

# EL ANÁLISIS DEL VALOR Y ANÁLISIS FUNCIONAL COMO HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

Juan Manuel González-Ramírez  
Luis Onieva-Giménez

Juan Manuel González-Ramírez  
Luis Onieva-Giménez

## El análisis del valor y análisis funcional como herramientas de diseño de los sistemas regionales de innovación

### Resumen

El fenómeno de la globalización ha modificado los códigos de conducta de muchos de los actores que operan en la escena mundial. Entre estos, los responsables de los gobiernos locales han visto cómo han tenido que reforzar sus estrategias de desarrollo económico, tecnológico o social para conseguir posicionar su área de influencia en una buena situación en el ranking competitivo global. Se compite a escala mundial pero las estructuras de gobierno, la generación de conocimiento, el poder de influencia sobre las decisiones ciudadanas ocurren a nivel local. Sin embargo, en este nuevo escenario, los responsables de gobiernos locales se han visto, de forma generalizada, incapaces de dar la respuesta adecuada que el nuevo marco exige, carentes de las competencias suficientes para llevar este reto a buen término. Por ello, es oportuno dotar a los gobiernos locales de herramientas capaces de ayudar en el proceso de diseño de políticas de innovación, de manera que los agentes encargados de vertebrar el liderazgo del territorio en el panorama mundial puedan hacerlo con las mayores garantías de éxito. En el presente artículo se propone una aplicación de la metodología de análisis del valor y del análisis funcional como fórmula eficaz para alcanzar el objetivo reseñado.

**Palabras Clave:** Innovación, Competitividad territorial, Sistema Regional de Innovación, Análisis del Valor, Análisis Funcional, Globalización.

**Clasificación JEL:** O210 R580, H790.

---

## Functional and value analysis as regional innovation system's design tools

### Abstract

The phenomenon of globalization has changed the codes of conduct of many of the actors operating on the global stage. Among these, those responsible in local governments have seen how they have had to strengthen their economic, technological and/or social development strategies for positioning their influence area in a good place in the global competitive ranking for competing on a global scale. However, the governance structures, the knowledge generation, and the power to influence citizen decisions occur at a local level. Nevertheless, in this new scenario, people responsible in local governments have generally been unable to provide an appropriate response, while lacking sufficient skills for carrying out this challenge that the new framework requires. For this reason, it is important to provide local governments with tools capable of assisting in the process of designing innovation policies, to successfully build the leadership of the territory on the global stage. This article is aimed at presenting an application of the methodology of the functional and value analysis as an effective formula to reach the outlined goals.

**Keywords:** Innovation, territorial competitiveness, Regional Innovation System, value analysis, functional analysis, globalization.

**JEL Classification:** O210 R580, H790.

---

## L'analyse de la valeur et l'analyse fonctionnelle pour concevoir les outils des systèmes régionaux d'innovation

### Résumé

La mondialisation a changé les codes de conduite d'un bon nombre d'acteurs de la scène mondiale. Parmi eux, les responsables gouvernementaux locaux, ils ont dû renforcer leurs stratégies de développement économique, technologique et social afin de parvenir à un bon positionnement de leur zone d'influence dans le classement compétitif mondial. En contrepartie, les structures gouvernementales, la génération de la connaissance et le pouvoir d'influence sur les décisions citoyennes se produisent à niveau local. Néanmoins, dans ce nouveau scénario et de manière générale, ces responsables gouvernementaux locaux ont montré leur incapacité de fournir une réponse appropriée par manque de compétences nécessaires à surmonter ce défi. Il est opportun de fournir aux gouvernements locaux des outils capables de les aider dans le processus de conception des politiques d'innovation, afin que les agents en charge puissent réussir à renforcer le leadership du territoire sur la scène mondiale. Ainsi, cet article présente une application méthodologie de l'analyse fonctionnelle et l'analyse de valeur comme une formule efficace pour atteindre les objectifs abordés.

**Mots-clés:** Innovation, compétitivité territoriale, Système Régional d'Innovation, analyse de la valeur, analyse fonctionnelle, globalisation.

**Nomenclature JEL:** O210 R580, H790.

Artículo de Investigación

## EL ANÁLISIS DEL VALOR Y ANÁLISIS FUNCIONAL COMO HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recepción de artículo: 12 de abril de 2016  
Concepto de evaluación: 20 de julio de 2016  
Aceptación de artículo: 15 de agosto de 2016

Juan Manuel González-Ramírez  
Universidad de Sevilla  
España

Luis Onieva-Giménez  
Universidad de Sevilla  
España

### INTRODUCCIÓN

Dos conceptos conviven hoy en día en el proceso de diseño de los modelos de desarrollo y de establecimiento de políticas en las economías más avanzadas de nuestra sociedad: el concepto de lo global y el concepto de lo local, porque se compite a nivel global, pero el modelo de gobernanza, el encargado de gestionar y administrar los recursos disponibles de manera eficiente, sigue estableciéndose a nivel local.

El gobierno local es, por su naturaleza, el que mejor conoce las demandas de su ciudadanía (educación, vivienda, servicios públicos, etc.) y el que mejor preparado debe estar para actuar con rapidez para atender dichas demandas (Varela, 2015). Por otra parte, Dreher (2006), en el estudio para la definición de un índice de globalización de un territorio, abordando los aspectos de integración económica, social y política, concluye que la globalización es buena para el crecimiento. En promedio, los países que más invierten en globalización, experimentaron tasas de crecimiento más altas.

Cochrane (2011) señala que en las últimas dos décadas las ciudades y regiones competitivas pueden ser exitosas si son capaces de responder de manera efectiva a las oportunidades generadas por el funcionamiento de la economía global. Son los actores locales, agencias públicas y negocios locales, los que deben provocar el cambio para generar crecimiento y prosperidad en el territorio.

Además, un nuevo fenómeno está produciéndose en estas últimas décadas, que es la conformación de conglomerados locales, o integración de polos de desarrollo económico

<sup>1</sup> Autor para correspondencia. Correo electrónico: jmgonzalez@us.es; onieva@us.es

local que cooperan entre sí, porque tal y como apuntan Neil y Yeung (2015), la aceleración de los procesos de globalización económica ha transformado fundamentalmente la organización de la economía mundial hacia una integración mucho mayor, promoviendo la interdependencia funcional a través de la actividad económica transfronteriza.

Para Varela (2015), con la globalización, el esquema ha cambiado, hoy los gobiernos locales asumen en las grandes ciudades nuevas competencias, las cuales se corresponden con la aparición de nodos metropolitanos que se articulan con los mercados globales y con dinámicas de reconfiguración de flujos económicos, políticos, sociales y demográficos. Este proceso ocurre en términos de redes de ciudades y de integración de regiones con esquemas asimétricos de concentración de recursos y poder, modificando el mapa del desarrollo territorial.

El conocimiento, como principal recurso estratégico de los modelos competitivos actuales, puede generarse a nivel local o de forma distribuida, mediante el trabajo en red de un equipo coordinado de expertos, pero normalmente es solo cuando se dan las condiciones en el ámbito de lo local cuando su puesta en valor llega a ser efectiva. Es por ello que el cambio más fuerte que se ha producido con la globalización y la liberalización generalizada de los mercados, ha sido el resurgir del poder político de los gobiernos locales y las autoridades territoriales subnacionales (Varela, 2015).

Solo cuando se fomenta el espíritu emprendedor, cuando se facilita el desarrollo de ideas innovadoras, cuando se dispone de espacios para el desarrollo de proyectos novedosos, cuando la

fiscalidad es acorde con los modelos de emprendimiento, cuando se establecen canales adecuados para la transferencia de tecnología, desarrollando un auténtico ecosistema innovador mediante el establecimiento de las políticas adecuadas, es posible crear valor, y esto se hace desde lo local. De hecho, según apuntan Esqueda & Trejo (2014), en décadas recientes, el desarrollo local, urbano y regional se ha ligado cada vez más con la competitividad, que se ha constituido en una posible explicación de las disparidades espaciales del desarrollo; esto, de forma invariable y en consonancia con el paradigmático avance de la globalización.

