

# RISC I SEGURETAT EN LA INDÚSTRIA QUÍMICA

Joaquim Casal i Fàbrega

Les activitats industrials han comportat sempre un risc i un perill tant pel que fa als treballadors, com per a la societat en general i al medi ambient. Explosions, emanacions tòxiques i incendis són algunes de les catàstrofes que poden ocórrer en una indústria química. Diversos accidents greus esdevinguts en els darrers anys han posat malauradament de moda aquesta qüestió. Joaquim Casal i Fàbrega fa un estudi objectiu dels possibles accidents i de les normati-  
ves que actualment regeixen aquest tema.

## INTRODUCCIÓ

Des que hi ha fàbriques, és un fet conegut que les activitats industrials impliquen un cert perill. Sovint ens arriba informació d'accidents "clàssics", de tipus mecànic o elèctric, que ha patit algun treballador.

Hi ha un altre tipus d'accident, molt menys freqüent, però de característiques catastròfiques, que potser ens impressiona més: l'explosió, l'incendi, les emanacions tòxiques. Actuant amb una severitat de vegades extrema, aquests esdeveniments poden presentar una característica importantíssima: la d'ultrapassar els límits de la fàbrica, incidint sobre la població externa i sobre el medi ambient.

Aquest segon tipus d'accident pot presentar-se sobretot en indústries químiques i en centrals

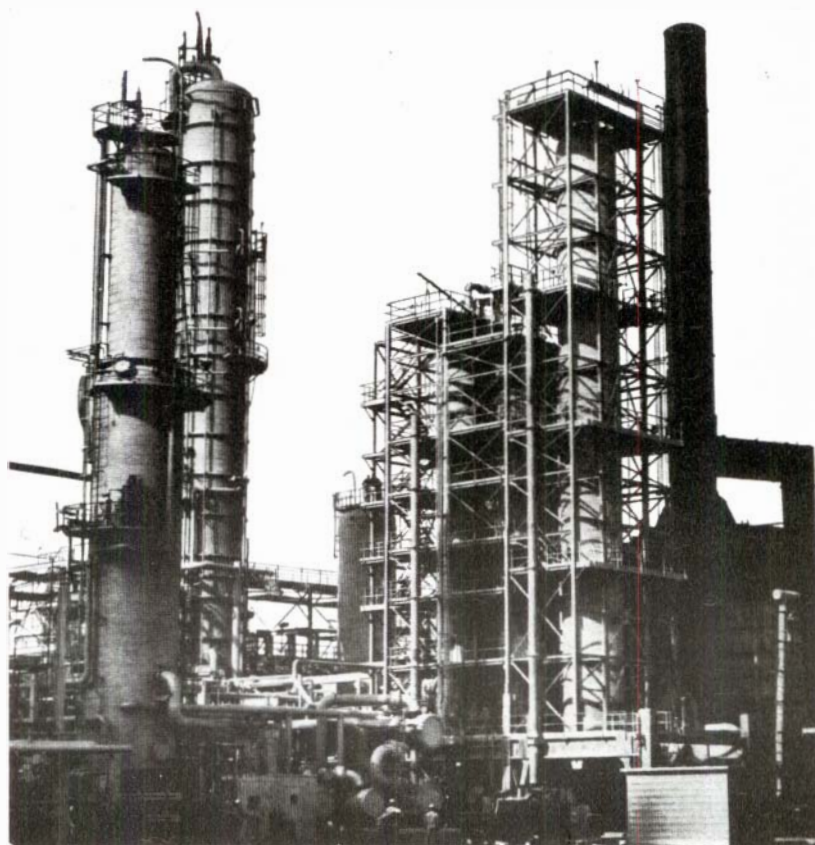


Fig.1. La indústria química pot servir a la societat amb un perill i una contaminació mínims, bé que presenta un cert nombre de riscos potencials.

nuclears. No parlarem aquí d'aquestes darreres, la seguretat de les quals ha estat ja amplament debatuda; ens restringirem, doncs, als perills de la indústria química, malauradament d'actualitat.

És un fet indiscutible que en els darrers anys s'han esdevingut diversos accidents greus en indústries químiques. El nombre n'és relativament elevat; utilitzo l'expressió "relativament elevat" perquè, tot i ser massa alt, el nombre d'accidents és probablement inferior al suposat per l'opinió pública. Això és degut, sobretot, a l'extrema gravetat d'alguns dels esdeveniments ocorreguts arreu del món en els darrers anys. No cal retrocedir als famosos casos de Flixborough (1974) o Seveso (1976); fa molt poc (novembre de 1986), l'incendi d'una indústria química a Suïssa va provocar una greu contaminació de les aigües del Rin. Pel que fa a la població externa a les instal·lacions, el 1984 succeïren tres dels accidents més greus de tota la història:

1. Sao Paulo, 25 de febrer. Trencament i posterior incendi d'una conducció de gasolina; 800 morts.

2. Ciutat de Mèxic, 19 de novembre. Fuita i incendi en un dipòsit de gas de petroli líquid; 450 morts.

3. Bhopal (Índia), 3 de desembre. Fuita d'un dipòsit i formació d'un núvol tòxic (isocianat de metil); 2.200 morts.

L'augment en la magnitud dels accidents ha estat degut, en part, al desenvolupament experimentat per la indústria química, amb un notable increment en la grandària i complexitat de les instal·lacions, i amb un ràpid ritme de canvi tecnològic.

Tot això ha conduït, des de fa uns quants anys, a un replantejament dels conceptes de risc, fiabilitat i seguretat en la indústria química. La dita "Directriu Seveso", en implantació als països de la CEE, constitueix una mesura important per a controlar el perill en aquest sector.

