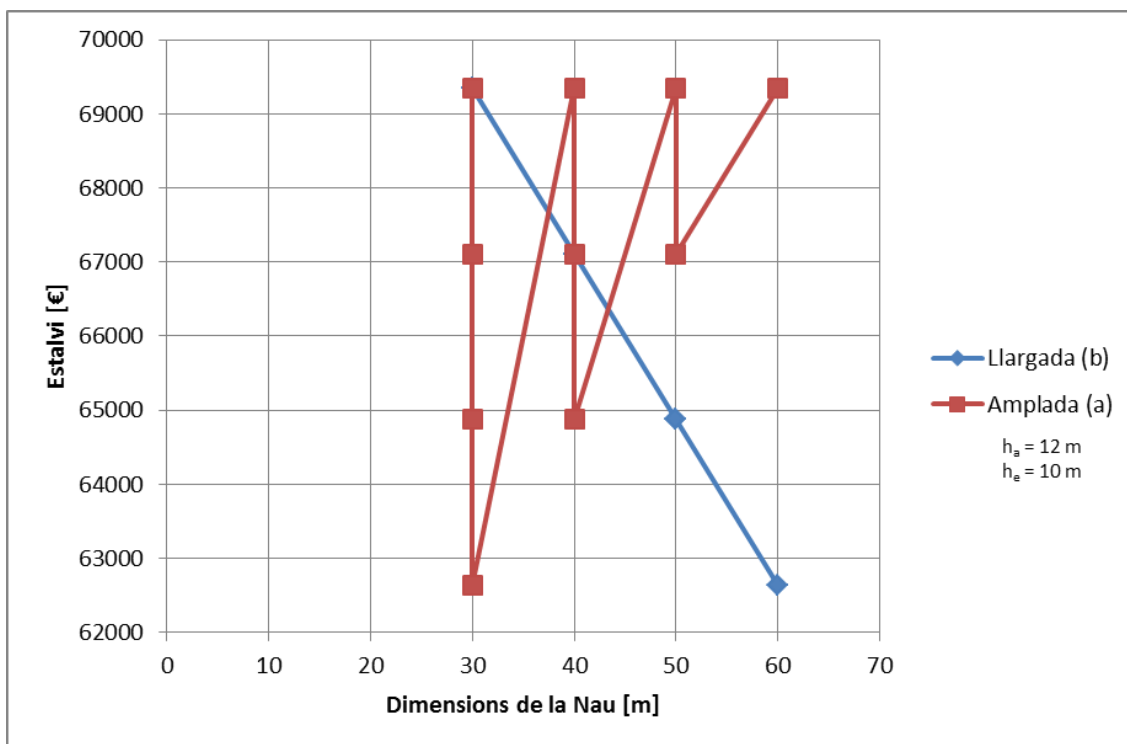


Figura 87. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

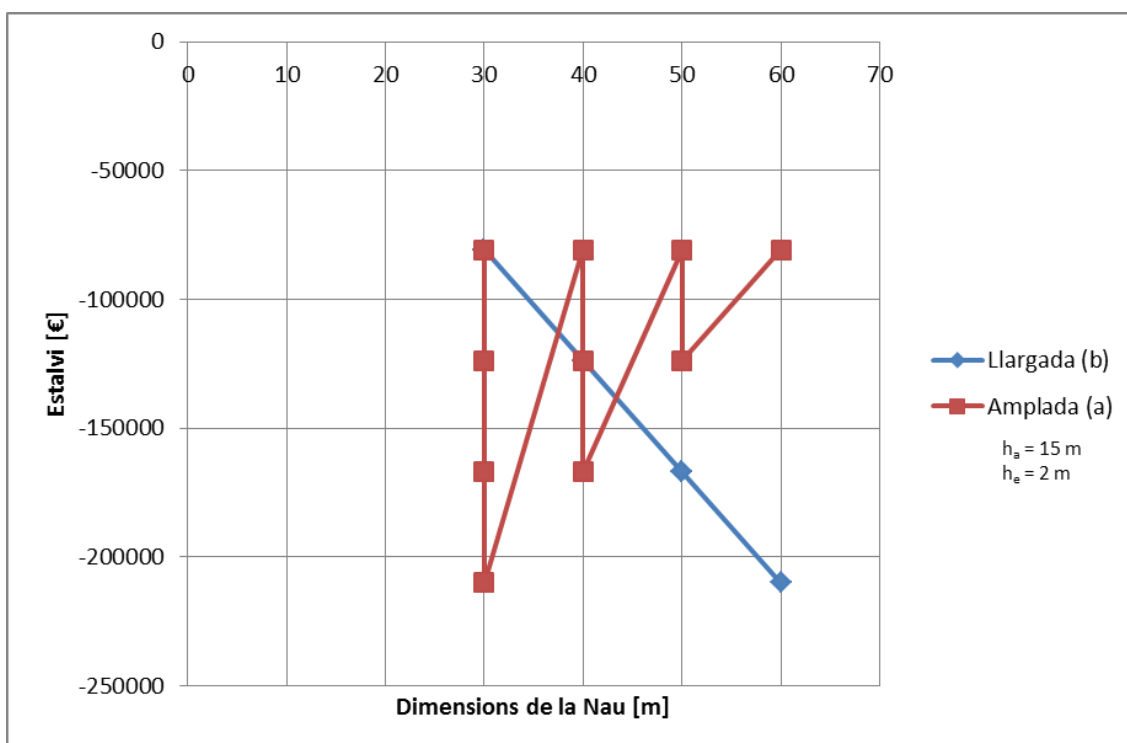


Figura 88. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

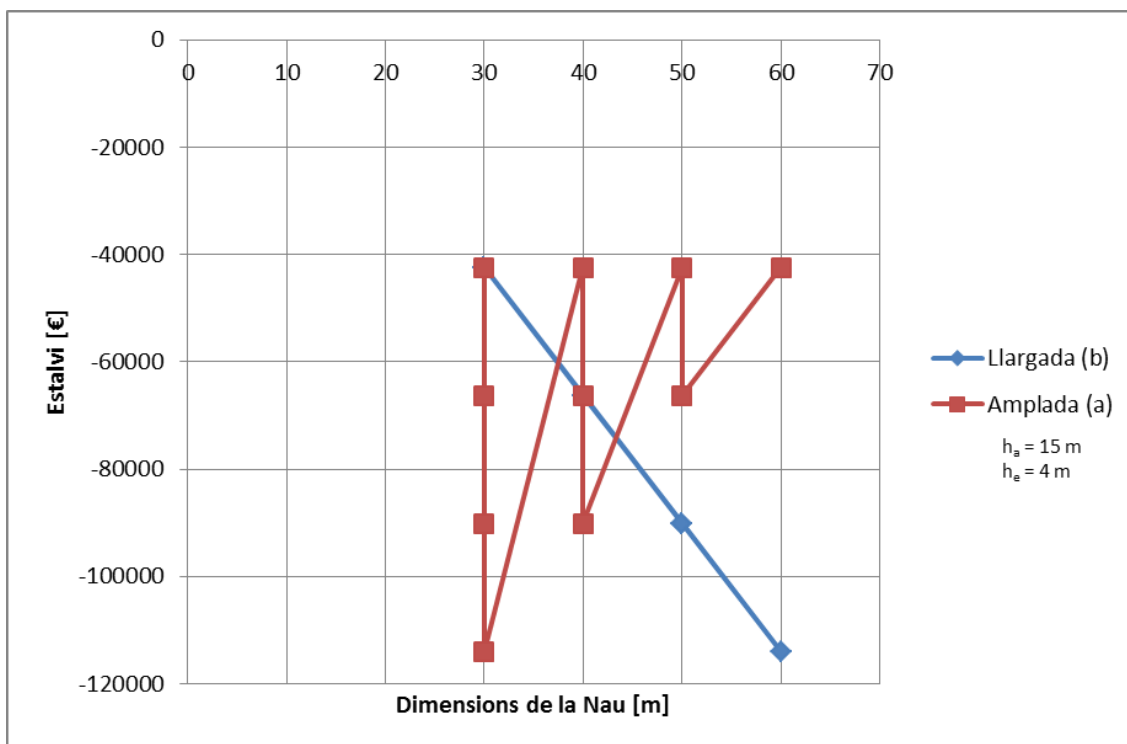


Figura 89. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

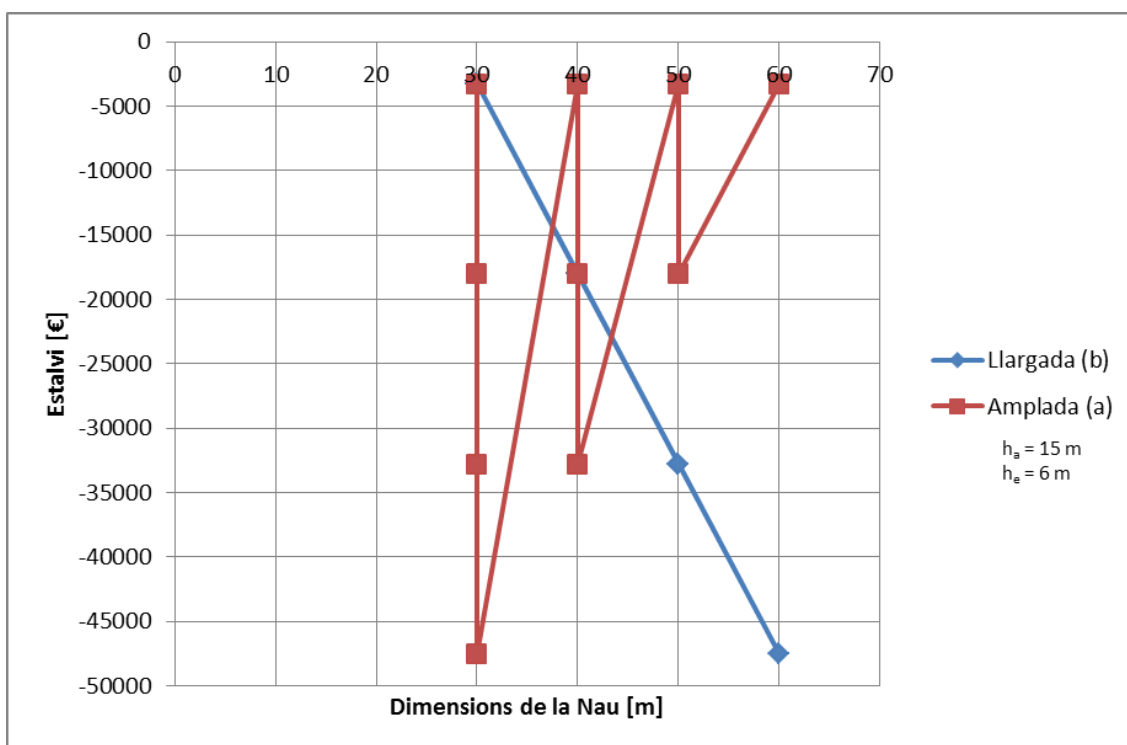


Figura 90. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

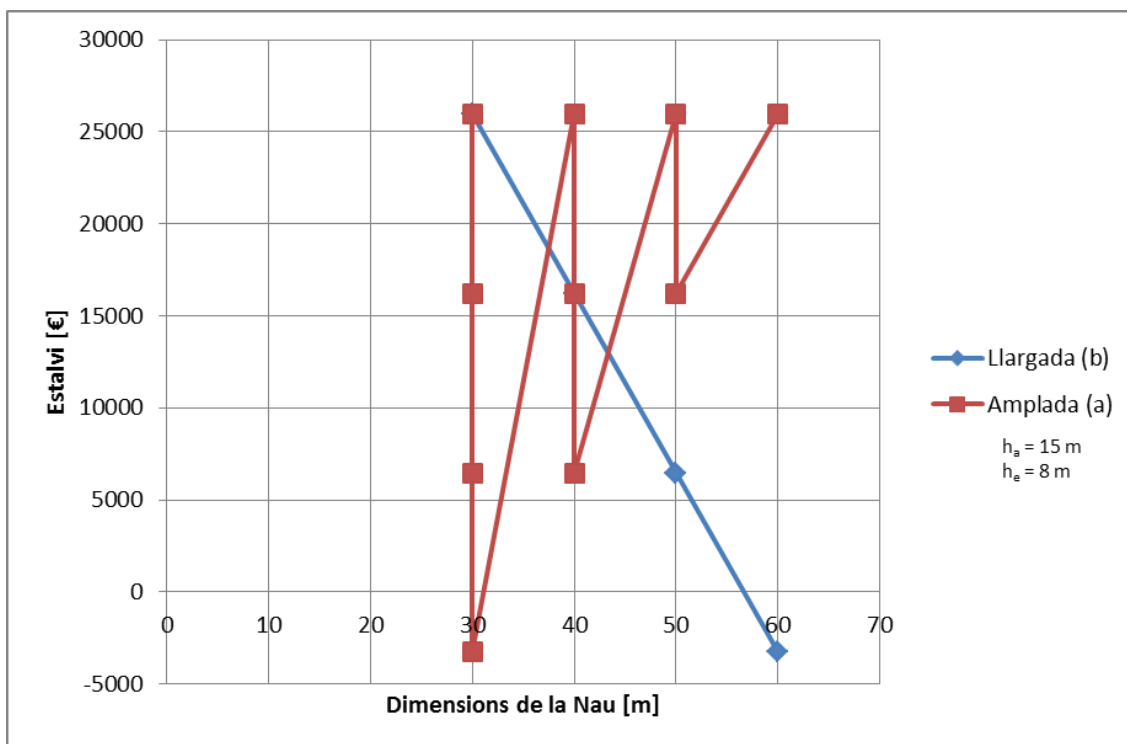


Figura 91. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

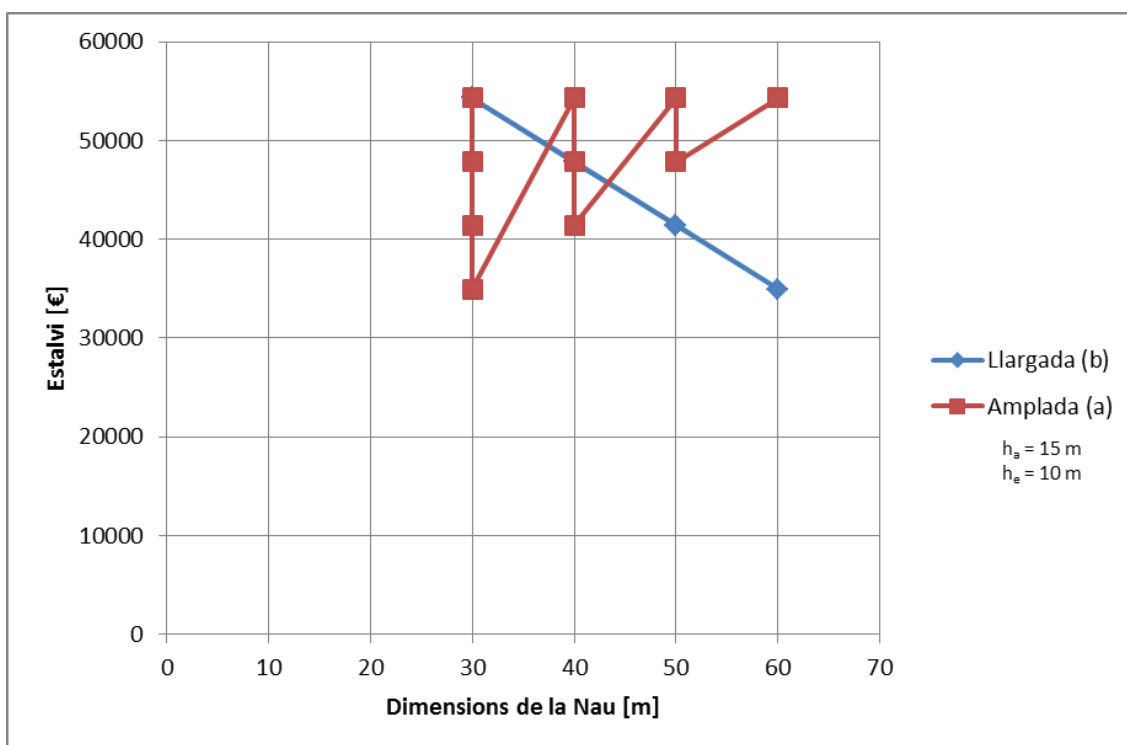


Figura 92. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

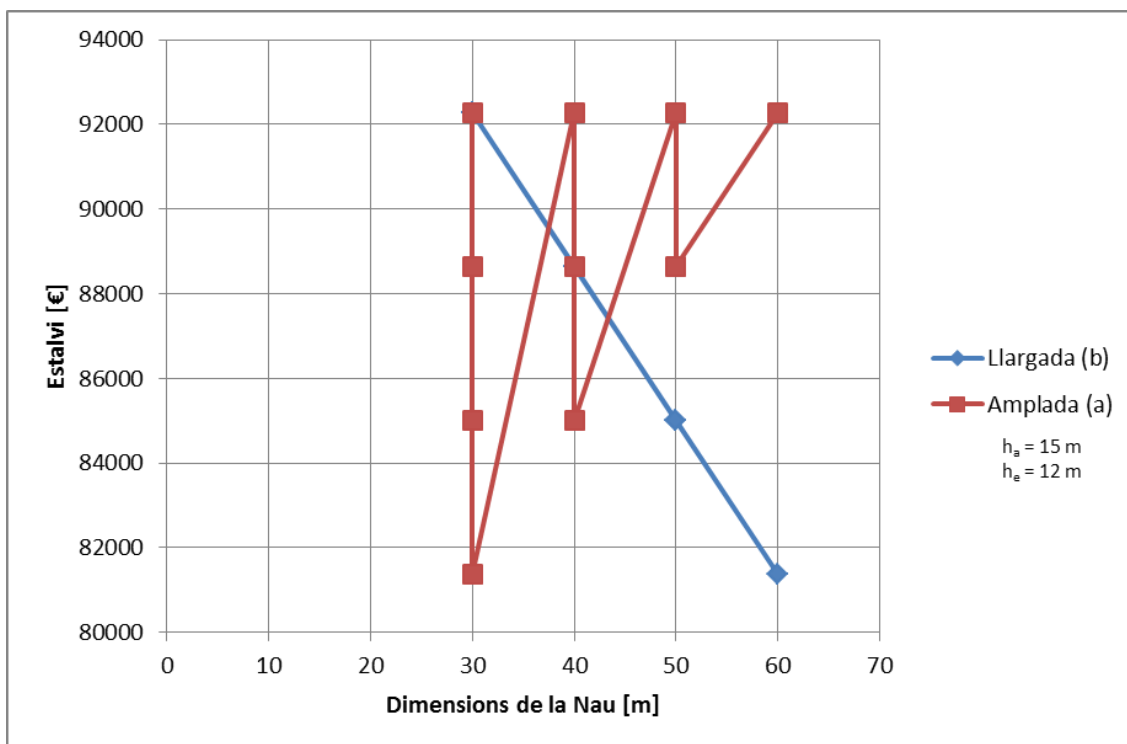


Figura 93. Influència de les dimensions de la nau en el cas particular

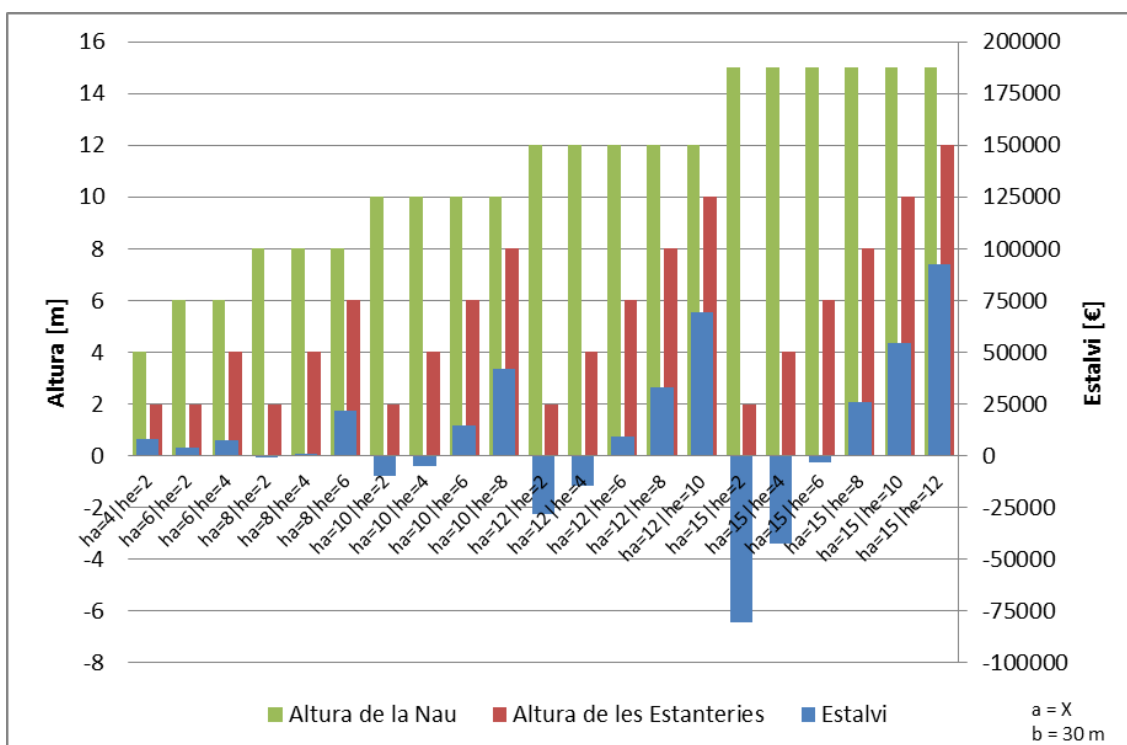


Figura 94. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas particular

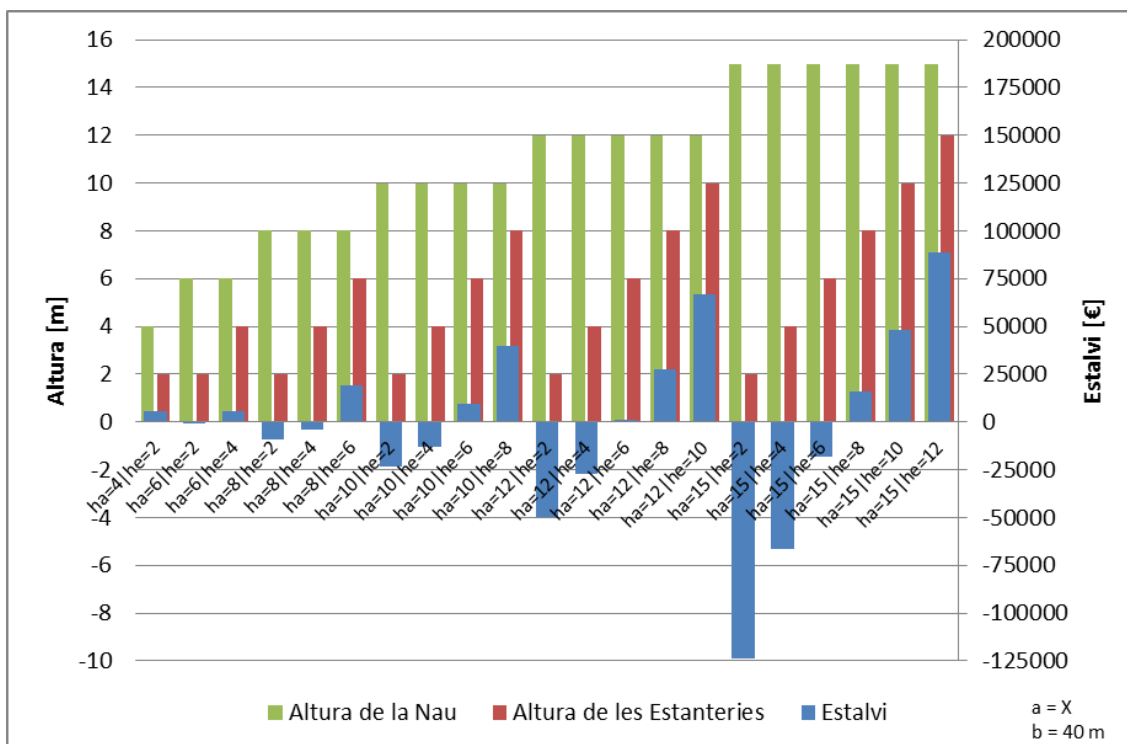


Figura 95. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas particular

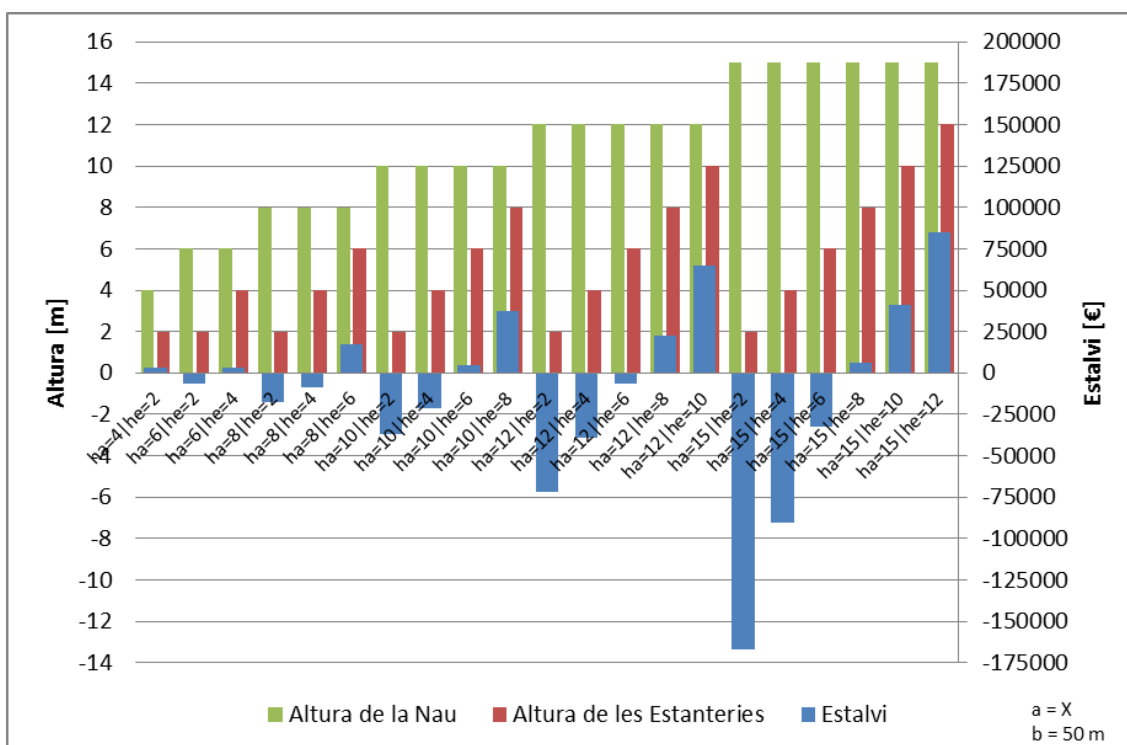


Figura 96. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas particular

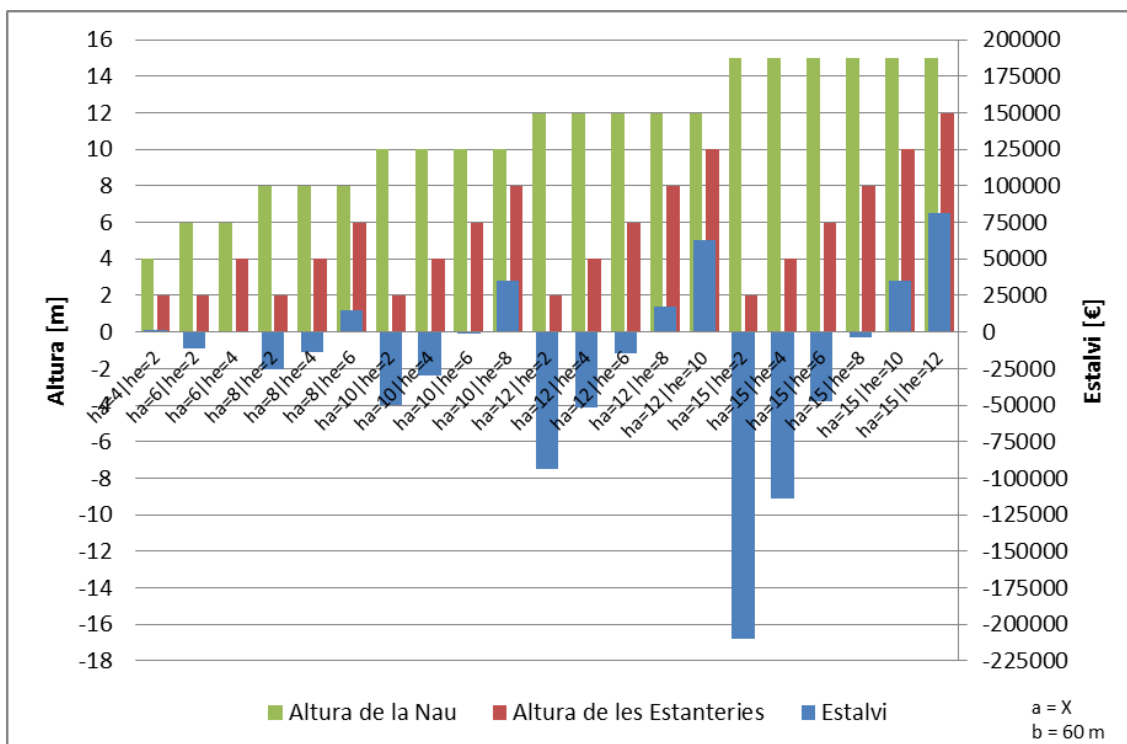