Por ello, es importante que la función pública cuente con los instrumentos adecuados para el diseño de las políticas acordes con las demandas del nuevo marco estratégico. La globalización, a través de distintas vías y mecanismos, ha conducido a una creciente necesidad de numerosos territorios por aumentar su atracción y retención de recursos e inversión, que eventualmente se traduzcan en crecimiento económico y desarrollo (Ibarra-Armenta & Trejo-Nieto, 2014).

Es necesario dotar de las herramientas necesarias para que el funcionario público sea capaz de articular medidas a favor del modelo competitivo actual basado en el conocimiento. Urge, por ello, modernizar el sistema de lo público, adolescente en general de cultura innovadora, carente de las capacidades y habilidades necesarias para administrar lo privado de la manera en que el nuevo escenario competitivo lo demanda. Ibarra-Armenta & Trejo-Nieto (2014) indican que la globalización, a través de distintas vías y mecanismos, ha conducido a una creciente necesidad de numerosos territorios por aumentar

su atracción y retención de recursos e inversión, que eventualmente se traduzcan en crecimiento económico y desarrollo.

Porque si los nuevos esquemas de emprendimiento, los nuevos modelos empresariales, las jóvenes *startups*, han encontrado una nueva manera de entender la gestión de los recursos necesarios para competir y crecer, aún los modelos públicos, en general, siguen anclados en el pasado, con esquemas de gestión y administración a todas luces ineficaces e incompetentes para facilitar el tránsito a la nueva economía basada en el conocimiento.

Para Yeung (2015), es imperativo para los responsables políticos regionales examinar cómo pueden acoplarse las dinámicas regionales junto con procesos más amplios incorporados en las redes globales de producción. Esta intersección crítica regional - global se ha convertido en la razón de ser del concepto de “acoplamiento estratégico” en futuras investigaciones en estudios relacionados con el desarrollo regional.

Con estas hipótesis de partida, en el presente artículo se propone dotar de una herramienta colaborativa a la función pública para el diseño de sus políticas de innovación, de manera que se adecuen al nuevo escenario, en el que se compete de forma global pero se proyecta el desarrollo económico desde el gobierno local.

El concepto de gobernanza local aparece, posiblemente, con Lundvall (1985), autor que utilizó la expresión de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). Tal y como el propio Lundvall admite, la idea procede de la concepción de List (1841) del sistema nacional de economía política, en

su preocupación por encontrar un diseño de la economía nacional que permitiera a Alemania superar a Inglaterra.

Seguramente las ideas de List (1841) y de otros investigadores con planteamientos similares, así como el sistema prusiano, contribuyeron a que Alemania desarrollase uno de los mejores sistemas de formación y de educación técnica del mundo. Este sistema no fue solo, en opinión de muchos investigadores (Landes, 1970, Barnett, 1988 y Hobsbawn, 1968) uno de los principales factores que contribuyeron a que finalmente Alemania alcanzara a Inglaterra en la segunda mitad del siglo XIX, sino que ha sido un pilar importante de competitividad de la industria alemana por la cualificación de sus trabajadores.

Para Capello (2007) la competitividad regional está estrechamente ligada con la presencia de recursos endógenos y la habilidad de los agentes regionales para explotar sus potencialidades. Al estudiar la paradoja de la localización en una economía global se descubren una serie de ideas clave sobre cómo las compañías crean ventajas competitivas. Puede identificarse la relación entre la estructura empresarial a nivel regional con la formación de nuevas empresas (Nyström, 2007). Para Beugelsdijk y Noorderhaven (2004) la capacidad emprendedora está directamente ligada con un alto ratio de crecimiento económico regional.

Los *clusters* revelan que el entorno inmediato de negocios fuera de las empresas juega un papel vital. Este papel de la localización ha sido durante mucho tiempo pasado por alto, a pesar de la evidencia de que, en muchos campos, la innovación y el éxito competitivo están geográficamente concentrados. El hecho de que exista una determinada

concentración de actividad empresarial en torno a una innovación no depende solo de la concentración geográfica o espacial de las empresas, también del desarrollo de *clusters* de especialización tecnológica en las regiones colindantes (Moreno, Paci y Usai, 2005). En aquellas regiones en las que se han iniciado procesos de innovación, se ha comprobado que las políticas públicas de apoyo deben ajustarse, de manera que la gestión sea descentralizada y la toma de decisiones se realice con un alto nivel de participación de los grupos de interés (Torbianelli y Chieruzzi, 2005).

Se comprueba que la conexión entre las empresas de una zona se fortalece si dicha conexión está basada en redes de conocimiento global, como pueda ser el caso del sector de la biotecnología en Holanda (Geenhuizen, 2007). No obstante, un problema habitual de la política regional suele ser tratar de desarrollar concentraciones industriales a modo de *clusters* mediante la copia de otros modelos existentes en otras regiones (un modelo frecuentemente copiado es el de *Silicon Valley*). Los gobiernos deberían esperar a que surjan los *clusters* por iniciativa empresarial y ayudar posteriormente en la fase de desarrollo (Hospers, Desrochers y Sautet, 2008).

Es igualmente importante señalar que el uso de recursos autóctonos es clave para el desarrollo de la innovación a nivel regional, si bien ésta empieza a perder importancia a medida que la innovación crece en la región debido a lo que puede llamarse la inercia del cambio (MacPherson, 2007). La creación de una cultura de innovación es, precisamente, la clave para adecuar el modelo de gobernanza local al escenario competitivo global. Y, en este marco, el análisis del valor y el análisis funcional proporciona una herramienta inmejorable

para abordar el diseño de políticas de innovación, desde el gobierno local, al esquema demandado y exigido hoy en día a nivel general.

## METODOLOGÍA

La Gestión del Valor (GV) es una técnica cuyo principal objetivo es mejorar el valor de todas y cada una de las áreas de una organización o de un sistema, optimizando la relación entre las funciones que desarrollan sus productos, procesos o servicios y el coste incurrido para conseguirlos. Dentro del GV, el análisis funcional constituye un elemento esencial en el diseño del sistema con el foco puesto en la mejora del valor. Es por ello, que nos centraremos en la aplicación del análisis funcional como herramienta de apoyo en la definición de políticas de innovación a nivel regional.

Su origen se remonta a los planteamientos realizados a mediados del siglo XX por un ingeniero de General Electric Co., Miles L. J. (1961, 1972, 1989), como fórmula eficaz para mejorar la capacidad de los productos de esta empresa para atender las necesidades de los clientes y su relación con el coste incurrido.

El concepto de valor, como relación entre la contribución de las funciones de un objeto (producto, proceso, sistema, organización, servicio) a la satisfacción de las necesidades de los usuarios/consumidores y el coste para ofrecer dichas funciones, la utilización de herramientas específicas y el trabajo en equipo, son los principios esenciales de la Gestión del Valor, todo ello teniendo siempre presente las condiciones internas (estrategia de la organización o sistema) y externas (oportunidades y restricciones).

En los últimos años el papel de las distintas asociaciones y entidades ha supuesto un

desarrollo de la metodología vertiginoso, y se ha concretado en documentos de referencia que han permitido una mayor estandarización de la gestión del valor, donde “Value Management Handbook”, UNE-EN-1325.1, UNE-EN-1325.2, UNE-EN-12793 y UNE-144000 son las referencias obligadas en este momento.

