

EL METODO FUZZY - DELPHI. ESTIMACION DEL CASH-FLOW A TRAVES DE LA OPINION DE EXPERTOS

0 - INTRODUCCION

DELPHI es la fonética inglesa de Delfos y su intención es aludir al “Oráculo de Delfos”.

El método DELPHI orientado, en su origen, a la previsión científica y tecnológica tiene en su partida de nacimiento los nombres de O. HELMER, S. QUADE y N. DALKEY de la RAND CORPORATION en Santa Mónica, California, en el año 1964.

Consiste en una técnica de cuestionarios secuenciales dirigidos a expertos que no se comunican entre sí.

El conjunto de expertos conocerá en cada etapa las opiniones en forma estratificada, sin modo alguno de identificación de la identidad del opinante.

Esto, adicionalmente, permite reunir el juicio de expertos con posiciones hostiles entre sí o con personalidades no proclives a formas participativas de comunicación.

El cuestionario inicial plantea el objetivo, la solución alternativa, o bien el pronóstico de la materia en cuestión en términos relativamente amplios.

Los cuestionarios subsecuentes son estructurados sobre la base de las respuestas del anterior. El proceso se detiene cuando se considera que la información es adecuada o bien que se ha obtenido cierto consenso, según del caso que se trate.

Como metodología para obtener pronósticos tecnológicos se puede consultar las referencias (HELMER, 1967) y (PYKE y NORTH, 1969).

Un uso ampliado para determinar políticas del uso de la tierra sobre el crecimiento de la población, la contaminación, la agricultura, etc., se puede encontrar en KAUFMANN, A. y GUSTAFSON, (1973). En el mismo sentido y para evaluar sistemas informáticos de la planificación del desarrollo ver TUROFF, (1971). Programas para la identificación de problemas pueden encontrarse en WISCONSIN GOVERNORS HEALTH TASK FORCE, 1973

Como puede observarse no se trata de un recurso que pueda utilizarse para resolver problemas cotidianos. Conforma una herramienta propia del Planeamiento Estratégico.

I - A MANERA DE EJEMPLO

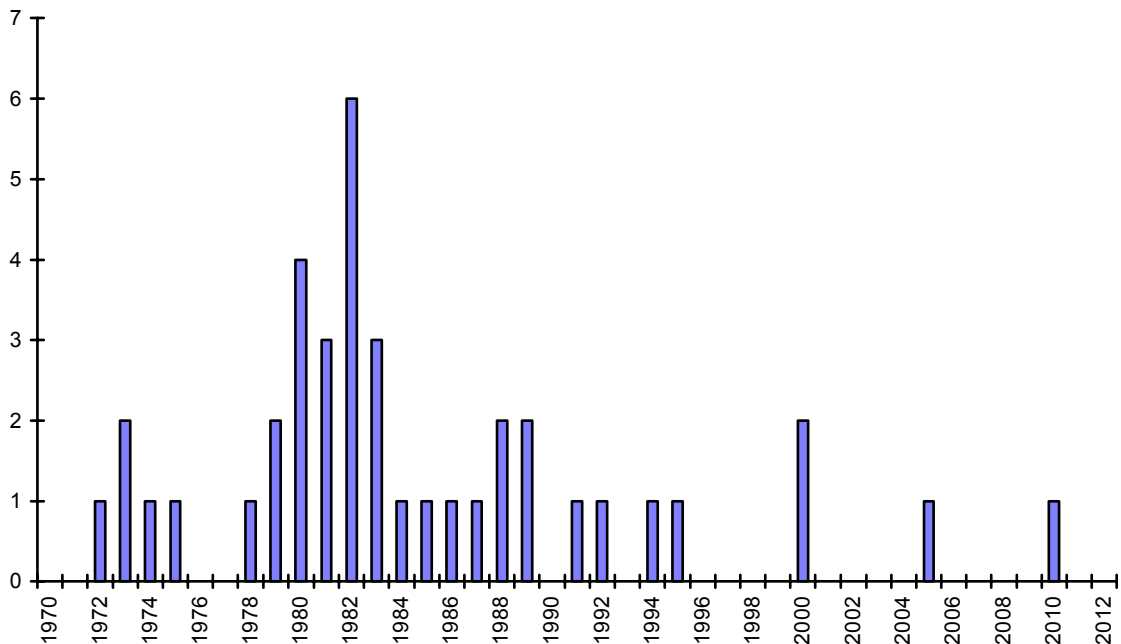
Para introducir el uso “clásico” del método DELPHI tomamos el ejemplo desarrollado en (KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. 1986).

