



RENTABILIDAD DE LA PREVENCIÓN

Sr. D. Julio Garriga  
Ingeniero Industrial  
COMMERCIAL UNION



## METODO DEL AHORRO DE PRIMA DE SEGURO

7.5-0

### 1.- FUNDAMENTO DEL METODO

Se basa, este método, en que aplicando o adaptando ciertas medidas o medios de seguridad puede obtenerse un ahorro en las primas de seguros, ya sea porque:

- Se minimiza la prima.
- Se obtienen descuentos sobre la prima inicial. ✓

Como es sabido, la tarifa usada para el cálculo de la prima a devengar en el seguro contra incendio, es una tarifa diferencial. Ello significa que da una tasa de prima para cada actividad y, dentro de cada actividad, para cada proceso que en ella pueda usarse. Asimismo, da tasas distintas para cada tipo o grupo de productos y mercancías. Esto queda complementado, para posibilitar el máximo ajuste entre riesgo y prima, con unas normas de aplicación que prevén la posibilidad de que procesos, productos y mercancías de distinto riesgo y, en consecuencia, tasa, estén contenidos en un mismo local, o, que aún estando en diferentes locales, no queden suficientemente separados.

En consecuencia, haciendo una elección correcta, desde este particular punto de vista, de proceso y productos usados y una disposición o configuración de riesgo de acuerdo con lo que indique la tarifa, conseguiremos minimizar la tasa de prima, y, por tanto, la prima, ya que esta es directamente proporcional a la citada tasa.

Por otra parte, independientemente de conseguir la prima mínima o no, la tarifa prevee descuentos de distinta cuantía y según unos baremos fijos, concedidos por la implantación de medios de prevención y protección contra el fuego.



De lo anterior, se desprende que adoptando o variando un proceso, una disposición de riesgo o un medio de seguridad, obtendremos un ahorro en las primas de seguros.

Acumulando los importes de estos ahorros de primas, que son anuales y permanentes mientras no se altere el riesgo, se puede amortizar, o compensar la inversión realizada para aumentar la seguridad, en los bienes estudiados.

Según sea la duración de este tiempo de amortización, el empresario podrá juzgar la rentabilidad de cada una, o del conjunto, de las medidas de prevención que le proponga el especialista en estas cuestiones.

Con este método se pretende facilitar el cálculo del citado tiempo, teniendo en cuenta los distintos factores que inciden en su duración.

## 2.- ELEMENTOS O FACTORES A CONSIDERAR

### 2.1 Seguros a tener en cuenta.

De toda la amplia gama de seguros que se encuentran actualmente en el mercado, deberá considerarse, en el método expuesto, los siguientes.

2.1.1 Seguro contra incendio, con las coberturas complementarias necesarias en función de las características del riesgo estudiado.

2.1.2 Seguro contra pérdida de beneficios a consecuencia de incendios.

Queda justificado el tener en cuenta ambos seguros por:

2.1.3 Donación de AGERS al Centro de Documentación de FUNDACIÓN MAPFREños



J-G-2

consecuenciales de un incendio pueden afectar la marcha de la empresa con la misma, y en ocasiones mayor, gravedad que los daños directos.

Por tanto, se considera que toda empresa debe tener contratada esta cobertura. A pesar de ello el método puede aplicarse igualmente si sólo hay suscrita la póliza de incendio.

No se tiene en cuenta el caso de que exista solamente póliza de pérdida de beneficios porque para su suscripción es condición indispensable tener la de incendio.

- 2.1.4 La prima devengada por el seguro de pérdida de beneficios a consecuencia de incendio es, en igualdad de las demás variables que influyen, directamente proporcional a la prima de seguro de incendio. O sea, cualquier descuento o sobreprima aplicado a esta última, beneficia o grava en la misma proporción a la del primero.

También deberá tenerse en cuenta que las primas a usar son:

- 2.1.5 Para el seguro contra incendio, prima neta incrementada con el 15%, que corresponde al mínimo que obligatoriamente a de percibir el Consorcio de Compensación de Seguros de todas las pólizas de seguro contra incendio suscritas en España.

- 2.1.6 Para el seguro contra pérdida de beneficios a consecuencia de incendio, la prima neta sin



Las demás cargas con que se gravan las primas netas no se tienen en cuenta por ser de menor cuantía y en aras de una simplificación del método.

## 2.2 Período o tiempo de amortización rentable.

Dado que el criterio de rentabilidad se basa en el hecho de que pueda amortizarse la inversión en un período de tiempo preestablecido, es necesario que éste sea fijado conjuntamente por el responsable de hacer la inversión y el especialista en prevención que le asesora.