Adicionalmente a la gestión del valor, el análisis del valor (AV) puede entenderse como el conjunto de actuaciones operativas que conducen a mejorar el valor del producto, proceso o servicio en estudio. Desde el punto de vista metodológico, el AV se apoya en tres pilares fundamentales:

- El propio concepto de valor, como cociente entre la satisfacción de las necesidades de los grupos de interés y el coste en que se incurre. Esta metodología calculará el valor de productos, procesos o servicios mediante el análisis de las funciones (efecto esperado de un objeto).
- Una metodología de trabajo consistente en seis fases: preparación, información, análisis, innovación, evaluación e implantación.
- Una dinámica basada en el trabajo en equipo, siendo preceptivo que las personas que compongan este equipo pertenezcan a diferentes áreas de la organización que desarrolle el proyecto.

## RESULTADOS

Los resultados de la investigación que aquí se presentan explican cómo aplicar los desarrollos propios del análisis del valor y análisis funcional al diseño de SRI (González, 2.006).

Según la definición de la norma UNE-EN 1325-1:1996, el análisis funcional (AF) es

el proceso que describe en su totalidad las funciones y sus interrelaciones y que sistemáticamente las caracteriza, las clasifica y las pondera.

Se tratará de proponer un método de cálculo para los índices de valor de las funciones. Es decir, partiendo del análisis del coste que supone para la región la realización de cada una de las funciones consideradas, se calcularán los índices de valor de cada una de dichas funciones comparando la contribución de las funciones a la satisfacción de las necesidades con el coste de obtenerlas (tiempo o gasto), aplicando la siguiente relación:

$$IV_{función} = \frac{\% IF}{\% IC} \quad (1)$$

Donde:

$IV_{función}$  es el índice de valor de una función.  
 % IF es el porcentaje de importancia funcional para satisfacer las necesidades de los grupos de interés.  
 % IC es el porcentaje en costes (presupuestos) de la función.

Dado que el objeto de estudio de un proyecto de AV se compone de distintas funciones, con este análisis se consigue concentrar los esfuerzos de mejora en aquellas que presentan mayor desequilibrio.

Es imposible describir los factores clave ideales que aseguren el éxito del diseño de un SRI. No se puede aplicar simplemente un modelo que ha funcionado en otras regiones para asegurar el buen desarrollo de dicho proyecto. Debe apreciarse el entorno político y estratégico de la región. También es necesario llevar a cabo una reflexión con los protagonistas principales sobre la unicidad y las especificidades de la región con el fin de establecer la estrategia

de innovación apropiada y asegurar el éxito a través de una buena implementación del proyecto y una gestión eficiente.

Y si bien la bibliografía puede ser extensa a la hora de abordar desde el punto de vista teórico la formulación de los Sistemas Regionales de Innovación, puede afirmarse igualmente que los estudios desarrollados que analizan desde un enfoque práctico la problemática del diseño de estos sistemas, están en un nivel de desarrollo claramente inferior, encontrando básicamente descripciones asépticas de experiencias de diseño de SRI pero sin el análisis pragmático que permita elaborar una nueva teoría que sirva de base para planteamientos futuros.

Ante este panorama, el análisis funcional ofrece una interesante metodología de diseño en el planteamiento de los SRI. El análisis funcional (AF) se basa en una premisa fundamental: es necesario pensar en funciones. Las necesidades son requerimientos de los grupos de interés (ciudadanos, empresas, entorno científico, entorno tecnológico, sistema público) y las funciones son características del SRI que contribuyen a satisfacer dichas necesidades.

El AF implica la identificación de funciones como paso intermedio entre la necesidad y el SRI. Este enfoque intensifica la comunicación para conseguir un lenguaje común entre los miembros del equipo de trabajo y los elementos básicos del proyecto. EL AF exige que los implicados en el proyecto puedan abstraerse de las soluciones y pensar en términos de objetivos o de resultados. Contemplar el problema en abstracto fomenta la creatividad.

El fin último del AF es el cálculo de los índices de valor, sin embargo, el cálculo de

los índices de valor no es inmediato, por lo que el equipo de trabajo del proyecto tendrá que seguir los pasos establecidos por la metodología del análisis del valor (UNE EN 12973:1996) que se describen a continuación.

### Fase de preparación

Es importante subrayar la enorme incidencia que tiene realizar una correcta selección de las personas que van a formar parte del equipo de trabajo multidisciplinar. Para la selección es recomendable considerar criterios relacionados con la competencia técnica (conocimientos y relación con el proyecto a desarrollar), competencia relacional (capacidad para integrarse dentro de grupos de trabajo, personas creativas e innovadoras), responsabilidad (deben tener cierta capacidad de decisión y actuación dentro del ámbito que se le encarga), conocimientos (relativos a la metodología).

### Fase de información

En primer lugar, el equipo de trabajo deberá definir la información interna y externa de la que es necesario disponer durante el transcurso del proyecto, debiendo identificar, al menos, los siguientes bloques de información:

- Información técnica y económica acerca del proyecto: Caracterización del sector industrial, identificando los *cluster* existentes en la región, así como los sectores principales, distribución de las empresas en función del tamaño, actividad, localización geográfica, etc. De igual manera, deberán identificarse los grupos de investigación y demás participantes de la oferta de I+D+i de la región. En este apartado, se deberá

- realizar un análisis de la infraestructura de apoyo (comunicaciones, centros de educación, sistema financiero, etc.).
- Del mercado y de otras regiones: posición de la región respecto al resto de regiones periféricas así como otras posibles regiones que tengan un perfil similar, mercado objetivo, necesidades de los clientes, exigencias en materia de calidad y medioambiente, etc.
  - Tecnología, licencias y patentes.
  - Leyes, normativas y exigencias de los grupos de interés.
  - Restricciones presupuestarias, de diseño o de cualquier otra índole.

Además, el equipo de trabajo debe definir quiénes son los integrantes de cada uno de los grupos de interés (*Stakeholders*) del proyecto, ya sean internos o externos, debiendo asignar la importancia relativa que atribuye a cada uno de ellos, bien por nivel de representatividad, importancia estratégica, o cualquier otro criterio que la dirección del proyecto considere oportuno. La matriz de ordenación alternativa (MOA) con el cálculo del coeficiente de Kendall (Arnaldos et al., 2002) para medir el nivel de acuerdo entre los participantes puede ser un buen método para que el comité director del proyecto determine la importancia relativa de cada grupo de interés para el diseño del sistema regional de innovación.

En un estudio para el diseño de SRI, los grupos de interés estarán constituidos por, al menos, los siguientes elementos de la población:

- Entorno científico: la universidad, grupos de investigación y organismos públicos de investigación.
- Entorno tecnológico: centros tecnológicos, parques tecnológicos o incubadoras de empresas, así como asociaciones de *clusters* con representación en la

- región o las entidades de interfaz entre el entorno científico-tecnológico y el empresarial.
- Grandes y pequeñas o medianas empresas, representando al sector empresarial. Igualmente, en este segmento también podrán ser consideradas las asociaciones o agrupaciones empresariales, así como alguna de las fuerzas sindicales de mayor representación en la región.
  - La propia administración pública también debe ser tenida en cuenta, por lo que debería considerarse entre los grupos de interés las políticas de I+D+i y los organismos encargados de diseñar e implantar dichas políticas dentro del gobierno regional.
  - Además, deberá contarse con la infraestructura de apoyo, constituida por el sistema educativo, el sistema financiero y la infraestructura de soporte (comunicaciones, servicios al ciudadano, etc.).

Para la utilización de la matriz de ordenación alternativa, los miembros del equipo de trabajo deberán disponer del listado de los grupos de interés de la región. Supondremos que el total de elementos que componen esta lista es de tamaño  $\beta$ .

Independientemente, cada miembro realizará su clasificación individual de forma alternativa, asignando un peso  $\beta$  al elemento de mayor importancia y un peso 1 al de menor importancia. Seguidamente, asignará un peso  $\beta-1$  al segundo elemento de más importancia de la lista y un peso 2 al segundo menos importante. El proceso finalizará cuando se hayan asignado pesos (u orden) a todos los elementos de la lista.

