

## **Metodología para el Modelado Analítico Decisional de un Centro de Decisión genérico en un contexto jerárquico de Planificación Colaborativa de una Red de Suministro / Distribución (RdS/D)**

**David Pérez<sup>1</sup>, Francisco-Cruz Lario<sup>1</sup>, Maria del Mar Alemany<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP), Universidad Politécnica de Valencia, Calle Camino de Vera s/n. Edificio 8G. Valencia 46071, dapepe@omp.upv.es, fclario@omp.upv.es, mareva@omp.upv.es

### **Resumen**

*El presente trabajo corresponde a la última parte de una Metodología desarrollada que tiene como objetivo la construcción de Modelos Analíticos que ayuden a la Toma de Decisiones en el proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D, todo ello en un contexto jerárquico, por tratarse de procesos de Planificación Táctico-Operativos. Dicha Metodología se subdivide en 2 niveles: Metodología (I) para la determinación del Entorno Decisional de un Centro de Decisión genérico (Nivel Macro) y Metodología (II) para el Modelado Analítico Decisional de un Centro de Decisión genérico (Nivel Micro). En este trabajo se desarrolla la segunda parte: Metodología (II) o Nivel Micro.*

**Palabras clave:** Metodología, Planificación Colaborativa, Centros de Decisión, Modelado Analítico

### **1. Introducción**

La Metodología que se presenta en esta comunicación tiene como objetivo identificar los pasos para modelar analíticamente cualquier Centro de Decisión que forme parte del Proceso de Planificación Colaborativa de una Red de Suministro/Distribución.

Dicha Metodología (desarrollada a Nivel Micro) corresponde a la segunda parte de una Metodología aún más extensa, en la que inicialmente se realizó, a partir de un Marco Conceptual previo (Pérez *et al*, 2007; Alarcón *et al*, 2007; Bozá *et al*, 2007), un análisis a Nivel Macro mediante el mapeado de los diferentes Centros de Decisión (CD's) que intervienen en el proceso de Planificación Colaborativa, todo ello en un "Ámbito de Aplicación" concreto (Lario *et al*, 2007).

Para ello se tuvieron en cuenta las diferentes interacciones jerárquicas, tanto de carácter temporal como espacial (Schneeweiss y Zimmer, 2004), que podían originarse entre los Centros de Decisión, de manera que quedara claramente identificado cuál era el Entorno Decisional de un Centro de Decisión genérico.

### **2. Conceptos previos**

Sea CD<sup>M</sup> un Centro de Decisión genérico identificado en la Sub-Visión Macro-Decisional.

Dicho CD<sup>M</sup> es propietario o responsable de una Actividad Decisional que a efectos prácticos se materializará en un Plan Operacional Táctico u Operativo que tendrá un Horizonte concreto y que se activará/ejecutará/revisará periódicamente según dicte el Período de Replanificación del Nivel Decisional en cuestión .

La Metodología plantea las siguientes preguntas que deberán resolverse a Nivel Micro por cada CD identificado a Nivel Macro (algunas respuestas se conocen ya a partir de este último): (Figura 1)

- ¿Quién realiza la Actividad Decisional? o ¿quién planifica?

A partir del Nivel Macro se sabe quién realiza la Actividad Decisional, puesto que cada CD es propietario de una de ellas. Dicho CD correspondería a un Decisor en particular, pudiendo ser éste de diferente índole (humano o informático).

- ¿Qué se realiza en la Actividad Decisional? o ¿qué se planifica?

A partir del Nivel Macro se sabe que lo que se realiza en cada Actividad Decisional son Planes Operacionales (Tácticos u Operativos).

A Nivel Micro se deberá resolver qué se realiza, pero más detalladamente, en dicho Plan Operacional, dando respuesta a su vez a las siguientes preguntas, cuyas respuestas corresponden a los valores que se desean obtener para las Variables de Decisión:

¿Qué Funciones de Planificación “abarca”?

¿Qué se hace en el Plan Operacional?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?

- ¿Cuándo se realiza la Actividad Decisional? o ¿cuándo se Planifica?

A partir del Nivel Macro se sabe el orden de ejecución de cada una de las Actividades Decisionales, puesto que cada CD se ubica en uno de los dos Niveles Decisionales, Táctico u Operativo y por tanto se conocen sus Períodos de Replanificación, los cuales se activarán periódicamente.

Además, se conoce el Entorno Decisional de cada CD y por tanto qué CD son jerárquicamente superiores o inferiores al mismo (temporal y espacialmente) por si el resultado de la Actividad Decisional tuviera que verse modificado como consecuencia de posibles Reacciones (en contextos no jerárquicos).

