

Beneficios y riesgos: Su evaluación en relación con las necesidades humanas*

por T.A. Kletz

Las personas encargadas de funciones de seguridad, directivas o de diseño se ven ante un dilema constante. Hay accidentes que, si se producen, no es probable que maten o lesionen a nadie. Pero pueden ocurrir y, por tanto, esas personas creen que deben hacer algo, pues si no podrían resultar responsables en parte de la muerte o lesión de terceros. No obstante, no cabe eliminar todos los riesgos posibles. ¿Cómo decidir qué riesgos debemos prevenir en primer lugar, y cuáles podemos dejar de lado por lo menos de momento? En pocas palabras ¿Cómo emplear nuestros recursos?

En el pasado el dilema de cómo llegar a un equilibrio entre los riesgos y los costes se resolvió a menudo gastando a manos llenas para suprimir todos los riesgos posibles que un accidente había puesto de manifiesto, e ignorando el resto. A veces era necesario no agudizar demasiado la vista al examinar otros peligros por si se descubrían más de los que era posible afrontar. Desde luego, este modo de proceder es erróneo. Independientemente de que los recursos sean grandes o pequeños, debemos gastarlos de modo que el beneficio para la sociedad sea máximo y pueda defenderse desde un punto de vista lógico. Este último punto es importante. Si yo digo que los riesgos debidos a los rayos, al transporte de productos químicos o al alpinismo son pequeños y que deberíamos desdeñarlos, mientras que Vd. afirma que son elevados y exigen atención inmediata, la discusión entre nosotros es difícil. En cambio, si existe una escala convenida de medición del riesgo, entonces el diálogo es posible.

Deberíamos tener presente que estamos expuestos a riesgos en todo momento, hagamos lo que hagamos, incluso si estamos en casa. Aceptamos los riesgos cuando consideramos que con ello se consigue algo que merece la pena. Practicamos el alpinismo, la navegación a vela o fumamos porque estimamos que el placer compensa el riesgo. Aceptamos trabajos como pilotos de aviación o como militares, o nos hacemos misioneros entre caníbales porque consideramos que la paga, el interés del trabajo o el beneficio que reporta a otros hace que el riesgo merezca la pena. En la industria, a pesar de todos los esfuerzos por eliminar los riesgos conocidos, es probable que haya algún riesgo, por pequeño que sea, para los empleados y los miembros locales del público. Aceptando el riesgo nos ganamos la vida y producimos bienes que nos permiten a nosotros y a otras personas una vida más regalada.

* Artículo publicado originalmente en Endeavour, New Series, Volumen 4, No.2, 1980, Pergamon Press, Oxford (Inglaterra). Reproducido con permiso.

El Sr. Kletz es Profesor de la Universidad de Loughborough y Asesor sobre Seguridad de ICI Petrochemicals, Wilton (Inglaterra).

Diferentes enfoques numéricos

Se han hecho tentativas, en particular durante los últimos diez o quince años, de utilizar métodos numéricos para asignar prioridades en las cuestiones de seguridad. Estas tentativas, conocidas con el nombre de "análisis de riesgos", se basan en dos enfoques distintos.

En el Reino Unido este método ha sido consagrado por la ley. Las palabras "razonablemente factible", que aparecen tan a menudo en la legislación británica sobre seguridad, se han definido en el sentido de "que debe realizarse un cómputo, colocando en un platillo el tanto de riesgo y en el otro los sacrificios que entrañan las necesarias medidas preventivas (bien en dinero, en tiempo o en molestias), y que si se demuestra que hay una gran desproporción entre ellos, o sea, que el riesgo es insignificante en relación con el sacrificio, los demandados quedan eximidos de la carga que pesa sobre ellos", Ref. [1].

Este método es satisfactorio si consideramos accidentes que podrían provocar daños en instalaciones y pérdidas de producción, pero que no es probable que causen lesiones. Pero si consideramos accidentes que puedan ocasionar muertes o lesiones, el método se vuelve más problemático, a pesar de lo que diga la ley, porque tenemos que asignar un valor a la vida humana. Se han hecho muchas tentativas valerosas en este sentido, Ref. [2, 3], pero no han recibido aceptación universal y es mejor no utilizar estas cifras si podemos evitarlo.

Las consecuencias indirectas de un accidente son también difíciles de evaluar. Así resultan problemáticas las tentativas de asignar valores monetarios a los efectos intangibles de la contaminación. Solo en algunos casos se ha conseguido establecer balances generales, Ref. [4, 5], y los resultados no han merecido aceptación general.