El interés de este sistema de clasificación es que permite, mediante el coeficiente de acuerdo, o coeficiente de Kendall (Arnaldos

et al., 2002), calcular el nivel de acuerdo en el equipo de trabajo sobre la base de las decisiones individuales adoptadas por cada componente.

En la tabla 1 se representa el resultado agregado de las decisiones individuales en la MOA para el caso de  $\alpha$  personas en el equipo de trabajo ordenando  $\beta$  grupos de interés.

Tabla 1. Matriz de ordenación alternativa

	$G_1$	...	$G_j$	...	$G_{\beta-1}$	$G_\beta$
$P_1$	$f_{11}$	...	$f_{1j}$	...	$f_{1\beta-1}$	$f_{1\beta}$
...	...	...	...	...	...	...
$P_i$	$f_{i1}$	...	$f_{ij}$	...	$f_{i\beta-1}$	$f_{i\beta}$
...	...	...	...	...	...	...
$P_{\alpha-1}$	$f_{\alpha-11}$	...	$f_{\alpha-1j}$	...	$f_{\alpha-1\beta-1}$	$f_{\alpha-1\beta}$
$P_\alpha$	$f_{\alpha 1}$	...	$f_{\alpha j}$	...	$f_{\alpha\beta-1}$	$f_{\alpha\beta}$

Siendo:

$P_i, i = 1, 2, \dots, \alpha$  las personas miembros del equipo de trabajo

$G_j, j = 1, 2, \dots, \beta$  los grupos de interés considerados

$f_{ij}, i = 1, 2, \dots, \alpha; j = 1, 2, \dots, \beta$  el ordinal concedido por cada persona  $i$  a cada grupo de interés  $j$ . Tomará el valor  $\beta$  para el grupo de interés de mayor importancia, decreciendo hasta 1 para el grupo de interés de importancia menor.

La relevancia de este cálculo es que pueda obtenerse el nivel de acuerdo entre las personas que han participado en la ordenación, utilizando para ello el coeficiente de Kendall (Arnaldos et al., 2002), cuyo cálculo viene dado por la fórmula:

$$W = \frac{12 \times S}{\alpha^2 (\beta^3 - \beta)}$$

Siendo:

$$S = \sqrt{\sum (F_j - \mu)^2}, \text{ donde:}$$

$F_j =$  suma total de puntos obtenidos para cada grupo de interés =

$$\sum f_{ij}, i = 1, 2, \dots, \alpha$$

$$\mu = \text{media de las puntuaciones} = \frac{\sum f_{ij}}{\beta}$$

$$j = 1, 2, \dots, \beta$$

$$i = 1, 2, \dots, \alpha$$

El coeficiente de Kendall (Arnaldos et al., 2002) alcanzará valores en el rango  $W \in ] 0, 1]$ , valiendo 1 para el caso de acuerdo total o consenso entre los miembros del equipo de trabajo y alcanzando valores próximos a cero para casos de un nivel alto de desacuerdo.

Se considerará como criterio general que el equipo de trabajo deberá revisar las puntuaciones dadas en la ordenación efectuada si en el cálculo del coeficiente de Kendall (Arnaldos et al., 2002) se obtienen valores por debajo de 0.8 (80% de acuerdo en el equipo de trabajo). Si ello ocurriese, los miembros del equipo de trabajo deberán discutir sobre las

puntuaciones más alejadas y negociar, de forma que mediante el intercambio de información corrijan o modifiquen el orden inicialmente establecido. Este proceso conduce de forma rápida a la convergencia hacia valores del coeficiente  $W$  próximos a la unidad.

Concluido este proceso, el equipo de trabajo dispondrá de un listado de grupos de interés ordenado. El siguiente paso consistirá en calcular los porcentajes en términos de importancia relativa de cada factor respecto a los demás. Para ello se podrá utilizar el método de comparación por pares (MCP) (Saaty, 1995).

Métodos tales como el AHP (*Analytic Hierarchy Process*) de Saaty se basan en este potente tratamiento de inferencia. Sobre la base del modelo de Saaty, el MCP que se construirá para el diseño de SRI mediante la metodología de AV simplifica el modelo de Saaty, y consiste, partiendo del orden establecido en el MOA, en asignar pesos a cada grupo de interés utilizando una escala cualitativa, de manera que se compare la importancia relativa de cada grupo de interés respecto a los demás. El modelo de asignación de pesos se representa en la tabla 2.

Tabla 2. Método de comparación por pares

$G_{o1}$	>	$G_{o2}$	>	...	>	$G_{o\beta-1}$	>	$G_{o\beta}$
	$I_{\beta-1}$		$I_{\beta-2}$	...	$I_2$		$I_1$	
$I'_{\beta-1}$		$I'_{\beta-2}$		...		$I'_1$		$I'_0$
$I''_{\beta-1}$		$I''_{\beta-2}$		...		$I''_1$		$I''_0$

Siendo:

- $G_{oj}$ ,  $j= 1,2, \dots, \beta$  los grupos de interés ordenados de mayor a menor importancia según el resultado de la MOA, donde  $G_{o1}$  será de mayor importancia que  $G_{o2}$  y así hasta  $G_{o\beta}$ .
- $I_j$ ,  $j= 1, 2, \dots, \beta-1$  es el valor de la escala asignado para representar cuánto de importante es el factor  $G_{og}$  respecto a  $G_{oh}$  con  $g > h$ .
- $I'_0$  es el valor de referencia asignado al grupo de interés de menor importancia, siendo normal computar el valor no nulo más pequeño de la escala (si bien el equipo de trabajo puede elegir cualquier otro valor que considere adecuado).
- $I'_j$ ,  $j= 1, 2, \dots, \beta-1$  es el valor resultante de agregar sucesivamente los coeficientes  $I_j$ , de manera que  $I'_j = I_j + I'_{j-1}$ .
- $I''_j$ ,  $j= 0,1,2, \dots, \beta-1$  es el valor normalizado (en tanto por uno) de los  $I'_j$  anteriores.

Deben realizarse dos consideraciones sobre el MCP:

- La escala a utilizar deberá ser elegida por el equipo de trabajo, si bien es práctica habitual en los proyectos de análisis del valor (González, 2006) utilizar una escala del tipo:
  - Asignar un 0 si los elementos comparados son igual de importantes
  - Asignar un 1 si al comparar el elemento A con el B, el elemento A es algo más importante que el B.
  - Asignar un 2 si al comparar el elemento A con el B, el elemento A es más importante que el B.
  - Asignar un 3 si al comparar el elemento A con el B, el elemento A es considerablemente más importante que el B.

- La segunda consideración está relacionada con el valor de referencia  $I_0$ . Si dicho valor es muy elevado en relación a la escala utilizada, distorsionará el resultado. Por ello, es aconsejable tomar para  $I_0$  el valor no nulo menor de la escala utilizada (1 en el caso de utilizar una escala 0,1,2,3)

Tras el MCP el equipo de trabajo dispondrá de un listado de grupos de interés con un peso relativo asignado en función de la importancia relativa que para el proyecto de diseño del SRI tenga cada uno de ellos.

Una vez determinados los grupos de interés, deberá definirse qué fuentes de información (FI) se van a considerar para obtener información fiable acerca de las necesidades de cada grupo de interés, pudiendo ser fuentes internas, como el propio equipo de trabajo u otro personal de la organización (situación bastante habitual en un proyecto de AV), o externas, como pueden ser encuestas realizadas a una muestra significativa de los representantes del ámbito científico-tecnológico por una parte y los representantes del ámbito empresarial por otra.