Figura 97. Influència de les altures de la nau i les estanteries en el cas particular

7.3 Cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Seguidament es mostraran totes les taules de resultats obtingudes en el present cas d'estudi. De la mateixa forma, es representaran tots els gràfics realitzats en el mateix cas estudiat.

Simulacions Viables	54
Simulacions No Viables	6
Simulacions Realitzades	60
Percentatge	90,00%

Taula 89. Viabilitat de les simulacions

Estalvi Màxim	268.755,58
Estalvi Mínim	-3.360,00

Taula 90. Estalvis màxims i mínims obtinguts

Incendi en Sector A								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 1	Simulació 2	Simulació 3	Simulació 4	Simulació 5	Simulació 6
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	60,00	58,00	56,00	54,00	52,00	50,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	14,61	15,05	15,50	15,98	16,48	17,01
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	20456,52	21064,34	21701,76	22371,36	23076,03	23819,08
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	20456,52	21064,34	21701,76	22371,36	23076,03	23819,08
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	40913,05	42128,68	43403,53	44742,72	46152,06	47638,16
Estalvi	E	€	-3360,00	-2144,37	-869,52	469,67	1879,02	3365,11

Taula 91. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector A								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 7	Simulació 8	Simulació 9	Simulació 10	Simulació 11	Simulació 12
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	48,00	46,00	44,00	42,00	40,00	38,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	17,57	18,17	18,80	19,47	20,19	20,96
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	24604,26	25435,91	26319,00	27259,34	28263,71	29340,10
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	24604,26	25435,91	26319,00	27259,34	28263,71	29340,10
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	49208,52	50871,81	52638,00	54518,68	56527,41	58680,21
Estalvi	E	€	4935,48	6598,76	8364,95	10245,63	12254,37	14407,16

Taula 92. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector A								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 13	Simulació 14	Simulació 15	Simulació 16	Simulació 17	Simulació 18
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	36,00	34,00	32,00	30,00	28,00	26,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	21,78	22,68	23,65	24,71	25,87	27,15
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	30498,04	31748,94	33106,63	34588,11	36214,48	38012,38
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	30498,04	31748,94	33106,63	34588,11	36214,48	38012,38
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	60996,08	63497,87	66213,26	69176,22	72428,96	76024,75
Estalvi	E	€	16723,04	19224,83	21940,21	24903,17	28155,91	31751,70

Taula 93. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector A								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 19	Simulació 20	Simulació 21	Simulació 22	Simulació 23	Simulació 24
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	24,00	22,00	20,00	18,00	16,00	14,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	28,58	30,19	32,02	34,14	36,61	39,58
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	40015,97	42269,96	44834,23	47791,15	51257,85	55407,81
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	40015,97	42269,96	44834,23	47791,15	51257,85	55407,81
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	80031,93	84539,93	89668,47	95582,30	102515,71	110815,61
Estalvi	E	€	35758,88	40266,88	45395,42	51309,25	58242,66	66542,56