Por estas razones, casi siempre que se ha tratado de aplicar métodos numéricos a los problemas de seguridad se ha recurrido al segundo enfoque, la fijación de normas u objetivos. Este es el método que sigue la legislación en el Reino Unido, en la práctica si no en principio.

Pesar en la balanza. Este método, llamado a veces de transacción, consiste en expresar los beneficios y perjuicios derivados de ciertas acciones en unidades homogéneas, normalmente unidades monetarias, de modo que puedan compararse unos con otros y determinarse la acción que produzca el mayor beneficio neto. Pesamos en la balanza los pro y los contras de cada propuesta. Por ejemplo, podemos comprar el coste de prevenir un accidente con el de los daños y lesiones que producirá, multiplicado por la probabilidad de que ocurra. Podemos comparar el coste de prevenir la contaminación con el de los daños que causa.

Fijar normas u objetivos. Una compañía, la industria, o un Gobierno fija una norma que debe observarse o un objetivo que debe conseguirse. Estas normas u objetivos se refieren a una gran variedad de riesgos. Por ejemplo, especifican la altura de las barandillas, la concentración atmosférica de productos químicos y tóxicos, el nivel fónico en los lugares de trabajo, o la cantidad de contaminantes que puede descargarse en la atmósfera o en un río. Lo ideal sería fijar estos objetivos de modo que los grados de riesgo fuesen comparables; no debemos gastar dinero en aumentar la altura de las barandillas si el riesgo de caída por la escalera es menor que el de ser dañado por los productos químicos tóxicos de la atmósfera. Desde luego, en la práctica los objetivos son a menudo dispares, incluso dentro de la misma industria.

Voy a describir algunos métodos que se han elaborado, aplicando este segundo enfoque, para facilitar la tarea de distribuir nuestros recursos racionalmente en la esfera de la seguridad. Se han ideado sobre todo para hacer frente a problemas planteados por riesgos agudos o inmediatos, por ejemplo, incendios, explosiones y grandes escapes de gas tóxico, pero se está tratando ahora de aplicarlos a riesgos crónicos o de carácter duradero. Su justificación no es desde luego que tengan un fundamento impecable, aunque uno quisiera pensar lo contrario, sino que permiten a los industriales a utilizar sus recursos con más eficacia para mayor beneficio de la sociedad. Han sido concebidos esencialmente para su empleo por gente práctica. Véanse más detalles en las referencias [6-12].

Cuadro 1. Valores IFAM para distintas industrias del Reino Unido

Vestimenta y calzado	0,15
Vehículos	1,3
Industria química	4
Industria británica (es decir todos los locales abarcados por las Leyes sobre fábricas)	4
Manufacturas metálicas y astilleros	8
Agricultura	10
Minería del carbón	14
Pesca	36
Guardagujas	45
Montadores en la construcción	67

Riesgos para los empleados

Para fijar un objetivo en materia de seguridad, necesitamos un medio con que medirla. Un medio que se considera práctico es el índice de frecuencia de accidentes mortales (IFAM), es decir, el número de accidentes mortales en un grupo de 1000 personas durante su vida laboral (100 millones de horas). El IFAM de la industria química británica es de 4 aproximadamente, excluido el desastre de Flixborough, o de alrededor de 5 si este desastre de promedia con respecto a un período de 10 años. El Cuadro 1 indica las cifras de algunas otras industrias.

Cerca de la mitad del IFAM de la industria química se debe a riesgos que no tienen nada que ver con la naturaleza de la industria, tales como caer por escaleras o ser atropellado por un vehículo. El resto se debe a riesgos químicos especiales, por ejemplo, incendio, explosión y toxicidad. Si tenemos la seguridad de haber detectado en la industria química los riesgos especiales inherentes a un trabajo determinado, establecemos como norma que la persona que haga el trabajo no esté expuesta a un IFAM superior a dos para estos riesgos especiales. Con carácter prioritario, estos riesgos se eliminarán o se ajustarán a este límite en las nuevas fábricas o en las existentes.

Como no podemos tener la seguridad de haber detectado en muchas fábricas todos los riesgos especiales, especificamos que cualquier riesgo dado, considerado aisladamente, no debe suponer para un empleado un IFAM superior a 0,4. Entonces será prioritario eliminar o reducir tales riesgos en las fábricas nuevas o ya existentes que superen este valor. Por tanto, suponemos que en una fábrica típica hay alrededor de cinco riesgos especiales.

Si una tarea la realiza una sola persona durante 2000 horas anuales, un IFAM de 0,4 equivale a un accidente mortal cada 125 000 años. Si esta tarea se realiza de modo continuo en turnos, el equivalente es de un accidente mortal cada 30 000 años.