Su duración será función del medio o medida cuya adopción se estudie. También podrá establecerse un período único para el conjunto del dispositivo.

Asimismo este tiempo puede establecerse basándose, únicamente, en consideraciones de tipo económico o financiero.

Lo que no resulta posible, debido a la gran variedad de situaciones que pueden darse, es establecer esta duración a priori.

## 2.3 Coste de la seguridad.

Obtener el nivel de seguridad deseado significa unos gastos que los clasificaremos en alguna de las siguientes clases:

### 2.3.1 Coste de la implantación del dispositivo.

(c1) - Ptas.  
Unares

Este gasto será único y se efectuará en el momento de introducir el dispositivo de seguridad.



2.3.2 Coste de mantenimiento.

(C2) - Ptas. año o tiempo. J.G.4

Algunos dispositivos de seguridad deben ser revisados detalladamente, con una frecuencia que depende de su naturaleza, y exigen ciertos cuidados asimismo periódicos.

El coste que ello significa le llamaremos coste de mantenimiento y podrá calcularse su importe por anualidades.

Su símbolo será  $C_2$

2.3.3 Coste de explotación.

(C3) - Ptas. año

Denominaremos así aquel coste, o incremento de coste, de explotación que sea debido a la medida de seguridad. Puede ser a causa de un alejamiento de materias primas, al funcionamiento de un sistema de aspiración y extracción de polvo (la implantación del sistema sería un gasto del tipo 2.3.1), al cambio de un producto por otro de mayor precio, etc.

También puede calcularse su importe por anualidades.

Su símbolo será  $C_3$

El método que se expone tiene en cuenta los tres tipos de coste.

2.4 Evolución de la inversión realizada para la implantación del dispositivo.

A la cantidad de dinero gastada en la implantación del dispositivo de seguridad deberemos de aplicarle un ir Donación de AGERS al Centro de Documentación de FUNDACIÓN MAPFRE haber hecho con él una inversión alternativa.



O sea, su importe no será fijo, a efectos de calcular el tiempo de amortización, si no que crecerá de acuerdo con la ley de interés compuesto, por un rédito que se establece en el subapartado 2.6.

Puede considerarse que esta inversión se hace mediante un préstamo, con lo cual el crecimiento de la cantidad inicial, sería debido al interés del mismo.

## 2.5 Evolución de la acumulación del ahorro.X

Para el cálculo de la acumulación del ahorro debemos tener en cuenta las siguientes circunstancias:

2.5.1 Si bien la tasa de prima será constante, ya que consideramos que el riesgo no cambia, la prima se incrementará anualmente, puesto que la inflación hará aumentar la suma asegurada. Puede haber un efecto de aumento de inmovilizado, especialmente en almacenes que inicialmente tienen un índice de utilización bajo, pero aquí no se tiene en cuenta, por ser un hecho incierto o que no deba darse en todos los riesgos. En contra la inflación es un hecho continuo, aunque pueda variar su magnitud, y que afecta a todos los riesgos y a las sumas aseguradas en cualquiera de las dos pólizas que pueden tomarse en cuenta.

*Ahora: anual  
crece con la  
inflación*

2.5.2 La cantidad acumulada devengará, al igual que la cantidad invertida, unos intereses que deberán añadirse al ahorro, ya que gracias a esto los obtenemos.

## 2.6 Porcentajes de crecimiento aplicados.

*Eficiencia  
mayor prima  
mayor acumulación*



J. B. C.

juegan, en realidad, dos intereses y un porcentaje de crecimiento:

2.6.1 Interés de la inversión. Sea como interés obtenido del capital en otra colocación alternativa o como interés de un préstamo.

2.6.2 Porcentaje de incremento de la suma asegurada, que, a su vez, hará crecer, en la misma proporción, las primas de seguros.

2.6.3 Interés devengado por la suma acumulada de los ahorros anuales.

Puede considerarse, sin cometer gran error, que los intereses citados en 2.6.1 y 2.6.3 son iguales.

En contra, el porcentaje de crecimiento de prima a causa de la inflación será, en principio, superior.

Pero, al incremento que sufran los bienes de producción y los edificios, a causa de la inflación, deberá restarse la depreciación debido a su uso. En consecuencia el crecimiento neto será menor al debido a la inflación, pudiendo, en ocasiones y según para que tipo de bienes, ser muy reducido o, incluso nulo. Para las mercancías, materia prima y producto acabado, no ocurre así, pues sufren un incremento neto igual a la inflación de su sector. O sea, la suma asegurada para el conjunto de bienes sufrirá un incremento anual neto inferior a la tasa de inflación, pues, normalmente, se compondrá de los tres tipos de bienes citados, esto en bienes de producción, edificios y mercancías o productos.

