

Propuesta de una herramienta de apoyo a la selección de las variables clave en el diseño de escenarios múltiples basada en el “Matrice d’Impacts Croisés Multiplication” (MICMAC) .

Carlos M. Dema¹, Teresa Barberá¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia Camino de Vera s/n, 46022 Valencia. cmdema@doe.upv.es, mabarri@upvnet.upv.es

Palabras clave: Análisis estructural, juego de actores, estudios prospectivos mediante escenarios, sensibilidad

Resumen

El Análisis Estructural (MICMAC) constituye una interesante herramienta a la hora de reducir de forma objetiva el número de variables consideradas para explicar el comportamiento de un proceso. Por ello, ha sido frecuentemente utilizado en estudios de carácter prospectivo y estratégico. El carácter cualitativo del método, que permite enriquecer los estudios incorporando nuevas variables, no es óbice para profundizar en los fundamentos matemáticos que se sitúan en la base de la metodología. En la presente comunicación se propone una extensión de la metodología original para proporcionar al analista la sensibilidad que presentan la motricidad y la dependencia de las variables ante los diferentes escenarios que se consideren en el estudio.

Palabras clave: Análisis estructural, juego de actores, estudios prospectivos mediante escenarios, sensibilidad.

1. Introducción

1.1. Propósito

La fragilidad teórica del Análisis Estructural y del Juego de Actores fue planteada a finales de los 90's (Lesourne, 1989) sugiriéndose direcciones para la investigación. Esta misma línea se amplió a nivel general y conceptual (Gonod, 1990; 1994,;1996), como en el campo específico en el campo de la prospectiva regional (Gonod, 1994), Por ello desde principios de los 90's se inició una línea de investigación tendente a resolver, o minimizar, los problemas que plantea la metodología.

Uno de los problemas que plantea la metodología “Matrice d’Impacts Croisés Multiplication” (MICMAC) al utilizarse en las etapas previas a los estudios de prospectiva radica en que la valoración de las relaciones directas se realiza en las condiciones que existen en el periodo de realizarse el estudio. Sin embargo, es razonable pensar que algunas de las valoraciones pueden modificarse en las condiciones que enmarcan los diferentes escenarios considerados, por lo que se propone una metodología basada en los mismos principios del MICMAC que permita estimar la repercusión que tienen los diferentes escenarios sobre la motricidad y la dependencia de las variables, y con ello replantear su relevancia en los diferentes contextos planteados.

1.2. Metodología

En los aspectos relativos al desarrollo de una metodología para incluir el análisis de sensibilidad ante se ha procedido siguiendo la metodología “ adaptativa o de exploración mixta⁴²” (Etzioni, 1973) a partir de las bases de la metodología Matrice d'Impacts Croisés Multiplication (MICMAC) expuestos por M. Godet (1991.1993) en aras de desarrollar una extensión dela metodología original que mantuviera los mismos principios y características básicas del MICMAC: simplicidad, claridad y trazabilidad de los resultados.

1.3. Aportaciones

Se propone un modelo, que siguiendo los mismos principios y metodología que el MICMAC proporciona una primera aproximación a la sensibilidad que sufren la motricidad y la dependencia de las variables ante diferentes escenarios, lo que constituye una herramienta de apoyo a los trabajos de prospectiva.

1.4. Relevancia de los resultados

En la bibliografía no se han encontrado metodologías para introducir el estudio de sensibilidad ante los contextos que marcan los escenarios para la aplicación de la metodología MICMAC, por lo que constituye un primer paso en esta línea.

2. Ampliación del método clásico del micmac (matrice d'impacts croisés multiplication) para la introducción del análisis de sensibilidad del comportamiento de las variables ante diferentes escenarios.

Un concepto sumamente importante de la teoría de sistemas es el de sensibilidad de un modelo. En todo modelo se tiene un conjunto de parámetros, de manera que las conclusiones que se desprenden del mismo dependen de los valores numéricos tomados por estos parámetros. Para los valores normales de los parámetros se tendrá un comportamiento convencional del modelo. La noción de sensibilidad pretende establecer en qué medida se altera el comportamiento normal de un modelo como consecuencia de la modificación del valor de uno de sus parámetros. Así, se dice que el modelo es muy sensible a un cierto parámetro si una pequeña desviación del valor del mismo de su valor normal da lugar a una importante modificación del comportamiento global del modelo (Aracil, 1979).