Els procediments que s'estan imposant en aquest procés, són els fonamentats en els conceptes de la fiabilitat tecnològica i en l'avaluació probabilística del risc. En aquest treball pretenem de presentar, de forma molt breu, els mètodes emprats actualment a fi i efecte d'assolir una indústria química raonablement segura.

## RISC: DEFINICIÓ, TIPUS I QUANTIA

Tots tenim força clar el concepte de "risc"; amb aquesta idea intuïtiva no n'hi ha prou, però, per a estimar el perill d'una determinada activitat. Per a quantificar aquest concepte, hom sol utilitzar el producte de la freqüència prevista en un esdeveniment en concret, per la magnitud de les conseqüències probables del mateix,

Risc = freqüència x magnitud.

És a dir, si un accident té una freqüència probable d'un cop cada vint anys, i les seves conseqüències s'estimen en quaranta morts, el risc associat al mateix és de:

$$R = 1/20 \times 40 = 2 \text{ morts/any.}$$

De la mateixa manera, si l'esdeveniment té com a conseqüència unes pèrdues valorades en 90 milions de pessetes, el risc econòmic és de:

$$R = 1/20 \times 90 \times 10^6 = 4,5 \times 10^6 \text{ ptes/any.}$$

Evidentment, aquesta definició presenta una sèrie de dificultats originades per l'avaluació de la freqüència i de la magnitud.

Pel que fa a la freqüència, no és gens fàcil calcular-la; no-gensmenys, han estat elaborades metodologies que permeten d'estimar-la amb una precisió raonable. D'altra banda, la magnitud de les conseqüències d'un accident no es mesura només en morts o en diners; hi ha també la possibilitat de contaminació d'àrees més o menys

extenses (Seveso, Rin), així com d'accions a llarg termini sobre la població, de difícil o impossible estimació (Seveso, Bhopal).

"Risc zero" implica pràcticament la inactivitat; de fet, ni tan sols aquesta el garanteix. Cal acceptar un cert risc en qualsevol activitat, tant industrial com d'un altre tipus. Apareix, doncs, una altra dificultat: l'establiment d'un risc "acceptable". Evidentment, el criteri no n'és el mateix per a tothom: el risc acceptable per a un escalador o un submarinista no és el mateix que per a molta gent.

En relació amb les activitats industrials, els riscos poden ser classificats en:

**Riscos convencionals.** Relacionats amb l'activitat i l'equip existent en qualsevol sector industrial (electrocució, caigudes, etc.).

**Riscos específics.** Associats a la utilització de productes que, per la seva naturalesa, poden ocasionar perjudicis (productes tòxics, radioactius).

**Riscos potencials.** Relacionats amb accidents i situacions excepcionals. Llurs conseqüències poden presentar una especial gravetat; es caracteritzen per la ràpida expansió de productes perillosos, capaços d'afectar àrees considerables (fuita de gasos, explosions).

Sense menysprear els riscos convencionals i específics, probablement més fàcils de prevenir, les especials característiques dels riscos potencials fan que aquests siguin en general la contingència més temible. A ells dirigirem, doncs, la nostra atenció en aquest treball.

Un dels paràmetres més emprats en la mesura del risc per a les persones, és la "freqüència d'accidents fatals", FAF (o FAR), o nombre d'accidents mortals en un grup de 1.000 persones que han desenvolupat una vida laboral (unes  $10^6$  hores, en total). Per als treballadors de la indústria química, la FAF mitjana és de l'ordre de 4. Això implica una freqüència de  $1 \times 10^{-4}$  morts per any i per persona; dit d'una altra

ACTIVITAT	FAF
Indústria confecció	0.15
Romandre a casa	1.00
Indústria automòbil	1.30
Indústria de la fusta	3.00
Indústria química	4.00
Indústria mecànica	7.00
Agricultura	10.00
Mineria	12.00
Indústria pesquera	35.00
Construcció	64.00

Taula I. Valor aproximat de la FAF per a diverses activitats (dades de Gran Bretanya, 1979). (5)

manera, de 10.000 persones que treballen a la indústria química, en mor una a l'any.

Aquest valor comprèn els riscos convencionals (FAF=2) i els potencials (FAF=2). Pel que fa a aquests darrers, ha estat proposat el criteri que cap d'ells no ha d'exposar el treballador a una FAF superior a 0,4; això implica que en una planta química hi ha en promig uns cinc riscos potencials a considerar.

Aquestes dades són per al grup d'homes exposats al risc

més alt, és clar, i no pas per a tots els empleats de la indústria (la FAF és menor, per exemple, per als oficinistes). També cal dir que la FAF té en compte només els accidents amb conseqüències immediates, i no les malalties professionals.

Per a comparar-lo amb d'altres riscos de la vida diària, podem tenir en compte les següents xifres: si un home treballa tota la seva vida laboral en una indústria química de 1.000 treballadors, 4 companys seus moriran d'accident industrial, uns 20 d'altres accidents (d'au-

tomòbil, per exemple), i uns 370 de malalties. A la taula I observem la comparació amb d'altres activitats industrials.

Pel que fa a les poblacions properes a plantes químiques, el criteri recomanat és el següent: el risc originat per la proximitat de la indústria ha de ser prou baix, per tal de no incrementar significativament el risc pre-existent (conjunt de riscos de la vida diària, sense compensació, inevitables i acceptats); hi han estat proposades freqüències de l'ordre de  $10^{-6}$  i  $10^{-7}$  morts per persona i any.