En cons Donación de AGERS al Centro de Documentación de FUNDACIÓN MAPFRE de

este método, un mismo porcentaje para los tres creci



...cimientos se comete un error aceptable, habida cuenta de que se trata únicamente de estimar la rentabilidad de una inversión que normalmente no es de gran importancia frente a la realizada para la implantación de la fábrica o planta de producción en su conjunto.

Por otra parte, la facilidad de aplicación del método exige tal simplificación, pues aplicar porcentajes distintos para cada uno de los conceptos considerados, multiplicaría varias veces el número de familias de curvas.

En esta primera edición del método, se han calculado las familias de curvas para un crecimiento común del 5% y del 7%, con objeto de que quien lo aplique tenga dos crecimientos entre los cuales escoger.

### 3.- VALOR UNITARIO A PROTEGER

#### 3.1 Justificación del uso del valor unitario. X

Conseguir que este método pueda aplicarse a cualquier tipo de bienes que se desee proteger, presenta, entre otras, la dificultad del coste de los mismos, ya que, al menos en principio, puede ser cualquiera.

Para soslayar esta dificultad se ha recurrido al índice de valor por unidad de superficie, que si bien teóricamente tampoco tiene límite, en la práctica raramente se encuentran inmovilizados a partir de cierto valor.

2000

Así se consigue limitar una variable y se posibilita el método.

Las unidades de este índice serán Ptas/m<sup>2</sup> y su símbolo V<sub>ui</sub>



### 3.2 Cálculo del valor unitario a proteger.

Bastará hallar el cociente de la suma asegurada dividida por la superficie que ocupen los bienes asegurados, esto es:

$$V_{ui} = \frac{C_a}{S}$$

donde:

$C_a$  : suma asegurada, expresada en Plas.

$S$  : superficie ocupada por los bienes a proteger, expresada en m<sup>2</sup>.

Para este cálculo se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La suma asegurada,  $C_a$ , debe corresponder a los valores reales.
- La suma asegurada,  $C_a$ , es el resultado de sumar los valores correspondientes a los bienes de producción, los edificios y las mercancías o productos de cualquier tipo que se hallen en la fábrica. También deberán tenerse en cuenta aquellos bienes de terceros que han sido confiados a la empresa, para su tratamiento o elaboración, y de los cuales es responsable.
- La superficie ocupada por el riesgo es la superficie total edificada, sin computarse la destinada a calles interiores y/o patios, siempre y cuando se hallen totalmente libres.
- Deberá calcularse este índice, en el caso de que el conjunto de los bienes no formen un riesgo común,



a los demás, y que tenga una tasa de prima propia.

3.3 Valores considerados.

Las familias de curvas del anexo se han calculado para valores unitarios que van desde 10.000 Ptas./m<sup>2</sup> hasta 200.000 Ptas/m<sup>2</sup>.

Hasta 100.000 Ptas/m<sup>2</sup>, en intervalos de 5.000 Ptas/m<sup>2</sup>, y apartir de este valor hasta el límite superior, en intervalos de 10.000 Ptas/m<sup>2</sup>.

Se ha considerado que los inmovilizados que formen cúmulos no contenidos entre estos límites no son frecuentes.

Por otra parte, en el caso de un cúmulo inferior a 10.000 Ptas/m<sup>2</sup> es muy difícil conseguir una amortización dentro de un plazo razonable. En el caso de que el cúmulo supere el límite superior previsto, puede adoptarse casi cualquier dispositivo, puesto que queda rápidamente amortizado aún con tasas de ahorro bajas.

4.- VALOR UNITARIO DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

4.1 Justificación del uso del valor unitario.

Además de quedar justificado por similares razones a las aducidas en 3,1, es forzoso trabajar con valores unitarios para el dispositivo de seguridad pues los valores e índices usados deben ser homogéneos.

Vendrá expresado en Ptas/m<sup>2</sup> y su símbolo será V<sub>up</sub>.

4.2 Cálculo del valor unitario del dispositivo de seguridad.



Será el cociente obtenido al dividir el coste definido en 2.3.1 por la superficie del riesgo, o sea:

$$V_{up} = \frac{C_1}{S}$$

donde:

C<sub>1</sub>: coste 2.3.1 del dispositivo de prevención y protección, expresado en Ptas.

S : superficie protegida, expresada en m<sup>2</sup>.