La valoración de las relaciones, base de la metodología, se realiza bajo la perspectiva del analista en la situación base, a la que posteriormente se denomina escenario no inercial, pero, puede ser posible que algunas de las relaciones incluidas en la matriz de relaciones directas se modifiquen significativamente al considerarse las diferentes condiciones de contexto que definen los distintos escenarios considerados. La metodología desarrollada es una extensión del Análisis Estructural (MICMAC) de Godet (1977, 1991, 1993) que permite evaluar la sensibilidad que presentan la motricidad y la dependencia de las variables ante los escenarios considerados, indicando la intensidad y la dirección del cambio. Partiendo de la “Matriz de Relaciones Directas” realizada, normalmente utilizando la la reunión de expertos (Godet 1991-1993) aunque en otros (Dema, 1996) se ha utilizado el Dephi como medio para eliminar problemas como el seguimiento al líder y el “group-thinking” (Yannis, 1972). En el caso de utilizar el método Delphi, que es el ut ilizado en los ejemplos que se citan en el presente trabajo, se completa el proceso del MICMAC con dos rondas adicionales.

¹⁴² Esta metodología en sus orígenes estaba destinada a la mejora de los procesos de toma de decisiones eliminando algunas de las limitaciones que plantea el método racional.

En la primera, cuyo objetivo es que los expertos identifiquen aquellas relaciones entre las variables que “potencialmente” pueden modificarse significativamente al considerarse los diferentes escenarios. A estas relaciones las denominaremos “*potenciales*”. Una vez alcanzado el consenso se inicia la segunda ronda en la que se solicita a los participantes la valoración⁴³ de estas relaciones⁴⁴ bajo las diferentes condiciones que marcan los distintos escenarios.

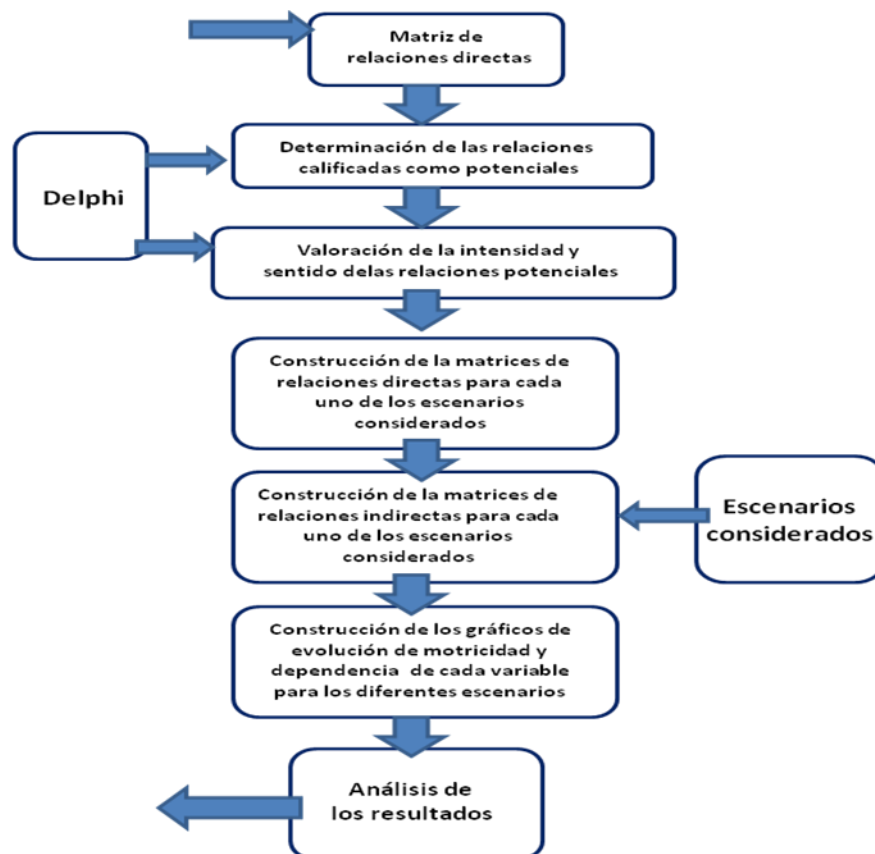


Figura 1. Propuesta para el estudio de sensibilidad.