La experiencia demuestra que el costo correspondiente, aunque a menudo elevado, no es insoportable. Supone para la industria química gastos que algunos de nuestros competidores no tienen. Una parte puede recuperarse en forma de primas de seguro más bajas, o de la mayor fiabilidad de la fábrica que resulta a menudo de las medidas de seguridad; el resto es un "impuesto" voluntario que se ha de compensar con una mayor eficacia.

Riesgos para el público

Cuando consideramos los riesgos de origen industrial para el público en general, el grado de riesgo que se puede juzgar tolerable, incluso a corto plazo, debe ser mucho más bajo. Una persona decide trabajar para un empleador determinado o en una industria determinada y, a menos que elija una tarea especialmente peligrosa, los riesgos a que está expuesta no son mucho mayores que si se quedase en casa. En cambio, es posible que el público esté sujeto a riesgos que se le han impuesto sin su permiso, y aunque la sociedad en su conjunto puede salir ganando, el público tal vez no. Por ejemplo, no todas las personas que viven en las cercanías de un aeropuerto desean viajar en avión.

Chauncy Starr, Refs. [13, 14], ha señalado que aceptamos voluntariamente riesgos, por ejemplo, conducir, volar y fumar, que nos exponen a un peligro de muerte de uno en 100 000 o más (a veces mucho más) por persona y año (un IFAM de 0,1). Igualmente, aceptamos sin protestar prácticamente una serie de riesgos involuntarios que nos exponen a un peligro de muerte de alrededor de uno en 10 000 000 o menos por persona y año (un IFAM de 0,001). El Cuadro 2 enumera algunos de estos riesgos voluntarios e involuntarios. Conviene subrayar que las cifras son solo aproximadas y que acaso se han calculado admitiendo diferentes supuestos. Además, algunos de los investigadores en esta esfera, cuyo número es relativamente pequeño, se copian unos a otros, de modo que un error, una vez introducido, se repite en varios artículos y adquiere un aura de autenticidad. Por consiguiente, conviene comprobar cada cifra concreta en las fuentes originales antes de utilizarla en los cálculos.

Aceptamos voluntariamente riesgos muy elevados; aceptamos otros riesgos, que se nos imponen sin nuestro permiso, si son suficientemente pequeños. Sería posible reducir los riesgos involuntarios enumerados en el Cuadro 2 si ejerciesen presión suficiente la prensa y el público, pero esta presión en general no existe. El riesgo de ser alcanzado por un rayo o por una aeronave que cae es tan pequeño que aceptamos sin quejarnos la muerte eventual. Para citar al *Daily Telegraph*, Ref. [18], que comentaba las llamadas pidiendo un programa relámpago de quitanieves en el Reino Unido: "Esto es como querer asegurarse contra la mordedura de una serpiente o contra la caída de un rayo. Es imposible tomar precauciones contra todo". Aceptamos riesgos muy elevados viajando en vehículos de carretera, probablemente porque sus ventajas son claras y evidentes. Aceptamos riesgos derivados de desastres naturales cuya magnitud aproximada es de uno en un millón por persona y año; tratándose de sucesos imputables al hombre, excepto el transporte por carretera, parecemos aceptar un riesgo de alrededor de uno en 10 millones por persona y año.

La leucemia y la gripe se han incluido en la lista como ejemplos de riesgos que no aceptamos fácilmente; aquí sí que existe presión para que se haga algo. La mayoría de la gente apoyaría medidas para reducir la incidencia de estas enfermedades, pero muchos consideran que por los otros riesgos no merece la pena preocuparse.

Tenemos así una base para evaluar los riesgos derivados para el público en general de una actividad industrial. Si el riesgo medio para las personas expuestas es menor que uno en 10 millones por persona y año, debería ser aceptable, a menos a corto plazo, y no habría que destinar recursos a su reducción. Desde luego, un riesgo de uno en 10 millones por persona y año es extremadamente bajo. Se aprecia más fácilmente si se expresa como sigue: suponiendo que no hubiese más causas de muerte que las resultantes de una actividad industrial determinada, todas las personas que habitasen cerca de las fábricas afectadas vivirían por término medio 10 millones de años.