Deberá tenerse en cuenta lo dicho en 3.2 cuando se trate de bienes que forman zonas de riesgos independientes. La superficie tomada para el cálculo de V<sub>ui</sub> será la misma que la usada en el cálculo de V<sub>up</sub>.

#### 4.3 Valores considerados.

Se considera una gama de valores cuyo límite inferior es de 100 Ptas/m<sup>2</sup> y el superior es 2.000 Ptas/m<sup>2</sup>.

Los intervalos son de 100 Ptas/m<sup>2</sup> hasta un V<sub>up</sub>= 1.000 Ptas/m<sup>2</sup> y de 200 Ptas/m<sup>2</sup> hasta V<sub>up</sub> = 2.000 Ptas/m<sup>2</sup>.

Mediante datos sacados de casos reales, se ha comprobado que esta gama es suficiente. Fuera de estos límites únicamente se hallarán casos singulares que merecerán, probablemente, un tratamiento especial.

#### 5.- TASA DE AHORRO. DEFINICION

Es un coeficiente, expresado en tanto por mil, que, aplicado a la suma asegurada para los bienes, da el ahorro neto anual conseguido, gracias a las medidas y medios de prevención y protección adoptados. Entendemos como ahorro neto ar



tal, que es la diferencia entre primas, los costes anuales  $C_1$  y  $C_2$ . O sea, este ahorro neto anual es el que realmente puede rentabilizar la inversión.

En el supuesto de que haya sólo gastos del tipo definido en 2.3.1 y se considere, únicamente, el seguro contra incendio, la tasa de ahorro será igual a la diferencia entre la tasa, que corresponda al riesgo sin haber introducido ninguna mejora de seguridad y la que debe aplicarse después.

En todos los demás casos la tasa de ahorro será ficticia, y sólo tendrá validez para la aplicación del método, calculándose según se indica en el apartado 6.

Trabajar con este nuevo concepto expuesto de tasa de ahorro da la ventaja de que se puede tener en cuenta tanto la disminución de prima debida a un cambio de tasa de prima, como a la debida a un descuento así como el coste continuado que supone obtener el nivel de seguridad deseado. Hasta ahora se trabajaba, normalmente, sólo con los descuentos por medios de protección, con lo cual el tratamiento del problema era parcial.

## 6.- TASA DE AHORRO. CALCULO

### 6.1 Caso de que haya sólo coste tipo 2.3.1

#### 6.1.1 Considerando únicamente el seguro contra incendio.

Se calcula la prima neta del riesgo en su estado inicial,  $Pi1$ , teniendo en cuenta las sobrepimas y los recargos que procedan según la tarifa y coberturas complementarias contratadas.



que correspondería introduciendo las modificaciones que se estudian.

Con estos datos ya podemos calcular la tasa de ahorro,  $t_{Ai}$ , que será:

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2)}{Ca} \times 1.000$$

expresándose, tal como se ha dicho, en tanto por mil.

6.1.2 Considerando la existencia simultánea de los seguros contra incendios y contra pérdida de beneficios.

En primer lugar se calcularán las mismas primas alternativas de incendio como en el anterior. Luego, en base a estas, se calcularán las primas de pérdida de beneficios,  $Pb1$  y  $Pb2$ .

El cálculo de la tasa de ahorro se hará mediante la fórmula siguiente:

$$t_{Aib} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2)}{Ca} \times 1.000$$

6.2 Caso de que haya costes 2.3.1 y 2.3.2 y/o 2.3.3.

No se tendrá en cuenta la posibilidad de que haya únicamente costes tipo 2.3.3 pues ello se trata en el apartado 7. Los costes 2.3.2 son subsidiarios de los 2.3.1, o sea, no es posible que existan ellos solos.

6.2.1 Considerando únicamente el seguro contra incendio.

Se calcularán las mismas primas que en 6.1.1, y luego se aplicará una de las siguientes for



que correspondería introduciendo las modificaciones que se estudian.

Con estos datos ya podemos calcular la tasa de ahorro,  $t_{Ai}$ , que será:

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2)}{Ca} \times 1.000$$

expresándose, tal como se ha dicho, en tanto por mil.

6.1.2 Considerando la existencia simultánea de los seguros contra incendios y contra pérdida de beneficios.

En primer lugar se calcularán las mismas primas alternativas de incendio como en el anterior. Luego, en base a estas, se calcularán las primas de pérdida de beneficios,  $Pb1$  y  $Pb2$ .