Con todo ello es posible construir la matriz de relaciones directas para cada escenario considerado y, posteriormente las de relaciones indirectas para considerar las relaciones en cadena o en red. Al trazar los gráficos de evolución de la motricidad y la dependencia de cada variable en los diferentes escenarios a lo largo de los diferentes niveles de relación, se puede observar la “sensibilidad” que tienen la motricidad y la dependencia de las variables ante las condiciones que conforman los diferentes escenarios considerados.

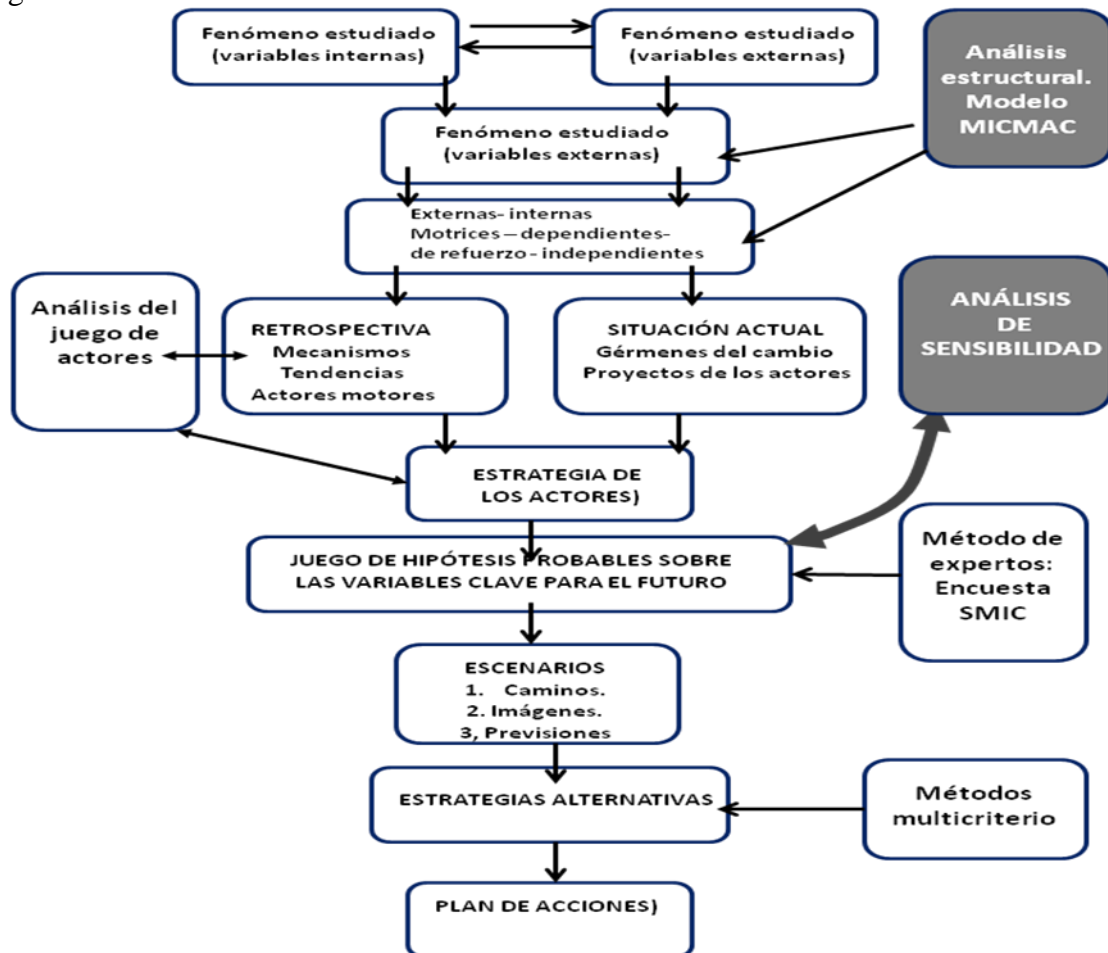
⁴³En los trabajos de campo realizados, y en concreto en el que se ha tomado como base en esta comunicación, la escala habitual de valores positivos fue sustituida por el intervalo (-10,+10), de forma que la información aportada pudiera ser utilizada posteriormente en una ampliación de la técnica que recogiera también el sentido de las relaciones en aras de eliminar una de las restricciones de esta metodología.