- ¿Cómo se realiza la Actividad Decisional? o ¿cómo se planifica?

La respuesta a esta pregunta sería la más importante y se debería resolver a Nivel Micro. Para dar respuesta hace falta conocer dos aspectos:

El Modelo Decisional que el CD utiliza para dar respuesta a qué se realiza en la Actividad Decisional, o lo qué es lo mismo, cómo se obtiene el conjunto de decisiones que conforman el Plan Operacional.

La Información de Entrada utilizada por el CD, cuya cantidad y precisión dependerá mucho del Entorno Decisional de dicho CD (visión Macro).



Figura 1. Preguntas planteadas para cada una de las Actividades Decisionales (CD's) identificadas.

La Metodología a Nivel Micro empieza evaluando la respuesta a las siguientes preguntas para cada Centro de Decisión:

- ¿Qué Funciones de Planificación “abarca”?
- ¿Qué se hace en el Plan Operacional?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?

Para dar respuesta hace falta la utilización de dos conceptos: Alcance y Categorías/Tipos de Elementos.

Posteriormente se responderá a:

- ¿Cómo se realiza la Actividad Decisional? ó ¿Cómo se Planifica?

Para dar respuesta hace falta conocer dos aspectos:

El Modelo Decisional que el CD utiliza para dar respuesta a qué se realiza en la Actividad Decisional, o lo que es lo mismo, cómo se obtiene el conjunto de decisiones que conforman el Plan Operacional. Dicho Modelo Decisional podrá tratarse de unas reglas basadas en sentido común, un Método Heurístico, un Modelo Analítico (basado en Programación Matemática o no), etc.

La Información (de Entrada) utilizada por el CD, cuya cantidad y precisión, como se comentó anteriormente, dependerá mucho del Entorno Decisional de dicho CD (Nivel Macro).

Sea  $Z^M$  el Modelo Decisional de un CD genérico  $CD^M$ . Tal y como se indicó/definió en la Sub-Visión Macro-Decisional dicho Modelo se caracteriza principalmente por dos

componentes: un Criterio ( $C^M$ ) y un Campo de Decisión ( $A^M$ ). Se podría representar de la siguiente forma  $Z^M = Z^M(C^M, A^M)$ . Tanto el Criterio como el Campo de Decisión se componen de Variables de Decisión ( $X^M$ ).

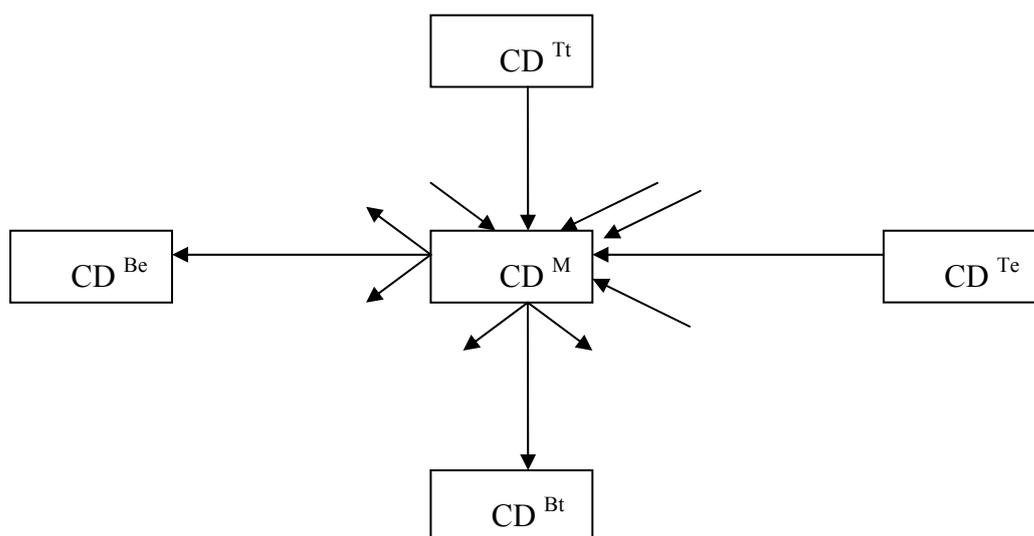
Resolver el Modelo Decisional significará encontrar unos valores concretos para cada una de las Variables de Decisión (Plan Operacional), de manera que se encuentre un resultado aceptable que satisfaga cada una de las restricciones del Campo de Decisión.