Tras identificar las fuentes de información más fiables, en términos de calidad y

cantidad del SRI, es necesario determinar qué medios de recogida de información se van a utilizar, siendo habitual en este punto la utilización de entrevistas, encuestas o estudios previos realizados al respecto. Una fuente de enorme potencial para la obtención de resultados satisfactorios en este apartado suele ser la realización de talleres o *workshops* sectoriales, invitando a empresarios y científicos o tecnólogos con un nivel alto de representación en la región (por la dimensión de su negocio, por su participación en la vida pública, etc.) a definir las necesidades de cada una de sus áreas de actuación.

Posteriormente, es necesario determinar qué importancia tiene cada una de las fuentes de información consideradas, es decir, cómo de fiable es cada una de ellas para captar las necesidades de los grupos de interés, así como para valorar la importancia que los grupos de interés atribuyen a cada una de las necesidades. Para ello, se utiliza una herramienta propia de la metodología AV (véase la tabla 3), la Matriz grupos de interés - fuentes de información que, partiendo de la importancia relativa de los grupos de interés, permite determinar la importancia relativa de cada una de las fuentes de información.

**Tabla 3. Matriz grupos de interés / Fuentes de Información**

Matriz G / FI	FI <sub>1</sub>	...	FI <sub>k</sub>	...	FI <sub>δ</sub>	% G <sub>j</sub>
G <sub>1</sub>	C <sub>11</sub>	...	C <sub>1k</sub>	...	C <sub>1δ</sub>	G' <sub>1</sub>
	FI' <sub>11</sub>	...	FI' <sub>1k</sub>	...	FI <sub>1δ</sub>	
...	...	...	...	...	...	...
G <sub>j</sub>	C <sub>j1</sub>	...	C <sub>jk</sub>	...	C <sub>jδ</sub>	G' <sub>j</sub>
	FI' <sub>j1</sub>	...	FI' <sub>jk</sub>	...	FI' <sub>jδ</sub>	

...	...	...	...	...	...	...
$G_{\beta}$	$C_{\beta 1}$	...	$C_{\beta k}$	...	$C_{\beta \delta}$	$G'_{\beta}$
	$FI'_{\beta 1}$	...	$FI'_{\beta k}$	...	$FI'_{\beta \delta}$	
$\sum FI'_{ij}, j = 1, \dots, \beta$	$\sum FI'_{j1}$	...	$\sum FI'_{jk}$	...	$\sum FI'_{j\delta}$	
$\% FI'_k$	$FI'_1$	...	$FI'_k$	...	$FI'_{\delta}$	

Siendo:

- $FI_k, k = 1, \dots, \delta$  las diferentes fuentes de información utilizadas.
- $G_j, j = 1, \dots, \beta$  los grupos de interés considerados.
- $G'_j, j = 1, \dots, \beta$  representa la importancia relativa (en tanto por uno) de cada grupo de interés considerado, siendo un valor calculado anteriormente por el equipo de trabajo por cualquier método, como por ejemplo el MCP mostrado con anterioridad.
- $C_{jk}, j = 1, \dots, \beta; k = 1, \dots, \delta$  es el valor de la escala utilizada para indicar la importancia que tiene la fuente de información  $FI_k$  para aportar información sobre el grupo de interés  $G_j$ . Como criterio general se utilizará una escala 0 - 5, siendo el equipo de trabajo, por consenso, el encargado de asignar cada valor  $C_{jk}$  para cada pareja de  $G_j$  y  $FI_k$ .
- $FI'_{jk}, j = 1, \dots, \beta; k = 1, \dots, \delta$  es el valor resultante de multiplicar el coeficiente  $C_{jk}$  por  $G'_j$ . Representa la importancia que tiene la fuente de información  $FI_k$  para aportar información sobre el grupo de interés  $G_j$ , teniendo en cuenta la importancia relativa que el grupo de interés  $G_j$  tiene sobre el conjunto de grupos de interés considerado.
- $\sum FI'_{jk}, j = 1, \dots, \beta$  es el valor agregado por columnas de los  $FI'_{jk}$ . Representa la importancia total de cada fuente de información para aportar información de

todos los grupos de interés considerados en el proyecto de diseño del SRI.

- $FI'_k, j = 1, \dots, \beta$  es el valor normalizado, en tanto por uno, representando la importancia relativa de cada fuente de información para aportar información de todos los grupos de interés considerados en el proyecto de diseño del SRI.

La forma de operar con la matriz anterior es la siguiente:

Se partirá de la importancia relativa de los grupos de interés calculada, por ejemplo, mediante el MCP, que se anotará en la columna más a la derecha de la matriz ( $\% G'_j$ ), valores  $G'_j$ . Los miembros del equipo de trabajo deberán designar la importancia que tiene cada fuente de información para aportar información válida de cada grupo de interés ( $C_{jk}$ ). Para ello, se utilizará una escala cualitativa con valores entre 0 y 5 de manera que:

- Valor 0 significa que la fuente de información k no puede aportar información sobre el grupo de interés j.
- Valor 1 significa que la fuente de información k puede aportar información muy insuficiente sobre el grupo de interés j.
- Valor 2 significa que la fuente de información k puede aportar información insuficiente sobre el grupo de interés j.

- Valor 3 significa que la fuente de información k puede aportar información suficiente sobre el grupo de interés j.
- Valor 4 significa que la fuente de información k puede aportar información más que suficiente sobre el grupo de interés j.
- Valor 5 significa que la fuente de información k es la que puede aportar la mayor cantidad de información sobre el grupo de interés j.

El siguiente paso es afectar la importancia de cada fuente información para aportar información de cada grupo de interés por la importancia de cada grupo de interés, mediante el producto de los valores  $G_j$  y  $C_{jk}$  anteriores, resultando el valor  $FI'_{jk}$  de la matriz anterior.

La casilla con el valor  $FI'_{jk}$  indicará la importancia que la fuente de información k tiene para dar información del grupo de interés j, teniendo en cuenta la importancia relativa que el grupo de interés j tiene en el conjunto de todos los grupos de interés considerados.

A partir de aquí se sumará por columnas, obteniendo el valor  $\sum FI'_{jk}$ , que expresa

la importancia total que cada fuente de información tiene para dar información de todos los grupos de interés considerados.

El último paso será normalizar, dividiendo por el total para expresar el resultado  $FI'_k$  en tanto por uno, resultado de la matriz y que expresa la importancia relativa de cada fuente de información.

De las fuentes de información, y a través de los medios de recogida definidos, se determinan las necesidades que los grupos de interés tienen respecto al objeto AV seleccionado, en nuestro caso, el diseño del SRI, así como la importancia relativa que los diferentes grupos de interés considerados atribuyen a las correspondientes necesidades por cada uno de las propuestas, según las distintas fuentes de información empleadas. Utilizando la matriz fuentes de información - necesidades (véase la tabla 4), se obtiene la importancia relativa que los grupos de interés atribuyen a cada necesidad, partiendo de la importancia relativa de cada fuente de información contemplada, que a su vez ha partido de la importancia de los grupos de interés dada por el comité director del proyecto para el diseño del SRI.

Tabla 4. Matriz fuentes de información / necesidades

Matriz FI / N	$N_1$	...	$N_r$	...	$N_\epsilon$	% $FI'_k$
$FI_1$	$D_{11}$	...	$D_{1r}$	...	$D_{1\epsilon}$	$FI'_1$
	$N'_{11}$	...	$N'_{1r}$	...	$N'_{1\epsilon}$	
...	...	...	...	...	...	...
$FI_k$	$D_{k1}$	...	$D_{kr}$	...	$D_{k\epsilon}$	$FI'_k$
	$N'_{k1}$	...	$N'_{kr}$	...	$N'_{k\epsilon}$	
...	...	...	...	...	...	...