Cal considerar, doncs, quina és la població -interna i externa- i l'àrea exposada al risc, i dissenyar la planta segons el criteri esmentat. Un cop definit el risc acceptable, i després d'haver estimat el risc de la indústria, si n'és excessiu, hi ha diverses possibilitats per a reduir-lo:

- a) disminuir la freqüència dels accidents (acció de prevenció).
- b) disminuir la magnitud de les conseqüències (acció de protecció).
- c) emprendre alhora accions de

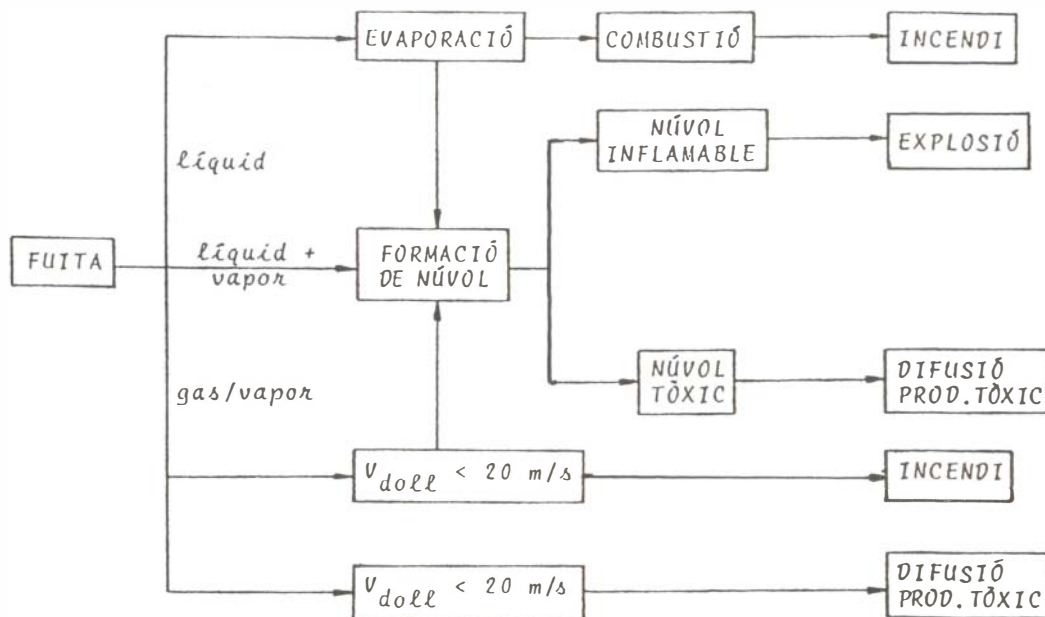


Fig.2. Esquema dels possibles accidents provocats per la fuita d'un fluid. (4)



prevenció i de protecció.

Es clar que per a fer tot això cal prèviament haver caracteritzat els diversos accidents que poden tenir lloc, i haver-ne estimat les freqüències i la magnitud de les conseqüències.

## TIPUS D'ACCIDENTS

Els accidents de gran magnitud que poden tenir lloc en una indústria química, estan gairebé sempre associats a la fuga d'un producte tòxic o inflamable, generalment un fluid.

La fuga d'un fluid a l'atmosfera pot produir-se de diverses maneres: trencament d'una conducció, explosió d'un recipient a pressió, sobreiximent d'un dipòsit, etc. En funció de la forma de sortida i de les característiques del fluid, pot produir-se un incendi, un núvol inflamable o tòxic, etc. Les diverses possibilitats queden esquematitzades a la Fig. 2.

Si la fuga és de líquid, es formarà una bassa -sempre depenent de la disposició del terreny- i hi haurà evaporació; si el producte és combustible, pot tenir lloc directament un incendi del líquid vessat, o bé pot formar-se un núvol que s'inflamarà en trobar un punt d'ignició, amb la consegüent explosió; aquesta originarà una ona de xoc, la sobrepressió de la qual pot destruir les instal·lacions del voltant, tot provocant noves fugues (efecte de "bola de neu" o de "dòmino"). Si el producte és tòxic, el núvol que s'hi ha format pot simplement difondre's en l'atmosfera -si és menys pesant que l'aire-, o bé desplaçar-se arran de terra, segons les condicions atmosfèriques, amb el consegüent perill per a la població.

Si la fuga és una barreja de líquid i vapor, com sol succeir en els casos de gasos líquids a pressió, és pràcticament segur que s'hi formarà un núvol -excepte si el vent ho impedeix-, amb les mateixes conseqüències finals que en el cas anterior.

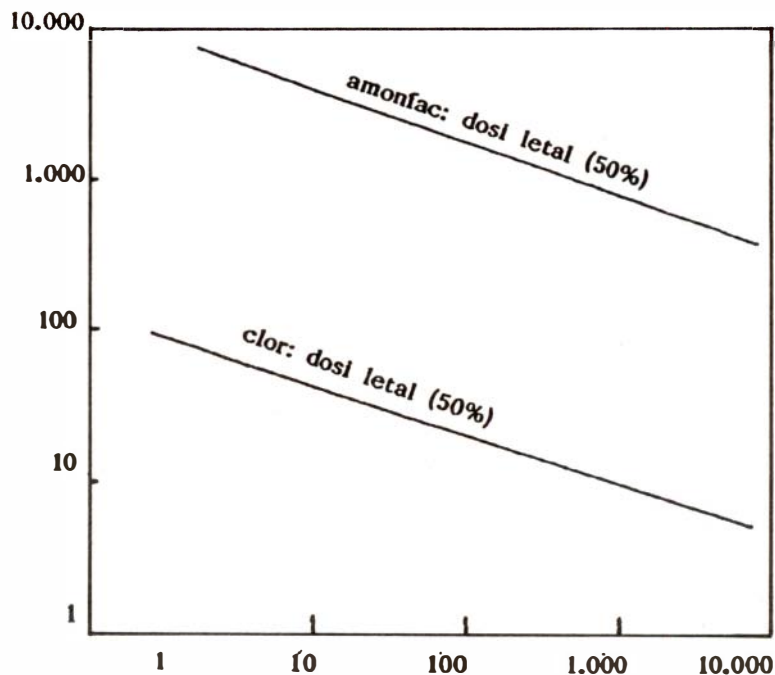


Fig.3. Acció de dos gasos tòxics ben coneguts: clor i amoníac. (4)

En la fuga d'un gas o d'un vapor, la situació dependrà de la velocitat de sortida. Si aquesta és inferior a uns 20 m/s, pot formar-se també un núvol, o bé, si és combustible, pot cremar com una torxa. Si la velocitat és superior a aproximadament 20 m/s, la turbulència originada impedeix la formació del núvol, i el producte queda escampat a l'atmosfera, o, si és combustible, pot inflamar-se, formant una torxa capaç de destruir altres instal·lacions properes.