⁴⁴ En los trabajos realizados el número de relaciones que han aparecido como “potenciales” no ha superado el 12% del total, pero dado el reducido número de casos considerados no puede considerarse como un valor representativo

3. Aplicación al caso del estudio de los escenarios para la planificación estratégica de una Pyme innovadora y/o tecnológicamente avanzada.

Para generar los escenarios se ha tomado como punto de partida un conjunto de cinco acontecimientos que pueden influir sensiblemente sobre la planificación estratégica de una mediana empresa innovadora y/o tecnológicamente avanzada, en España⁴⁵:

- 1// Los programas nacionales de I+D cuentan con un elevado presupuesto y están bien gestionados.



- 2// En España y en el conjunto de la Unión Europea se fomenta con rigor el desarrollo tecnológico como uno de los pilares de la futura evolución de la economía con programas correctamente dotados y gestionados de I+D, calidad total... etc.
- 3// En España y en el conjunto de la Unión Europea se mantiene un crecimiento sostenido de la inversión en general y, especialmente, de la inversión en los sectores de alto crecimiento y en los que se generan y/o utilizan tecnologías avanzadas.
- 4// La evolución de las principales variables indicativas del sector, de la economía nacional, de la economía comunitaria y de la internacional son favorables.
- 5// El sector se puede considerar como tecnológicamente avanzado y en fase de introducción o de crecimiento a nivel internacional.

⁴⁵ En ninguna de las alternativas se considera que se trate de un sector con un uso intensivo de la energía.

Combinando estas cinco acontecimientos se han obtenido las siguientes tres escenarios:

- **A = B + C.**
- **B.** Sector que genera y/o utiliza tecnologías de alto nivel dentro de un entorno nacional y comunitario que favorece tanto el desarrollo como la introducción de la tecnología con elevados presupuestos en programas bien gestionados de I+D y de calidad total.
- **C.** Sector que junto con el país mantiene una buena evolución, que se refleja en las principales variables indicadoras de su comportamiento, junto con un sostenido aumento de la inversión que se acentúa en los sectores de alto crecimiento.

Se han identificado 5 categorías para clasificar las variables en función de su evolución para las tres alternativas consideradas y un sexto grupo donde se analizan los comportamientos singulares.

3.1. Variables que no acusan sensibilidad.

Este grupo viene caracterizado por la falta de sensibilidad de las variables ante la influencia de los elementos recogidos en las tres alternativas planteadas. Es el grupo mas numeroso con 64 variables. Se puede tomar como variable representativa de las de este grupo la N°24 representada en la ilustración 3.

3.2. Variables motrices influenciadas por la alternativa B.

A este grupo pertenecen tan solo dos variables:

- Interrelación y colaboración entre sectores afines y auxiliares internacionalmente competitivos.
- % del beneficio bruto destinado a I+D en España.

En ambos casos la dependencia no acusa sensibilidad y tiende asintóticamente hacia un valor próximo al 4%, en el primer caso, y del 3% en el segundo. Por contra, su motricidad si acusa una apreciable sensibilidad, sobre todo para la “Interrelación entre sectores afines y auxiliares internacionalmente competitivos” que pasa del entorno del 35%, para las alternativas A y B, al entorno del 15% para las alternativas BASE y C.

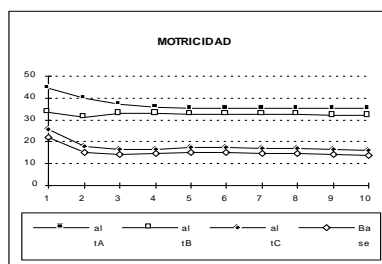
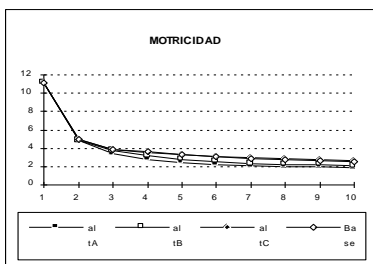
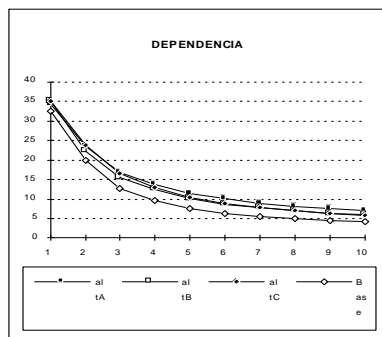
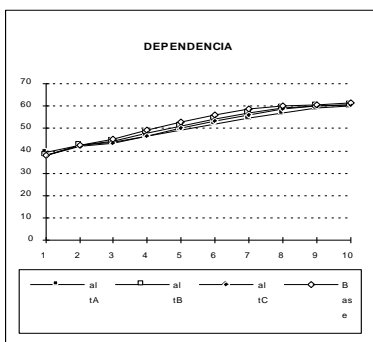