$FI_{\delta}$	$D_{\delta 1}$	...	$D_{\delta r}$	...	$D_{\delta \varepsilon}$	$FI'_{\delta}$
	$N'_{\delta 1}$	...	$N'_{\delta r}$	...	$N'_{\delta \varepsilon}$	
$\sum N'_{kr}, k = 1, \dots, \delta$	$\sum N'_{k1}$	...	$\sum N'_{kr}$	...	$\sum N'_{k\varepsilon}$	
$\% N'_r$	$N'_1$	...	$N'_r$	...	$N'_{\varepsilon}$	

Siendo:

- $FI_k, k = 1, \dots, \delta$  las diferentes fuentes de información utilizadas.
- $N_r, r = 1, \dots, \varepsilon$  las necesidades detectadas por las distintas fuentes de información empleadas por el equipo de trabajo.
- $FI'_k, k = 1, \dots, \delta$  representa la importancia relativa (en tanto por uno) de cada fuente de información considerada, siendo el resultado de la matriz grupos de interés / fuentes de información anterior.
- $D_{kr}, k = 1, \dots, \delta; r = 1, \dots, \varepsilon$  es el valor de la escala utilizada para indicar la importancia que tiene cada necesidad  $N_r$  detectada por cada fuente de información  $FI_k$ . Como criterio general en cada fuente de información se utilizará una escala 0 - 5.
- $N'_{kr}, k = 1, \dots, \delta; r = 1, \dots, \varepsilon$  es el valor resultante de multiplicar el coeficiente  $D_{kr}$  por  $FI'_k$ . Representa la importancia que tiene la necesidad  $N_r$  según ha identificado la fuente de información  $FI_k$ , teniendo en cuenta la importancia relativa que la fuente de información  $FI_k$  tiene sobre el conjunto de fuentes de información considerado.
- $\sum N'_{kr}, k = 1, \dots, \delta$  es el valor agregado por columnas de los  $N'_{kr}$ . Representa la importancia total de cada necesidad detectada.
- $N'_r, r = 1, \dots, \varepsilon$  es el valor normalizado, en tanto por uno, representando la importancia relativa de cada necesidad

detectada en el proyecto de diseño del SRI. Es el resultado final de esta matriz.

La sistemática de trabajo de esta matriz es como sigue:

Se partirá de la importancia relativa de las fuentes de información calculada mediante la matriz anterior (grupos de interés / fuentes de información), que se anotará en la columna más a la derecha de la matriz ( $\% FI_k$ ). Al utilizar las diferentes fuentes de información designadas, éstas detectarán necesidades concretas de los grupos de interés, que deberán ponderar utilizando una escala cualitativa con valores entre 0 y 5 idéntica a la utilizada con anterioridad. Es decir, cada fuente de información deberá identificar las necesidades de los grupos de interés de manera que éstos ponderen la importancia, en una escala 0 - 5, que conceden a cada necesidad. Estos datos quedarán anotados en la casilla ( $D_{kr}$ ) de la matriz.

Afectando estos valores por la importancia de cada fuente de información se obtendrán los valores de las casillas ( $N'_{kr}$ ), que sumados por columnas (casilla ( $\sum N'_{kr}, k = 1, \dots, \delta$ )) y normalizados (casilla ( $N'_r$ )) darán la importancia relativa de cada una de las necesidades de todos los grupos de interés considerados.

## Fase de análisis

Conocidas las necesidades y su importancia relativa, tras el análisis realizado con las matrices anteriores, se tratará de identificar las funciones del SRI, de manera que den respuesta a las necesidades identificadas y ponderadas. Este trabajo se realiza en el análisis funcional (AF) de la metodología de AV, y para el caso que nos ocupa de diseño del SRI, abordaremos exclusivamente las fases de Identificación y ponderación de funciones.

Lo primero será identificar las funciones. Con objeto de disponer de una descripción completa del propósito final del SRI a diseñar, el equipo de trabajo, a partir del conocimiento de las necesidades de los grupos de interés, procederá a identificar las funciones del SRI. Para ello, el análisis funcional propone diferentes herramientas metodológicas, como la investigación intuitiva, el análisis de secuencias, el análisis de movimientos y esfuerzos, el análisis del entorno, el análisis de un “sistema tipo” o el análisis de la normativa y legislación vigente.

De todos ellos, para el ejercicio de diseño de un SRI, se considerará que las herramientas más adecuadas son:

### Investigación intuitiva

La experiencia demuestra que la investigación intuitiva, llevada a cabo por un grupo de trabajo experto y sobre la base de las necesidades explícitas de los grupos de interés, permite identificar una cifra cercana a la mitad de las funciones totales del sistema. Se tratará de que el equipo de trabajo, sobre la base de las necesidades explicitadas, identifique mediante alguna fórmula de trabajo en equipo (por ejemplo,

la tormenta de ideas) las funciones que considere que debe incorporar el SRI para atender las necesidades identificadas.

### Análisis del entorno

Este enfoque del problema completa al precedente, al descubrir funciones relacionadas con el entorno del SRI en sus condiciones de puesta en marcha y funcionamiento. Se trata de analizar las relaciones de la región con el exterior más cercano, de manera que se estudien las entradas y salidas de factores (recursos, conocimientos, personas, tecnologías, etc.) en la región y su influencia sobre la propia región y las regiones periféricas.

### Análisis de un sistema ejemplar:

Esta fórmula, en su desarrollo más avanzado, significaría la realización de un ejercicio de benchmarking con otra región o regiones que hayan diseñado su SRI con anterioridad y de manera eficiente, es decir, puedan identificarse buenas prácticas a emular, y puedan servir de modelo para la identificación de funciones. Se trataría de realizar una traslación de las funciones identificadas en otras regiones para incorporarlas al diseño del SRI objeto del proyecto de AV en marcha.

La siguiente etapa del análisis funcional corresponde a la ponderación de las funciones, consistente en determinar la contribución de las mismas para la satisfacción de las necesidades de los grupos de interés. Para ello, se utiliza la matriz necesidades-funciones (véase tabla 5) que, partiendo de la importancia relativa de las necesidades, determina la importancia relativa de cada una de las funciones para satisfacer dichas necesidades.

Tabla 5. Matriz necesidades / funciones

Matriz N / F	$F_1$	...	$F_s$	...	$F_\eta$	$\% N_r$
$N_1$	$E_{11}$	...	$E_{1s}$	...	$E_{1\eta}$	$N'_1$
	$F'_{11}$	...	$F'_{1s}$	...	$F'_{1\eta}$	
...	...	...	...	...	...	...
$N_r$	$E_{r1}$	...	$E_{rs}$	...	$E_{r\eta}$	$N'_r$
	$F'_{r1}$	...	$F'_{rs}$	...	$F'_{r\eta}$	
...	...	...	...	...	...	...
$N_\varepsilon$	$E_{\varepsilon 1}$	...	$E_{\varepsilon s}$	...	$E_{\varepsilon \eta}$	$N'_\eta$
	$F'_{\varepsilon 1}$	...	$F'_{\varepsilon s}$	...	$F'_{\varepsilon \eta}$	
$\sum F'_{rs}, r = 1, \dots, \delta$	$\sum F'_{k1}$	...	$\sum F'_{ks}$	...	$\sum F'_{k\eta}$	
$\% F'_s$	$F'_1$	...	$F'_s$	...	$F'_\eta$	

Siendo:

- $F_s, s = 1, \dots, \eta$  las diferentes funciones identificadas por el equipo de trabajo.
- $N_r, r = 1, \dots, \varepsilon$  las necesidades detectadas por las distintas fuentes de información empleadas por el equipo de trabajo.
- $N'_r, r = 1, \dots, \varepsilon$  representa la importancia relativa (en tanto por uno) de cada necesidad identificada por las fuentes de información utilizadas, siendo el resultado de la matriz fuentes de información / necesidades anterior.
- $E_{rs}, r = 1, \dots, \varepsilon; s = 1, \dots, \eta$  es el valor que, de acuerdo a la escala utilizada, tiene cada función  $F_s$  para satisfacer cada necesidad  $N_r$ . Como criterio general se utilizará una escala 0 - 5.
- $F'_{rs}, r = 1, \dots, \varepsilon; s = 1, \dots, \eta$  es el valor resultante de multiplicar el coeficiente  $E_{rs}$  por  $N'_r$ . Representa la importancia que tiene la función  $F_s$  para satisfacer la necesidad  $N_r$ , teniendo en cuenta la importancia relativa que la

necesidad  $N_r$  tiene sobre el conjunto de necesidades identificadas.

