

EL GRAFOCOSTE MULTINIVEL: UNA TÉCNICA PARA LA CARTOGRAFÍA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS (*The Multilevel Grafocoste: a Technique for Mapping Productive Processes*)

Francisco López Cruces
Profesor Titular de la Universidad de Almería
Manuel López Godoy
Profesor Titular de la Universidad de Almería

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar la metodología diseñada por los autores para la creación de modelos contables de costes para los procesos productivos, empleando el lenguaje del grafocoste, creación del profesor Moisés García en el marco del Análisis Circulatorio. Con este fin, empezamos exponiendo los fundamentos del grafocoste, esenciales para la comprensión de los mapas de circulación de valor presentados. A continuación describimos la metodología propuesta, que incluye: un plan de trabajo, las convenciones de notación adoptadas, y un enfoque multinivel para la cartografía de los procesos. Por último, presentamos los resultados de aplicar esta metodología en tres líneas de proceso de una cooperativa hortofrutícola.

Palabras clave: mapas circulatorios, grafocoste multinivel, procesos productivos, cooperativas.

ABSTRACT

The aim of this study is to present the methodology designed by the authors for the creation of cost accounting models for productive processes, using the 'grafocoste' language developed by Professor Moisés García in the area of circulatory analysis. With this intention, we start by showing the fundamentals of the 'grafocoste', essential for understanding the presented value-circulation maps. Subsequently, we describe the proposed methodology, which includes: a plan of work; the notation conventions adopted; and a multilevel focus for the presentation of the processes in a cartographic form. Finally, we present the results of the application of this methodology in three production lines of one fruit and vegetable cooperative.

Keywords: : circulatory maps, multilevel 'Grafocoste', productive processes, cooperatives.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es presentar la metodología propuesta por los autores para el diseño de modelos contables de costes empleando el lenguaje del *grafocoste*. Esta metodología fue desarrollada en el marco de un contrato de investigación¹ realizado durante los años 1999 y 2000, en el que debíamos llevar a cabo un análisis exhaustivo de la estructura de los procesos productivos de algunas cooperativas de comercialización de productos hortofrutícolas, con el fin de contrastar la idoneidad de sus sistemas de costes y hacer, en su caso, las oportunas sugerencias de adaptación o sustitución de los mismos, teniendo en cuenta las necesidades actuales y futuras de información para su gestión, así como sus posibilidades reales de captación y proceso de datos.

Para la elaboración de los *mapas de la circulación de valor* de estas empresas, decidimos emplear el lenguaje del *grafocoste* desarrollado por el profesor Moisés García (1980, 1984, 1993, 1995 y 1996), convencidos de que nos permitiría identificar, de una forma gráfica y fácilmente comprensible, las variables técnicas y económicas más relevantes de sus procesos productivos, además de describir con detalle su proceso de generación del valor añadido.

Aunque consultamos algunos trabajos que ilustran la creación de modelos contables de costes con el lenguaje del *grafocoste* (por ejemplo, Serrano 1991a y 1991b; Peinó y Rodríguez, 1996), no encontramos ninguno que ofreciera una propuesta metodológica orientada a optimizar el proceso de diseño de los grafocostes en un marco real de trabajo. Por esta razón, planteamos inicialmente una metodología de trabajo propia, e iniciamos el desarrollo de una herramienta informática que debía facilitarnos el trabajo en algunas de las fases de nuestro proyecto. Tanto la metodología como la herramienta informática se han revisado en varias ocasiones, para hacer frente a los problemas y dificultades encontrados en su aplicación práctica (López Cruces y López Godoy, 1999a y 1999b).

Entre los resultados de este proceso de revisión destacamos de forma especial la conveniencia de adoptar un *enfoque multinivel* para la presentación del *grafocoste*, que se concreta en la preparación de mapas circulatorios con tres niveles diferentes de agregación y/o detalle, que permiten al usuario del modelo una aproximación gradual a la parte del proceso productivo objeto de su interés, evitando la desorientación que suele producirse cuando se interactúa con modelos de gran extensión.

Al objeto de presentar adecuadamente nuestra propuesta metodológica, vamos a empezar este trabajo exponiendo los fundamentos del *grafocoste*, esenciales para la

¹ Realizado dentro del Convenio de colaboración entre la Universidad de Almería, la Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía, la Caja Rural de Almería, y el Comité de Entidades Permanentes para la Economía Social en Andalucía, en materia de formación, investigación y promoción de la Economía Social.

comprensión de la misma, y para la correcta interpretación de los mapas de circulación de valor que presentamos en la última parte del trabajo. A continuación expondremos la metodología de trabajo que hemos desarrollado, así como nuestra propuesta de convenciones de notación, que se orienta a facilitar los sucesivos refinamientos del diseño del *grafocoste*, minimizando las altas probabilidades de error que, de otro modo, derivarían de la necesidad de reenumerar y renombrar múltiples variables del modelo, y a permitir la automatización de una parte importante del proceso de cálculo de costes, a partir del diseño gráfico del mapa circulatorio.

A continuación, y con el fin de mostrar los resultados que se obtienen al aplicar la metodología propuesta, recogemos una versión simplificada de los *grafocostes* elaborados para una cooperativa comercializadora de productos hortofrutícolas. Empezaremos con una breve descripción de tres líneas de proceso de la empresa, para presentar a continuación la estructura circulatoria general de la cooperativa y, de una forma más detallada, la de las tres líneas de proceso seleccionadas, mediante la descripción de sus principales transformaciones productivas con el lenguaje del *grafocoste*, empleando los tres niveles de aproximación ya mencionados. Y terminaremos con la exposición de las conclusiones de nuestro trabajo.

2. FUNDAMENTOS DEL GRAFOCOSTE

2.1. Antecedentes

El *grafocoste* es una creación del profesor Moisés García, cuya génesis representamos esquemáticamente en la Figura 1.

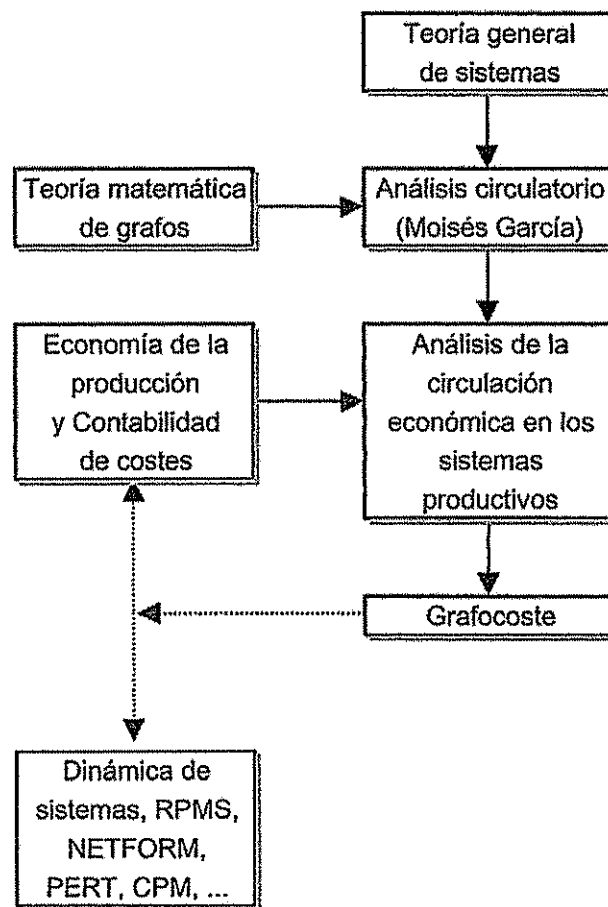
Podemos situar el punto de partida del *grafocoste* en el *Análisis Circulatorio*, que se define como “la matematización de los fenómenos de circulación y transición, y de las propiedades formales de los sistemas en que se dan tales fenómenos” (García, 1996, p.45-2), e integra, por tanto:

- La teoría de las estructuras circulatorias.
- La teoría de los sistemas circulatorios.

En función de los fenómenos objeto de estudio, el *Análisis Circulatorio* se enmarca en la “Teoría general de sistemas”, donde se encuentra con otras disciplinas que estudian los sistemas circulatorios, entre las que cabe destacar la *Dinámica de Sistemas*

² Debe tenerse en cuenta que la presentación de los grafocostes sobre el papel implica, además de las restricciones impuestas por el tamaño de éste, la pérdida de la interactividad que puede lograrse cuando se trabaja con un soporte informático.

Figura 1
Génesis del grafocoste



(Forrester, 1972), dedicada al análisis de los sistemas circulatorios sometidos a control. Por otra parte, al adoptar el lenguaje de grafos para la representación de las estructuras circulatorias, el Análisis Circulatorio conecta con la “Teoría matemática de grafos”.

Cuando la herramienta formal del Análisis Circulatorio se aplica al estudio de la *circulación económica*, y más concretamente, al de la circulación que tiene lugar en los sistemas productivos, se convierte en una potente herramienta matemática de análisis económico —enfroncada con la “Economía de la Producción”— de la que surge todo un arsenal de conceptos analíticos, tales como los de transformación productiva, sistema productivo, operación de producción, relación de prestación, ecuación de balance de valor de la operación de producción, etc., que serán descritos posteriormente.

En este contexto, el lenguaje del *grafocoste* aparece como una tecnología para la formulación matemática de los modelos contables de costes. El grafocoste está muy próximo a los lenguajes utilizados por diversas metodologías de modelización y simulación de procesos productivos —Dinámica de Sistemas, *Network Formulation* (NET-

FORM), *Resource Planning Management System* (RPMS), *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), *Critical Path Method* (CPM), etcétera. Por esta razón, las formulaciones en el lenguaje del grafocoste pueden traducirse con relativa facilidad a los lenguajes empleados por tales disciplinas, lo que abre una interesante vía de comunicación entre las mismas y la Contabilidad de Costes.

2.2. Conceptos básicos de Economía de la Producción

Como señalamos anteriormente, el *grafocoste* es la formulación matemática de un modelo contable de costes³ a través de un grafo y con arreglo a una simbología precisa para representar los distintos grupos de variables del modelo. El grafocoste permite mostrar la estructura de la circulación económica en los sistemas productivos, representando mediante los arcos del grafo las corrientes de valor económico, y mediante los vértices los fondos de valor económico⁴. Como la circulación económica es paralela a la circulación material de los productos, en el grafocoste las corrientes aparecen cuantificadas en unidades técnicas y en unidades de valor.

Pero el grafocoste no es solamente el empleo del lenguaje matemático de grafos para presentar la estructura de la circulación económica en los sistemas productivos. Supone también un arsenal de conceptos analíticos básicos sobre sistemas productivos y actividad productiva, que presentamos a continuación de forma sintética⁵.