En 1966 se consultó a cuarenta expertos, a partir de qué año estimaba que se daría en uno de cada dos (probabilidad 0,5), el hecho que la energía suministrada a los automóviles no provenga del petróleo. El caso es real pero se lo expone en una versión simplificada.

Los expertos (40) contestaron lo siguiente:

1 1981	2 2000	3 1983	4 1994	5 1978
6 1980	7 1980	8 1982	9 1979	10 1982
11 2005	12 1973	13 1975	14 1981	15 1988
16 1995	17 1989	18 1972	19 1982	20 1989
21 1988	22 1980	23 1982	24 1983	25 1985
26 1992	27 1982	28 1973	29 2010	30 1980
31 1982	32 1973	33 1981	34 1984	35 1986
36 1991	37 2000	38 1979	39 1987	40 1974

El histograma correspondiente a estos datos es:



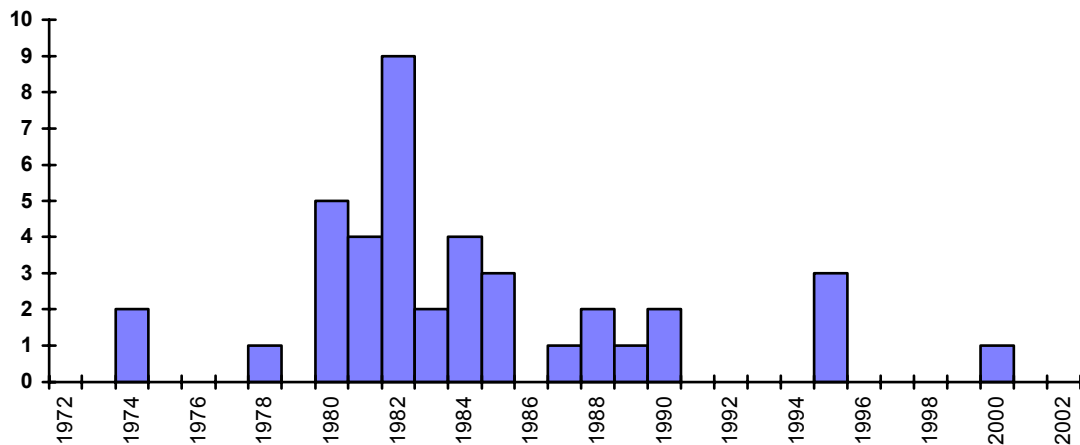
El primer cuartil (25% de los casos) se ubica alrededor de 1980, la mediana (50% de los casos) lo hace alrededor de 1982 y el tercer cuartil está muy cerca de 1990. Por cierto que esto no tiene nada que ver con la realidad actual pero estas fueron las primeras respuestas.

Se le hizo conocer este dato (1980-1982-1990) a los expertos y se les pidió que revieran su opinión. Obsérvese que no se les suministró la totalidad de los datos obtenidos.

La respuesta fue:

1 1985	2 1995	3 1990	4 1983	5 1982
6 1980	7 1980	8 1982	9 1978	10 1984
11 1990	12 1981	13 1985	14 1982	15 1981
16 1995	17 1989	18 1974	19 1982	20 1988
21 1984	22 1981	23 1982	24 1984	25 1984
26 1983	27 1982	28 1974	29 2000	30 1980
31 1982	32 1982	33 1981	34 1982	35 1985
36 1987	37 1995	38 1980	39 1988	40 1980

El histograma correspondiente



Como casi siempre ocurre, los datos se concentran y enfatizan algún concepto. En este caso el optimismo que la realidad ha refutado.

Veamos como la RAND realiza sus experiencias (KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. 1986)

1- Se pide que las personas interrogadas designen “por correspondencia” las invenciones, descubrimientos y hallazgos científicos que sean susceptibles de realización y deseables en los próximos cincuenta años.