El riesgo es mucho más bajo que el propuesto en el Canvey Island Report, Ref. [19], un reciente informe oficial sobre los riesgos resultantes para el público de las refinerías de petróleo e industrias análogas situadas en una isla del estuario del Támesis. Sin embargo,

6 Cuadro 2. Riesgos voluntarios e involuntarios comparados

Voluntarios		Involuntarios	
Actividad	Riesgo de muerte por persona y año ($\times 10^{-5}$)	Suceso	Riesgo de muerte por persona y año ($\times 10^{-7}$)
Fumar (20 cigarrillos/día)	500	Atropello por un vehículo de carretera (EE.UU)	500
Beber (1 botella de vino/día)	75	Atropello por un vehículo de carretera (Reino Unido)	450
Fútbol	4	Inundaciones (EE.UU)	22
Carreras de automóviles	120	Terremotos (California)	17
Aplismo	4	Tornados (Mid-West en los EE.UU)	22
Conducción de automóviles	17	Tormentas (EE. UU)	8
Conducción de motos	200	Rayos (Reino Unido)	1
Tomar píldoras contraceptivas	2	Caída de aeronave (EE.UU)	1
Tomar sacarina (consumo medio de los EE.UU)	0,2	Caída de aeronave (Reino Unido)	0,2
Consumo de mantequilla de cacahuete (4 cucharadas/día)	4	Explosión de una vasija de presión (EE.UU)	0,5
Diagnóstico por rayos X (exposición media en los EE.UU)	1	Emisiones de una central nuclear (en el Perimetro) (EE.UU)	1
Estar en la misma habitación que un fumador (exposición media en los EE.UU)	1	(a 1 km) (Reino Unido)	1
		Ruptura de diques (Holanda)	1
		Mordeduras y picaduras de animales venenosos (Reino Unido)	1
		Transporte de petróleo y productos químicos (EE.UU)	0,5
		Transporte de petróleo y productos químicos (Reino Unido)	0,2
		Leucemia	800
		Gripe	2000
		Meteoritos	0,0006
		Rayos cósmicos resultantes de la explosión de supernovas	0,1-0,0001

Datos tomados principalmente de Gibson, Ref. [12], Starr, Refs. [13, 14], Pochin, Refs. [15, 16], y Hutt, Ref. [17]. Las últimas cuatro cifras de la parte izquierda han sido estimadas por Hutt suponiendo una respuesta lineal; podrían ser erróneas si hay una exposición umbral por debajo de la cual no se produce ningún efecto perjudicial.

el informe, a juicio de mucha gente, exagera la magnitud de estos riesgos y, por tanto, la diferencia no es tan grande como parece a primera vista. El propio informe admite en su última página que tal vez haya exagerado los riesgos, pues dice: "La gente que en la práctica se ocupa de los riesgos industriales tiende a "sentir hasta en los huesos" que algo falla en las estimaciones de riesgos presentadas en el texto del informe". Sin embargo, el informe marca un hito porque significa la aceptación oficial de la opinión de que no podemos hacer todo lo posible para evitar todos los accidentes concebibles y que conviene utilizar métodos numéricos para decidir qué grado de riesgo es aceptable.

Mucha gente es reacia al término "riesgo aceptable", actitud que comprendo perfectamente. Dicen que "nunca deberíamos aceptar deliberadamente riesgos para otras personas". Desde luego que no deberíamos, pero no podemos hacerlo todo al mismo tiempo; algunas cosas tienen que hacerse en primer lugar, y otras han de dejarse para más adelante. El análisis de riesgos, para repetir lo dicho anteriormente, es un asunto de prioridades y no de principios.

Ejemplos de análisis de riesgos

Quisiera ahora poner algunos ejemplos de problemas a los que se han aplicado métodos numéricos y los criterios expuestos en este artículo u otros análogos, a fin de decidir si debían tomarse o no medidas para reducir el grado de riesgo, o para proteger a las personas contra las posibles consecuencias.

Un proceso industrial común es la oxidación, en el que se utiliza aire u oxígeno para transformar un compuesto en otro. Si se añade demasiado aire u oxígeno puede producirse una explosión. Se utilizan analizadores de oxígeno para medir la concentración de este elemento en la planta y, si se aproxima a un nivel peligroso, se suele cortar automáticamente el suministro de aire u oxígeno. Sin embargo han ocurrido explosiones, Ref. [20]. Estas explosiones plantean cierto número de cuestiones. ¿Cuántos analizadores de oxígeno necesitamos para impedir las explosiones? ¿Deberíamos duplicar el sistema de parada? ¿Deberíamos medir la temperatura y la presión así como la concentración de oxígeno y utilizarlas para aislar el suministro de oxígeno? ¿Con qué frecuencia deberíamos comprobar estos instrumentos? El análisis de riesgos puede servir para contestar a estas preguntas, Ref. [21].

Cabe señalar que la eliminación completa del riesgo no es una opción viable. Podemos reducir la probabilidad de explosión hasta cualquier valor deseado instalando más y más instrumentos, con costes cada vez mayores, pero la aproximación a la seguridad completa reviste forma asintótica. Por consiguiente, a menos que recurramos al análisis de riesgos, carecemos de una base racional para decidir cuántos instrumentos protectores hemos de instalar.