- $\sum F'_{rs}, r = 1, \dots, \varepsilon$  es el valor agregado por columnas de los  $F'_{rs}$ . Representa la importancia total de cada función identificada.
- $F'_s, s = 1, \dots, \eta$  es el valor normalizado, en tanto por uno, representando la importancia relativa de cada función identificada en el proyecto de diseño del SRI. Es el resultado final de esta matriz.

La sistemática de trabajo de esta matriz es como sigue:

Se partirá de la importancia relativa de las necesidades calculada mediante la matriz anterior (fuentes de información / necesidades), que se anotará en la columna más a la derecha de la matriz ( $\% N_r$ ). En las columnas irán representadas cada una de las funciones identificadas por el equipo de trabajo. Se tratará de decidir, por consenso

y utilizando una escala homogénea con las anteriores (por ejemplo, 0 - 5), la importancia que tiene cada función para satisfacer cada una de las necesidades detectadas por las fuentes de información utilizadas. Estos datos quedarán anotados en la casilla ( $E_{rs}$ ) de la matriz.

Afectando estos valores por la importancia de cada necesidad se obtendrán los valores de las casillas ( $F'_{rs}$ ), que sumados por columnas (casilla ( $\sum F'_{rs}$ ,  $r = 1, \dots, \epsilon$ )) y normalizados (casilla ( $F'_s$ )) darán la importancia relativa de cada una de las funciones identificadas, resultado de esta matriz.

Llegado a este punto, el comité director del proyecto deberá tener un listado de funciones que servirán como especificaciones de entrada para el posterior diseño del SRI, con un nivel de importancia relativo (en forma de porcentaje) para satisfacer las necesidades expresadas por los grupos de interés.

Sin embargo, es cierto que este estudio cualitativo debe ser completado con el análisis de los recursos disponibles en la región, en forma de presupuestos, pues habrá que determinar qué funciones deban implementarse de una forma u

otra y qué funciones deban priorizarse sobre las demás, dependiendo de su nivel de importancia para satisfacer las necesidades de los grupos de interés y los presupuestos disponibles en la región.

De igual manera, el trabajo realizado, comparado con los presupuestos de la administración regional, permitirá, una vez calculados los índices de valor, determinar las asignaciones presupuestarias ideales, en función de las necesidades, carencias y oportunidades de la región. Definir las partidas presupuestarias objetivo formará la base del diseño de la política del sistema de gobierno de la región.

Así, una vez calculada la importancia o contribución de cada una de las funciones para satisfacer las necesidades de los grupos de interés, se procede a realizar un análisis de costes de las mismas, que para el diseño de un SRI se deberá considerar en términos de presupuesto. El comité director del proyecto deberá distribuir el presupuesto de la administración regional en materia de I+D+i entre las diferentes funciones identificadas y ponderadas. Para ello podrá utilizar una tabla de distribución del presupuesto, tal y como se representa en la matriz funciones / presupuesto de la tabla 6.

Tabla 6. Matriz funciones / presupuesto

	$P_1$	...	$P_t$	...	$P_0$	$\sum P_t$	$\sum P_t / P$
$F_1$	(1)					(2)	(4)
...							
$F_s$							
...							
$F_n$							
$\Sigma$						(3)	

Siendo:

- $P_t$ ,  $t = 1, 2, \dots, \theta$  las diferentes partidas presupuestarias asignadas al presupuesto de I+D+i de la región.
- $F_s$ ,  $s = 1, 2, \dots, \eta$  las funciones identificadas en el proyecto para el diseño del SRI.
- $P$  es el presupuesto global para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) de la región.

Para llegar al resultado final en la columna (4) el equipo de trabajo del proyecto deberá ir distribuyendo el importe de cada una de las partidas presupuestarias del presupuesto de I+D+i de la región entre cada una de las funciones consideradas, sumando por filas para hallar el presupuesto total asignado a cada función y normalizando posteriormente, dividiendo cada resultado de la columna (2) por el valor del presupuesto total en I+D+i de la región (casilla (3)).

Nótese que al hablar de partidas presupuestarias se está haciendo referencia a la distribución del presupuesto de I+D+i de la región de acuerdo a las actuaciones existentes (políticas, programas, medidas, etc.) como puedan ser programas en materia de infraestructura, de cooperación, de desarrollo de las tecnologías de la información, la financiación de la innovación, la capacitación de los recursos humanos, la difusión y promoción exterior, etc. En el caso de que dichas políticas no existiesen, por tratarse de una región que parte de cero en el diseño de su SRI, habría que trabajar con objetivos de presupuesto, en función de las disponibilidades existentes en la región.

## CONCLUSIONES

Lo local y lo global conviven en nuestros días en los modelos de desarrollo económico. El concepto de globalización ha transformado la manera de entender la gobernanza desde lo local, obligando a los gestores de los recursos locales a dotarse de nuevas herramientas que les permiten situarse en el panorama socioeconómico mundial con mayor solvencia.

Ante esto, el análisis del valor y el análisis funcional aportan la base metodológica necesaria para que los gobiernos locales puedan diseñar sus políticas de innovación acordes con las exigencias del marco competitivo global.

Para ello, tras identificar las necesidades de los grupos de interés (principalmente ciudadanos, sector empresarial, entorno científico e infraestructura de apoyo), deberán designar cuáles son las funciones del sistema para mejor atender dichas necesidades. A partir de aquí, calculados la importancia relativa de cada función para satisfacer las necesidades de los grupos de interés y el porcentaje de presupuesto real que le corresponde a cada una, se calcularán los índices de valor aplicando la relación matemática [ 1 ].

Una vez se han calculado los índices de valor de las funciones se procede a analizar los resultados obtenidos, pudiéndose presentar tres casos:

- Índice de Valor  $> 1$ , la contribución de la función a la satisfacción de las necesidades de los grupos de interés es superior al porcentaje de coste (presupuesto) en el que se incurre para dar esa función.
- Índice de Valor  $\sim 1$ , la contribución de la función a la satisfacción de las

Figura 1. Representación de la importancia funcional y la importancia en costes

%IF	F1	F2	...	F <sub>n-2</sub>	F <sub>n-1</sub>	F <sub>n</sub>
%IC	F1	F2	...	F <sub>n-2</sub>	F <sub>n-1</sub>	F <sub>n</sub>
	0%					100%

necesidades de los grupos de interés es similar al porcentaje de coste (presupuesto) en el que se incurre para dar esa función.

- Índice de Valor < 1, la contribución de la función a la satisfacción de las necesidades de los grupos de interés es inferior al porcentaje de coste en el que se incurre para dar esa función.

Teniendo en cuenta que los índices de valor resultan de la división o cociente de datos porcentuales, el valor óptimo se dará para índices de valor próximos a la unidad, ya que en este caso se equilibra la contribución de la función a la satisfacción de las necesidades de los grupos de interés con el presupuesto asignado para dar esa función.

En base a los objetivos iniciales del proyecto y a la interpretación de los índices de valor obtenidos, se selecciona el criterio de partida para proceder a la fase de generación de ideas, en líneas generales:

Si el objetivo principal del proyecto es proponer una política presupuestaria más restrictiva, se centrará el estudio en aquellas funciones que presentan mayor desequilibrio y, de éstas, aquellas que representan mayor porcentaje en términos de presupuesto ( $IV \ll 1$ ).