Una *transformación productiva* es toda actividad humana que opera una transición genérica de factores a productos, entendiendo como factores y productos todo tipo de bienes y servicios útiles. Puede interpretarse, por tanto, como una función que establece una correspondencia entre conjuntos de factores y de productos. Su representación sería la que se muestra en el ejemplo de la Figura 2.

En toda transformación productiva se producen corrientes de consumos y de producción, que pueden contemplarse desde una perspectiva tanto técnica como económica. Podemos considerar la transformación productiva, desde el punto de vista técnico, como una transformación de magnitudes técnicas en el tiempo. Las corrientes de con-

³ Un modelo contable de costes es un modelo para la estructura de la circulación de valor que impulsa un proceso productivo.

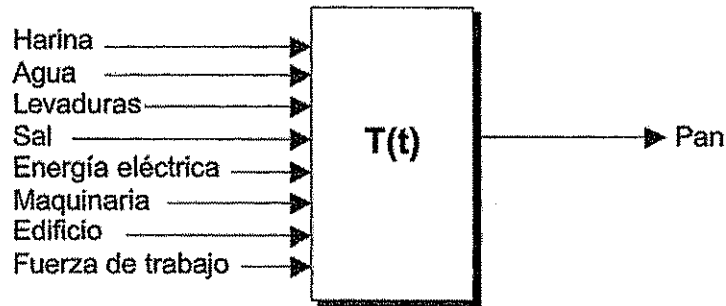
⁴ Una *corriente* puede definirse como toda magnitud o fenómeno bipolar orientado entre dos polos opuestos, y un *fondo* como toda magnitud o fenómeno monopolar orientado a uno de los dos polos opuestos. Por tanto, el concepto primario es el de corriente, siendo el fondo la proyección de la corriente, es decir, la corriente vista desde uno de sus dos polos.

⁵ Las definiciones contenidas en este apartado se han extraído de los trabajos del profesor Moisés García que se citan en la bibliografía, que pueden consultarse para una información más completa sobre los diversos conceptos básicos de la Economía de la Producción propugnada por este autor.

Figura 2

La transformación productiva

Transformación productiva «Producción de pan»



Fuente: adaptado de García, 1993, p. 405.

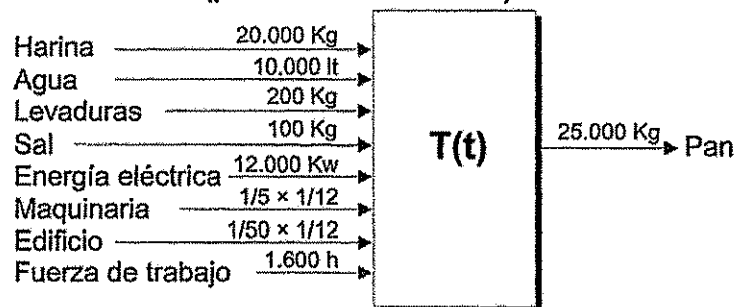
sumos de factores son transformadas en corrientes de producción de productos. Desde el punto de vista económico, la transformación productiva será la transformación en el tiempo de corrientes de una sola magnitud: el valor económico. Con esta perspectiva las corrientes de costes son transformadas en corrientes de valor de la producción.

Operación de producción es toda transición singular de factores a productos operada por la transformación productiva en un intervalo de tiempo dado. Puede entenderse, por tanto, como el componente elemental de la actividad productiva. Una transformación productiva designaría un conjunto genérico de operaciones de producción. Su representación esquemática puede hacerse como en el ejemplo de la Figura 3:

Figura 3

La operación de producción

Operación de producción de pan
(punto de vista técnico)



Fuente: adaptado de García, 1993, p. 405.

Teniendo en cuenta que, desde un punto de vista económico, la operación de producción es la transformación de unos valores económicos en otros, podemos establecer la *ecuación de balance del valor* de la operación de producción, que iguala los valores de entrada y de salida añadiendo, en su caso, la corriente formal del excedente. Esta corriente podrá ser de entrada, cuando la operación de producción haya generado una

plusvalía, o de salida, cuando haya dado lugar a una minusvalía. La expresión matemática de la ecuación de balance de valor es:

$$\sum_{i=1}^n x_i \times p_i - \sum_{i=n+1}^{n+m} x_i \times p_i + (PV - MV) = 0$$

donde:

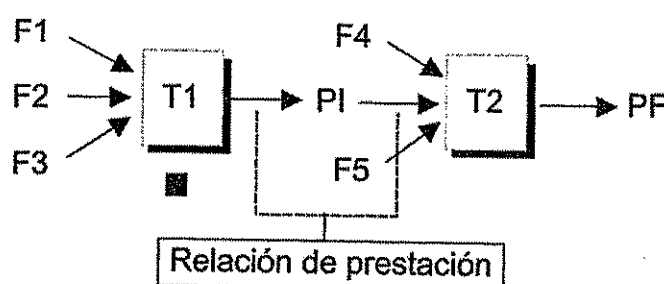
$\sum_{i=1}^n x_i \times p_i$ representa los costes totales de la operación;

$\sum_{i=n+1}^{n+m} x_i \times p_i$ representa el valor de la producción; y

$(PV-MV)$ representa el excedente económico generado por la operación de producción.

Tanto las transformaciones productivas como las operaciones de producción pueden estar ligadas por la *relación de prestación*. Dos transformaciones productivas están ligadas a través de la relación de prestación cuando al menos uno de los productos de una de ellas es utilizado como factor por la otra. En este caso se dice que ambas transformaciones forman una *transformación productiva compleja*. Del mismo modo, dos operaciones de producción ligadas por la relación de prestación forman un *proceso productivo*. Por consiguiente, los procesos productivos son formaciones moleculares de operaciones de producción ligadas a través de la relación de prestación, y constituyen segmentos del tejido que forma la actividad productiva.

Figura 4
Relación y proceso productivo



Fuente: adaptado de García, 1993, p. 408.

Los *sistemas productivos* suelen identificarse por la transformación productiva que operan, o por el output de dicha transformación. Los *sistemas productivos elementales*, que operan una transformación productiva elemental, desarrollan su actividad en forma de operaciones de producción, mientras que los *sistemas productivos complejos*, que operan una transformación productiva compleja, lo hacen en forma de

procesos productivos. Sin embargo, la condición de complejo o elemental no es una característica intrínseca a un sistema productivo. Un mismo sistema puede ser elemental o complejo según el grado de análisis que adopte su observador. El punto de vista menos analítico hace a aparecer todo sistema como elemental y se transforma en complejo para grados de análisis mayores.

La *ecuación de balance de valor de un proceso productivo* está formada por todas las ecuaciones de balance de valor de las operaciones productivas que lo integran, constituyendo un sistema de ecuaciones lineales simultáneas que, bajo ciertas condiciones formales, permite determinar los precios de coste de los productos de todas las operaciones⁶.

Para terminar, nos parece necesario hacer una referencia al *método de la doble transformación* (García, 1996, p.13-5), que puede emplearse cuando un sistema productivo elemental realiza, de forma simultánea o alternativa, un conjunto de transformaciones productivas elementales diferentes. En cada una de estas transformaciones el producto es distinto, y está asociado a unos consumos individualizados, que pueden denominarse consumos directos del producto, y que generalmente serán materiales y, en su caso, fuerza de trabajo. El resto de los consumos del sistema serán indirectos a los productos. Para solucionar el problema del reparto de los consumos indirectos entre las diferentes transformaciones productivas, el método de la doble transformación propone sustituir formalmente el grupo de los consumos indirectos por una nueva transformación productiva, llamada *transformación productiva del centro*, pasando a denominarse las restantes transformaciones productivas del sistema *transformaciones de producto*. El producto de la transformación de centro será el *servicio común* que presta el sistema a las transformaciones de producto. La Figura 5 muestra, de forma esquemática, la relación entre ambas clases de transformaciones.

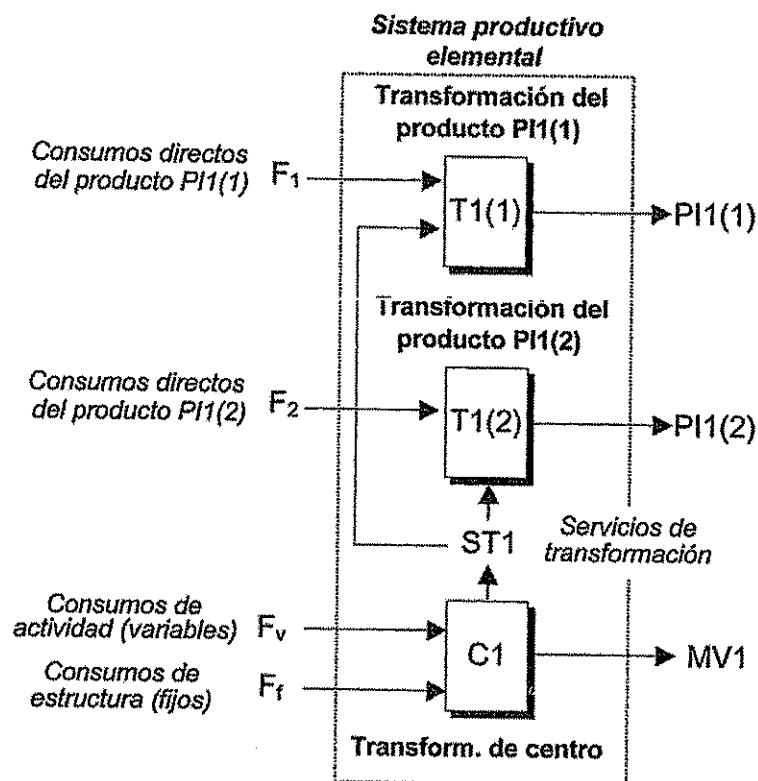
La transformación productiva de centro y las de producto están ligadas por una *relación de prestación* de los servicios de transformación del sistema, y forman, por tanto, un proceso económico. Este proceso de dos clases de operaciones es un proceso peculiar, ya que ambas clases funcionan siempre de manera sincronizada. A pesar de esta íntima conexión, las dos clases de operaciones tienen diferentes características:

- *Transformación de centro:*

1. Es única para cada sistema productivo elemental.

⁶ Debemos recordar que la noción de "proceso productivo" que se maneja aquí no abarca únicamente la actividad transformadora ("producción" en sentido estricto), sino cualquier otro tipo de actividad productiva, sea ésta de índole comercial, administrativa, financiera, o de cualquier otra clase.

Figura 5
El método de la doble transformación



2. Tiene asociado un límite de capacidad de producción de servicios de transformación.

3. Tiene dos tipos de consumos:

3.1. Consumos de estructura, que se producen por la mera existencia del sistema productivo, tenga o no actividad.

3.2. Consumos de actividad, que se producen únicamente cuando el sistema productivo está activo.

4. Puede considerarse como una operación de producción conjunta que produce dos clases de servicios:

4.1. Los servicios de transformación, cuando está en marcha.

4.2. Los servicios de disponibilidad, cuando está parada.

• *Transformaciones de producto:*

1. No tienen asociado un límite de capacidad propio, pero están condicionadas por el límite de capacidad de la operación de centro con la cual forman proceso.