El cálculo de la tasa de ahorro se hará mediante la fórmula siguiente:

$$t_{Aib} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2)}{Ca} \times 1.000$$

6.2 Caso de que haya costes 2.3.1 y 2.3.2 y/o 2.3.3.

No se tendrá en cuenta la posibilidad de que haya únicamente costes tipo 2.3.3 pues ello se trata en el apartado 7. Los costes 2.3.2 son subsidiarios de los 2.3.1, o sea, no es posible que existan ellos solos.

6.2.1 Considerando únicamente el seguro contra incendio.

Se calcularán las mismas primas que en 6.1.1, y luego se calculará una de las siguientes fórmulas



mulas según proceda:

1. Existen costes 2.3.1 y 2.3.2

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) - C_2}{Ca} \times 1.000$$

2. Existen costes 2.3.1 y 2.3.3

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) - C_3}{Ca} \times 1.000$$

3. Existen costes 2.3.1 y 2.3.3

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) - C_4}{Ca} \times 1.000$$

Siendo  $C_4$  la suma de costes  $C_2$  y  $C_3$  .

6.2.2 Considerando la existencia simultánea de los seguros contra incendios y contra pérdida de beneficios.

Se calcularán las mismas primas que en 6.1.2 y luego se aplicará una de las fórmulas siguientes según proceda:

1. Existen costes 2.3.1 y 2.3.2

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2) - C_2}{Ca} \times 1.000$$

2. Existen costes 2.3.1 y 2.3.3

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2) - C_3}{Ca} \times 1.000$$

3. Existen costes 2.3.1, 2.3.2, y 2.3.3

$$t_{Ai} = \frac{1,15(Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2) - C_4}{Ca} \times 1.000$$

7.1 Caso general.

Será caso general cualquiera excepto cuando haya únicamente costes 2.3.3.

Para el caso general se procederá del siguiente modo:

1. Se calcula el valor unitario a proteger según se indica en 3.2.
2. Se calcula el valor unitario del dispositivo de seguridad según se indica en 4.2. El valor  $C_1$  puede facilitarlo la empresa que suministra el dispositivo.
3. Se calculan los costes 2.3.2 y 2.3.3 si procede. El coste 2.3.2 lo facilitará el suministrador del dispositivo de prevención y, el 2.3.3, deberá establecerlo la propia empresa.
4. Se calculará las primas que corresponda. Este dato puede suministrarlo la Compañía de seguros con la cual se contraten las pólizas.
5. Los datos anteriores permitirán calcular la tasa de ahorro aplicando la fórmula correspondiente.
6. De acuerdo con la circunstancia económica y la naturaleza de los bienes a proteger, se escogerá un crecimiento de los dos para las que hay curvas.
7. Se fijará la duración estimada como rentable para el período de indemnización, según se ha expuesto en 2.2. A este tiempo lo designaremos,  $T_r$  (tiempo



rentable).

8. Los datos anteriores nos indicarán una familia de curvas y, dentro de esta familia, dos curvas:

- Una que corresponderá al crecimiento de la inversión.
- Otra que corresponderá a la acumulación del ahorro de primas.

9. La abcisa del punto de intersección de estas dos curvas será la duración, en años, del período de amortización. A este tiempo lo designaremos por  $T_c$ , (tiempo calculado).

10. Una vez conocido este tiempo podrá suceder:

1.  $T_r \cong T_c$  La inversión que exigen las medidas y/o los medios estudiados es rentable.
2.  $T_r < T_c$  La inversión que exigen las medidas y/o los medios estudiados no son rentables según este criterio.

### 7.2 Caso de que haya únicamente costes 2.3.3.

Si una medida de seguridad ocasiona únicamente costes del tipo 2.3.3, no se podrá hablar de tiempo de amortización ya que no existirá ninguna inversión.

En este caso la rentabilidad se establecerá por comparación directa entre la prima ahorro y el importe  $C_3$ .

7.2.1 Considerando sólo seguro contra incendio.



$$1. \text{ Si } 1,15 (Pi1 - Pi2) \geq C_3$$

es rentable adoptar la medida de prevención.

$$2. \text{ Si } 1,15 (Pi1 - Pi2) < C_3$$

no es rentable, según este criterio, la adopción de la medida de prevención.

7.2.2 Considerando la existencia simultánea de los seguros contra incendio y contra pérdida de beneficios

$$1. \text{ Si } 1,15 (Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2) \geq C_3$$

es rentable adoptar la medida de prevención.

$$2. \text{ Si } 1,15 (Pi1 - Pi2) + (Pb1 - Pb2) < C_3$$

no es rentable, según este criterio, la adopción de la medida de prevención.