## METODOLOGIES PER A L'ESTUDI DE LA SEGURETAT

L'anàlisi de seguretat d'una planta química es duu modernament a terme de forma que permeti d'establir amb una precisió raonable els següents punts:

- accidents que s'hi poden esdevenir.
- probabilitat d'aquests.
- magnitud de llurs conseqüències.

cies.

Per a efectuar aquesta anàlisi, hom disposa d'una sèrie d'eines, la utilització de les quals s'estén cada cop més i de què en parlarem breument; alguns d'aquests mètodes procedeixen d'altres camps (aviació, electrònica, sector nuclear) i han estat adaptats a la indústria química.

Amb aquests procediments hom estudia essencialment els esdeveniments "interns", és a dir, aquells que tenen el seu origen dins la pròpia indústria. Paral·lelament, hom estudia també els esdeveniments "externs", tant d'origen natural -terratrèmols, inundacions-, com artificial -explosions, focs o núvols procedents de plantes veïnes, accidents de carretera-, que puguin desencadenar posteriors emergències internes.

## MODELS D'ACCIDENTS

Per a la predicció de les conseqüències d'explosions, núvols tòxics, etc., hom utilitza models matemàtics, sovint molt complexos; llurs equacions comprenen les característiques físiques

i químiques de la substància en qüestió, les condicions de la fuga, l'estructura del terreny, les condicions meteorològiques, etc. Així, hom pot estimar, en el cas d'explosions, la massa que hi serà involucrada, la sobrepressió originada i els efectes destructors a diferents distàncies; en el cas d'incendis, es calcula la irradiació tèrmica sobre persones i instal·lacions, i els seus efectes. Pel que fa als productes tòxics, hom pot preveure de forma aproximada com tindrà lloc la difusió i, en el cas de núvol tòxic, quins seran els seus efectes; en aquest darrer cas, però, hi ha una certa desconeixença de l'acció de molts productes sobre l'home, sobretot a llarg termini, si bé la dels més corrents -clor i amoníac, per exemple-, n'és ben coneguda.

Coneguts els mapes d'irradiació tèrmica, de sobrepressió i de concentració de productes tòxics, hom utilitza els "models de vulnerabilitat" per tal d'avaluar els danys a persones i instal·lacions. A la taula II tenim un exemple del tipus d'informació proporcionat per aquests models.

Això permet de construir un "mapa de risc" o mapa de distribució de danys probables, de gran interès per a l'establiment dels plans d'emergència. La informació no n'és sempre molt precisa, degut a les limitacions dels models emprats. Cal tenir també en compte que les dades de vulnerabilitat solen basar-se en individus adults i sans, i que han d'aplicar-se amb reserves a grups específics (per exemple, nens).

Tot això, i les evidents connotacions de caire sociològic i polític, fan que aquest sigui un aspecte molt delicat, susceptible de manipulacions informatives i de prediccions tant alarmistes com excessivament optimistes.

## DETERMINACIÓ DELS ACCIDENTS MÉS PROBABLES

Presentem a continuació, de forma molt breu, alguns dels

### DANYS A INSTAL·LACIONS

Vidres trencats en un 50%	0.01
Vidres trencats en un 90%	0.04
Danys greus reparables	0.15
Danys irrecuperables	0.40
Demolició total	0.80

### Probabilitat de trencament del timpà, %

1	0.17
10	0.20
50	0.44
90	0.85

Taula II. Danys ocasionats per sobrepressions degudes a explosions. (5)

mètodes -els més significatius- que hom utilitza per a establir quins són els accidents més probables en una determinada instal·lació.

### Anàlisi històrica i bancs de dades sobre accidents

La recollida sistemàtica relativa a accidents diversos succeïts en indústries químiques o afins, ha permès l'acumulació de dades relacionades amb determinades operacions o situacions: càrrega o descàrrega de cisternes, transport de mercaderies perilloses, processos de fabricació, fuga de gasos, vessament de líquids inflamables, etc.

En alguns casos, el nombre d'accidents enregistrats és prou gran per a deduir-ne informació significativa; és possible, doncs, l'observació d'una determinada pauta present en l'origen d'un cert percentatge d'accidents. D'altres vegades, és possible simplement d'identificar un cert

### SOBREPRESSIÓ (atm)

nombre de situacions, operacions o errors que han originat un accident en una determinada instal·lació.

Existeix un cert nombre d'entitats, a diversos països, que apleguen contínuament aquesta informació, arxivant-la en bancs de dades. Aquesta és una tasca d'anys, que, tot i no ser excessivament costosa, només grans indústries o grups d'indústries acostumen a dur a terme.

Aquests bancs, generalment informatitzats, permeten una consulta ràpida i exhaustiva, que facilita extraordinàriament l'"anàlisi històrica", és a dir, l'estudi dels accidents succeïts arreu del món a fàbriques, processos o instal·lacions com la que hom vol estudiar.