2. Todos sus consumos son variables y, por consiguiente, de actividad.

3. Generalmente presentan el problema de la existencia de consumos comunes con las restantes operaciones de producto del mismo sistema productivo.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una vez expuestos los conceptos básicos que vamos a emplear, dedicaremos este apartado a presentar, de forma sintética, la metodología que hemos desarrollado para su aplicación al diseño del mapa de circulación de valor del proceso productivo de una cooperativa almeriense de comercialización de productos hortofrutícolas.

3.1. Plan de trabajo

Es evidente que el diseño del grafocoste de un proceso productivo ha de basarse, principalmente, en la observación directa de dicho proceso. Pero, con frecuencia, la observación directa no basta para captar la totalidad de los procesos de circulación de valor, sino únicamente los flujos físicos de materiales y productos. Por ello, es indispensable completar los resultados de dicha observación con otras fuentes, entre las que destaca la información suministrada por los que han diseñado los procesos, o son responsables de su funcionamiento.

En líneas generales, nuestro plan de trabajo corresponde a un proceso de refinamiento progresivo del mapa circulatorio, estructurado en las siguientes fases:

En primer lugar, procedemos a identificar la totalidad de los *outputs* finales del sistema productivo, y a determinar sus unidades de medida técnica. Con este fin, recurrimos a:

- El análisis del catálogo de productos o servicios de la organización.
- El desglose de las cuentas de ventas en la contabilidad financiera de la organización.
- La realización de entrevistas con los responsables del departamento comercial de la organización.

En una segunda fase identificamos la totalidad de los *inputs* primarios del sistema productivo, determinando sus unidades de medida técnica y los procedimientos de medición y periodificación, completando la observación directa con:

- La consulta y análisis de las cuentas de grupo 6 de la contabilidad financiera de la organización.
- El análisis de las cuentas de proveedores y acreedores.
- El estudio de los datos recogidos en las aplicaciones de gestión de stocks.
- La realización de entrevistas con los responsables del aprovisionamiento de los factores.

En la tercera fase procedemos a la identificación y descripción de las transformaciones productivas que intervienen –directa o indirectamente– en la obtención de cada uno de los *outputs*, y de los subsistemas productivos encargados de llevarlas a cabo. En esta fase tomamos una primera decisión acerca de las posibles agrupaciones de los sistemas productivos elementales en subsistemas a efectos de su representación

en el grafocoste. Estas agrupaciones estarán sujetas a modificaciones en función de los análisis a realizar en las fases posteriores.

En la cuarta fase clasificamos los *inputs* en función de la posibilidad de identificar claramente las cantidades que de los mismos se consumen en cada uno de los subsistemas productivos y en cada una de las transformaciones productivas que éstos llevan a cabo. En los supuestos en que un subsistema productivo realiza más de una transformación productiva, procedemos a clasificar los *inputs* del mismo en consumos directos a cada uno de los productos (bienes o servicios) del subsistema, y consumos indirectos del mismo. Una vez delimitados estos últimos, identificamos la transformación de centro existente en cada subsistema productivo, clasificándola en función de los destinatarios de sus servicios, en una de las siguientes categorías:

- Aquéllas que prestan servicio a otras transformaciones de centro y, en su caso, de producto⁷.
- Las que prestan servicio únicamente a transformaciones de producto:⁸
 - De varias líneas de proceso.
 - De una sola línea de proceso.

Esta última clasificación es relevante, como veremos luego, para la representación multinivel del grafocoste, por el diferente tratamiento que damos a cada categoría.

Para cada una de las transformaciones de centro, procedemos a seleccionar la unidad técnica de medida de sus servicios de transformación.

Para terminar, seleccionamos las claves de distribución a emplear para el reparto de los consumos, cuando éstos son comunes a varios subsistemas productivos o a todos ellos, y clasificamos los *inputs* de cada operación de centro en *inputs variables* e *inputs de estructura*, en función de su comportamiento ante los cambios en el volumen de servicios de transformación. También establecemos, cuando ello es posible, los coeficientes técnicos de los diferentes *inputs* en cada transformación.

Llegados a este punto, el resultado obtenido debe ponerse en conocimiento de los responsables del proceso productivo, para contrastar su idoneidad y recibir las oportunas sugerencias. Esto nos llevará probablemente a refinar el grafocoste, repitiendo las fases tercera y siguientes del plan de trabajo propuesto.

3.2. Convenciones de notación

Para facilitar la lectura de los mapas sintéticos de circulación de valor, hemos adoptado las convenciones de notación que sintetizamos en la Tabla 1, y que comentamos a continuación:

⁷ Que corresponderían a los subsistemas productivos clasificados convencionalmente como lugares auxiliares.

⁸ Los subsistemas productivos encargados de estas transformaciones podrían clasificarse en unos casos como lugares auxiliares y en otros como lugares principales.

Tabla 1
Convenciones de rotación

Concepto		Índice 1	Índice 2	Índice 3		
Ex	Mundo exterior					
Pa	Periodo anterior					
Ps	Periodo siguiente					
PG	Resultados					
FI	Inmovilizado	Letra(s) de la línea de proceso (opcional). Para los inputs de las transformaciones de centro (C) se emplean comillas simples (') y para los de las generales (G), comillas dobles ("). Los inputs de las transformaciones formales de reparto (R) no usan este índice.	Nº de orden del input			
FP	Materias primas					
FM	Materiales indirectos					
FO	Trabajo					
FS	Suministros y servicios exteriores					
FT	Tributos					
FF	Costes financieros					
FD	Costes diversos					
G	Transformación general			Nº de secuencia de la transformación		
SG	Servicios de transformación de G					
C	Transformación de centro	Letra(s) de la línea de proceso (opcional)	Nº de secuencia de la transformación o del subsistema productivo que la lleva acabo			
ST	Servicios de transformación de C					
T	Transformación de producto			(1)	Nº de secuencia de la transformación de producto en el subsistema productivo	
PI	Productos intermedios			ó		
PF	Productos finales			(1.1)		
R	Transformación formal de reparto					
PV	Plusvalías					
MV	Minusvalías					

Ex: se utiliza para representar al mundo exterior al sistema productivo.

Pa: es la variable fondo virtual que sirve de origen para la incorporación de los stocks iniciales.

Ps: es la variable fondo virtual que sirve de destino para la cancelación de los stocks finales.

PG: es una variable fondo genérica, que sirve para la acumulación de las diversas plusvalías y minusvalías de un periodo contable.

Fx: corresponden a los factores o *inputs primarios* del proceso productivo. A cada *input* le añadimos dos índices. El primero es una letra minúscula, que identifica la línea de proceso a la que corresponde el input, o un símbolo, si se trata de inputs de alguna de las transformaciones de centro que no se representan formando parte de una línea de proceso: transformaciones de centro generales (G) y transformaciones de centro comunes a varias líneas de proceso (C), que emplean, respectivamente comillas dobles o simples. Los inputs de las transformaciones formales de reparto (R) no emplean este índice. El segundo índice es el número de orden que corresponde al factor dentro de los de su clase. La utilización del primer índice permite iniciar la numeración de los inputs en cada línea de proceso o grupo de transformaciones de centro, lo que faci-

lita considerablemente el trabajo de revisión de los grafocostes en los casos en que existen muchas líneas de proceso. Como ejemplo, “FPb2” representaría el segundo tipo de material directo empleado en la línea de proceso “b”, y “FS’4” sería el cuarto tipo de servicio exterior empleado en la transformación de centro C4.

G: representa una transformación de centro que presta servicio a otras transformaciones de centro y, en su caso, de producto. Para identificar esta clase de transformaciones, empleamos un único índice, asignado de forma secuencial. Por ejemplo, “G5” representaría la transformación de centro número cinco de las de esta categoría. El *output* de estas transformaciones se representa con las letras *SG* (servicios generales), seguidas del índice de la transformación.

C: representa una transformación de centro cuyos servicios se destinan únicamente a transformaciones de producto. Cuando estos servicios son utilizados por una sola línea, empleamos dos índices. El primero es la letra minúscula indicativa de la línea del proceso. El segundo índice, numérico, es el mismo que el de las transformaciones de producto a las que presta servicio. Un ejemplo sería “Ca1”, que representa la operación de centro del primer subsistema productivo de la línea de proceso “a”. Si los servicios son utilizados por varias líneas, sólo empleamos un índice, que asignamos de forma secuencial. Por ejemplo, “C14” representaría la operación de centro número catorce de entre todas las de este segundo grupo. El *output* de estas transformaciones se representa con las letras *ST* (servicios de transformación), seguidas de los índices de la operación.

T: representa una transformación de producto. Para poder identificar las diferentes transformaciones que ocurren en un sistema productivo, empleamos tres índices. El primero, en letra minúscula, identifica la línea de proceso en la que se encuadra la transformación. Con el segundo índice indicamos de una manera secuencial el número de orden, dentro de la línea, del subsistema productivo encargado de la transformación. Cuando representemos toda una línea de proceso como un único subsistema productivo, eliminaremos este segundo índice. Con el tercer índice, consistente en un número entre paréntesis, identificamos el producto objeto de la transformación productiva. Por ejemplo, la transformación “Ta4(3)” corresponde al proceso del tercer tipo de producto susceptible de tratamiento en el cuarto subsistema productivo de la línea de proceso “a”. El tercer índice puede resultar innecesario si el subsistema productivo realiza una única transformación o cuando exista producción conjunta. En los casos en que un producto pueda someterse a diversas transformaciones alternativas para obtener diferentes configuraciones –por ejemplo etiquetado o no de cada pieza, presentación en bolsas o en flow-pack, etcétera– puede resultar conveniente, para facilitar la lectura del modelo, que se mantenga el dígito de identificación del producto en las sucesivas transformaciones, y se añadan nuevos dígitos, separados

por un punto, para representar las diferentes modalidades de tratamiento. Así, por ejemplo, si el producto de la transformación "Ta4(3)" puede procesarse en dos transformaciones alternativas para obtener dos configuraciones distintas, probablemente sea preferible denominarlas "Ta5(3.1)" y "Ta5(3.2)", en vez de continuar con el último dígito no utilizado. Por último, para la representación de las líneas de proceso de los subproductos obtenidos en una línea principal, en lugar de asignar una nueva letra para el primer subíndice, mantendremos la original, añadiéndole una comilla simple. Así, "Tb'1" representa el primer tratamiento dado al subproducto obtenido en la línea principal de proceso "b".