#### 8.- OTRA INFORMACION QUE PUEDEN DAR LOS GRAFICOS

Los gráficos usados para determinar el tiempo de amortización entrando con las variables adecuadas, pueden usarse para obtener la siguiente información:

8.1 La tasa de ahorro mínima necesaria para que la inversión pueda amortizarse dentro del período de tiempo rentable.

8.2 La inversión máxima que puede realizarse para que quede amortizada en plazo rentable, dada una tasa de ahorro y un valor unitario a proteger.

8.3 Valor unitario a proteger que debemos acumular para

la de ahorro

Ptas /m<sup>2</sup>

EJEMPLO DE CURVAS TIPO



5000

4500

4000

3500

3000

2500

2000

1500

1000

500

Valor unitario a proteger 30.000 Ptas/m<sup>2</sup>  
Crecimiento 7 %

IA10%

IA9%

IA8%

IA7%

IA6%

IA5%

IA4%

IA3%

IA2%

IA1%

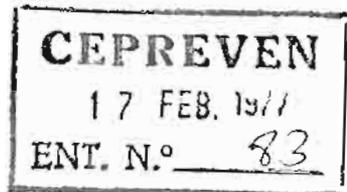
1

12

13

14

15



CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION EN SEGURIDAD J.G.A.-1

EJEMPLO DE APLICACION PRACTICO

Se ha proyectado una planta para extracción de aceite vegetal de semillas con disolvente n-Hexano. La producción es de 50 t/día y el contenido en aceite de las semillas es del 20 % en peso. El proceso de extracción es de tipo continuo.

Durante la construcción se estudia la posibilidad de sustituir el disolvente n-Hexano por tricloroetileno.

Características de los disolventes

<u>Disolvente</u>	<u>Tricloroetano</u>	<u>n-Hexano</u>
Punto ebullición	87 °C	69 °C
Calor esp.	0,25 kcal/Kg.	0,53 kcal/Kg.
Densidad	1,47	0,66
Calor latente	58 kcal/kg.	85 kcal/kg.
Punto de Flash	-	- 15°
Límites inflamabilidad	no	1,2 a 7 %
Tasa empleada	10 Kg/Kg aceite	6 Kg/Kg aceite
Cantidades en proceso	100 t	60 t
Almacenado	50 t	60 t

Costos de explotación

Con tricloroetileno

$$\text{Cantidad procesada } 50 \frac{\text{t aceite}}{\text{día}} \times 10 \frac{\text{t tri.}}{\text{t aceite}} = 500 \text{ t/día}$$

Energía de calentamiento  $E_{c1}$

$$5 \cdot 10^5 (60 \cdot 0,25 + 58) \text{ Kcal} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Kcal.}$$



con n-Hexeno

J.G.A.-2

$$\text{Cantidad procesada } 50 \frac{\text{t aceite}}{\text{día}} \times 6 \frac{\text{t.a flex}}{\text{t aceite}} = 300 \text{ t/día}$$

Energía de calentamiento  $E_{c2}$

$$3 \cdot 10^5 (42 \cdot 0,53 + '85) = 3,22 \cdot 10^7 \text{ Kcal}$$

$$E_{c1} - E_{c2} = 0,48 \cdot 10^7 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Kgs. Fuel-Oil} = \frac{0,48 \cdot 10^7 \text{ Kcal.}}{8 \cdot 10^3 \text{ Kcal/Kg.}} = 0,6 \text{ t}$$

$$0,6 \text{ t F.O.} \times 4.000 \text{ Ptas./t} = 2.400 \text{ Ptas.}$$

Otros costes de explotación (energía eléctrica, agua y tratamiento, pérdida de disolvente, etc.) y de mantenimiento los ciframos en 3.000 Ptas./día.

$$\text{El exceso de coste explotación con tri. es: } 3.000 + 2.400 = 5.400 \text{ Ptas./día.}$$

$$\text{al año representa } 300 \times 5.400 = 1.500.000 \text{ Ptas.}$$

que corresponderá al  $C_3$  en el caso de tricloroetileno.

#### Costes de inmovilización

El equipo básico usado es el mismo en los dos casos y su coste es de  $1,5 \cdot 10^8$  Ptas. y ocupa  $1.200 \text{ m}^2$ .

#### Planta con tricloroetano

Coste producto inmovilizado

$$150 \text{ t} \times 25.000 \text{ Ptas./t} = 3,75 \cdot 10^6 \text{ Ptas.}$$



ta con n-Hexano

J.G.A.-3

Coste producto: 120 t x 15.000 Ptas./t = 1.8 . 10<sup>6</sup> Ptas.