Taula 94. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector A								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 25	Simulació 26	Simulació 27	Simulació 28	Simulació 29	Simulació 30
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	12,00	10,00	8,00	6,00	4,00	2,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	43,22	47,87	54,11	63,16	78,20	111,80
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	60511,37	67019,09	75753,55	88430,17	109484,60	156514,31
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	60511,37	67019,09	75753,55	88430,17	109484,60	156514,31
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	121022,74	134038,19	151507,09	176860,33	218969,20	313028,63
Estalvi	E	€	76749,69	89765,14	107234,05	132587,28	174696,15	268755,58

Taula 95. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector B								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 31	Simulació 32	Simulació 33	Simulació 34	Simulació 35	Simulació 36
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	14,61	15,05	15,50	15,98	16,48	17,01
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	20456,52	21064,34	21701,76	22371,36	23076,03	23819,08
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	20456,52	21064,34	21701,76	22371,36	23076,03	23819,08
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	40913,05	42128,68	43403,53	44742,72	46152,06	47638,16
Estalvi	E	€	-3360,00	-2144,37	-869,52	469,67	1879,02	3365,11

Taula 96. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector B								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 37	Simulació 38	Simulació 39	Simulació 40	Simulació 41	Simulació 42
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	17,57	18,17	18,80	19,47	20,19	20,96
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	24604,26	25435,91	26319,00	27259,34	28263,71	29340,10
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	24604,26	25435,91	26319,00	27259,34	28263,71	29340,10
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	49208,52	50871,81	52638,00	54518,68	56527,41	58680,21
Estalvi	E	€	4935,48	6598,76	8364,95	10245,63	12254,37	14407,16

Taula 97. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector B								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 43	Simulació 44	Simulació 45	Simulació 46	Simulació 47	Simulació 48
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	24,00	26,00	28,00	30,00	32,00	34,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	21,78	22,68	23,65	24,71	25,87	27,15
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	30498,04	31748,94	33106,63	34588,11	36214,48	38012,38
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	30498,04	31748,94	33106,63	34588,11	36214,48	38012,38
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	60996,08	63497,87	66213,26	69176,22	72428,96	76024,75
Estalvi	E	€	16723,04	19224,83	21940,21	24903,17	28155,91	31751,70

Taula 98. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector B								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 49	Simulació 50	Simulació 51	Simulació 52	Simulació 53	Simulació 54
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	36,00	38,00	40,00	42,00	44,00	46,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	28,58	30,19	32,02	34,14	36,61	39,58
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	40015,97	42269,96	44834,23	47791,15	51257,85	55407,81
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	40015,97	42269,96	44834,23	47791,15	51257,85	55407,81
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	80031,93	84539,93	89668,47	95582,30	102515,71	110815,61
Estalvi	E	€	35758,88	40266,88	45395,42	51309,25	58242,66	66542,56

Taula 99. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

Incendi en Sector B								
Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 55	Simulació 56	Simulació 57	Simulació 58	Simulació 59	Simulació 60
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52	20456,52
Situació BF (respecte paret)	b'	m	48,00	50,00	52,00	54,00	56,00	58,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05	44273,05
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	43,22	47,87	54,11	63,16	78,20	111,80
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	60511,37	67019,09	75753,55	88430,17	109484,60	156514,31
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	60511,37	67019,09	75753,55	88430,17	109484,60	156514,31
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	121022,74	134038,19	151507,09	176860,33	218969,20	313028,63
Estalvi	E	€	76749,69	89765,14	107234,05	132587,28	174696,15	268755,58

Taula 100. Resultats obtinguts en el cas particular: Ubicació de la barrera de fum

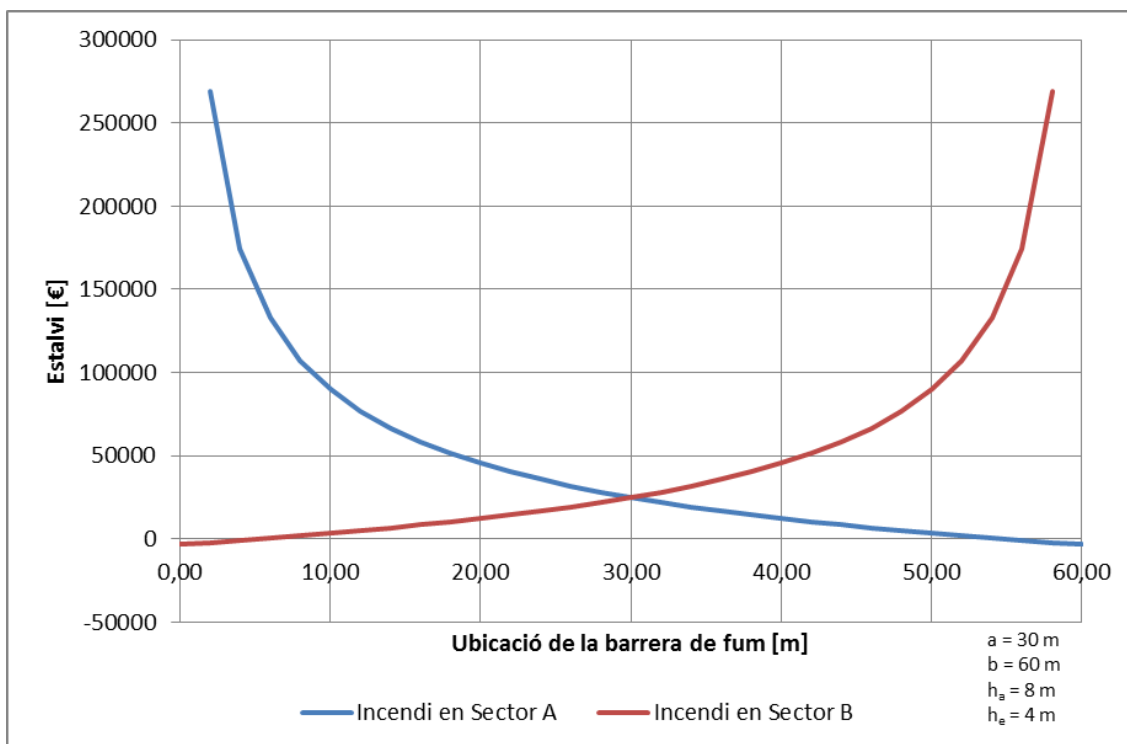


Figura 98. Influència de la ubicació de la Barrera de fum

7.4 Cas particular: Existència de ruixadors

Seguidament es mostraran totes les taules de resultats obtingudes en el present cas d'estudi. De la mateixa forma, es representaran tots els gràfics realitzats en el mateix cas estudiat.

Simulacions Viables	5
Simulacions No Viables	0
Simulacions Realitzades	5
Percentatge	100,00%

Taula 101. Viabilitat de les simulacions

Estalvi Màxim	11.655,09
Estalvi Mínim	302,25

Taula 102. Estalvis màxims i mínims obtinguts

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 1	Simulació 2	Simulació 3	Simulació 4	Simulació 5
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	4	4	4
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	S. + Int.	Sostre	S. + Int.	No
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	4,21	2,12	5,11	5,11	5,91
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	5894,11	2961,37	7153,94	7153,94	8267,32
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	5894,11	2961,37	7153,94	7153,94	8267,32
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	19348,23	13482,74	17667,88	17667,88	19894,63
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,05	4,92	10,34	10,34	11,27
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14072,98	6892,49	14470,43	14470,43	15774,86
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14072,98	6892,49	14470,43	14470,43	15774,86
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28145,95	13784,99	28940,85	28940,85	31549,72
Estalvi	E	€	8797,72	302,25	11272,98	11272,98	11655,09