Figura 3. Variable - 024.

Figura 4. Variable - 042.

Este comportamiento de la motricidad para las cuatro alternativas indica que son los elementos que conforman la alternativa B los que marcan la diferencia fundamental. Los elementos restantes de la alternativa A (la alternativa A consiste en la unión de los elementos de las alternativas B y C) suponen un ligero aumento estable de la motricidad. El mismo efecto se produce entre la alternativa BASE y la alternativa C. Por todo ello cabe concluir que en el caso de abordarse el estudio de un sector que genera y utiliza tecnologías de alto nivel dentro de un entorno nacional y comunitario que favorece la introducción de la tecnología con elevados presupuestos en programas bien gestionados de I+D y de calidad total, estas variables aumentan significativamente su motricidad y con ello su influencia sobre el comportamiento del sistema. Por contra la evolución de las variables indicadoras de la evolución de la economía y de la inversión tienen un efecto mucho menor, aunque perceptible y acumulativo. Figura 4.

3.3. Variables motrices influenciadas por la alternativa C.

A este grupo pertenecen tan solo cinco variables:

- Índice de crecimiento económico de los siete grandes.
- Índice de crecimiento de los países industrializados.
- Precio del barril de petróleo (\$/barril).
- Índice medio de crecimiento económico.
- Inflación media.

Su comportamiento viene caracterizado por una dependencia que tiende a cero de forma asintótica, manteniéndose en valores inferiores al 2% a partir de las relaciones de orden tres, y con una motricidad donde los elementos de la alternativa C son dominantes. De hecho, la evolución de las variables explicativas del comportamiento del sector, del país y del aumento de la inversión los factores, reflejados en la alternativa C, que proporcionan un salto del 50% (aproximadamente) en la motricidad. Esta aseveración se ve corroborada por la evolución paralela y con mínimas diferencias entre la alternativa BASE y la alternativa B, que es la que recoge los elementos diferenciales relativos a la tecnología. Se puede tomar como variable representativa la N°49 representada en la figura 5.

Su comportamiento viene caracterizado por una dependencia baja que tiende a cero asintóticamente y una motricidad con una acusada sensibilidad que se estabiliza a partir de las relaciones de orden cinco. A partir de esta potencia la alternativa BASE y la alternativa B coinciden en sus valores de motricidad en la banda más baja, luego cabe deducir que para su motricidad no es significativo ni el nivel tecnológico ni la política tecnológica que se desarrolla por las autoridades en su entorno. Por contra, su motricidad aumenta significativamente con la evolución positiva de los indicadores del comportamiento del sector, de la economía nacional, comunitaria e internacional.

3.3. Variables de pelotón influenciadas por la alternativa C.

A este grupo pertenecen las variables siguientes:

- Grado de centralización de la organización.
- Eficacia y desarrollo de los sistemas de planificación y control.
- Eficacia y eficiencia del sistema de información de la organización.
- Eficacia y eficiencia de los sistemas de coordinación entre departamentos.
- Eficacia y eficiencia en el sistema de toma de decisiones.

- Eficacia y eficiencia del sistema de relaciones verticales y horizontales.
- Eficacia y eficiencia en el diseño de los puestos de trabajo.
- Eficacia y eficiencia de la “tecnoestructura” y el "staff".
- Índice de absentismo.
- Motivación del personal.
- Inversión en la formación de los recursos humanos.
- Integración del personal en el proyecto de empresa.
- Nivel de seguridad e higiene en el trabajo.
- Inversión acumulada en programas de mejora de la calidad.