Tal y como se verá posteriormente, en general  $CD^M$  no resolverá de manera miópica su Modelo Decisional  $Z^M$ , sino que éste tendrá en cuenta su Entorno Decisional, el cuál modificará en mayor o menor medida dicho Modelo Decisional  $Z^M$ .

Dicho Entorno Decisional estaría inicialmente formado por (Figura 2):

- CD's jerárquicamente superiores ( $CD^T$ )
  - A Nivel Temporal:  $CD^{Tt}$
  - A Nivel Espacial:  $CD^{Te}$
- CD's jerárquicamente inferiores ( $CD^B$ )
  - A Nivel Temporal:  $CD^{Bt}$
  - A Nivel Espacial:  $CD^{Be}$

Por tanto, en el instante  $t_1$  en el que  $CD^M$  resuelve su Modelo Decisional  $Z^M$  es necesario tener en cuenta su Entorno Decisional, es decir, todas las influencias (Instrucciones) de CD jerárquicamente superiores y todas las posibles Anticipaciones (o Reacciones) de los Modelos Decisionales de CD jerárquicamente inferiores, ya que todo ello influirá en:



**Figura 2.** Interacciones de un  $CD^M$  genérico con otros CD a Nivel Temporal y Espacial.

- El Modelo Decisional (su Estructura)
- La Información de Entrada (Cantidad y Precisión) que da soporte al Modelo Decisional.

### 3. Modelado Analítico de Referencia de un Centro de Decisión genérico

Un  $CD^M$  genérico constaría en el caso más general de un Modelo Decisional  $Z^M$  con la siguiente Estructura (Figura 3):