2- Siempre por correspondencia, se pide a los participantes en qué segmento de tiempo (T_0, T), en donde T_0 es el momento actual y T es la fecha más lejana, existirá una probabilidad p ($p \geq 0.5$) de que se realice cada una de las invenciones o de indicar si se producirá mas allá de los 50 años o incluso nunca. Los resultados son clasificados para formar una estadística. En ella se determinan tres valores: la primera cuartilla, la mediana (segunda cuartilla) y la tercera cuartilla, es decir, (A,B,C). Se recogen solamente aquellos resultados para los cuales ha podido establecerse un acuerdo razonable.

3- Se informa a los participantes, también por correspondencia, de los resultados estadísticos de la segunda etapa y, eventualmente, los encuestadores establecen un diálogo con los expertos que no han querido pronunciarse en la fase 2 y también con aquellos que se han alejado sensiblemente de las opiniones de la mayor parte de sus colegas. Se realizan nuevas estimaciones y algunos disidentes aceptan un acercamiento al punto de vista de los más numerosos. Al final de esta etapa se obtienen tres números (A', B', C') tales que:
 $C' - A' \leq C - A$, aunque esto no es siempre posible.

4- Esta fase consiste en repetir, siempre que sea necesario, la tercera etapa. Se continúa repitiendo este proceso hasta que los efectos de aceptación sean muy pequeños.

Veamos un caso real tratado por la RAND en 1964-1965. En una primera fase se cursó una invitación a 80 expertos para que participaran en los trabajos. La mitad pertenecía a la RAND. Se formaron 6 grupos con estos 80 expertos con el objeto de utilizar sus conocimientos de la mejor manera posible. Algunos expertos pertenecían a la vez a varios grupos. Los grupos seleccionaron una lista de 49 temas. En la segunda fase, se fijó a los expertos: $p = 0.5$ y $0 \leq T \leq 50$. Se pudo llegar a un acuerdo sobre 10 temas entre los 49. A lo largo de la tercera y cuarta fase, el número de temas sobre los que se pudo establecer un acuerdo adecuado se elevó finalmente a 30. El resultado final, del que sólo damos un pequeño resumen, fue el siguiente:

- Explotación minera del fondo de los océanos (1980,1989,2000)
- Posibilidad de producción económica de proteínas sintéticas (1985,1990,2004)
- Sustitución de órganos del cuerpo humano por transplante o síntesis (1967,1972,1982)
- Traducción automática directa de idiomas (1970,1975,1978)
- Control de deficiencias hereditarias
- Utilización de la telepatía como medio de telecomunicación (2025, nunca, nunca) etc.

Se han empleado una gran cantidad de variantes de este método. Vamos a proponer un esquema diferente basado en los números borrosos triangulares.

2 - EL METODO FUZZY - DELPHI

En este método los procesos de comunicación con los expertos son los mismos que los del Delphi, pero los procesos de estimación son sensiblemente diferentes.

En la mayoría de los casos, en la actualidad, una previsión a largo plazo no puede situarse en el campo de lo aleatorio sino en el de la incertidumbre. La utilización de probabilidades no parece adecuado cuando no se dispone de la información necesaria. La matemática borrosa se adapta mejor cuando se trata de estimaciones futuras.

Los expertos utilizan sus conocimientos personales y subjetivos.

Aplicaremos el método Fuzzy - Delphi para determinar el Cash - Flow mediante la opinión de expertos.

3 - UNA APLICACION DEL METODO FUZZY-DELPHI: ESTIMACION DEL CASH-FLOW A TRAVES DE LA OPINION DE EXPERTOS

Para realizar el estudio de los flujos de caja en condiciones de incertidumbre se solicita a varios expertos que proporcionen sus valuaciones con respecto a las cantidades que definen la variación neta de tesorería para el período siguiente.

Es seguro que la respuesta no estará expresada por un número cierto. En el mejor de los casos cada experto podrá proporcionar tres cifras, de las cuales la menor será un valor por debajo del cual, según la opinión del experto, no estará la cantidad que represente la magnitud contable considerada. La mayor será aquella por encima de la cual será imposible hallar la cantidad que representa la magnitud considerada.

Por último el experto, según su punto de vista, dará la cifra que él considera más posible que asuma la magnitud considerada en el período siguiente.

Esta opinión que da cada experto es posible llevarla al campo Fuzzy transformándola en un número borroso triangular (NBT) de la siguiente forma: la estimación mínima del experto será el extremo inferior del NBT, la estimación máxima su extremo superior y la estimación que el experto da con más posibilidades de cumplirse será la cifra de máxima presunción ($\mu=1$) del NBT expresado en forma ternaria.