Aquest estudi facilita l'establiment "a priori" de punts febles. Si, per exemple, volem estudiar la seguretat d'un parc de dipòsits de combustible, l'anàlisi històrica ens mostrarà que un elevat nombre d'accidents ha estat degut al fet que, en

### PARAULES-GUIA

No	indica negació o mancança (per exemple, no circula fluid)
Més	indica increment (per ex., més pressió de la normal)
Menys	indica disminució (per ex., menys cabal de refrigerant)
Altre	indica substitució (per ex., flueix un material diferent al que ho hauria de fer)

### SIGNIFICAT

omplir els tancs, el líquid n'ha sobreexigit, vessant-se i originant un posterior incendi; sabem, doncs, que instal·lant en els nostres dipòsits un control automàtic de nivell proveït d'alarma, eliminem de bon començament un dels accidents més probables.

Aquest coneixement, obtingut de forma directa, no substitueix en absolut el que obtindrem d'un estudi sistemàtic (seguint les tècniques que exposem més endavant), sinó que el complementa.

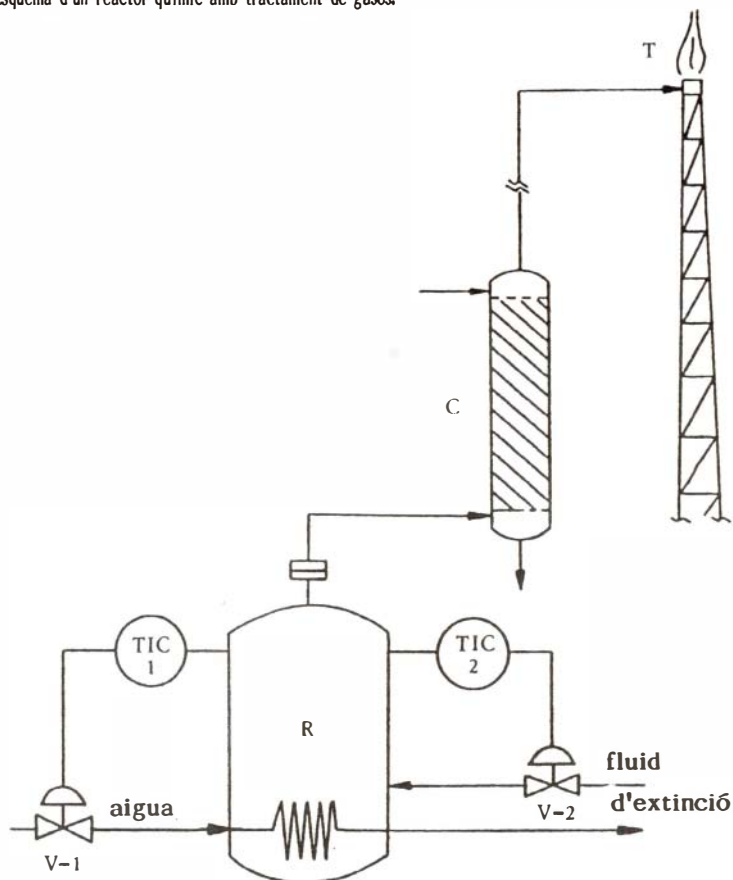
D'altra banda, els accidents ocorreguts en el passat constitueixen un conjunt de "dades experimentals", obtingudes a un preu sovint elevadíssim, relatives a un camp en el qual resulta gairebé impossible l'experimentació a escala real: explosions de tot tipus (confinades i no confinades, de pols, de gas, etc.), incendis, núvols tòxics, etc. El coneixement exacte de les condicions en què s'ha produït un determinat accident (massa involucrada, condicions atmosfèriques, etc.) i de les seves conseqüències (radiació o impacte a diverses distàncies i nivells, danys a persones i instal·lacions, etc.), permeten la comprovació dels models teòrics de predicció, suara esmentats.

### Anàlisi de perills i operabilitat

Aquest mètode es fonamenta en el fet que la probabilitat que apareguin problemes augmenta quan les condicions i variables d'operació s'allunyen dels seus valors normals. Hom utilitza una sèrie de paraules-guia (taula III) destinades a trobar possibles desviacions en ser aplicades sistemàticament als diferents components de la instal·lació estudiada. En veurem millor l'aplicació mitjançant un exemple.

La Fig. 4 mostra un reactor en el qual es duu a terme una reacció química exotèrmica. Les condicions correctes d'operació són mantingudes tot eliminant calor mitjançant aigua de refrigeració, el cabal de la qual és regulat pel termostat TIC-1 que actua sobre la vàlvula V-1. Com a mesura complementària de seguretat, si la reacció comença a trobar-se fora de control, el

Fig.4. Esquema d'un reactor químic amb tractament de gasos.



reactor és inundat per un fluid d'extinció, que entra a través de la vàlvula V-2 regulada pel termostat TIC-2. En cas que el sistema d'extinció no funcioni i la pressió dins el reactor augmenti fins a valors perillosos, un disc de trencament proporciona una sortida a l'exterior abans que tingui lloc l'explosió del reactor.

Els gasos passen llavors per un sistema d'abatiment o depuració, que en cas d'emergència evita la contaminació atmosfèrica; aquest sistema està format per una columna d'absorció, en la qual un líquid apropiat reaccionarà amb els gasos o els dissoldrà, i també per una torxa instal·lada en sèrie, en la qual la flama d'un cremador destruirà els eventuals gasos de sortida.

A la taula IV observem, de forma parcial, l'anàlisi d'operabilitat. L'aplicació sistemàtica de les paraules-guia permet d'identificar els diferents incidents que podrien provocar un accident (explosió del reac-

tor, fuga de gasos amb formació d'un núvol tòxic), així com les mesures a prendre per tal d'eliminar-los o reduir-ne la probabilitat.

## PROBABILITAT DELS ACCIDENTS: ARBRE DE FALLADES

L'anàlisi de l'arbre de fallades s'empra per a estimar la freqüència amb què tindrà lloc un accident (o la seva probabilitat), denominat "esdeveniment principal", per mitjà de la seva descomposició en els "esdeveniments causa" que el poden provocar i de l'estudi de les seqüències que existeixen entre ells; aquestes seqüències o relacions s'expressen mitjançant portes lògiques (1, 0).