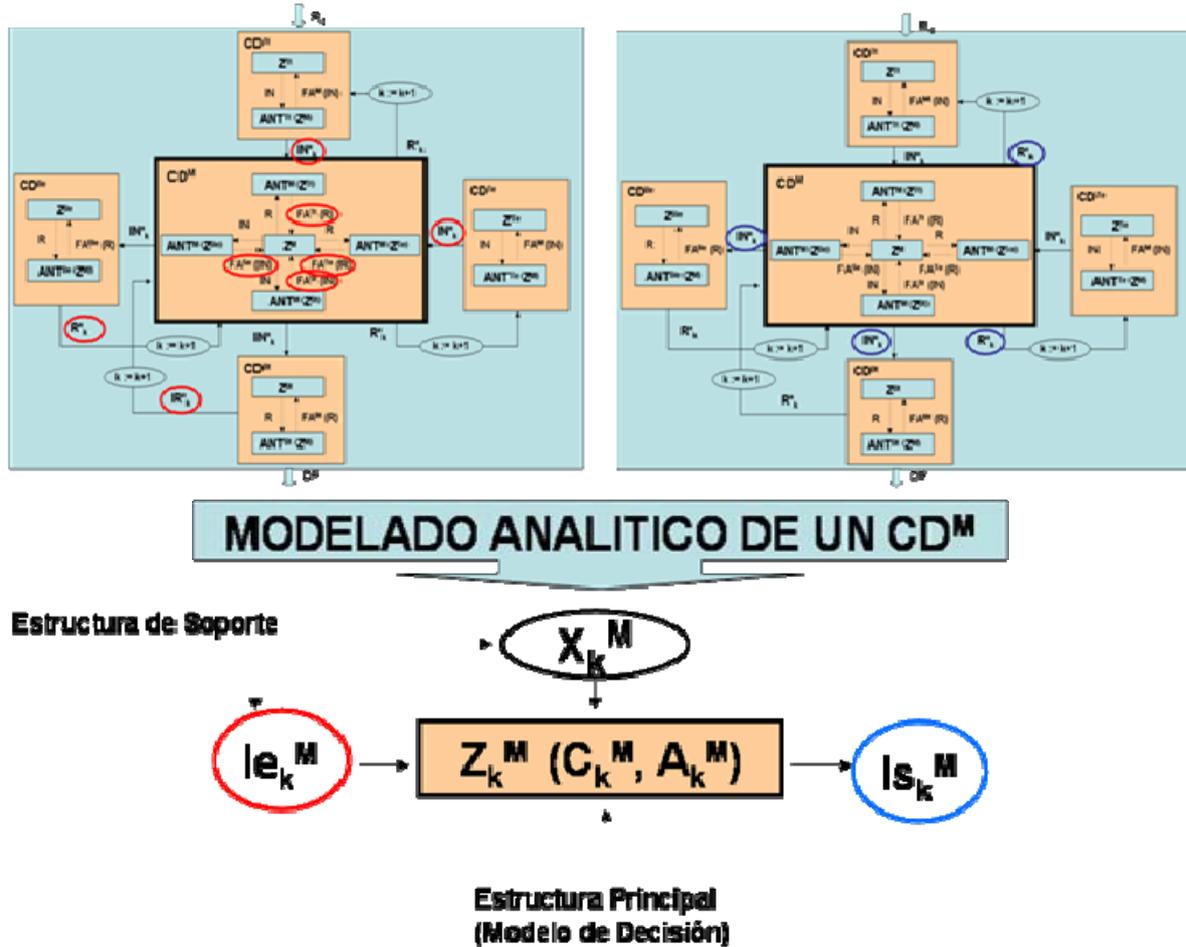


Figura 3. Modelado Analítico de un  $CD^M$  : Estructura Principal y de Soporte.

#### 3.1 Identificación de la Estructura Principal: Modelo de Decisión

Un  $CD^M$  genérico constaría en el caso más general de un Modelo Decisional  $Z^M$  con la siguiente Estructura:

- Criterio ( $C^M$ ),  
Local ( $C_1^M$  ó  $C^{MM}$ )  
Interdependencia ( $C_i^M$ )

CD jerárquicamente superiores ( $C^{MT}$ )

Temporalmente ( $C^{MTt}$ )

Espacialmente ( $C^{MTe}$ )

CD jerárquicamente inferiores.

Temporalmente ( $C^{MBt}$ )

Espacialmente ( $C^{MBe}$ )

- Campo de Decisión ( $A^M$ )

Local ( $A_l^M$  ó  $A^{MM}$ )

Interdependencia ( $A_i^M$ )

CD jerárquicamente superiores ( $A^{MT}$ )

Temporalmente ( $A^{MTt}$ )

Espacialmente ( $A^{MTe}$ )

CD jerárquicamente inferiores ( $A^{MB}$ )

Temporalmente ( $A^{MBt}$ )

Espacialmente ( $A^{MBe}$ )

Por tanto, la Estructura Principal de un  $CD^M$  genérico vendría dada por la definición de  $Z^M$  :

$$Z^M(C^M, A^M) =$$

$$Z^M(C_l^M, C_i^M, A_l^M, A_i^M) =$$

$$Z^M(C^{MM}, C^{MT}, C^{MB}, A^{MM}, A^{MT}, A^{MB}) =$$

$$Z^M(C^{MM}, C^{MTt}, C^{MTe}, C^{MBt}, C^{MBe}, A^{MM}, A^{MTt}, A^{MTe}, A^{MBt}, A^{MBe})$$

### 3.2 Identificación de la Estructura de Soporte

Se distinguen dos componentes: Variables de Decisión e Información de Entrada

- Variables de Decisión ( $X^M$ )

$X_l^M$  : Variables Locales del  $CD^M$ .

$X_i^M$  : Variables por Interdependencias (Globales) del  $CD^M$ .

$X^{MTt}$  : Variables por Interdependencias (Globales) con  $CD^{MTt}$ .

$X^{MTe}$  : Variables por Interdependencias (Globales) con  $CD^{MTe}$ .

$X^{MBt}$  : Variables por Interdependencias (Globales) con  $CD^{MBt}$ .

$X^{MBe}$  : Variables por Interdependencias (Globales) con  $CD^{MBe}$ .

- Información de Entrada ( $Ie^M$ )

$Iel^M$  : Información de Entrada Local del  $CD^M$ .

$Iei^M$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$ .

$Ie^{MT}$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$  con  $CD$  jerárquicamente superiores.

$Ie^{MTt}$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$  con  $CD$  jerárquicamente superiores temporalmente.

IN: Debida a Instrucciones

VGF: Son las Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.

VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).

ANT: Debida a algún Grado de Anticipación.

$Ie^{MTe}$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$  con  $CD$  jerárquicamente superiores espacialmente.

IN: Debida a Instrucciones

VGF: Son las Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.

VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).

ANT: Debida a algún Grado de Anticipación.

$Ie^{MB}$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$  con  $CD$  jerárquicamente inferiores.

$Ie^{MBt}$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$  con  $CD$  jerárquicamente inferiores temporalmente.

RE: Debida a Reacciones

VGF: Son las Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.

VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).

ANT: Debida a algún Grado de Anticipación .