Los *outputs* de las transformaciones de producto se representan empezando con las letras *PI* o *PF* –según se trate de productos intermedios o finales–, seguidas por los índices de la transformación. Así, el producto de la transformación "Ta4(3)" antes mencionada se representaría como "PIa4(3)", o bien como "PFa4(3)", en el caso de que la transformación sea la que finaliza el proceso del producto. Para identificar los diversos *outputs* de una transformación productiva conjunta añadimos a la clave única de la transformación un número entre paréntesis, quedando la notación exactamente igual que en el caso de los *outputs* de las transformaciones productivas no conjuntas.

R: se usa para representar transformaciones formales de reclasificación o reparto de las corrientes de costes. Tras las iniciales, empleamos los índices de línea de proceso, si procede, y de número de orden.

La subactividad, las plusvalías y las minusvalías que se producen en el proceso productivo, se identifican con las letras *PV* o *MV*, seguidas de la clave de la transformación que las genera.

Las corrientes se identifican mediante las claves de los fondos origen y destino, separadas por un guión. Así, la corriente "FPc4-Tc1(2)" correspondería al consumo del material directo tipo 4 en la transformación del segundo tipo de producto procesado en el primer subsistema productivo de la línea "c".

Por último, cuando resulta necesario, empleamos *conectores* para permitir la localización del destino o el origen de las corrientes, identificando la transformación de origen o destino, respectivamente, mediante su clave enmarcada en un rectángulo de esquinas redondeadas, en los mapas de segundo nivel, o mediante la clave completa de la corriente, en los mapas de tercer nivel.

Esta propuesta de convenciones de notación es fruto de un proceso de ensayo y error, y, como apuntamos en la introducción, se ha diseñado para permitir:

- La realización de los sucesivos refinamientos en el diseño del grafocoste minimizando las altas probabilidades de error que, de otro modo, derivarían de la necesidad de reenumerar y renombrar múltiples variables del modelo, y

- La automatización de una parte importante del proceso de cálculo de costes, a partir del diseño gráfico del mapa circulatorio⁹.

3.3. La representación multinivel del modelo circulatorio

Cuando empezamos a trabajar en el contrato de investigación mencionado en la introducción, y decidimos emplear el lenguaje del grafocoste para la representación del mapa de circulación de valor de las cooperativas de comercialización de productos hortofrutícolas objeto de nuestro estudio, tratamos de crear directamente el grafocoste detallado del proceso, incluyendo las medidas técnicas y económicas de las corrientes y fondos del modelo¹⁰. Pasado algún tiempo, nos dimos cuenta de que esta aproximación no era la adecuada, pues necesitábamos disponer de una perspectiva más general del proceso, que no habíamos llegado a especificar de modo suficiente. Comprobamos también que cualquier grafocoste detallado alcanza enseguida una gran extensión en la hoja de cálculo, lo que dificulta su interpretación y contribuye a la pérdida de la visión de conjunto, incluso cuando se recurre a la técnica de partición del grafo, mediante el empleo de conectores.

Abordamos este problema mediante la elaboración de varios mapas circulatorios sintéticos, en los que representábamos, por una parte, las transformaciones de centro no específicas de una línea de proceso, y, por otra, cada una de las diversas líneas de proceso de la empresa. En estos mapas sintéticos, incluíamos las variables corrientes y fondos del modelo con la notación indicada en el apartado anterior, pero sin ningún tipo de medida técnica o valoración económica. A pesar de la mejora lograda en la representación del sistema productivo, seguíamos detectando la falta de una visión global del proceso, y, más concretamente, de las relaciones de prestación entre las transformaciones de centro situadas en diferentes mapas. Por otra parte, no habíamos previsto ningún mecanismo que facilitara al usuario del modelo el acceso desde los mapas sintéticos a los mapas detallados, o viceversa.

Como respuesta a todo ello, nos hemos planteado la conveniencia de representar los modelos circulatorios de las empresas objeto de nuestro estudio con tres niveles de detalle:

El primer nivel –el de mayor grado de síntesis– es un mapa global en el que representamos todo el proceso productivo. Este mapa cumple una doble función:

- En primer lugar, muestra las relaciones de prestación que no resultan evidentes en los mapas de segundo nivel, es decir, las que existen entre las distintas

⁹ Puede obtenerse una visión del alcance de este proceso de automatización en López Cruces y López Godoy (2001).

¹⁰ Incluso elaboramos una aplicación informática en el lenguaje Visual Basic para Excel, orientada a facilitar el trabajo de diseño y minimizar las posibilidades de introducir errores de cálculo en el modelo.

transformaciones de centro no específicas de una línea, y entre éstas y las diferentes líneas de proceso.

- En segundo lugar, nos permite, mediante el uso de “hiperenlaces” o “hipervínculos”, acceder de una forma rápida y directa a los mapas de segundo nivel.

Los mapas de los niveles segundo –sintéticos– y tercero –detallados– serían los descritos anteriormente, pero con la incorporación de hipervínculos para facilitar la navegación entre ambos. Con este enfoque, el usuario del modelo puede aproximarse de forma gradual a la parte del proceso productivo de su interés, sin perder en ningún momento la orientación, dada la facilidad que proporcionan los hipervínculos para regresar a los niveles anteriores, o para recorrer en orden inverso los pasos dados con anterioridad. Y, por otra parte, nada impide que el software que se desarrolle para instrumentar esta forma de representación, proporcione valoraciones agregadas de las variables del modelo en los mapas de los niveles superiores. Estamos convencidos de que este planteamiento multinivel es una respuesta adecuada a los problemas usuales de comunicación asociados al gran tamaño de los modelos contables expresados en el lenguaje del grafocoste, y puede contribuir a que un mayor número y una mayor variedad de usuarios interactúen con el modelo contable, y comprendan mejor la estructura de la circulación económica representada en éste.

4. APLICACIÓN EMPÍRICA

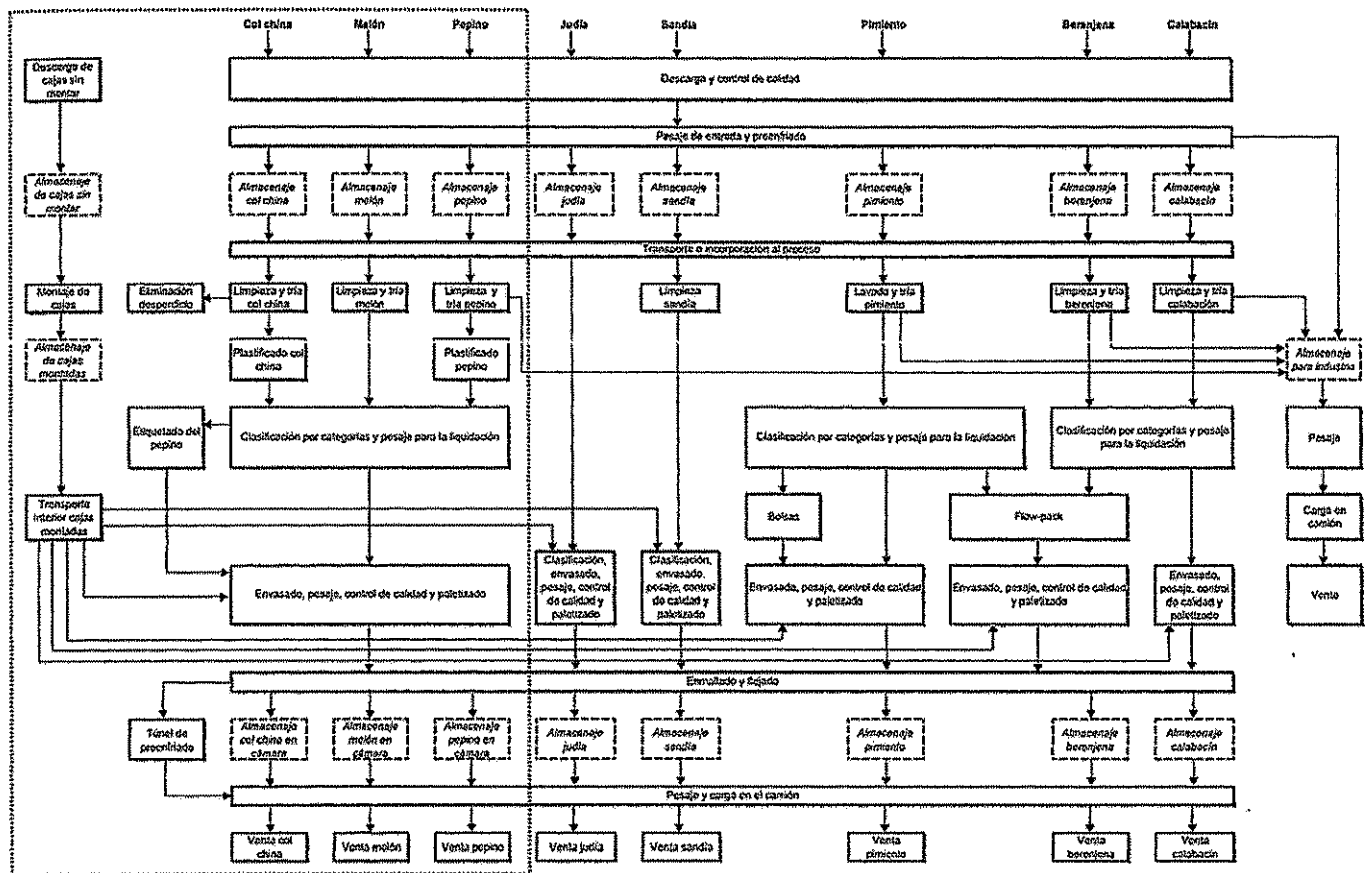
4.1. Descripción de las líneas de proceso objeto de análisis

En este apartado procederemos a la descripción de tres de las líneas de producción de una cooperativa andaluza de comercialización de productos hortofrutícolas. Estas tres líneas comparten –en paralelo o de forma alternativa– algunas de las infraestructuras del sistema productivo, lo que nos ha permitido abordar los problemas que dicha circunstancia suscita de cara a la aplicación de nuestra metodología de trabajo. Cada línea se dedica al tratamiento de un único tipo de producto –pepino, melón y col china– en todas sus categorías. La Figura 6 muestra, de forma esquemática, el proceso productivo de una empresa representativa del sector. Las tres líneas objeto de estudio se han delimitado mediante una línea gruesa discontinua.

Descarga de los productos y control de calidad

Normalmente, el transporte de los productos agrarios desde los invernaderos hasta las cooperativas lo realizan los agricultores empleando remolques o pequeños camiones. Cada partida puede constar de uno o varios tipos de productos sin clasificar

Figura 6
Representación esquemática del proceso productivo de la empresa



en categorías, con la única excepción, en el caso del pepino, de los productos de evidente calidad inferior, denominados “destrío”, que el propio agricultor clasifica como tales. El género se recibe en la cooperativa paletizado y en recipientes de plástico (cajas de campo). En los muelles de recepción, los pallets se descargan por carretillas y se depositan en las básculas para proceder a su pesaje inicial. En este momento se selecciona, mediante técnicas estadísticas, una muestra de los productos para que el departamento de control de calidad compruebe el grado de cumplimiento de la normativa interna de la cooperativa.