Seria extraordinàriament difícil de preveure d'una manera directa quina és la probabilitat



que en el reactor de la Fig. 4 hi hagués una explosió o una fuga de producte amb formació d'un núvol tòxic; aquests tipus d'esdeveniments són tan poc freqüents que caldrien períodes molt llargs -centenars d'anys- d'investigació per a tenir-ne dades estadísticament significatives. És possible, però, descompondre l'esdeveniment principal en una sèrie d'esdeveniments primaris lògicament concatenats; aquests són, moltes vegades, prou freqüents per a permetre'n l'estudi estadístic.

Per tal que hi hagi una fuga amb la posterior formació d'un núvol tòxic, per exemple, cal que la pressió en el reactor superi un valor límit, provocant l'obertura del disc de trencament, i que, al mateix temps, el sistema de depuració de gasos no funcioni.

Això darrer implica que tant la columna d'absorció de gasos C, com la torxa T estan fora de servei. Per tal que la pressió arribi al seu valor límit, cal primer que no hi hagi prou cabal d'aigua de refrigeració, i també que el sistema d'extinció no funcioni. Tot això depèn d'esdeveniments primaris -una bomba espatllada, un termostat que no funciona-

relativament freqüents en la indústria química.

Existeixen "bancs de dades sobre fiabilitat de components", en els quals hom hi emmagatzema les dades relatives a la probabilitat de fallada d'aquells; consultant un d'aquests bancs podem veure que un termostat com l'instal·lat en el nostre reactor, fallarà probablement  $2 \times 10^{-2}$  vegades/any (de fet, aquest càlcul és en la pràctica una mica més complicat, i hom hi té en compte el manteniment, temps mig entre comprovacions, temps probable fora de servei, etc.). Altres dades, en canvi, són d'estimació més difícil; per exemple, la probabilitat que el dipòsit de fluid d'extinció estigui buit. Aquí hi intervé l'experiència de l'enginyer que efectua l'anàlisi de seguretat, que, per similitud amb d'altres situacions, serà capaç de trobar el valor adient.

A la Fig. 5 hem representat un senzill arbre de fallades per al nostre reactor. Per a l'esdeveniment principal -formació d'un núvol tòxic- obtenim una freqüència avaluada en  $6,4 \times 10^{-9}$  vegades/any. Aquesta dada ha d'interpretar-se, no com una informació exacta, sinó com un càlcul aproximat que dona, això

sí, una bona indicació de la probabilitat d'accident.

## SÓN FIABLES ELS MÈTODES D'ANÀLISI DE SEGURETAT?

Fins a quin punt són de fiar els diversos mètodes emprats actualment per a analitzar la seguretat -o fiabilitat- d'una planta química? Permeten aquests procediments d'arribar a resultats vàlids? O, ben al contrari, hom hi treballa amb grans imprecisions, i els resultats obtinguts només serveixen per a omplir informes burocràtics i satisfer, així, els estaments oficials?

L'experiència indica que aquests mètodes són molt útils i donen resultats generalment fiables si són aplicats correctament. Per a fer això, cal accomplir una sèrie de condicions: aplicació sistemàtica, personal expert, i col·laboració amb els tècnics de la instal·lació sotmesa a estudi.

Queda en l'aire, però, un

PARAULA-GUIA	DESVIACIÓ	CAUSES POSSIBLES	CONSEQÜÈNCIES	CANVIS PROPOSATS
<b>Conducció d'aigua de refrigeració</b>				
No	No hi ha flux	1) Bomba impulsora espatllada.	No hi ha refrigeració. Augmenta la Tª en R. Augmenta la pressió. Possible explosió de R. Possible fuga de gas.	Instal·lar una bomba addicional.
		2) Vàlvula V-1 espatllada tancada (o TIC-1 espatllat en posició tancada).	Com per a (1)	Introduir la comprovació de V-1 i TIC-1 en el manual d'operacions.
		3) Obstrucció en el circuit.	Com per a (1)	Introduir comprovació periòdica del circuit de refrigeració en el manual.
Menys	Poc cabal	Com per a No.		
Altre	Circula un altre fluid	4) Connexió errònia en el circuit.	Possible falta de refrigeració. Possible corrosió del circuit.	Introduir comprovació del circuit després de qualsevol reparació en el manual.

Taula IV. Anàlisi d'operabilitat del reactor R (parcial).