Cintos y tirantes

El razonamiento de los párrafos precedentes puede ilustrarse considerando un ejemplo tomado de la vida cotidiana, basado en el uso de cintos y tirantes. El accidente que intentamos impedir es el apuro de que se nos caigan los pantalones por fallo de los medios de sostén. Supongamos que la rotura por uso y desgaste se previene mediante inspección y sustitución regular y que solo nos interesa el fallo debido a defectos de fabricación que no se pueden detectar de antemano y que son aleatorios.

Supongamos además que por término medio cada par de tirantes se rompe al cabo de diez años de servicio y que el cinto se rompe de la misma manera y con la misma frecuencia que los tirantes. La caída de nuestros pantalones una vez en diez años no se considera un riesgo aceptable.

¿Con qué frecuencia fallarán cinto y tirantes juntos? Si uno de ellos falla no se notará hasta quitárselo al final de día. Suponiendo que se lleva puesto 16 horas diarias resulta que, por término medio, todo hombre lleva un cinto roto ocho horas cada 10 años y tirantes rotos 8 horas cada 10 años.

El tiempo muerto fraccionario (TMF) de los tirantes es por consiguiente:

$$\frac{8}{16} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{365} = 0,000137$$

y el TMF del cinturón es el mismo.

La probabilidad de que el segundo dispositivo protector falle mientras el primero está "muerto" viene dada por:

$$\text{Índice de riesgo} = \text{índice de demanda} \times \text{TMF} = 2 \times \frac{1}{10} \times 0,000137 = 2,74 \times 10^{-5} \text{ por año,}$$

es decir una vez en 36 500 años.

Por consiguiente, el fallo simultáneo del cinto y los tirantes ocurrirá una vez en 36 500 años. En el plano individual este riesgo es aceptable. Pero en la Gran Bretaña hay alrededor de 25 millones de hombres, de modo que, aunque cada uno de ellos lleve cinto y tirantes, 685 hombres perderán sus pantalones anualmente. En el plano nacional se considera inaceptable que tantos hombres se vean en semejante apuro.

Para reducir el riesgo todavía más cada hombre debería llevar un tercer dispositivo protector, a saber un segundo par de tirantes. Un simple cálculo muestra que esto reduciría la proporción de fallos para cada individuo a una vez en 133 millones de años y para todo el país a una vez en 5 años. Pero un tercer dispositivo protector entraña un gasto considerable suplementario y complica tanto el sistema que mucha gente no lo utilizará. Otra solución consiste en que cada hombre inspeccione su cinto y tirantes cada dos horas para ver si alguno de ellos se ha roto. Esto reducirá la proporción de fallos para cada individuo a una vez en $36\,500 \times 8 = 292\,000$ años y para todo el país a $685/8 = 85$ hombres por año. Esto puede considerarse aceptable pero ¿es posible convencer a los hombres para que inspeccionen sus "sistemas protectores" con la regularidad necesaria? y ¿cuál sería el costo de la educación para convencerles de que se debe obrar así?

Este ejemplo un tanto prosaico pone de manifiesto las siguientes consideraciones generales:

1. El riesgo puede reducirse a cualquier grado deseado duplicando el equipo protector, pero no puede eliminarse por completo: subsiste siempre algún riesgo, por pequeño que sea. Incluso con tres dispositivos protectores podría suceder que un fallo simultáneo se produjese no al cabo de 133 000 000 de años sino el año próximo.
2. El método utilizado anteriormente es correcto, pero la validez de los resultados depende de la bondad de los datos utilizados. Si la frecuencia de fallos del cinto de los tirantes no es una vez en 10 años sino una vez en 5 o 20 años, la conclusión será errónea, no por un factor de dos, sino por un factor de cuatro para dos dispositivos protectores, y por un factor de ocho para tres dispositivos protectores.
3. El suceso que queremos impedir no es la caída de los pantalones sino una herida a nuestro amor propio. La mitad (supongamos) de las caídas de pantalón ocurrirán cuando estemos solos o en casa, por lo que no tendrán importancia, introduciendo así un factor suplementario de dos. En una situación industrial comparable desde este punto de vista, no son las explosiones lo que tratamos de impedir, sino los daños y lesiones que puedan causar; las explosiones que no produzcan ni los unos ni las otras son aceptables.

4. Un riesgo aceptable para un individuo puede no serlo para toda una comunidad.
5. Es más fácil idear equipo o sistemas protectores que convencer a la gente de que los utilice. Ocurren más accidentes por no utilizar el equipo correctamente que por fallos del mismo.