Taula 103. Resultats obtinguts en el cas particular: Existència de ruixadors

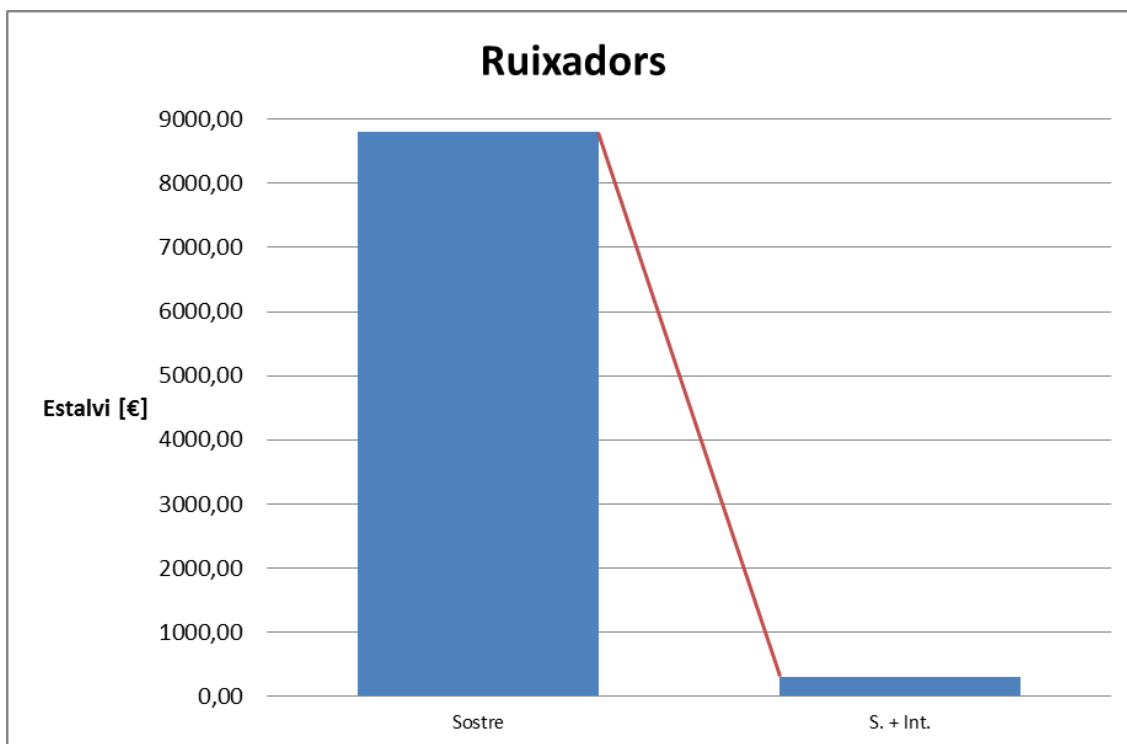


Figura 99. Influència de l'existència de ruixadors en emmagatzematge en altura

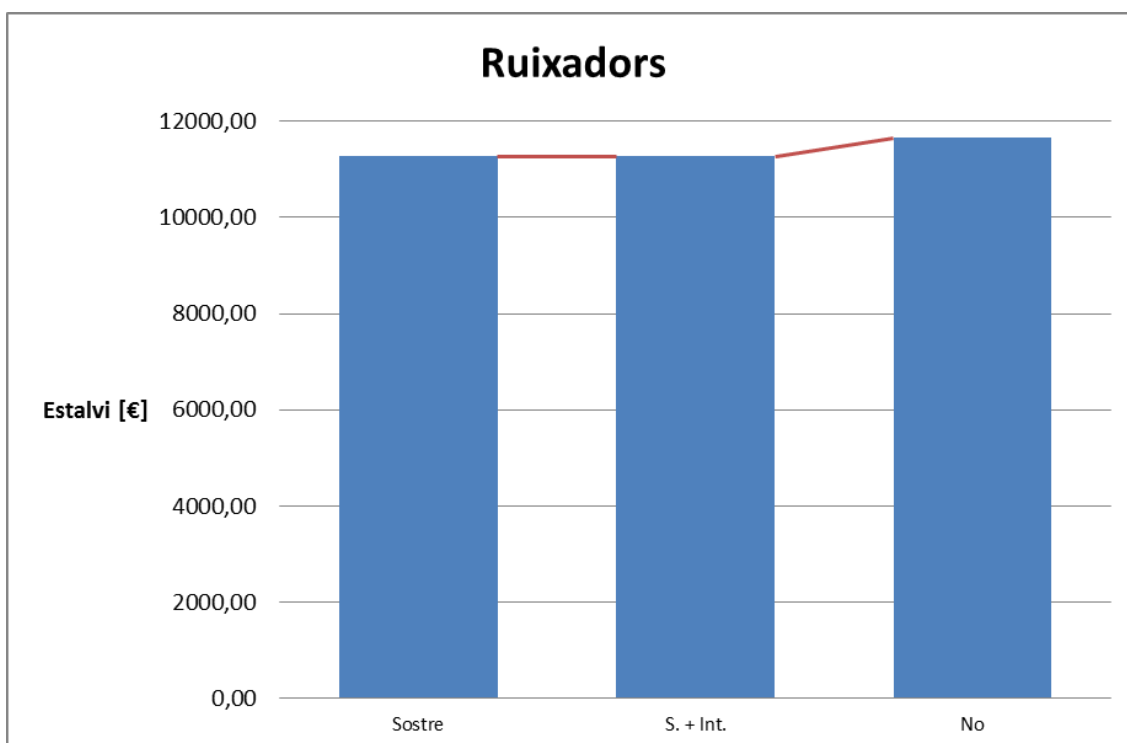


Figura 100. Influència de l'existència de ruixadors en emmagatzematge baix

7.5 Cas particular: Amplada de les estanteries

Seguidament es mostraran totes les taules de resultats obtingudes en el present cas d'estudi. De la mateixa forma, es representaran tots els gràfics realitzats en el mateix cas estudiat.

Simulacions Viables	29
Simulacions No Viables	0
Simulacions Realitzades	29
Percentatge	100,00%

Taula 104. Viabilitat de les simulacions

Estalvi Màxim	107.387,54
Estalvi Mínim	1.997,61

Taula 105. Estalvis màxims i mínims obtinguts

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 1	Simulació 2	Simulació 3	Simulació 4	Simulació 5	Simulació 6
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	0	0,25	0,5	0,75	1	1,5
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	2,48	2,70	2,92	3,15	3,37	3,78
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	3478,91	3781,42	4090,06	4404,82	4720,12	5297,86
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	3478,91	3781,42	4090,06	4404,82	4720,12	5297,86
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	14517,81	15122,83	15740,13	16369,64	17000,24	18155,72
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	5,90	6,47	7,07	7,67	8,27	9,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	8257,71	9063,84	9891,48	10740,21	11571,17	12790,12
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	8257,71	9063,84	9891,48	10740,21	11571,17	12790,12
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	16515,42	18127,67	19782,96	21480,41	23142,33	25580,25
Estalvi	E	€	1997,61	3004,84	4042,83	5110,77	6142,09	7424,53

Taula 106. Resultats obtinguts en el cas particular: Amplada de les estanteries

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 7	Simulació 8	Simulació 9	Simulació 10	Simulació 11	Simulació 12
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	4,21	4,64	5,08	5,52	5,96	6,41
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	5894,11	6500,31	7112,44	7728,37	8346,89	8967,24
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	5894,11	6500,31	7112,44	7728,37	8346,89	8967,24
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	19348,23	20560,62	21784,87	23016,74	24253,78	25494,49
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	10,05	10,99	11,95	12,92	13,89	14,87
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	14072,98	15390,88	16730,06	18083,13	19445,76	20815,25
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	14072,98	15390,88	16730,06	18083,13	19445,76	20815,25
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	28145,95	30781,75	33460,12	36166,26	38891,52	41630,49
Estalvi	E	€	8797,72	10221,13	11675,25	13149,52	14637,74	16136,00

Taula 107. Resultats obtinguts en el cas particular: Amplada de les estanteries

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 13	Simulació 14	Simulació 15	Simulació 16	Simulació 17	Simulació 18
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	5	5,5	6	6,5	7	7,5
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	6,85	7,29	7,74	8,19	8,63	9,08
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	9588,94	10211,65	10835,15	11459,26	12083,86	12708,87
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	9588,94	10211,65	10835,15	11459,26	12083,86	12708,87
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	26737,88	27983,30	29230,29	30478,51	31727,72	32977,74
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	15,85	16,83	17,82	18,81	19,80	20,79
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	22189,81	23568,26	24949,71	26333,57	27719,36	29106,74
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	22189,81	23568,26	24949,71	26333,57	27719,36	29106,74
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	44379,63	47136,51	49899,43	52667,14	55438,72	58213,47
Estalvi	E	€	17641,75	19153,21	20669,14	22188,63	23711,00	25235,73