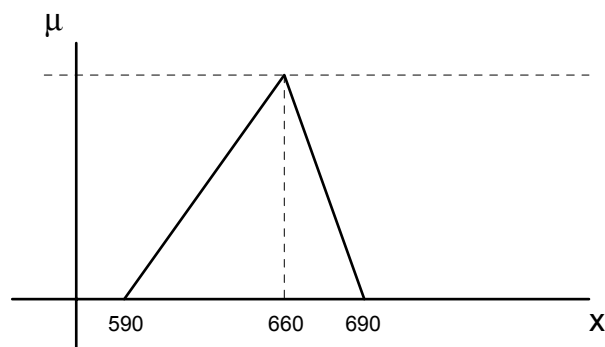
Por ejemplo si el experto dice:

- Las entradas no serán inferiores a 590.
- No serán superiores a 690.
- Lo más posible es que sean iguales a 660.

El NBT resultante será $\tilde{E} = (590, 660, 690)$

Los extremos tienen nivel de presunción 0 y la cifra intermedia nivel de presunción 1.

La representación gráfica del NBT obtenido es:



De este modo cada experto dará un NBT para las entradas y otro para las salidas

$\tilde{E} = (e_1, e_2, e_3)$ ENTRADA

$\tilde{S} = (s_1, s_2, s_3)$ SALIDA

Siendo:

$\tilde{V} = (v_1, v_2, v_3)$ la variación neta de tesorería

que se obtiene restando los NBT \tilde{E} y \tilde{S} :

$$\tilde{V} = \tilde{E} - \tilde{S}$$

$$\tilde{V} = (e_1 - s_3, e_2 - s_2, e_3 - s_1)$$

Sean diez los expertos que proporcionan sus valuaciones, se obtienen tres haces de números borrosos representados en la tabla (I).

Se llama haz de números borrosos a un conjunto de n números borrosos incluidos en un mismo referencial. Cada número borroso del haz constituye la valuación frente a una misma situación de cada uno de n observadores.

EXPERTO	ENTRADAS	SALIDAS	VARIACIÓN
1	(650,660,700)	(650,670,675)	(-25,-10,50)
2	(660,690,720)	(640,660,670)	(-10,30,80)
3	(600,640,660)	(620,630,655)	(-55,10,40)
4	(630,640,680)	(580,600,620)	(10,40,100)
5	(640,650,710)	(600,620,630)	(10,30,110)
6	(590,660,690)	(540,570,590)	(0,90,150)
7	(610,6)50,670)	(560,580,620)	(-10,70,110)
8	(670,690,720)	(600,640,650)	(20,50,120)
9	(620,640,680)	(570,600,620)	(0,40,110)
10	(640,670,690)	(600,620,630)	(10,50,90)

Con el objeto de obtener mediante un NBT la "mejor representación" de cada haz se calcula el número borroso medio de cada uno de ellos.

Dado un haz de n NBT se llama número borroso medio al NBT obtenido de la siguiente forma:

$$A_{\sim M} = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n a_i, \sum_{i=1}^n b_i, \sum_{i=1}^n c_i)$$