Criterios más sencillos

El cálculo de IFAM no es esencial para el análisis de riesgos, pues a menudo pueden aplicarse criterios más sencillos. Por ejemplo, en una fábrica de productos químicos se observó la posibilidad de que un líquido frío entrase en una tubería fragilizándola de modo que pudiera agrietarse.

Se instalaron instrumentos para impedir que esto ocurriese. ¿Qué fiabilidad debían poseer? En este caso concreto se llegó a la conclusión de que la probabilidad de que la tubería sufriese pérdidas como resultado de la entrada de líquido frío debía ser pequeña en comparación con la probabilidad de que la tubería sufriese una avería por todas las otras causas, Ref. [10]. Hemos señalado ya la necesidad de distinguir hasta cierto punto entre el riesgo para el trabajador y el riesgo para el público. A.N.A. Dicken, Ref. [22], y J.G. Sellers, Ref. [23], han expuesto un método para determinar todas las circunstancias que podrían conducir a una emisión de cloro en una planta, así como la magnitud y la probabilidad de la emisión. Seguidamente estiman la concentración de cloro en el perímetro de la planta y la comparan con las cifras objetivo. Una "molestia" se considera aceptable una vez al año; una emisión que cause "cierta amenaza" se considera aceptable una vez en diez años; una emisión que pudiese provocar "lesiones personales o riesgos para la vida" se considera aceptable una vez en 100 años. Todas estas expresiones se cuantifican en función de la concentración y la duración.

E.H. Siccama, funcionario del *Directoraat Generaal van de Arbeid*, la Inspección Laboral Holandesa, Ref. [24], ha examinado el riesgo resultante para el público del almacenamiento de acrilonitrilo. Su artículo es un ejemplo interesante de adopción de un enfoque cuantitativo por un órgano oficial. Estima que si un tanque está situado a 2500 metros de una zona residencial, el público en general se expone a sufrir "efectos negativos irreversibles" una vez en 60 000 años. Si hay seis tanques agrupados, los efectos se experimentarán una vez en 10 000 años, lo que Siccama considera aceptable. En realidad, la cifra de una vez en 10 000 años es la frecuencia con que los diques en Holanda pueden romperse y significa (Cuadro 2) un riesgo de muerte de 10^{-7} por persona y por año para los individuos que vivan protegidos por esos diques. Probablemente el razonamiento es que si no se gastan recursos para reducir por debajo de cierto valor el riesgo de inundación y de morir ahogado ¿por qué el riesgo de que el acrilonitrilo se escape y asfixie a la gente habría de reducirse a un valor menor?

Igualmente, en el Canvey Island Report, Ref. [19], se examinan los casos de emisión de gases tóxicos para los que se considera posible, aunque improbable, un gran número de víctimas. De todos modos, la experiencia de la industria es que cuando ha habido escapes de gases tóxicos, el número de víctimas ha sido relativamente pequeño, alrededor de 0,3 por tonelada para el cloro y de 0,02 por tonelada para el amoníaco, Ref. [25].

En el transporte por carretera de materiales potencialmente peligrosos pueden surgir riesgos de otra índole. Por ejemplo, un producto intermedio fue transportado 200 millas por carretera para su elaboración posterior. Ese producto revistía la forma de una solución acuosa y era inocuo, pero en realidad se gastaba dinero en transportar sencillamente agua. Por lo tanto, se propuso transportar en su lugar un producto intermedio no acuoso, pero corrosivo. De esta manera la cantidad total a transportar se reduciría en más del 80%. El problema a resolver era si el riesgo resultante para el público del transporte de un producto químico peligroso era tan bajo que debía aceptarse, teniendo en cuenta que en su

lugar podía transportarse un material más seguro aunque más voluminoso. Se suponía naturalmente que el transporte se efectuaría en vehículos de la máxima calidad por conductores bien entrenados.

Utilizando cifras promediadas referentes al número de muertos en accidentes ordinarios de carretera y en accidentes en que habían intervenido productos químicos, fue posible demostrar que, al reducir el volumen del material a transportar en 5/6 se salvaría, por término medio, una vida cada 12 años, incluso teniendo en cuenta el hecho de que un accidente en el que participa un camión cisterna cargado de productos químicos corrosivos tiene ligeras probabilidades más de causar víctimas que si va cargado de material inocuo.