Se puede tomar como variable representativa de las de este grupo la N°30 representada en la figura 6. La evolución de estas variables viene caracterizada por la baja sensibilidad en la que la dependencia que no acusa variaciones significativas para las diferentes alternativas y por una motricidad en la que la alternativa BASE y la C se confunden a partir de las relaciones de orden cuatro, manteniendo valores significativamente superiores a los de las alternativas A y B.

Es significativo que este grupo se componga de variables relativas a gestión y organización y a variables relativas recursos humanos y que se coincidan la alternativa BASE y la alternativa C, que corresponde a un crecimiento sostenido de la economía del país y del sector junto con un aumento sostenido de la inversión. Todo ello parece indicar que bajo estas condiciones la motricidad, y con ello la influencia sobre el comportamiento del sistema, de las variables relativas a gestión, recursos humanos y calidad aumenta significativamente

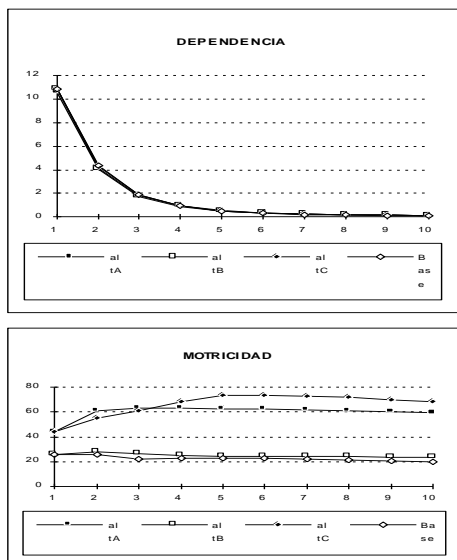


Figura 5.

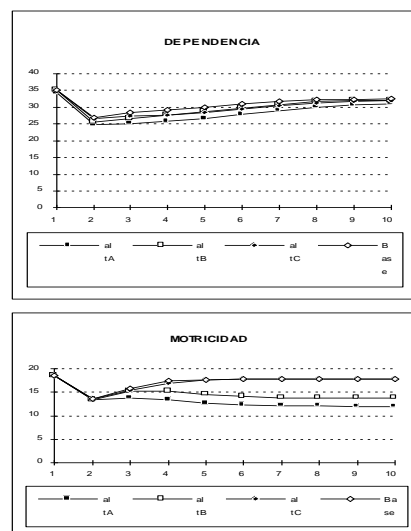


Figura 6.

3.4. Variables de enlace influenciadas por la alternativa C.

A este grupo pertenecen las variables siguientes:

- Índice de crecimiento del sector a nivel mundial.
- Exceso de capacidad productiva del sector.

- Evolución mundial de la demanda.
- Exceso de capacidad productiva en el sector.
- Fecundidad de los nuevos factores de la producción.
- Exceso de capacidad de producción.
- Inversiones para la racionalización del sector en la C.E.E.
- Inversiones para la ampliación en la C.E.E. Barreras de salida.
- Número e importancia de las innovaciones tecnológicas en el sector y sectores afines (C.E.E.).

Se puede tomar como variable representativa de las de este grupo la N°30 representada en la figura 7. La evolución de este grupo de variables viene caracterizada por la de su motricidad. La dependencia de todas ellas mantiene una tendencia decreciente con una mínima sensibilidad ante las alternativas planteadas. En cuanto a la evolución de la motricidad sus valores finales se agrupan en una horquilla del 15% . En todo caso se sitúan en la parte inferior de la zona correspondiente a las variables de enlace.

3.4. Variables con comportamientos singulares.

3.4.1, Calidad técnica y humana de los mandos.

Conforme se puede observar en la figura 6 la dependencia parte de un valor bajo, alrededor del 11%, y desciende sin acusar sensibilidad hasta el entorno del 4%. Por contra la motricidad de esta variable disminuye desde el entorno del 90% hasta el del 70% en la alternativa A y del 80% en la B, mientras que para las alternativas BASE y C aumenta hasta el 100%. Este comportamiento podría deberse a que, en el caso de sectores en que la alta tecnología tiene un papel preponderante y en un entorno en el que se apoya decididamente el I+D con programas bien gestionados, la importancia relativa de las características de los mandos disminuye, aunque manteniéndose en un altísimo nivel.