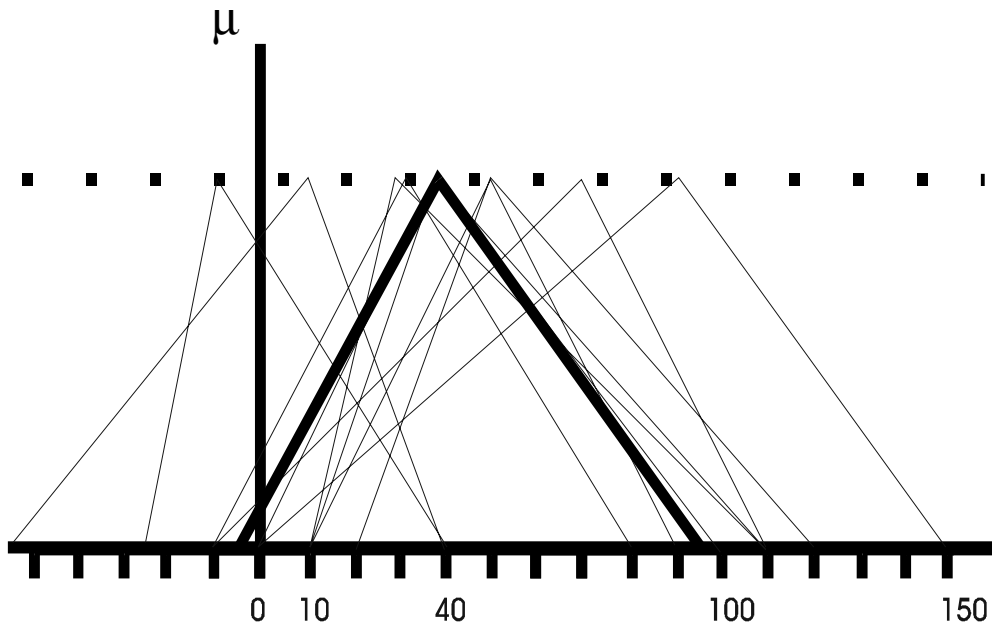
$$E_{\sim M} \equiv (631,659,692)$$

$$S_{\sim M} \equiv (596,619,636)$$

$$V_{\sim M} \equiv (-5,40,96)$$

Aceptando como la mejor representación del haz "Variación Neta de Tesorería" al número borroso medio, el resultado indica que en el período considerado la variación neta de tesorería se encontrará entre una reducción de 5 y un aumento de 96, siendo la máxima presunción un aumento de 40.

Representación gráfica de los números borrosos que corresponden a la variación neta de tesorería y del número borroso medio del haz:

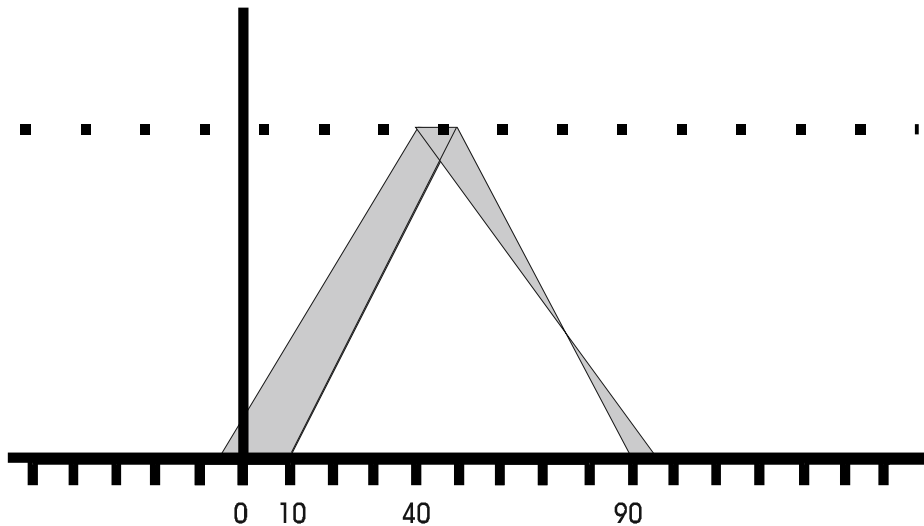


Se observa que existen opiniones de expertos que se alejan sensiblemente de la que hemos considerado representativa. Este hecho sugiere la conveniencia de aplicar el método Fuzzy-Delphi, informando a cada experto sobre la distancia que existe entre su opinión y la opinión agregada de todos los expertos, con el fin de que reconsidere la suya.

Introducimos para ello el concepto de "distancia lineal" entre NBT, como la semisuma de la "distancia lineal a izquierda" y la "distancia lineal a derecha". Calculemos como ejemplo la distancia entre el NBT (que representa la opinión para la variación de tesorería del experto 10) y el número borroso medio correspondiente:

Gráfico de la distancia entre $V_{\sim M} \equiv (-5,40,96)$ y $V_{\sim 10} \equiv (10,50,90)$

μ



En el gráfico se observa que la distancia lineal es el área del trapecio sombreada.

Calculando dichas áreas ,empleando las fórmulas conocidas, se obtiene:

$$\text{Distancia a izquierda: } D_I(V_{\sim 10}, V_{\sim M}) = 12.5$$

$$\text{Distancia a derecha: } D_D(V_{\sim 10}, V_{\sim M}) = 4.25$$

A los efectos de obtener una cifra, para las distancias, comprendida entre 0 y 1, se puede considerar un conjunto referencial [a,b] C R , en el cual estén incluidos todos los NBT del haz y luego dividir cada distancia por b-a.