$Ie^{MBe}$  : Información de Entrada por Interdependencias del  $CD^M$  con  $CD$  jerárquicamente inferiores espacialmente.

RE: Debida a Reacciones

VGf: Son la Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.

VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).

ANT: Debida a algún Grado de Anticipación .

Por tanto, la Estructura de Soporte de un  $CD^M$  genérico vendría dada por la definición de las Variables de Decisión  $X^M$  y de la Información de Entrada  $Ie^M$  (Figura 4):

$$X^M (X_I^M, X_i^M) = (X_I^M, X^{MT}, X^{MB}) = (X_I^M, X^{MTt}, X^{MTe}, X^{MBt}, X^{MBe})$$

$$Ie^M (Ie_I^M, Ie_i^M) = (Ie_I^M, Ie^{MT}, Ie^{MB}) = (Ie_I^M, Ie^{MTt}, Ie^{MTe}, Ie^{MBt}, Ie^{MBe})$$

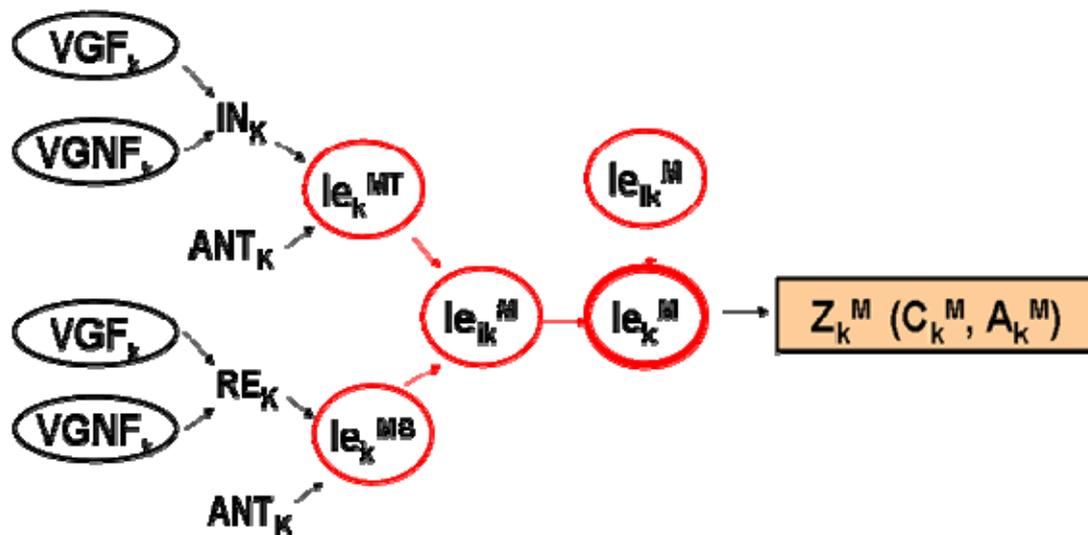


Figura 4. Detalle de la Información de Entrada  $Ie_k^M$  de un Modelo Decisional genérico  $Z_k^M$ .

### 3.3 Análisis de la Información de Salida (Decisiones)

Resolver el Modelo Decisional, compuesto por una Estructura Principal y otra de Soporte, significará encontrar unos valores concretos para cada una de las Variables de Decisión de manera que se encuentre un resultado aceptable o un conjunto de decisiones (Información de Salida), que satisfagan tanto localmente al propio  $CD$  como (en su caso) a los  $CD$  que componen su Entorno Decisional. Dicha Información de Salida  $Is^M$  del  $CD^M$  estaría compuesta, de modo similar a como sucedía con la  $Ie^M$ , por varios componentes (Figura 5):

- $Is_l^M$  : Información de Salida Local del  $CD^M$ .
  - $Is_i^M$  : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$ .
- $Is^{MT}$ : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$  con CD jerárquicamente superiores.
- $Is^{MTt}$ : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$  con CD jerárquicamente superiores temporalmente.
- RE: Debida a Reacciones
- VGF: Son la Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.
- VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).
- $Is^{MTe}$ : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$  con CD jerárquicamente superiores espacialmente.
- RE: Debida a Reacciones
- VGF: Son la Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.
- VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).
- $Is^{MB}$ : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$  con CD jerárquicamente inferiores.
- $Is^{MBt}$ : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$  con CD jerárquicamente inferiores temporalmente.
- IN: Debida a Instrucciones
- VGF: Son la Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.
- VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).
- $Is^{MBe}$ : Información de Salida por Interdependencias del  $CD^M$  con CD jerárquicamente inferiores espacialmente.
- IN: Debida a Instrucciones
- VGF: Son la Variables Globales Finales (aunque se tratarían más bien de Decisiones ya dadas). También llamadas Decisiones Finales ó DF.
- VGNF: Son las Variables Globales No Finales (también se tratarían de Decisiones ya dadas pero con opción de ser cambiadas).