Pesaje de entrada y preenfriado de los productos

El pesaje de entrada de una partida se realiza por variedad de producto, sin distinción de categorías, y descontando el peso de los envases y pallets. El destrío se pesa independientemente del resto de los géneros, y se almacena para su posterior comercialización sin ningún proceso adicional. Una vez pesados, los productos se depositan en una zona especialmente acondicionada, para realizar un proceso de preenfriado que persigue dos objetivos. Primero, la conservación del producto en óptimas condiciones

hasta su incorporación al proceso de manipulación, y segundo, su adaptación gradual a las temperaturas usuales en el transporte mediante camiones frigoríficos.

Transporte del producto e incorporación al proceso

El producto se transporta desde la zona de preenfriado hasta la cabeza de su línea de proceso mediante carretillas u otros medios de transporte interno, atendiendo prioritariamente a las necesidades derivadas de los pedidos de clientes. Una vez allí, el género se incorpora al proceso mediante volcadores automáticos de las cajas de campo.

Limpieza del producto y tría

Antes de iniciar el tratamiento de los géneros, éstos se someten a un proceso de limpieza, diferente para cada tipo de producto. En el caso del pepino, la limpieza consiste en un proceso automático de cepillado intensivo. A continuación, en la cinta transportadora hacia el proceso de plastificado, un equipo de operarias separa las piezas cuya apariencia –tamaño y forma– no se ajusta a los requisitos mínimos para su inclusión en las diferentes categorías establecidas. Este destrío se valorará a precio cero en el momento de la liquidación, con el fin de incentivar la clasificación y separación del mismo por el propio agricultor. Como puede verse en la Figura 6, el destrío procedente de esta fase, junto con el entregado separadamente por el agricultor, se comercializa como un subproducto del proceso. En el caso del melón, la limpieza consiste en un proceso automático de cepillado, seguido de la eliminación de las piezas defectuosas en la cinta transportadora hacia el proceso de clasificación. Por sus características especiales, la col china requiere un proceso manual de eliminación de las hojas exteriores y comprobación del buen estado del producto. Este proceso genera una gran cantidad de desperdicio, que se transporta automáticamente hasta máquinas trituradoras, que depositan el triturado en contenedores de gran capacidad, para su posterior traslado a los vertederos.

Plastificado

En el caso del pepino, cada pieza se envuelve, mediante un proceso automatizado, en plástico microperforado, que permite el contacto del producto con el aire y garantiza su higiene hasta el momento del consumo. En el caso de la col, el proceso de plastificado es manual.

Clasificación por categorías y pesaje para la liquidación

A continuación, las diversas cintas transportadoras llevan el género a una única pesadora electrónica controlada por ordenador, que realiza de forma automática la cla-

sificación por categorías. Una vez finalizada la clasificación de un lote, el software informático proporciona información sobre el número de piezas y el peso total correspondiente a cada categoría, a efectos de la liquidación al agricultor.

Etiquetado

A petición del cliente, es posible etiquetar cada pieza de pepino con los datos de identificación de aquél, la categoría del producto, la fecha del proceso de manipulación, y el código de barras. Estos datos se reciben vía módem en el ordenador que controla la impresión de las etiquetas. Tras la impresión, las cintas resultantes se incorporan a una etiquetadora que, de forma automática, adhiere una etiqueta a cada pieza.

Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado

Los productos clasificados por categorías son envasados manualmente en diferentes tipos de cajas de cartón con un peso de producto determinado, que se controla mediante básculas electrónicas. Estas cajas se reciben en la cooperativa en forma de planchas de cartón, que se montan en la propia nave de ésta en un proceso automático, y se distribuyen hasta el lugar del envasado mediante raíles aéreos de transporte interno. En cada caja se incluye información sobre la categoría del producto, el calibre, el productor, la fecha de envasado, y la persona que ha realizado el proceso. Tras el envasado, se seleccionan por procedimientos estadísticos algunas cajas para el control de calidad. A continuación, y por medio de cintas, las cajas se transportan hasta una zona del almacén donde se agrupan en pallets de forma manual.

Enmallado y flejado

Una vez paletizado el producto, se transporta a una zona del almacén para proceder a su enmallado y flejado de forma automática.

Túnel de preenfriado / almacenaje en cámaras frigoríficas

Cuando los pallets van a ser transportados de forma inmediata, se introducen en un túnel de preenfriado, con el objeto de que los productos se adapten a la temperatura interna de los camiones frigoríficos. Los restantes pallets se introducen en cámaras frigoríficas, cuya temperatura se gradúa en función del tipo de producto, en espera de su venta y/o posterior transporte.

Pesaje y carga en el camión

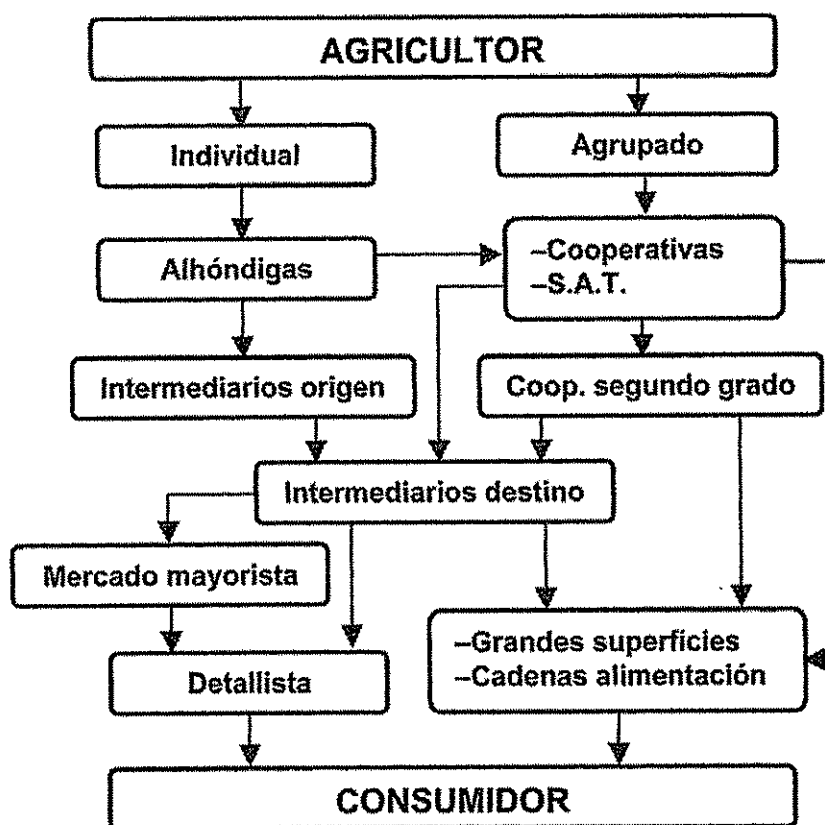
Antes de la carga de los pallets en los camiones frigoríficos, se pesan en básculas electrónicas, con el fin de generar la información necesaria para la facturación de

la mercancía a los clientes. Conviene señalar que, al tratarse de productos con un alto contenido de agua, es normal que se produzca una merma en el peso desde el momento del envasado hasta el de su transporte. Para que los productos no se sometan a variaciones de temperatura que puedan deteriorarlos, su traslado desde las cámaras a los camiones se hace mediante túneles aislantes.

Venta

En la Figura 7 mostramos de forma esquemática las diversas etapas que recorren los productos hortofrutícolas hasta llegar al consumidor final. En el esquema podemos apreciar dos grandes áreas. La parte superior refleja las operaciones que se realizan dentro de la zona de producción y la inferior comienza cuando el producto abandona físicamente dicha zona. Las cooperativas de comercialización, a diferencia de otro tipo de entidades de la zona, realizan la mayor parte de sus ventas en los mercados de destino, asumiendo, por tanto, todos los riesgos inherentes al proceso de comercialización. Generalmente, el transporte hasta dichos mercados se realiza mediante camiones –propiedad de transportistas independientes– por cuenta de las entidades comercializadoras.

Figura 7
Canales de distribución de los productos hortofrutícolas



4.2. Mapas circulatorios del proceso productivo de la cooperativa estudiada con el enfoque multinivel

Siguiendo la metodología de trabajo expuesta en el apartado tres de este trabajo, y tras identificar los outputs finales y los inputs primarios (fases 1 y 2) de la cooperativa estudiada¹¹, presentamos en este apartado los mapas circulatorios de las tres líneas de proceso seleccionadas, con los tres niveles de detalle anteriormente señalados (véase 3.3).

Las agrupaciones concretas de los subsistemas que mostramos en los grafocostes son el resultado de diversas consideraciones relativas a la localización espacial de los subsistemas, a la posibilidad de medición homogénea de sus servicios de transformación, a la identificación de los puntos de ruptura del proceso productivo, a criterios de economicidad o de comparabilidad de la información, etc.

4.2.1. Mapa global del proceso productivo

En la Figura 8 representamos el proceso de la cooperativa con una perspectiva global, en la que las corrientes de inputs primarios y outputs finales figuran de forma agregada. Este mapa global es una aportación original a la metodología de diseño de grafocostes, que permite fraccionar la representación de un proceso productivo complejo, sin que por ello se pierda la visión de las relaciones de prestación existentes entre las diversas partes del grafocoste.