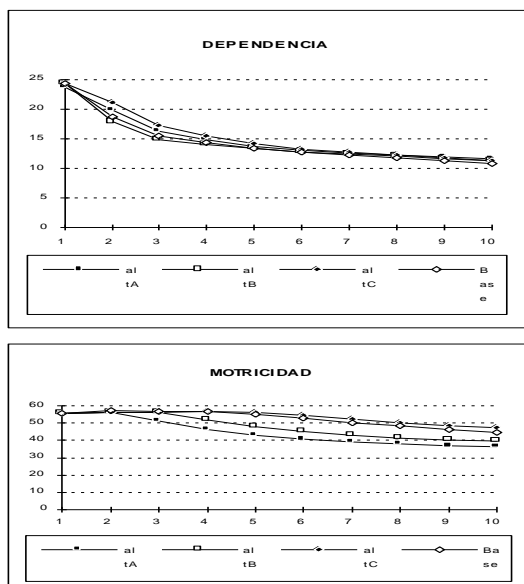


Figura 7

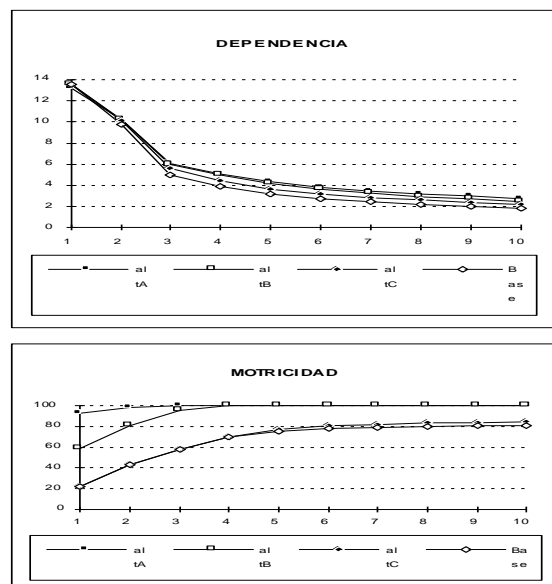


Figura 8.

3.4.2. Presupuesto y eficacia de los programas nacionales de I+D.

Conforme se puede observar en la figura 8 la dependencia de esta variable disminuye, con una sensibilidad mínima ante las alternativas planteadas, desde el entorno del 18% hasta situarse en una banda entre el 2% y el 6% desde las relaciones de orden tres con una suave pendiente descendente. Por contra, la motricidad acusa una significativa sensibilidad y una tendencia creciente. El hecho de que las alternativas A y B tengan, a partir de las relaciones de orden cuatro, la misma evolución y que las restantes la mantengan desde el principio parece indicar que son precisamente los elementos que conforman la alternativa B los que marcan la diferencia.

3.4.3. Evolución de la balanza comercial (\$. Cts) de los sectores de alto crecimiento.

Conforme se puede observar en la figura IV/8/3/7//3 la dependencia de esta variable mantiene una tendencia claramente descendente con una apreciable sensibilidad que tiende a reducirse. La motricidad si que acusa una elevada sensibilidad de las alternativas A, B y C frente a la alternativa BASE. Estas tres alternativas prácticamente coinciden a partir de las relaciones de orden cinco con valores un 15% superiores a los de la alternativa BASE. Es significativo que la influencia de los elementos que constituyen las alternativas B y C no sean acumulativos, es decir que la motricidad de la variable, y con ella su significación para el estudio del sistema, aumenta lo mismo tanto si da una, otra o las dos alternativas

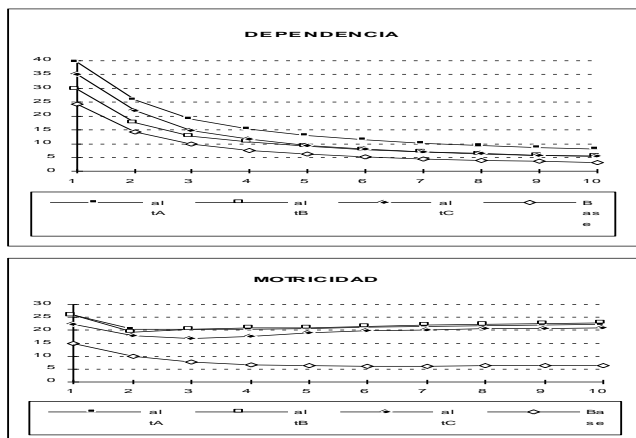


Figura 9.