Taula 108. Resultats obtinguts en el cas particular: Amplada de les estanteries

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 19	Simulació 20	Simulació 21	Simulació 22	Simulació 23	Simulació 24
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	8	8,5	9	9,5	10	12
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	9,52	9,97	10,42	10,87	11,31	13,10
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	13334,21	13959,83	14585,68	15211,72	15837,94	18344,09
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	13334,21	13959,83	14585,68	15211,72	15837,94	18344,09
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	34228,42	35479,65	36731,35	37983,44	39235,88	44248,18
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	21,78	22,78	23,77	24,76	25,76	29,74
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	30495,43	31885,22	33275,94	34667,46	36059,66	41633,72
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	30495,43	31885,22	33275,94	34667,46	36059,66	41633,72
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	60990,85	63770,43	66551,88	69334,91	72119,32	83267,43
Estalvi	E	€	26762,43	28290,78	29820,53	31351,47	32883,45	39019,26

Taula 109. Resultats obtinguts en el cas particular: Amplada de les estanteries

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 25	Simulació 26	Simulació 27	Simulació 28	Simulació 29
Altura de la Nau	h_a	m	8	8	8	8	8
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	14	16	18	20	30
Altura de les Estanteries	h_e	m	4	4	4	4	4
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC2	SC2	SC2	SC2	SC2
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	14,89	16,53	18,15	19,80	28,51
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	20851,66	23145,93	25411,39	27719,28	39910,56
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	20851,66	23145,93	25411,39	27719,28	39910,56
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	49263,31	53851,87	58382,77	62998,57	87381,12
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	33,72	37,79	41,99	46,31	69,56
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	47213,60	52911,80	58790,34	64831,34	97384,33
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	47213,60	52911,80	58790,34	64831,34	97384,33
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	94427,20	105823,59	117580,68	129662,68	194768,66
Estalvi	E	€	45163,89	51971,73	59197,91	66664,11	107387,54

Taula 110. Resultats obtinguts en el cas particular: Amplada de les estanteries

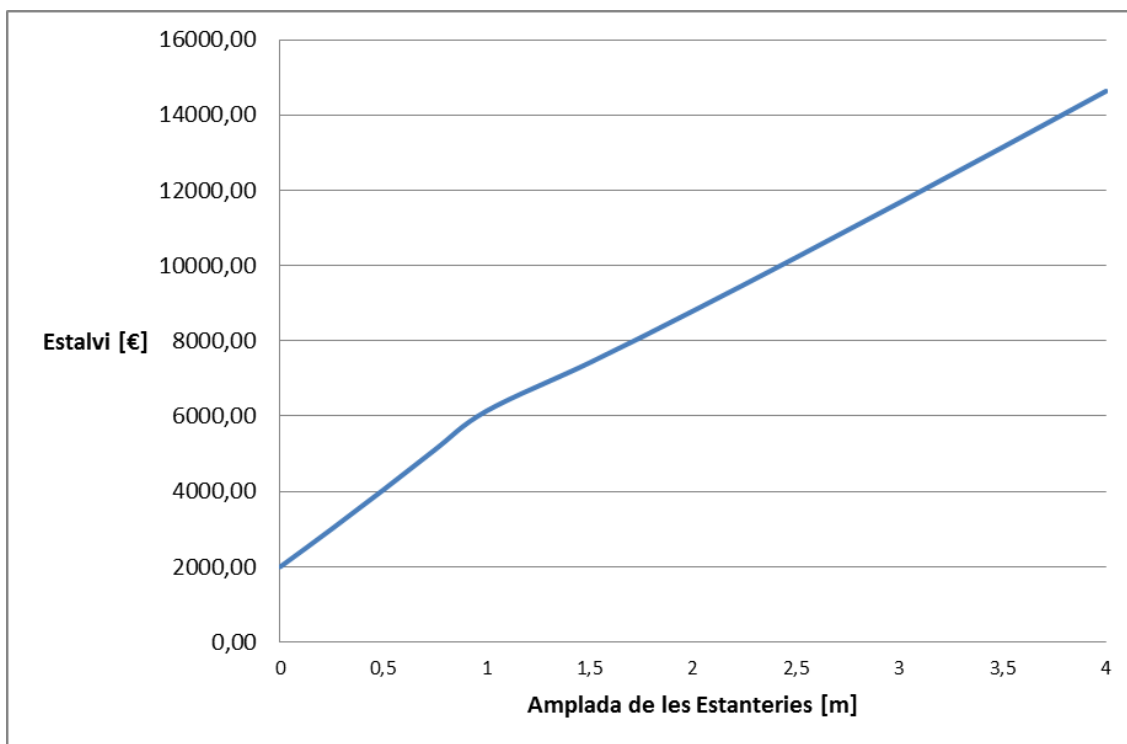


Figura 101. Influència de l'amplada de les estanteries (valors típics)

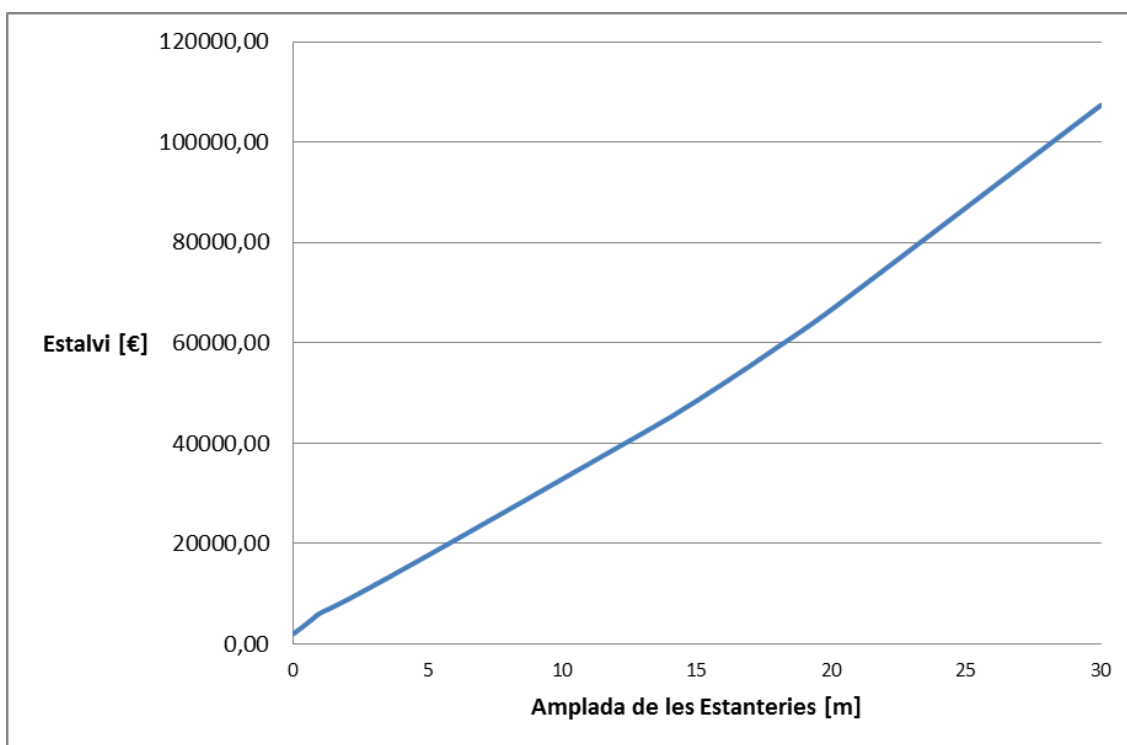


Figura 102. Influència de l'amplada de les estanteries (valors irrealis)

7.6 Cas particular: Categoria d'emmagatzematge

Seguidament es mostraran totes les taules de resultats obtingudes en el present cas d'estudi. De la mateixa forma, es representaran tots els gràfics realitzats en el mateix cas estudiat.