Si el objetivo principal del proyecto es mejorar las prestaciones del SRI, el estudio deberá centrarse en aquellas funciones que presentan mayor desequilibrio y, de éstas, aquellas que representan mayor impor-

tancia funcional ( $IV \gg 1$ ), aunque nunca debe desdeñarse una eventual mejora del presupuesto.

Dado que en el análisis realizado el SRI se compone de distintas funciones, con este análisis se consigue concentrar los esfuerzos de mejora en aquellos casos que presentan un mayor desequilibrio.

La figura 1 muestra el comportamiento de los índices de valor, de manera que cualquier variación en el coste de alguna de las funciones incide directamente en el resto, puesto que el índice de valor se ha calculado como el cociente de dos términos relativos, la importancia funcional y la importancia en costes (asignaciones presupuestarias) en términos porcentuales.

De esta forma se consigue que el equipo de trabajo del proyecto pueda realizar un análisis preciso de las debilidades del SRI existente, contando además con una orientación clara para plantear, en una sesión de generación de ideas, otros modelos de SRI compatibles con las disponibilidades presupuestarias existentes en la región y con una mayor capacidad para atender las necesidades planteadas por los grupos de interés.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Arnaldos F., Díaz M., Faura U., Molera M. y Parra I. (2002). Estadística descriptiva para economía y administración de empresas. AC.

Barnett C. (1988). The audit of war. Cambridge University Press.

- Beugelsdijk S. y Noorderhaven N. (2004). Entrepreneurial attitude and economic growth: A cross-section of 54 regions. Tilburg University. The Annals of Regional Science. Springer - Verlag.
- Capello R. (2007). A forecasting territorial model of regional growth: the MASST model. The Annals of Regional Science. Springer - Verlag.
- Cochrane, Allan. (2011). Handbook of local & regional development. Section II: Defining the Principles and Values of Local and Regional Development, chapter 8 Alternative Approaches to Local and Regional Development Allan Cochrane. Edited by Andy Pike, Andrés Rodríguez-Pose and John Tomaney. Routledge Handbooks. 2011.
- Dreher, Axel. (2006). Does globalization affect growth? Evidence from a new index of globalization. Applied Economics. Volume 38, issue 10, Pages 1091-1110. 2006.
- Esqueda Walle, Ramiro, & Trejo Nieto, Alejandra. (2014). Desarrollo local, competitividad y apertura económica en Tamaulipas. Región y sociedad, 26(59), 113-150.
- Geenhuizen M. (2007). Modelling dynamics of knowledge networks and local connectedness: a case study of urban high-tech companies in The Netherlands. The Annals of Regional Science. Springer - Verlag.
- González J. M. (2006). National conference on product development and innovation. Lecture on value management as a tool for project development. Malta Enterprise. Malta.
- Hobsbawn E. (1968). Industry and Empire. London, Weidenfeld & Nicolson.
- Hospers G., Desrochers P. y Sautet F. (2008). The next silicon Valley?. On the relationship between geographical clustering and public policy. Open Access. Entrepreneurial Management Journal.
- Ibarra-Armenta, Cristina Isabel, & Trejo-Nieto, Alejandra Berenice. (2014). Regional competence: an analytical framework for its study. Economía, sociedad y territorio, 14(44), 49-78.
- Landes M. (1970). The unbound prometheus: technological and industrial development in Western Europe, from 1750 to the present. Cambridge University Press.
- List F. (1841). The National System of political economy. London, Longman.
- Lundvall B.A. (1985). Product innovation and user-producer interaction. Industrial development research series, vol. 31. Aalborg University Press.
- Lundvall B.A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. London, Pinter.
- Lundvall B.A. (ed.) (1995). National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. London, Pinter.
- MacPherson A. (2007). The geography of small firm innovation. ISEN International Studies in Entrepreneurship). Kluwer academic publishers, Boston, MA, 2005, 208, ISBN 1-4020-7612-6.
- Miles L. J. (1961, 1972, 1989). Techniques of Value Analysis and Engineering. Wendt library Web Committee. Wendt Library, 215 N. Randall Ave., Madison WI 53706.
- Moreno R., Paci R. y Usai S. (2005). Geographical and sectoral clusters of innovation in Europe. The Annals of Regional Science. Springer - Verlag.
- Neil M. Coe and Henry Wai-chung Yeung (2015). Global Production Networks: Theorizing Economic Development in an Interconnected World. Published to Oxford Scholarship Online. May 2015. Print ISBN-13: 9780198703907.
- Nyström K. (2007). An industry disaggregated analysis of the determinants of regional entry and exit. The Annals of Regional Science. Springer - Verlag.
- Saaty T. (1995). Decision making for leaders. The analytic Hierarchy process for decision in a complex world. RWS Publications, 3' edition, Pittsburgh U.S.A.

- Torbianelli V. y Chieruzzi F. (2005). From transition to innovation: policy issues in a knowledge-based economy. Department of architecture and urban design. University of Trieste. Trieste, Italy. Transition Studies Review. Springer - Verlag.
- UNE-EN 1325-1:1996. Gestión del valor, análisis del valor, análisis funcional. Terminología.
- UNE-EN 12973:2006. Gestión del valor, análisis del valor, análisis funcional. Metodología.
- Varela, Edgar. (2015). Nuevos roles de los gobiernos locales en la implementación de políticas públicas: Gobernabilidad territorial y competitividad global. EURE (Santiago), 41(123), 213-237.
- Yeung, H. W.-c. (2015). Regional development in the global economy: A dynamic perspective of strategic coupling in global production networks. Regional Sci Policy & Practice, 7: 1-23. A Regional Science: Policy & Practice lecture presented at the Annual North American Meeting of the Regional Science Association International, Washington, DC, 12-15 November 2014.
- 
- González-Ramírez, J., & Onieva-Giménez, L. (2016). El análisis del valor y análisis funcional como herramientas de diseño de los sistemas regionales de innovación. Panorama Económico, 24, 105-126.

## AUTORES

Juan Manuel González-Ramírez

Ingeniero Industrial por la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla. Título de Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla. Diplomado en alta dirección por el Instituto Internacional de Estudios San Telmo. Título de Ingeniero Profesional Registrado Sénior / Experto (Nº de Expediente: 13115IPE - 034) por AIPE (Asociación Ingenieros profesionales de España). Título de Professional on Value Management (PVM) por el CGV (Centro nacional para la Gestión del Valor). Título de Trainer on Value Management (TVM) por el CGV (Centro nacional para la Gestión del Valor). Presidente del Comité Español AEN/CTN 166 y del Comité Europeo CEN/TC 389 sobre Gestión de la Innovación. Profesor en la Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Sevilla), Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas II, en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial y en el Master de Ingeniería Industrial. He dirigido más de 30 Trabajos Fin de Carrera en las áreas de Innovación, gestión empresarial y emprendimiento. Además, he participado en diferentes seminarios y congresos tanto a nivel nacional como internacional.

Luis Onieva-Giménez

Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla. En la actualidad es Catedrático de Organización Industrial y Director del Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas de la Universidad de Sevilla. Su investigación se desarrolla en el entorno de la Ingeniería de Organización, la aplicación de las TICs; y los Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones Industriales y Empresariales, basados en el ámbito del modelado y del diseño y desarrollo de algoritmos de optimización en entornos industriales, basados en inteligencia artificial y soft-computing. Sus campos de aplicación han sido principalmente tres: (1) logística y transporte, (2) optimización de sistemas productivos y de empresas de servicios, y (3) la eficiencia energética. Autor de alrededor de 200 publicaciones en revistas internacionales, libros, capítulos de libro y actas de congresos. Ha sido miembro de numerosos paneles de expertos y de evaluación de proyectos, e Investigador principal de numerosos proyectos del PN de I+D, de proyectos de excelencia de la Junta de Andalucía, de proyectos financiados por la UE y de contratos 68/83, habiendo sido bastantes de ellos coordinados con otras universidades y equipos de investigación. Coordina y lidera el grupo de investigación (TEP127).