Incremento en el equipo base:

- Instalación eléctrica antideflagrante 1.5 . 10<sup>6</sup> Ptas.
- Protección incendios 2 . 10<sup>6</sup> "
- 30 m. libres de terreno alrededor de los 1.200 m<sup>2</sup> (2.500 m<sup>2</sup> x 400 Ptas/m<sup>2</sup>) 1. . 10<sup>6</sup> "
- Incremento equipo debido a distancias 3.5 . 10<sup>6</sup> "
- 8 . 10<sup>6</sup> Ptas.

Coste mantenimiento exceso instalación ... 200.000  $\frac{\text{Ptas.}}{\text{año}}$

Justificación económica

1. Para el caso de n-Hexano

Prima de seguros 12,3 % bonificación por medidas de seguridad 40 %. Prima ahorrada 12,3 . 0,4 = 4,92 %.

Beneficios cifrados en 20.10<sup>6</sup> Ptas. anuales.

$$t_A = \frac{1,15 \cdot 1,5 \cdot 10^8 \cdot 4,92 \% + 20 \cdot 10^6 \cdot 4,92 \% - 2 \cdot 10^5 \cdot 1000}{1,50 \cdot 10^8} = 4,96\%$$

$$V_{ui} = \frac{150 \cdot 10^6}{1.200} = 35.800 \text{ Ptas./m}^2 : V_{up} = \frac{8 \cdot 10^6}{1.200} = 1.900 \text{ Ptas./m}^2$$

Fijamos el Tr = 8 años, y recordando que Vup = 1.900 Ptas./m<sup>2</sup> y

t<sub>A</sub> = 4,96 %, encontramos que Tc = 9,5 años, o sea no es rentable.

2. Para el caso con tricloroetileno

Prima de segu ... so será de 12,3 - 2,5 = Donación de AGERS al Centro de Documentación de FUNDACIÓN MAPFRE



J.G.A.-4

$$= 3.75 \cdot 10^6 - 1,8 \cdot 10^6 = 1,95 \cdot 10^6 \quad (\text{inmovilizado en tricloroetano})$$

Además, la protección de la instalación correspondiente a las semillas representa una inversión de  $C_{1p} = 300.000$  Ptas.

Así pues  $C_1 = 2,25 \cdot 10^6$

$$+A = \frac{1,15 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \cdot 9,8\% + 20 \cdot 10^6 \cdot 9,8\% - 1,5 \cdot 10^6 \cdot 10^3}{1,50 \cdot 10^8} = 2,54\%$$

$$V_{up} = \frac{2,25 \cdot 10^6}{1.200} = 1.870 \text{ Ptas./m}^2$$

$$V_{ui} = \frac{1,50 \cdot 10^8}{1.200} = 125.000 \text{ Ptas./m}^2$$

Para  $+A = 2,54\%$  y  $V_{up} = 1.870$  encontramos un  $T_c = 5.2$

Por tanto  $T_r > T_c$  resulta rentable la modificación por el ahorro de prima de seguro.

Método de la pérdida máxima estimada

Por el método de Gretener tenemos un  $B_i$  para la instalación con n-Hexeno de 0,84, mientras que la misma instalación con tricloroetano de  $B = 0,395$

Así pues el factor  $\frac{0,395}{0,84} = 0,47$  corresponde a la reducción de la pérdida potencial.

$$P_{EE} = f \left[ C_a (P_{E1} - P_{E2}) \right] = 0,0431 \cdot 1,5 \times 10^8 (0,8 - 0,8 \cdot 0,47) = 2,74 \times 10^6$$



- 5 -

J.G.A.-5

$$\frac{C_1}{Tr} + C_2 = \frac{2,74 \cdot 10^6}{8} + 1,5 \cdot 10^6 = 1,842 \cdot 10^6$$

$1,842 \cdot 10^6 < 2,14 \cdot 10^6$  : Es rentable.

Barcelona, Febrero 1977

Fdo.: J. Garriga

EDIFICIO INDUSTRIA QUIMICA: EXTRACCION ACEITES CON TRICLOROESTILENO

TIPO DE EDIFICIO		qi	fc	Fu	Co	a	p
150 UG		qm 50	III	+		2	
CARGA DE FUEGO $q_{tot} = q_i \cdot q_m$ (kcal/m <sup>2</sup> )		q <sub>m</sub>	FF		RA		
NUMERO DE PLANTAS/ altura h	FG+OG GZ	h (m)	SUPERFICIE DEL MAYOR				
NUMERO DE PLANTAS/ altura h	UG GZ	h (m)	SECTOR CORTAFUEGOS				
SECTOR CORTAFUEGOS MAYOR	ancho A=30	largo L=40	BF= 1.200 m <sup>2</sup>				
			A <sup>2</sup> L= 36.000				