El costo por vida salvada

Al principio de este artículo he dicho que prefería el enfoque de "fijar objetivos" al de "pesar en la balanza", pero tal vez deberíamos prestar más atención a este último, ya que puede ser útil como criterio secundario. Si aceptamos los objetivos que he descrito ¿cuánto tendremos que gastar para salvar una vida y cómo comparar esto con el dinero gastado para otros fines?

Hay muchas esferas en las que se tiene que decidir cuánto dinero hay que gastar para salvar vidas. Los juicios suelen ser implícitos. No se dice de modo consciente "vamos a gastar hasta 10 000 libras esterlinas para salvar una vida", pero de todas formas los recursos financieros asignados y el número de vida salvadas nos permiten calcular el gasto real. Acopiando una serie de tales cifras deberíamos ser capaces de determinar el valor que la sociedad atribuye realmente a la vida humana.

Como Craig Sinclair, Ref. [26], ha demostrado, el valor de la vida humana en la industria varía muy ampliamente. En agricultura se gastan 2000 libras esterlinas para salvar la vida de un trabajador, en la siderurgia, 200 000 libras esterlinas, y en la industria farmacéutica 5 millones. En general, las nuevas industrias gastan más que las antiguas. En cambio, la industria farmacéutica valora la vida de terceros en solo 10 000 libras esterlinas.

En manifiesto contraste con esto, los médicos pueden salvar la vida por sumas relativamente insignificantes. Gerald Leach, por ejemplo, cita las siguientes cifras (precios de 1972), Ref. [27]:

	£
Examen por rayos X de los pulmones de viejos fumadores	400
Detección del cáncer de cuello uterino	1 400
Detección del cáncer de mama	3 000
Riñón artificial	9 500
Marcapasos isotópicos	26 000

Un escritor sobre temas médicos, no sabiendo el dinero gastado para salvar vidas en otras actividades, ha escrito, Ref. [28]:

"El costo total de una cama en una unidad de cuidados intensivos puede alcanzar 450 libras esterlinas por semana. Esto significa que una unidad de 10 camas cuesta casi 250 000 libras esterlinas anuales, y se ha estimado que de cada 500 admisiones, aproximadamente, se salvan al año 50 vidas con un costo de unas 5000 libras esterlinas por caso. Estas cifras astronómicas plantean naturalmente el problema de si es ético concentrar tantos recursos en un número tan pequeño de pacientes cuando hay tantos campos olvidados de la asistencia médica".

En la industria química la experiencia demuestra que para conseguir los grados de seguridad mencionados en los párrafos precedentes tenemos que estar dispuestos a gastar sumas del

orden de 1 millón de libras esterlinas por vida salvada. Si en un caso determinado se pide un gasto todavía mayor, parecerá que no gastamos juiciosamente ni nuestros recursos ni los de la nación. Esto no significa que debemos aceptar los riesgos sino que debemos buscar una solución más económica. La experiencia demuestra que, en la práctica, es a menudo posible encontrarla.

Si decimos que hay que suprimir los riesgos siempre que la supresión sea barata, pero que pueden aceptarse si es costosa, entonces todo riesgo puede llegar a ser demasiado caro para eliminarlo. En cambio, si decimos que hay que reducir todos los riesgos que excedan de cierto nivel (que puede variar de una industria a otra y en el tiempo), en la práctica los tecnólogos idearán una manera "razonablemente viable" de hacerlo.

A pesar de la publicidad dada al incidente único de Flixborough, las cifras citadas anteriormente me incitan a preguntar si las industrias químicas y de transformación son demasiado seguras. ¿Gastamos demasiados recursos nacionales para eliminar los riesgos derivados de este sector para los empleados y el público? Cabe preguntarse si el dinero y el tiempo invertidos salvarían más vidas si se utilizasen en parte para eliminar algunos riesgos de la minería del carbón, de la industria de la construcción o del transporte por carretera. ¿Estarían mejor empleados en persuadir a la gente de que no fume?

Por desgracia, si las industrias de transformación gastasen menos en seguridad, no hay ningún mecanismo social en cuya virtud el dinero ahorrado pudiera consagrarse, digamos, a las minas o a las carreteras. Igualmente, la sociedad no progresa, en ninguna esfera, marchando uniformemente en un amplio frente. Progresa abriendo pequeñas brechas; una firma o una industria va en vanguardia y muestra lo que puede hacerse, y las restantes siguen. Las industrias de transformación, y muchas otras nuevas industrias, pese a la peligrosidad intrínseca de los materiales que emplean, y pese a los escasos incidentes que han saltado a los titulares de la prensa, han demostrado que es posible conseguir un alto nivel de seguridad industrial. Quizás la industria de la construcción y otras industrias de alta siniestralidad imiten ahora este ejemplo. Sea como fuere, es tal vez deseable cierta nivelación. En la Gran Bretaña, el Gobierno controla directamente la industria nuclear y los servicios sanitarios, y a pesar de ello la valoración implícita de la vida en ambos sectores es totalmente diferente.