3.4.4. Nivel de calidad y técnico de la industria auxiliar en España frente a la media de la U.E.

Conforme se puede observar en la figura 9 la dependencia de esta variable es prácticamente nula a partir de las relaciones de segundo orden. La motricidad si que acusa una elevada sensibilidad de las alternativas A, B y C frente a la alternativa BASE. Estas tres alternativas prácticamente coinciden a partir de las relaciones de orden cinco con valores un 10% superiores a los de la alternativa BASE. Es significativo que la influencia de los elementos que constituyen las alternativas B y C no sean acumulativos, es decir que la motricidad de la variable, y con ella su significación para el estudio del sistema, aumenta lo mismo tanto si da una, otra o las dos alternativas.

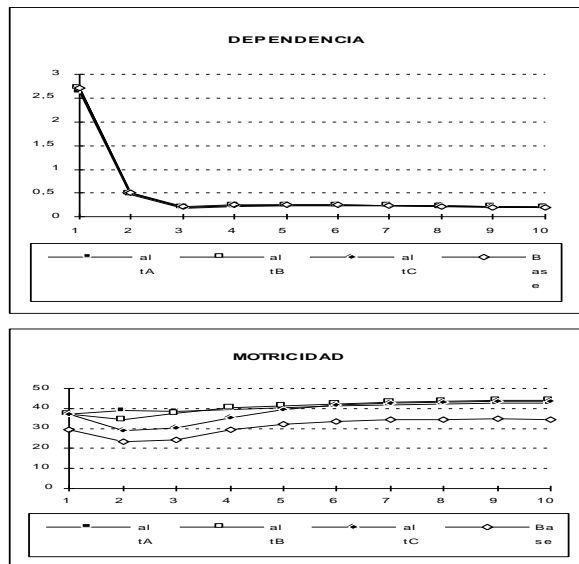


Figura 10.

5. Referencias.

- Arcade J. (1998). Articular prospective et stratégie: parcours du stratège dans la complexité. *Travaux et Recherches de Prospective*, No 8, pp. 1-88, mai.
- Dema, C. (1996). Estructural Analisis Theory: an extension of General model for studying those cases where stability is not reached, The study of sensitivity as a tool in the strategic planning. Congreso I.F.S.A.M. Paris.
- Duperrin, J.C. y Godet, M (1973). Metode de Hierarchisation des Elements d'un Systeme. *Raport Economique du C.E.A.*
- Etzioni, A. (1973). Mixed-Scanning: A Third Approach to Decision-Making, en Faludi. "A Reader in Planning Theory". Ed. Oxford Pergamon Press.
- Godet, M. (1991). *Prospectiva y planificación estratégica*. Ed. S. G. Editores.
- Godet M. (1993). *De la Anticipación a la Acción*. Manual de prospectiva y estrategia. Marcombo.
- Godet M. (2001). *Manuel de prospective stratégique*. Ed. Dunod.**
- Godet M. (2001). *Creating Futures: scenario-building as a strategic management tool*. Ed. *Economica-Brookings*.**
- Godet, M.; Chapuy, P.; Comyn, G. (1995). **Scénarios globaux: analyse morphologique et potabilization**. *Travaux et Recherches the Perspective* No 1 Jun.
- Gonod P.(1996). *Dynamique des systèmes et méthodes prospectives*. *Travaux et Recherches de Prospective. Futuribles International*, No 2, mars 1996.**
- Gonod, P. F. (1990). *Dynamique de la prospective*. Ed. CPE- ADITECH.
- Gonod, P. F. (1994). *Contribution au débat sur la Méthodologie prospective*. GRASSE. Jun.
- Gonod, P. F. (1996). *Dynamique des systemes et methodes Prospectives*. *Futuribles*. No 2. Mars.
- Lesourne, J. (1989). *Plaidoyer pour recherche en prospective*. *Futuribles*, No 187, nov.

Jannis, I. L. (1972). *Victims of Group Thinking*. Ed. Houghton Mufflin Company.