En nuestro caso [a,b] = [-55,150] y b-a = 150-(-55) = 205

Se obtienen de este modo las distancias relativas:

La distancia lineal relativa es:

$$d = \frac{d_I + d_D}{2}$$

$$d(V_{\sim 10}, V_{\sim M}) = \frac{0.06 + 0.02}{2} = 0.04$$

Análogamente se calculan las restantes distancias que figuran en la tabla (II)

EXPERTO	$d_I(V_{\sim I}, V_{\sim M})$	$d_D(V_{\sim I}, V_{\sim M})$	$d(V_{\sim I}, V_{\sim M})$
1	0.170	0.234	0.202
2	0.036	0.063	0.049
3	0.195	0.209	0.202
4	0.036	0.009	0.022

5	0.031	0.030	0.030
6	0.134	0.253	0.193
7	0.085	0.107	0.096
8	0.085	0.082	0.083
9	0.012	0.034	0.023
10	0.060	0.020	0.040

Estos resultados se suministrarán a cada experto para permitir la reconsideración eventual de sus previsiones y la propuesta de un nuevo NBT para la etapa siguiente. Con esta información se obtendrá un nuevo haz y se repetirá todo el proceso tantas veces como sea necesario.

Generalmente cada fase de información-reconsideración que se realiza implica un acercamiento de la posición de los expertos cuya opinión estaba más alejada de la que representa al grupo, aunque no siempre sucede de este modo.

Interesa especialmente analizar las causas por las cuales algunos expertos insisten en opiniones muy alejadas de las del resto, las mismas pueden estar motivadas por razones de formación, profesión, localización geográfica u otras.

Normalmente resulta conveniente establecer ex-ante el número de fases que formarán el proceso información-reconsideración.

También se puede establecer la detención del proceso cuando la distancia entre la opinión de la mayoría de los expertos y el NBT medio no sea superior a una determinada cifra, o bien cuando las opiniones que se dan en una determinada fase sean muy similares a las suministradas en la fase anterior.

4 - OBSERVACION FINAL

El método Fuzzy - Delphi también puede aplicarse en los siguientes casos:

i) Los expertos sólo pueden dar las dos cifras extremas, de las cuales la menor será el valor por debajo del cual no puede estar la cantidad que represente la magnitud considerada y la mayor aquella por encima de la cual será imposible hallar la cantidad referida. Es decir que los expertos expresarán su opinión mediante un intervalo $[a,b]$ de números reales.

ii) Los expertos, al expresar su opinión, darán el máximo nivel de presunción mediante un intervalo cerrado, es decir, se expresarán mediante un número borroso trapecial (NBTr).

Por ejemplo, si un experto da para las entradas el siguiente NBTr

$E = (600, 640, 680, 710)$ estará indicando que, según su opinión, las mismas no estarán por debajo de 600, no superarán 710 y lo más posible es que estén comprendidas entre 640 y 680.

5 - BIBLIOGRAFIA

- Dalkey, N. Delphi Rand Corporation. 1967.
- Dalkey, N.
Broun, B.
Cochran, S. La previsión a Long Terme Pur Le Méthode Delphi.
Ed. Dunot. París 1972.
- Delbeco, A. Técnicas Grupales para la Planeación. Trillas 1989.
Van de Ven, A.
Gustafson, D.
- Gil Lafuente, A. El análisis financiero en la incertidumbre.
Editorial Abril. Barcelona 1990
- Helmer, O. Analysis of the future: The Delphi Method.
Rand Corporation 1967.
- Hermida, J. Diagnóstico Estratégico. Ed. Macchi 1995
- Kaufmann, A. Le Inventique.
Fusther, M. E.E.M.E. Paris 1970.
Drevet, A.
- Kaufmann, A. Multi-County Land Use Policy Formation: A Delphi Analysis.
Gustafson, D. Departamento de Ingenieria Industrial.
Universidad de Wisconsin, Madison 1973.
- Kaufmann, A. Introducción a la Teoría de Subconjuntos Borrosos a la
Gil Aluja, J. Gestión de las Empresas.
Editorial Milladoiro. Santiago de Compostela 1986.
- Pike, D. Technological Forecasting to Aid Research and Development.
Planning Research Management XII, 4 1969
- Turoff, M. Delphi and Its Potential Impact on Information Systems.
AFIPS 1971.