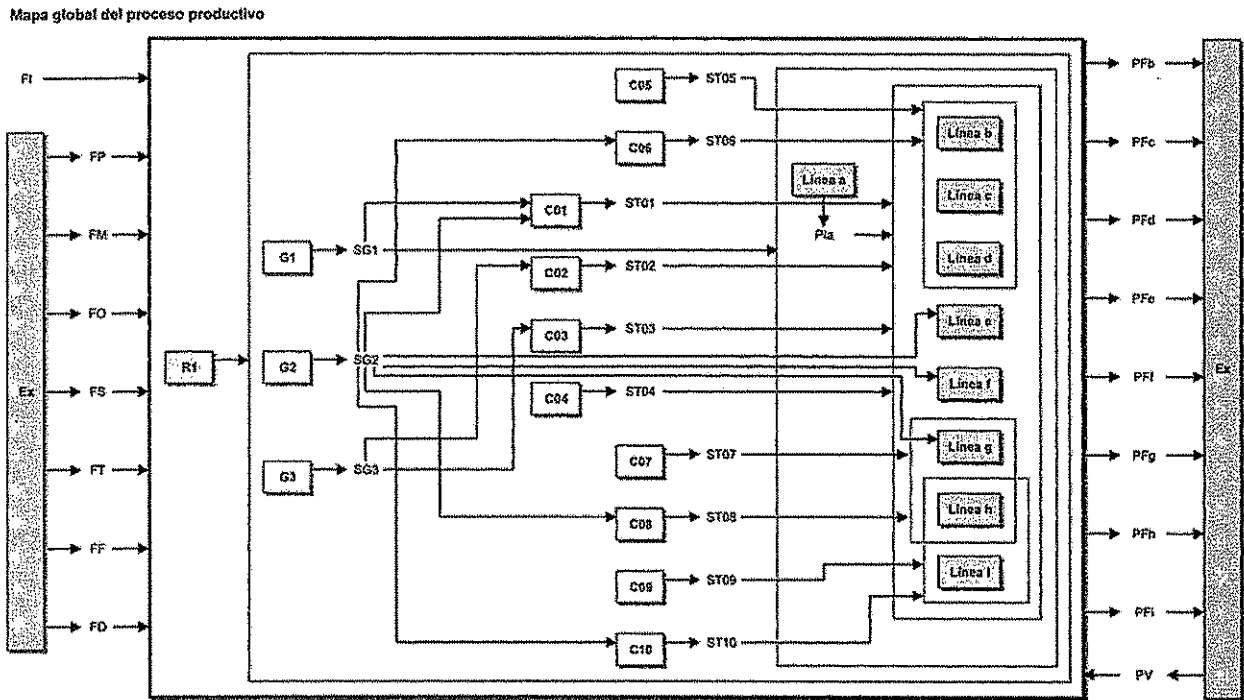
En el mapa global podemos observar que todas las transformaciones de centro y todas las líneas de proceso reciben cargos procedentes de la transformación virtual de reparto de los costes generales (R1), y a la vez apreciamos las relaciones de prestación existentes entre:

- Las transformaciones de centro que prestan servicio a otras transformaciones de centro y, en su caso, de producto (G1 a G3).
- Las transformaciones de centro que prestan servicio a más de una línea de producto (C01 a C10).
- Las distintas líneas de producto (líneas “a” a “i”).

La Figura 8 muestra, como indicamos anteriormente (3.3), la estructura general de la circulación de valor en la empresa analizada, poniendo de relieve las relaciones de prestación que no pueden observarse en los mapas de segundo nivel. Así, la “línea a” representa el subproceso de adquisición y montaje de cajas, cuyos outputs se utilizan como inputs en las restantes líneas de proceso. También se observa que las líneas

¹¹ Estas fases no se recogen en el trabajo por razones de espacio, unidas a su escasa relevancia para nuestros propósitos.

Figura 8
Mapa circulatorio global del proceso productivo



C01	Descarga, pesaje y preenfriado de los productos	G1	Transporte interno con carretillas	PFi	Output de la línea del catibachón
C02	Enfriado, lijado y conservación	G2	Control de calidad	Pi	Cajas montadas
C03	Pesaje y carga en camiones	G3	Transporte interno con traspaletas eléctricas	PV	Pluvialia tofit
C04	Ventas	Línea a	Adquisición y montaje de cajas	R1	Reporte de los costes generales
C05	Clasificación por categorías y pesaje: líneas b-c-d	Línea b	Proceso del papino	SG1	Servicios de transporte interno con carretillas
C06	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas b-c-d	Línea c	Proceso del molin	SG2	Servicios de control de calidad
C07	Flow-pack	Línea d	Proceso de la col china	SG3	Servicios de transporte interno con traspaletas
C08	Env., pesaje, control calidad y paletiz.: flow-pack y bolsas pimiento	Línea e	Proceso de las judías	ST01	Servicios de desescum, pesaje y preenfriado
C09	Clasificación por categorías y pesaje: líneas h-i	Línea f	Proceso de la sandía	ST02	Servicios de ensalado, lijado y conservación
C10	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas h-i	Línea g	Proceso del pimiento	ST03	Servicios de pesaje y carga en camiones
Ex	Mundo exterior	Línea h	Proceso de la berenjena	ST04	Servicios de ventas
FD	Costes diversos totales	Línea i	Proceso del catibachón	ST05	Servicios de clasific. por categorías y pesaje (b-c-d)
FF	Costes financieros totales	PPb	Output de la línea de papino	ST06	Serv. envasado, pesaje, control calidad y paletizado (b-c-d)
FI	Coste total de amortización del inmovilizado	PPc	Output de la línea de molin	ST07	Servicios de flow-pack
FM	Coste total de materiales indirectos	PPd	Output de la línea de la col china	ST08	Serv. env., pesaje, c. calidad y paletiz. (flow-pack y bolsas pimiento)
FO	Coste total de personal	PPe	Output de la línea de judías	ST09	Servicios de clasificación por categorías y pesaje (h-i)
FP	Coste total de materiales directos	PPf	Output de la línea de sandía	ST10	Servicios de envasado, pesaje, control calidad y paletizado (h-i)
FS	Coste total de suministros y servicios exteriores	PPg	Output de la línea de pimiento		
FT	Coste total de tributos	PPh	Output de la línea de la berenjena		

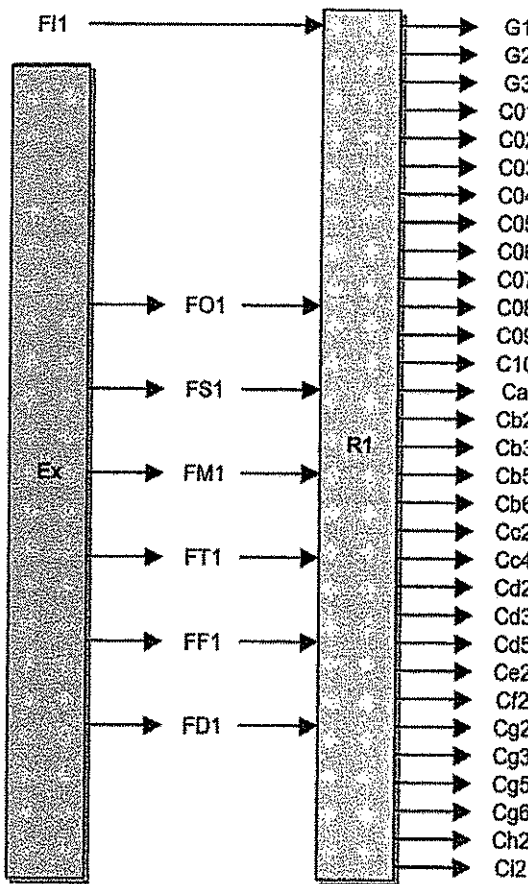
seleccionadas para este trabajo –“b”, “c” y “d”– utilizan de forma exclusiva los servicios de las transformaciones C05 y C06, por el hecho de compartir determinadas infraestructuras productivas (véase la Ilustración 6).

4.2.1. Mapas circulatorios de segundo nivel

Como indicamos en su momento, los mapas circulatorios del segundo nivel presentan la estructura de la circulación económica de forma sintética, identificando todas las variables corrientes y fondos del modelo, así como sus relaciones, pero sin incluir información cuantitativa sobre dichas variables. A estos mapas se accede pulsando los enlaces correspondientes del mapa global –los recuadros que identifican las transformaciones productivas–; y desde ellos, a su vez, se llegará a los mapas detallados de tercer nivel.

A continuación presentamos los mapas de segundo nivel de la transformación virtual de reparto de los costes generales; de las tres transformaciones de servicios generales que hemos definido; de las seis transformaciones de centro que prestan servicios a las líneas de proceso seleccionadas; y de estas líneas de proceso, junto con la de “adquisición y montaje de cajas”.

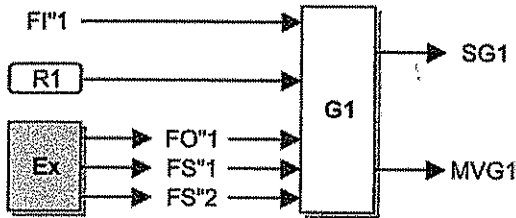
Figura 9
Transformación virtual de reparto de costes generales
Transformación virtual R1



C01	Descarga, pesaje y preenfriado de los productos
C02	Enmallado, flejado y conservación
C03	Pesaje y carga en camiones
C04	Ventas
C05	Clasificación por categorías y pesaje: líneas b-c-d
C06	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas b-c-d
C07	Flow-pack
C08	Env., pesaje, control calidad y paletiz.: flow-pack y bolsas pimienta
C09	Clasificación por categorías y pesaje: líneas h-i
C10	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas h-i
Ca	Adquisición y montaje de cajas
Cb2	Transporte interno, limpieza y tria del pepino
Cb3	Plastificado línea del pepino
Cb5	Etiquetado del pepino
Cb6	Envasado, pesaje, control calidad y paletizado pepino
Cc2	Transporte interno, limpieza y tria del melón
Cc4	Envasado, pesaje, control calidad y paletizado melón
Cd2	Transporte interno, limpieza y tria de la col china
Cd3	Plastificado línea de la col china
Cd5	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado col china
Ce2	Transp. int., clasif., envasado, pesaje, control cal. y paletiz. judías
Cf2	Transp. int., clasif., envas., pesaje, control calidad y paletiz. sandía
Cg2	Transporte interno, lavado y tria del pimiento
Cg3	Clasificación y pesaje unitario del pimiento
Cg5	Bolsas de pimiento
Cg6	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado de pimientos a granel
Ch2	Transporte interno, limpieza y tria de la berenjena
Cl2	Transporte interno, limpieza y tria del calabacín
Ex	Mundo exterior
FD1	Costes generales diversos
FF1	Costes financieros
F11	Inmovilizado de carácter general
FM1	Material de oficina
FO1	Personal de administración y servicios generales
FS1	Suministros y servicios exteriores generales
FT1	Tributos
G1	Transporte interno con carretillas
G2	Control de calidad
G3	Transporte interno con traspaletas eléctricas
R1	Reparto de los costes generales

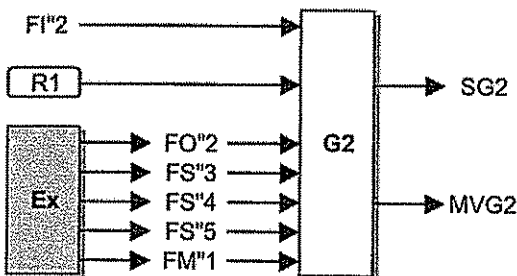
Transformación de servicios generales

Transporte interno con carretillas



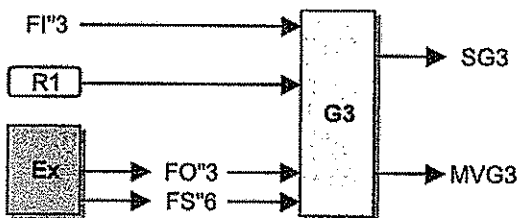
FI'1	Carretillas de transporte interno
FO'1	Coste de conductores de carretillas
FS'1	Gasoil
FS'2	Reparaciones y conservación de carretillas
G1	Transporte interno con carretillas
MVG1	Subactividad de la operación de centro G1
SG1	Servicios de transporte interno con carretillas