PELIGRO POTENCIAL  $P = q \cdot c \cdot e \cdot g \cdot f \cdot k$

P	q	c	e+	e-	g+	g-	f	k	P
1G/OG	1,0	1,2					1,2		1,44
UG									
1G/OG								VAR II/III	
UG								VAR II/III	

MEDIDAS NORMALES DE PROTECCION INSUFICIENTES O NULAS  $N = 1,0 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \dots n_x$

No	Nmax	10	20	31	41	51	61	70	82/E2	N
n	1,0	1	1	1	1	1	1	1	0,90	0,90
VAR II/III	1,0									

INDICE NORMAL	CORRECCION PELIGRO DE ACTIVACION (a)	CORRECCION PELIGRO FACTOR HUMANO (P)	Bmax
1,3	+/-	0	-
			1,3

MEDIDAS ESPECIALES DE PROTECCION  $S = 1,0 \cdot s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \dots s_x$

No	Smin	11	21	22	32	42	S
VAR I	1,0	1,0	1,1	1,1	1,6	1,6	3,25
VAR II	1,0						
VAR III	1,0						

RESISTENCIA AL FUEGO  $F = f(S)$   $f_{min} = 1,0$

TIPO DE EDIFICIO	R.F./CONSTRUCCION	VAR I	VAR II	VAR III	F
		1,25			1,25

PRODUCTO MINIMO EXIGIDO	S.F.	RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO	B	S.F.
P = 1,44	1,23	P = 1,44	0,395	4,06
N. Bmax = 0,90 · 1,3		N.S.F = 0,9 · 3,25 · 1,25		
OBSERVACIONES:		P		VAR II
		N.S.F		
		P		VAR III
		N.S.F		

EDIFICIO INDUSTRIA QUIMICA : EXTRACCION DE ACEITES CON n-HEXANO



EDIFICIO		q <sub>i</sub>	Fe	Fu	Co	a	p
+ OG		q <sub>m</sub> 250	I	+		4	
UG		q <sub>m</sub>					
CARGA DE FUEGO	q <sub>tot</sub> = q <sub>i</sub> + q <sub>m</sub> (Mcal/m <sup>2</sup> )	q <sub>tot</sub>	FF		RA		
NUMERO DE PLANTAS/ altura h	EG+OG 6Z	h	(m)	SUPERFICIE DEL MAYOR SECTOR CORTAFUEGOS			
NUMERO DE PLANTAS/ altura h	UG 6Z	h	(m)	BF = 1.200 m <sup>2</sup>			
SECTOR CORTAFUEGOS MAYOR	ancho A = 30	largo L 40	(m)	A <sup>2</sup> L = 36.000			

PELIGRO POTENCIAL P = q.c.e.g.f.k

P	q	c	e+	e-	g+	g-	f	k	P
EG/OG	1,6	1,6			1		1,2		3,07
UG									
LG/OG								VAR II/III	
UG								VAR II/III	

MEDIDAS NORMALES DE PROTECCION INSUFICIENTES O NULAS N = 1,0 · n<sub>1</sub> · n<sub>2</sub> · n<sub>3</sub> ... n<sub>x</sub>

No	N <sub>max</sub>	10	20	31	41	51	61	70	82/E2	N
n	1,0	1	1	1	1	1	1	1	0,90	0,90
VAR II/III	1,0									

β <sub>max</sub> NORMAL	CORRECCION PELIGRO DE ACTIVACION (α)	CORRECCION PELIGRO FACTOR HUMANO (P)	β <sub>max</sub>
1,3	+1-	-0,4	0,9

MEDIDAS ESPECIALES DE PROTECCION S = 1,0 · s<sub>1</sub> · s<sub>2</sub> · s<sub>3</sub> ... s<sub>x</sub>

No	S <sub>min</sub>	11	21	22	32	45	S
VAR I*	1,0	1,05	1,1	1,1	1,6	1,6	3,25
VAR II	1,0						
VAR III	1,0						

RESISTENCIA AL FUEGO F = 1(S) f<sub>min</sub> = 1,0

TIPO DE EDIFICIO	R.F./CONSTRUCCION	VAR I	VAR II	VAR III	F
		1,25			1,25

PRODUCTO MINIMO EXIGIDO	S.F.	RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO	B	S.F.
P = 3,07	3,8	P = 3,07	0,84	4,06
N · β <sub>max</sub> = 0,9 · 0,9		N · S · F = 0,9 · 3,25 · 1,25		

OBSERVACIONES:

P =		VAR II	
N · S · F =			
P =		VAR III	
N · S · F =			