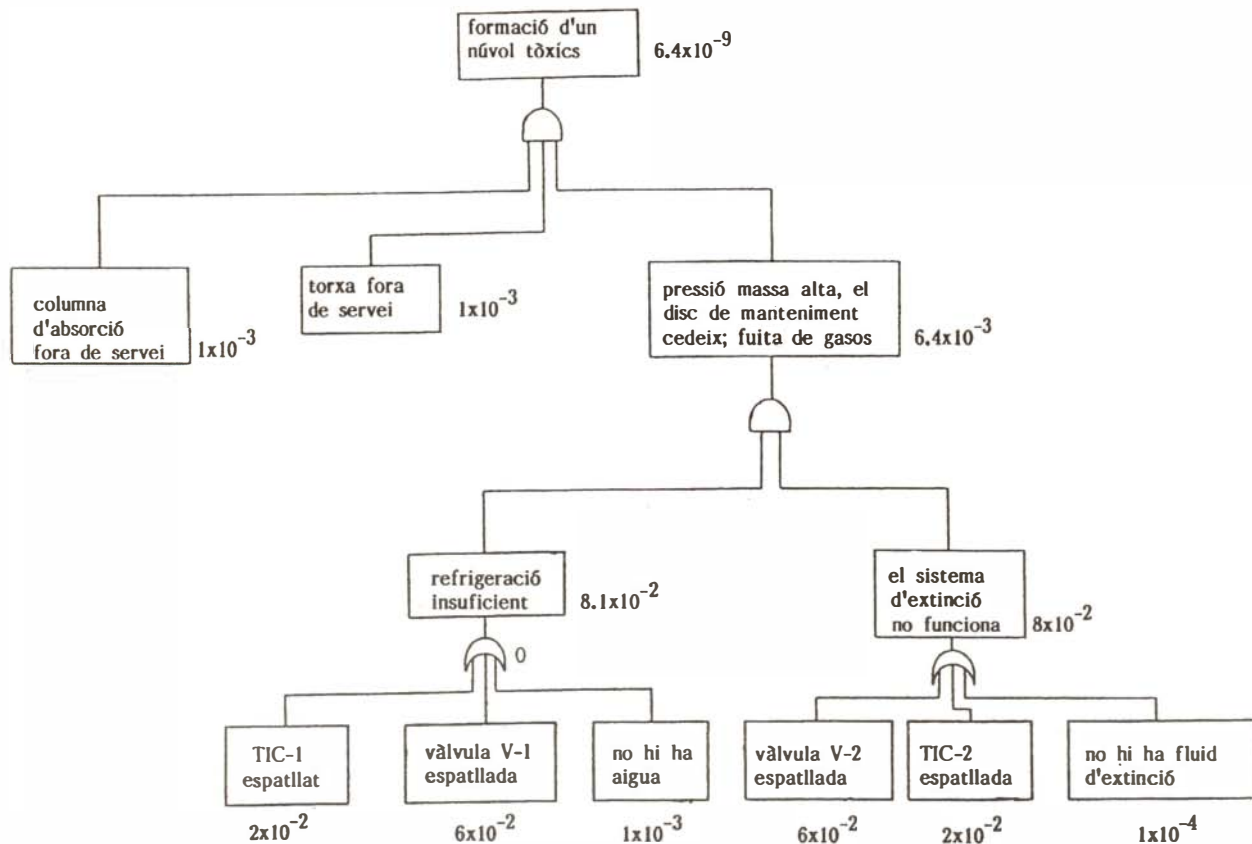


Fig.5. Arbre de fallades (simplificat) per a la instal·lació de la Fig.4. Freqüència estimada per a l'esdeveniment principal:  $6.4 \times 10^{-9}$  vegades/any (no ha estat tinguda en compte la probabilitat que hi hagués un fort vent).

component la influència del qual és, de vegades, imprevisible: l'element humà.

## EL FACTOR HUMÀ

Una planta intrínsecament segura pot deixar de ser-ho si els qui hi treballen no consideren en tot moment que la seguretat és un objectiu comú, i no només la feina d'algun responsable. La desídia, la irresponsabilitat, la manca d'interès o la ineptitud, poden destruir en un tres i no-res totes les valoracions, previsions, arbres de fallades i mesures de seguretat. No n'hi ha prou amb instal·lar una vàlvula de seguretat, cal que aquesta estigui sempre en condicions de servei. Un cap de manteniment que no té en condicions els elements de seguretat, un treballador que duu a terme indegudament una ope-

ració perquè vol començar abans el cap de setmana, poden ocasionar un accident greu malgrat tots els esforços esmerçats en evitar-ho.

La seguretat no consisteix tan sols en fer anàlisis de fiabilitat i en instal·lar-hi els elements adequats; depèn directament del factor humà. Cal tenir-la sempre present, i formar i preparar tots aquells que hi estan implicats -que són pràcticament tots els qui treballen a la fàbrica-, per tal que la considerin un aspecte més de la seva feina.

Així s'aconsegueix de reduir la probabilitat que hi hagi errors humans. La freqüència n'és extraordinàriament difícil de preveure, tot i que n'han estat elaborats diversos assaigs de quantificació. A la taula V n'hem presentat algunes dades proposades per diversos autors. La seva aplicabilitat és, però, discutible, i han de ser considerades només com a orientatives:

la fiabilitat del comportament humà és molt menys previsible que la d'un component mecànic o elèctric.

## LA "DIRECTRIU SEVESO" DE LA CEE I LA NORMATIVA A CATALUNYA

Arran d'un greu accident ocorregut el 1976 al nord d'Itàlia, el Consell de la Comunitat Econòmica Europea publicà una directriu (82/501/CEE) sobre "...els riscos d'accidents importants relacionats amb determinades activitats industrials".

Aquesta directriu té com a objectiu evitar possibles accidents, integrant la seguretat en les diferents etapes de disseny,



construcció i operació. Obliga el fabricant a demostrar a l'autoritat competent que ha determinat els diversos riscos potencials, que n'ha adoptat les mesures de seguretat adients i que ha informat, entrenat i equipat adequadament els treballadors.

L'informe preceptiu ha de comprendre els següents aspectes:

- Informació sobre les substàncies tòxiques, inflamables o explosives, a partir d'una certa quantitat (segons llista publicada per la CEE); massa present de les mateixes, productes a què poden donar lloc en cas d'emergència, etc.

- Informació relativa a la planta industrial: situació, condicions meteorològiques predominants (vent, etc.); descripció de la planta i de les seves parts més perilloses, mesures preses per tal d'assegurar que la planta treballarà en tot moment en condicions de seguretat, etc.

- Informació relativa a situacions relacionades amb accidents importants: sistemes d'alarma i plans d'emergència, informació per tal que les autoritats elaborin plans d'emergència externs.

Per a les noves plantes, aquest informe ha de ser tramès a les autoritats abans d'engegar-ne la instal·lació. Ha de ser actualitzat, especialment en el cas de modificacions de la planta. L'autoritat competent ha de rebre la informació complementària que faci falta, i assegurar-se que el fabricant pren les mesures adients per evitar accidents i limitar-ne les conseqüències.