Control de calidad



FI'2	Equipamiento de control de calidad
FM'1	Materiales para el control de calidad
FO'2	Coste del personal de control de calidad
FS'3	Suministros específicos de control de calidad
FS'4	Servicios exteriores de análisis y pruebas químicas
FS'5	Reparac. y conservación equipamiento de control de calidad
G2	Control de calidad
MVG2	Subactividad de la operación de centro G2
SG2	Servicios de control de calidad

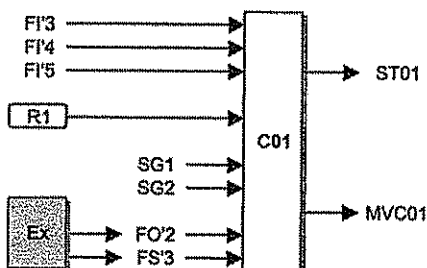
Transporte interno con traspaletas



FI'3	Traspaletas eléctricas
FO'3	Coste de conductores de traspaletas
FS'6	Reparaciones y conservación de traspaletas
G3	Transporte interno con traspaletas eléctricas
MVG3	Subactividad de la operación de centro G3
SG3	Servicios de transporte interno con traspaletas

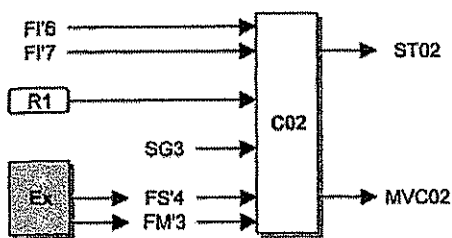
Transformaciones de centro que prestan servicio a las líneas "b", "c" y "d"

Descarga, pesaje y preenfriado de los productos



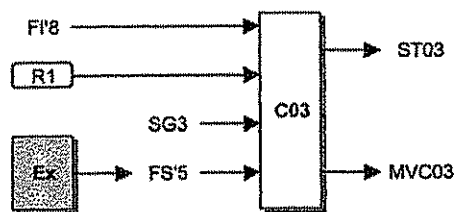
C01	Descarga, pesaje y preenfriado de los productos
FI'3	Cajas y pallets de campo
FI'4	Básculas para pesaje de entrada
FI'5	Cámaras de preenfriado a la entrada
FO'2	Coste del personal encargado de las básculas
FS'3	Reparaciones y conservación de cámaras y básculas
MVC01	Subactividad de descarga, pesaje y preenfriado de los productos
ST01	Servicios de descarga, pesaje y preenfriado

Enmallado, flejado y conservación



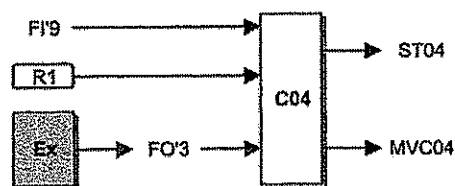
C02	Enmallado, flejado y conservación
FI'6	Maquinaria de enmallado y flejado
FI'7	Cámaras frigoríficas y túnel de preenfriado
FM'3	Materiales de enmallado y flejado
FS'4	Reparaciones y conservación de maquinaria y cámaras
MVC02	Subactividad de enmallado, flejado y conservación
ST02	Servicios de enmallado, flejado y conservación

Pesaje y carga en camiones



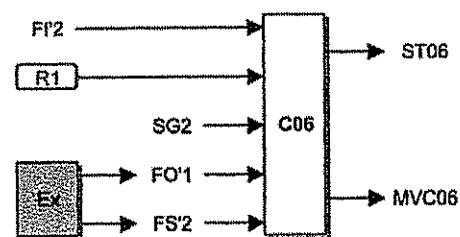
C03	Pesaje y carga en camiones
FI'8	Básculas para pesaje de salida
FS'5	Reparaciones y conservación de básculas
MVC03	Subactividad de pesaje y carga en camiones
ST03	Servicios de pesaje y carga en camiones

Ventas



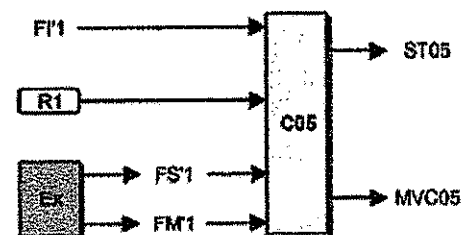
C04	Ventas
FI'9	Inmovilizado de la oficina de ventas
FO'3	Coste del personal de ventas
MVC04	Subactividad de ventas
ST04	Servicios de ventas

Clasificación por categorías y pesaje: líneas b-c-d



C06	Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas b-c-d
FI'2	Cintas transportadoras y pesadoras líneas b-c-d
FO'1	Mano de obra de paletizado
FS'2	Reparaciones y conservación maquinaria de pesaje y paletizado (b-c-d)
MVC06	Subactividad de envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas b-c-d
ST06	Serv. envasado, pesaje, control calidad y paletizado (b-c-d)

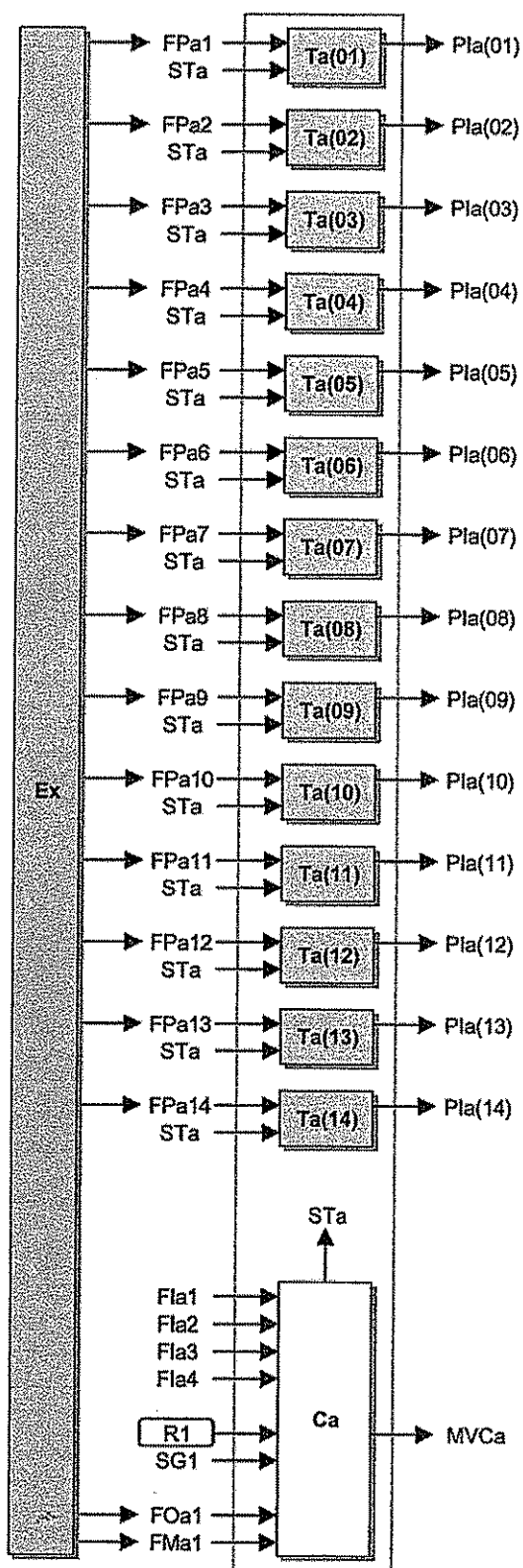
Envasado, pesaje, control de calidad y paletizado: líneas b-c-d



C05	Clasificación por categorías y pesaje: líneas b-c-d
FI'1	Maquinaria de clasificación y ordenador líneas b-c-d
FM'1	Consumibles informáticos
FS'1	Mantenimiento y reparaciones maquinaria y equipo
MVC05	Subactividad de clasificación por categorías y pesaje: líneas b-c-d
ST05	Servicios de clasif. por categorías y pesaje (b-c-d)