El futuro

La aplicación del análisis de riesgos en las industrias de transformación es hoy día algo bien establecido. ¿Qué cambios son probables en el próximo decenio? El análisis de riesgos se ha aplicado sobre todo a los riesgos agudos, aquellos que producen sus efectos inmediatamente. Es probable que tenga lugar una ampliación de los métodos para abarcar los riesgos crónicos, aquellos que tardan mucho tiempo en producir sus efectos, como en el caso de algunos productos químicos tóxicos, el amianto, las radiaciones, el ruido. Los primeros indicios señalan que, con un margen de un orden de magnitud, los criterios ya establecidos para los riesgos agudos.

El enfoque de este artículo podrá parecer a algunas personas cruel y duro, pero yo no lo creo así. La seguridad, como todas las cosas, puede comprarse pero solo a cierto precio. Cuanto más gastemos en seguridad menos tendremos para luchar contra la pobreza y la enfermedad, o para gastar en aquellos bienes y servicios que hacen la vida agradable, para nosotros y para los demás. Sea cual fuere el dinero que consagremos a la seguridad, deberemos gastarlo de manera que produzca un beneficio máximo para nuestros prójimos. No tiene nada de humanitario gastar profusamente para reducir un riesgo porque haya ocupado los titulares de la prensa en alguna ocasión, y desentendernos de lo demás.

Referencias

- [1] Fife I. and Machin E.A., "Redgraves Health and Safety in Factories", Butterworth, Londres (1976) 36.
- [2] Mooney G.H., "The Valuation of Human Life", Macmillan, Londres (1977).
- [3] Jones-Lee M.W., "The Value of Life", Robertson, Londres (1976).
- [4] Frost M.J., "Values for Money - The Techniques of Cost Benefit Analysis", Gower Press, Londres (1971).
- [5] Programmes Analysis Unit, "An Economic and Technical Appraisal of Air Pollution in the United Kingdom", HMSO, Londres (1972).
- [6] Kletz T.A.I., Chem. E. Symposium Series No. 34 (1971) 75.
- [7] Kletz T.A., *Loss Prevention*, 6 (1972) 15.
- [8] Kletz T.A., In "Chemical Engineering in a Changing World", Ed. W.T. Koetsier, Elsevier, Amsterdam (1976) 397.
- [9] Kletz T.A., *Hydrocarbon Processing*, 56 (mayo de 1977) 297.
- [10] Kletz T.A., *Chem. Engng. Prog.* 74 (Oct. de 1978) 47.
- [11] Bulloch B.C.I., Chem. E. Symposium Series, No. 39 a (1975) 289.
- [12] Gibson S.B., *Chem. Engn. Prog.*, 72 (Feb. de 1976) 59.
- [13] Starr C., *Science*, 165 (1969) 1232.
- [14] Starr C., In "Perspectives on Benefit-Risk Decision Making", National Academy of Engineering, Washington (1972) 17.
- [15] Pochin, E.E., *Br. med. Bull* (1975) 184.
- [16] Pochin E.E., *Proceedings of the Symposium on the Assessment of Exposure and Risk, Society of Occupational Medicine* (1973) 35.
- [17] Hutt P.B., "Unresolved Issues in the Conflict Between Individual Freedom and Government Control of Food Safety", *Conference on Public Control of Environmental Health Hazards, New York Academy of Sciences* (29 de junio de 1978).
- [18] *Daily Telegraph* (3 de enero de 1979) editorial.
- [19] "Canvey", Londres, HMSO (1978).
- [20] Kletz T.A., *Loss Prevention*, 12 (1979) 96.
- [21] Stewart R.M.I., Chem. E. Symposium Series, No. 34 (1971) 99.
- [22] Dicken A.N.A., *Proceedings of the Chlorine Bicentennial Symposium* (1974) 244.
- [23] Sellers J.G.I., Chem., E. Symposium Series No. 47 (1976) 127.
- [24] Siccama E.H., *De Ingenieur*, 85 (1973) 502.
- [25] Advisory Committee on Major Hazards, *Second Report*, HMSO (1979) 11-12.
- [26] Sinclair C., "Innovation and Human Risk", Centre for the Study of Industrial Innovation, Londres (1972).
- [27] Leach G., "The Biocrats", Chapter 11, Penguin Books, Rickmansworth (1972).
- [28] Miller H., "Medicine and Society", Oxford University Press, Oxford (1973) 63.