Aquesta directriu es troba en diferents estadis d'aplicació en els països de la CEE. A l'estat espanyol, hom hi ha estat treballant, i possiblement serà aprovada enguany. Cal esmentar també la llei 2/1985 sobre protecció civil (BOE del 25 de gener de 1985), relacionada amb les conseqüències d'accidents i situacions d'emergència sobre la població.

Pel que fa a Catalunya, és probable que el Parlament aprovi properament el "Projecte de

#### ACTIVITAT

Operació rutinària  
(per ex., isolament d'un dipòsit)

$10^{-3}$

Operació rutinària no crítica  
(per ex., llegir una temperatura)

$3 \times 10^{-3}$

Operacions no rutinàries  
(per ex., engegades)

$10^{-2}$

Inspecció rutinària

$5 \times 10^{-1}$

Accionament d'un conmutador

$10^{-3}$

Operacions sota una gran tensió  
(responent a un gran accident):

en el primer minut

$10^{-1}$

després de 5 minuts

$9 \times 10^{-1}$

després de 30 minuts

$10^{-2}$

després de varies hores

$10^{-2}$

Operacions sota gran tensió succeïnt  
ràpidament (valor general)

$2.5 \times 10^{-1}$

Error d'omissió (valor general)

$10^{-2}$

Compliment d'una norma (valor general)

$5 \times 10^{-2}$

Taula V. Probabilitats típiques d'error humà en la indústria. (Dades d'USA) (6)

lleï de seguretat de les instal·lacions industrials" (Butlletí Oficial del Parlament de Catalunya del 3 de novembre de 1986).

Aquest Projecte de lleï presenta característiques molt interessants, una de les quals és considerar "segures" aquelles instal·lacions industrials que, entre d'altres condicions, "... en absència de reglamentació aplicable o instruccions específiques, compleixin les regles de l'art en la matèria i adoptin les mesures necessàries per a prevenir els accidents i per limitar llurs conseqüències per a les persones, els béns i el medi ambient". D'altra banda, hom hi estableix amb precisió qui són els responsables de la seguretat de les instal·lacions industrials i quines són les infraccions pel que fa a la mateixa. La inspecció i control de

l'observança de les condicions que han de complir les esmentades instal·lacions, correspondria al Departament d'Indústria i Energia de la Generalitat de Catalunya.

Aquesta lleï constituirà una actualització molt important en la regulació de les instal·lacions industrials, fins avui fonamentada encara en l'antiquada lleï de 24 de novembre de 1939, i permetrà de disposar a curt termini d'un marc legal actualitzat, que garantirà una major seguretat de les indústries. Amb una visió de futur encomiable, la Generalitat de Catalunya està fent, doncs, una tasca capdavantera a l'estat espanyol.

En un aspecte més general, la sensibilització envers els

riscs potencials ha augmentat recentment arran del greu accident de Bhopal (uns 2.200 morts i un gran nombre d'afectats). Moltes institucions han elaborat guies per a la revisió de la seguretat en indústries químiques; un gran nombre de companyies ha revisat a fons el que estava fent, comprovant les instal·lacions i posant a punt plans d'emergència. De la mateixa manera que hom parla dels perfides pre-Seveso i post-Seveso, probablement hi haurà una notable diferència entre la sensibilització envers la seguretat abans i després de l'accident de Bhopal.

La indústria química, com tantes altres activitats de l'home, implica un cert risc; seria absurd negar-ho. És justificable, aquest risc? Aquesta pregunta és gairebé de caire filosòfic, i la resposta depèn del criteri personal de cadascú. Ara bé, si volem utilitzar objectes de

plàstic, pintures, combustibles derivats del petroli, productes farmacèutics, fibres artificials, etc., l'hem de justificar per força. Tenim tot el dret d'exigir, però, que sigui un risc "mínim": la pròpia indústria química ha posat a punt els sistemes necessaris per tal que això sigui perfectament possible.

Joaquim Casal i Fàbrega

Joaquim Casal i Fàbrega (Palau-sacosta (Gironès), 1948) és doctor enginyer industrial per la Universitat Politècnica de Barcelona. Actualment és professor d'enginyeria química en l'esmentada universitat.

## BIBLIOGRAFIA

Piccinini, N. Affidabilità e sicurezza nella industria chimica. SCCFOIM (Institut d'Estudis Catalans), Barcelona, 1985

Kletz, T.A. Eliminating potential process hazards. Chem. Eng., vol. 92, pp. 48-68, 1985

Kletz, T.A. Hazop and Hazan. The Institution of Chemical Engineers. Rugby, 1985

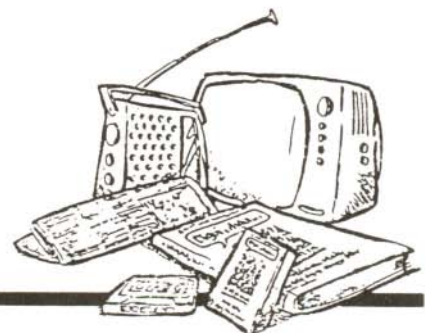
Romano, A.; Piccinini, N.; Bello, G.C. Evaluación de las consecuencias de incendios, explosiones y escapes de sustancias tóxicas en plantas industriales. Ing. Quím., vol. 17, n. 200, pp. 271-278, 1985

Bello, G.C. Valutazione delle conseguenze di incendi, esplosioni e rilasci di sostanze tossiche. CPE, Barcelona, 1986

Atallah, S. Assessing and managing industrial risk. Chem Eng., vol. 87, pp. 94-103, 1980

Tu que ja en saps, pots ajudar els teus amics a expressar-se en català.

# Engresca'ls!



Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya

**Digui, digui...**

Un curs multimedia TV, radio, premsa, llibres, vídeos, cassettes

Amb la col·laboració del Consell d'Europa