Simulacions Viables	8
Simulacions No Viables	0
Simulacions Realitzades	8
Percentatge	100,00%

Taula 111. Viabilitat de les simulacions

Estalvi Màxim	22.050,62
Estalvi Mínim	2.208,95

Taula 112. Estalvis màxims i mínims obtinguts

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 1	Simulació 2	Simulació 3	Simulació 4
Altura de la Nau	h_a	m	4	4	4	4
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	2	2	2	2
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC1	SC2	SC3	SC4
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	3,29	5,11	7,17	2,00
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	4602,24	7153,94	10035,02	2804,16
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	4602,24	7153,94	10035,02	2804,16
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	1,60	1,60	1,60	1,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	48,00	48,00	48,00	48,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	3360,00	3360,00	3360,00	3360,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	12564,49	17667,88	23430,04	8968,32
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	6,90	10,34	14,12	3,99
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	9660,30	14470,43	19761,31	5588,64
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	9660,30	14470,43	19761,31	5588,64
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	19320,60	28940,85	39522,63	11177,27
Estalvi	E	€	6756,11	11272,98	16092,59	2208,95

Taula 113. Resultats obtinguts en el cas particular: Categoria d'emmagatzematge

Paràmetres	Símbol	Unitats	Simulació 5	Simulació 6	Simulació 7	Simulació 8
Altura de la Nau	h_a	m	10	10	10	10
Llargada de la Nau	b	m	60	60	60	60
Amplada de la Nau	a	m	30	30	30	30
Superfície de la Nau	Sup	m ²	1800	1800	1800	1800
Amplada de les Estanteries	w_e	m	2	2	2	2
Altura de les Estanteries	h_e	m	6	6	6	6
Ruixadors	R	***	Sostre	Sostre	Sostre	Sostre
Cat. Emmagatzematge	Cat _{Em}	***	SC1	SC2	SC3	SC4
Sup. Aer. Exutoris amb BF	Av·Cv BF	m ²	9,57	9,57	9,57	9,57
Cost Exutoris amb BF	C _{Ex} BF	€	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Cost Reemplaçament Aire amb BF	C _{Reemp} BF	€	13391,94	13391,94	13391,94	13391,94
Situació BF (respecte paret)	b'	m	30,00	30,00	30,00	30,00
Longitud BF	L _{BF}	m	3,60	3,60	3,60	3,60
Superfície BF	Sup _{BF}	m ²	108,00	108,00	108,00	108,00
Cost Barreres de Fum	C _{BF}	€	7560,00	7560,00	7560,00	7560,00
Cost Total amb BF	C _{Total} BF	€	34343,88	34343,88	34343,88	34343,88
Sup. Aer. Exutoris sense BF	Av·Cv SBF	m ²	20,14	20,14	20,14	20,14
Cost Exutoris sense BF	C _{Ex} SBF	€	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Reemplaçament Aire sense BF	C _{Reemp} SBF	€	28197,25	28197,25	28197,25	28197,25
Cost Total sense BF	C _{Total} SBF	€	56394,49	56394,49	56394,49	56394,49
Estalvi	E	€	22050,62	22050,62	22050,62	22050,62

Taula 114. Resultats obtinguts en el cas particular: Categoria d'emmagatzematge

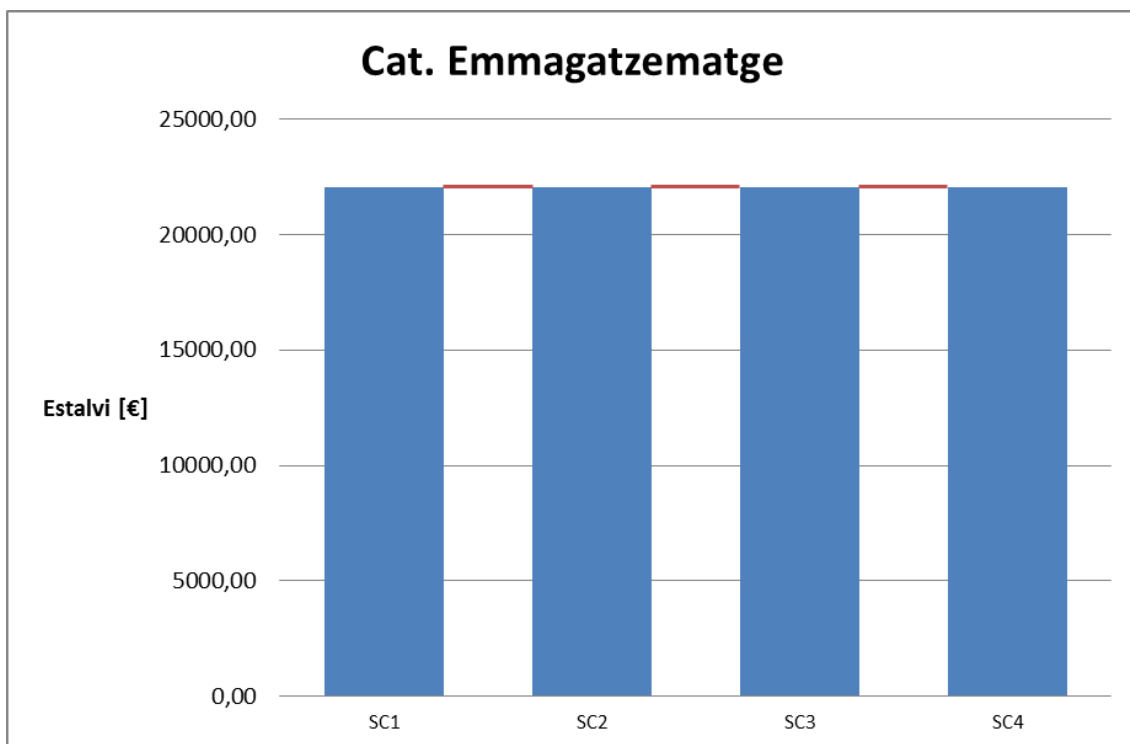


Figura 103. Influència de la categoria d'emmagatzematge en emmagatzematge en altura

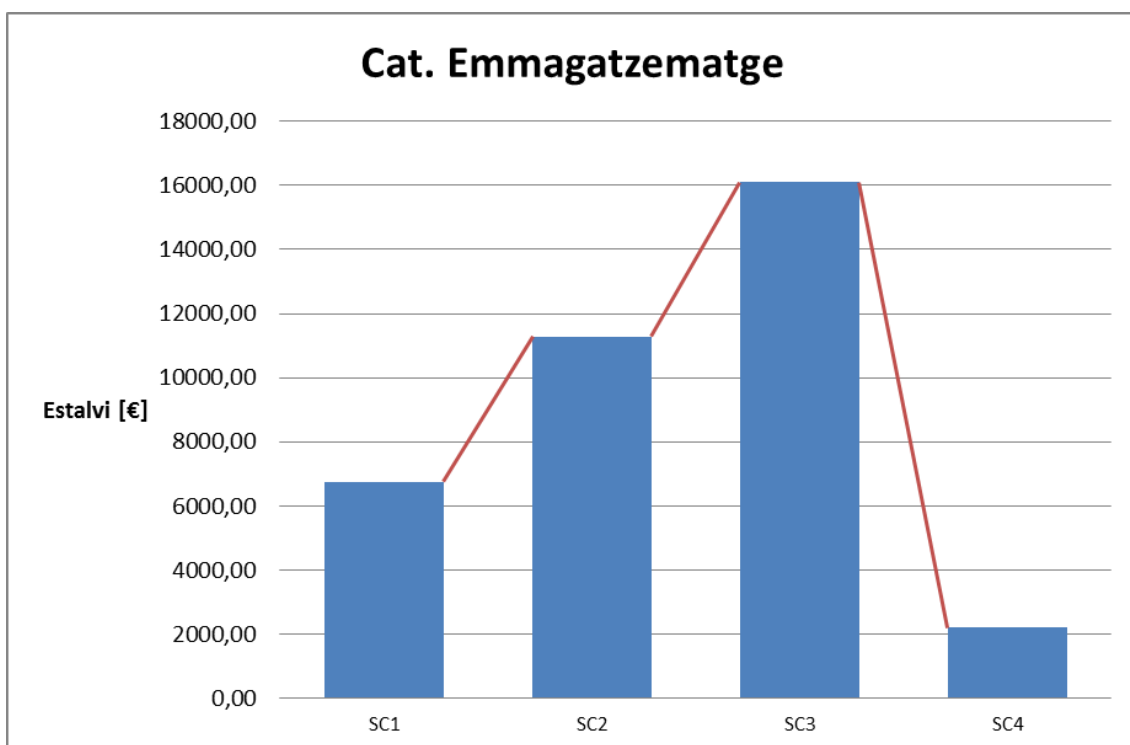


Figura 104. Influència de la categoria d'emmagatzematge en emmagatzematge baix