Así pues se tendría:

$$I_s^M (I_{s_1}^M, I_{s_i}^M) = (I_{s_1}^M, I_{s_i}^{MT}, I_{s_i}^{MB}) = (I_{s_1}^M, I_{s_i}^{MTt}, I_{s_i}^{MTe}, I_{s_i}^{MBt}, I_{s_i}^{MBe})$$

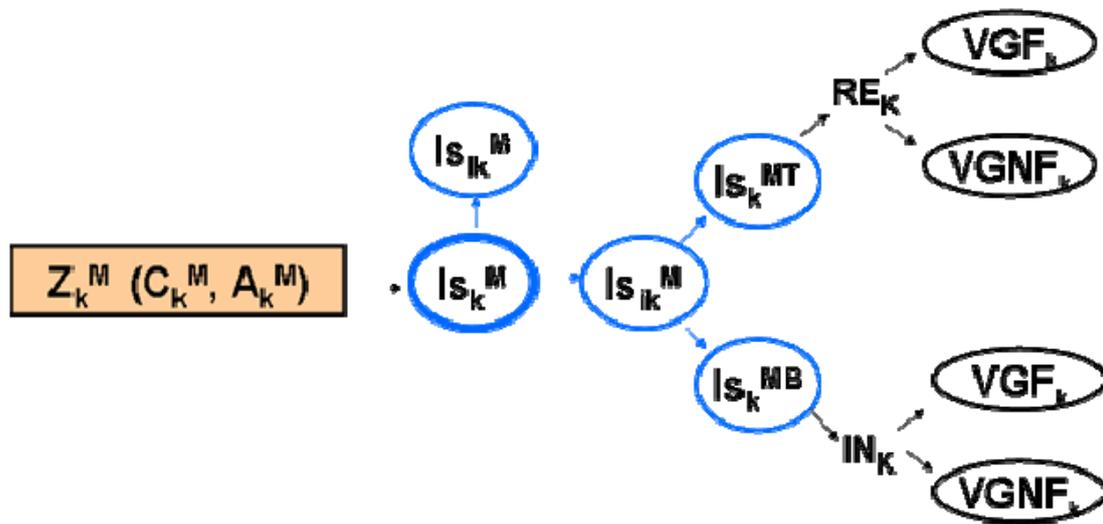


Figura 5. Detalle de la Información de Entrada  $I_{s_k}^M$  de un Modelo Decisional genérico  $Z_k^M$ ..

## Agradecimientos

Algunos contenidos del presente trabajo se derivan de la participación de sus autores en el Proyecto: DPI2004-06916-C02-01, “Metodología Jerárquica en contexto de incertidumbre en la Planificación Colaborativa de la Cadena/Red de Suministro-Distribución. Aplicación al sector cerámico.”, subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

## Referencias

Alarcón, F.; Lario, F.C.; Boza, A.; Pérez, D. (2007). “Propuesta de Marco Conceptual para el modelado del proceso de Planificación Colaborativa de Operaciones en contextos de Redes de Suministro/Distribución”. *XI Cong. Ingeniería Organización*, Vol. 1:873-882. Madrid.

Bozá, A.; Alarcón, F.; Vicens, E.; Alemany, M. (2007). “Propuesta de Marco Conceptual para el Modelado del Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D. Visión Informacional”. *XI Cong. Ingeniería Organización*, Vol. 1:883-892. Madrid.

Lario, F.C.; Pérez, D.; Alemany, M.; Alarcón, F. (2007). “Metodología para la determinación del Entorno Decisional de un CD genérico en un contexto jerárquico de Planificación Colaborativa de una RdS/D”. *XI Cong. Ingeniería Organización*, Vol. 1:797-808. Madrid.

Pérez, D.; Alemany, M.; Vicens, E.; Lario, F.C. (2007). “Propuesta de Marco Conceptual para el Modelado de la Visión Decisional del proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D”. *XI Cong. Ingeniería Organización*, Vol. 1:893-902. Madrid.

Schneeweiss, Ch.; Zimmer, K. (2004). “Hierarchical coordination mechanism within the Supply Chain”. *European Journal of Operational Research*, 153:687-703.