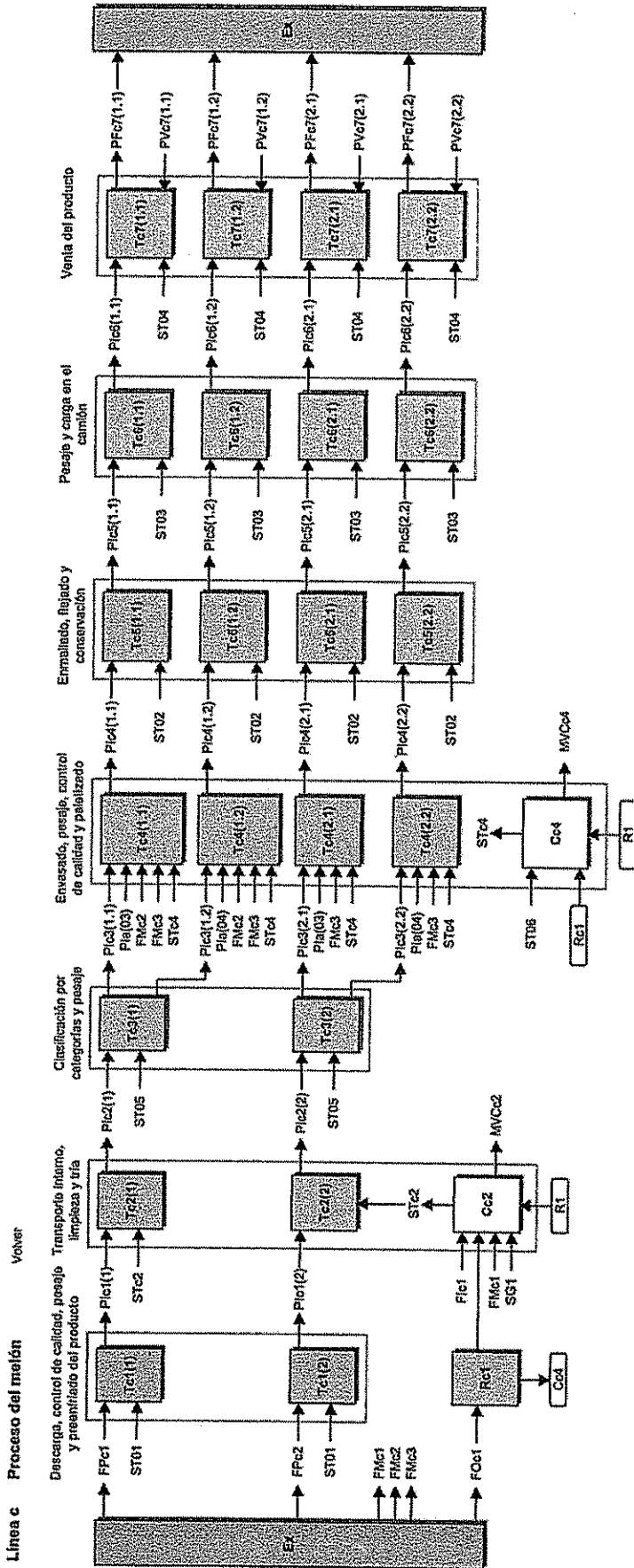
Líneas de producto

Línea a: Adquisición y montaje de cajas



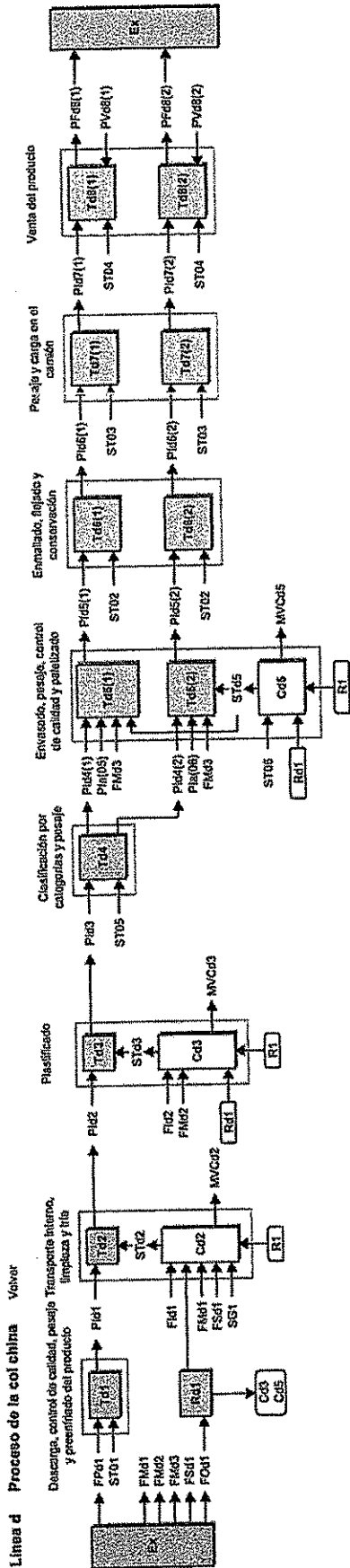
Ca	Adquisición y montaje de cajas
Ex	Mundo exterior
Fla1	Montacargas
Fla2	Traspaleta eléctrica de cajas
Fla3	Maquinaria de montaje de cajas
Fla4	Aéreo
FMa1	Materiales de montaje de cajas
FOa1	Costes del personal de montaje de cajas
FPa1	Plancha de cartón para caja tipo 1
FPa2	Plancha de cartón para caja tipo 2
FPa3	Plancha de cartón para caja tipo 3
FPa4	Plancha de cartón para caja tipo 4
FPa5	Plancha de cartón para caja tipo 5
FPa6	Plancha de cartón para caja tipo 6
FPa7	Plancha de cartón para caja tipo 7
FPa8	Plancha de cartón para caja tipo 8
FPa9	Plancha de cartón para caja tipo 9
FPa10	Plancha de cartón para caja tipo 10
FPa11	Plancha de cartón para caja tipo 11
FPa12	Plancha de cartón para caja tipo 12
FPa13	Plancha de cartón para caja tipo 13
FPa14	Plancha de cartón para caja tipo 14
MVCa	Subactividad de adquisición y montaje de cajas
Pla(01)	Cajas tipo 1 montadas
Pla(02)	Cajas tipo 2 montadas
Pla(03)	Cajas tipo 3 montadas
Pla(04)	Cajas tipo 4 montadas
Pla(05)	Cajas tipo 5 montadas
Pla(06)	Cajas tipo 6 montadas
Pla(07)	Cajas tipo 7 montadas
Pla(08)	Cajas tipo 8 montadas
Pla(09)	Cajas tipo 9 montadas
Pla(10)	Cajas tipo 10 montadas
Pla(11)	Cajas tipo 11 montadas
Pla(12)	Cajas tipo 12 montadas
Pla(13)	Cajas tipo 13 montadas
Pla(14)	Cajas tipo 14 montadas
R1	Reparto de los costes generales
SG1	Servicios de transporte interno con carretillas
STa	Servicios de montaje de cajas
Ta(01)	Adquisición y montaje de cajas tipo 1
Ta(02)	Adquisición y montaje de cajas tipo 2
Ta(03)	Adquisición y montaje de cajas tipo 3
Ta(04)	Adquisición y montaje de cajas tipo 4
Ta(05)	Adquisición y montaje de cajas tipo 5
Ta(06)	Adquisición y montaje de cajas tipo 6
Ta(07)	Adquisición y montaje de cajas tipo 7
Ta(08)	Adquisición y montaje de cajas tipo 8
Ta(09)	Adquisición y montaje de cajas tipo 9
Ta(10)	Adquisición y montaje de cajas tipo 10
Ta(11)	Adquisición y montaje de cajas tipo 11
Ta(12)	Adquisición y montaje de cajas tipo 12
Ta(13)	Adquisición y montaje de cajas tipo 13
Ta(14)	Adquisición y montaje de cajas tipo 14

Línea c: Proceso del melón



Code	Description	Code	Description
Cc2	Transporte interno, limpieza y tija del melón	Pic3(2.2)	Melón amarillo de segunda categoría
Cc4	Envasado, pesaje, control calidad y peltizado melón	Pic4(1.1)	Melón galleta de primera peltizado
Ex	Mundo exterior	Pic4(1.2)	Melón galleta de segunda peltizado
Fc1	Máquina de transmisión, volcado y limpieza línea melón	Pic4(2.1)	Melón amarillo de primera peltizado
Fmc1	Materiales de limpieza línea melón	Pic5(1.1)	Melón galleta de segunda en cámaras
Fmc2	Materiales de limpieza línea melón	Pic5(1.2)	Melón galleta de primera en cámaras
Fmc3	Pellets línea c	Pic5(2.1)	Melón amarillo de primera en cámaras
Fmc4	Coste de operarios de la línea c	Pic5(2.2)	Melón amarillo de segunda en cámaras
Fp1	Entradas de melón galleta sin clasificar	Pic6(1.1)	Melón galleta de primera en cámara
Fp2	Entradas de melón amarillo sin clasificar	Pic6(1.2)	Melón galleta de segunda en cámara
MVC2	Subestación de transporte, limpieza y tija del melón	Pic6(2.1)	Melón amarillo de primera en cámara
MVC4	Subestación de transporte, limpieza y tija del melón	Pic6(2.2)	Melón amarillo de segunda en cámara
Pfc1(1.1)	Melón galleta de primera en cámara (a precio neto)	Pic7(1.1)	Envasado, pesaje, control calidad y peltizado melón galleta 1ª
Pfc1(1.2)	Melón galleta de segunda en cámara (a precio neto)	Pic7(1.2)	Envasado, pesaje, control calidad y peltizado melón galleta 2ª
Pfc2(1.1)	Melón amarillo de primera en cámara (a precio neto)	Pic7(2.1)	Envasado, pesaje, control calidad y peltizado melón amarillo 1ª
Pfc2(1.2)	Melón amarillo de segunda en cámara (a precio neto)	Pic7(2.2)	Envasado, pesaje, control calidad y peltizado melón amarillo 2ª
Pfc3(1)	Cajas tipo 3 montadas	Pic8(1.1)	Enmaltado, lijado y conservación melón galleta primera
Pfc4	Cajas tipo 4 montadas	Pic8(1.2)	Enmaltado, lijado y conservación melón galleta segunda
Pfc5(1)	Melón galleta descargado, pesado y preenfriado	Pic8(2.1)	Enmaltado, lijado y conservación melón amarillo primera
Pfc6(1)	Melón amarillo descargado, pesado y preenfriado	Pic8(2.2)	Enmaltado, lijado y conservación melón amarillo segunda
Pfc7(1)	Melón galleta limpio y sin destirpe	Pic9(1.1)	Pesaje y carga en camiones del melón galleta de primera
Pfc8(1)	Melón amarillo limpio y sin destirpe	Pic9(1.2)	Pesaje y carga en camiones del melón amarillo de primera
Pfc9(1.1)	Melón galleta de primera categoría	Pic9(2.1)	Pesaje y carga en camiones del melón amarillo de primera
Pfc9(1.2)	Melón galleta de segunda categoría	Pic9(2.2)	Pesaje y carga en camiones del melón amarillo de segunda
Pfc9(2.1)	Melón amarillo de primera categoría	Pic9(2.2)	Pesaje y carga en camiones del melón amarillo de segunda
Pfc9(2.2)	Melón amarillo de primera categoría	Pic9(2.2)	Pesaje y carga en camiones del melón amarillo de segunda

Línea d: Proceso de la col china



C02	Transporte interno, limpieza y tija de la col china	PI01	Col china desmenuzada, pesaje y preenfriado	ST09	Serv. envasado, pesaje, control calidad y palletizado (p-c-1)
C03	Plástico línea de la col china	PI02	Col china limpia y sin deshojo	ST02	Servicios de transporte, limpieza y tija de la col china
C05	Envasado, pesaje, control de calidad y palletizado col china	PI03	Col china clasificada	ST03	Servicios de clasificación de la col china
EX	Material exterior	PI04(1)	Col china de primera categoría	ST04	Servicios de env. pesaje, control de calidad y palletiz. col china
PI01	Equipamiento de transmisión y volado línea col china	PI04(2)	Col china de segunda categoría	ST05	Reporte de los estados financieros
PI02	Maquinaria de plástico de la col china	PI05(1)	Col china de primera palletizada	ST06	Tienda de col china con control de calidad de la línea d
FM01	Maquinaria de limpieza línea col china	PI05(2)	Col china de segunda palletizada	ST07	Transporte, tija, limpieza y tija de la col china
FM02	Material de clasificación línea col china	PI06(1)	Col china de primera en cámaras	ST08	Clasificación línea de la col china
FM03	Pallets línea d	PI06(2)	Col china de primera en camión	ST09	Clasificación por categorías y pesaje de la col china
FO01	Costo de operación de la línea d	PI07(1)	Col china de segunda en camión	ST10	Envasado, pesaje, control calidad y palletizado col china 1*
FS01	Servicios exteriores de transporte de desperdicios	PI07(2)	Plásticos generados por la col china de primera	ST11	Envasado, pesaje, control calidad y palletizado col china 2*
MVC02	Subestación de transporte, limpieza y tija de la col china	PI08(1)	Servicios generados por la col china de segunda	ST12	Embalado, fijado y conservación col china primera
MVC03	Subestación de clasificación col china	PI08(2)	Servicios de transporte interno con camiones	ST13	Embalado, fijado y conservación col china segunda
MVC05	Subestación de plástico col china	ST01	Servicios de desempa. pesaje y preenfriado	ST14	Pesaje y carga en camiones de la col china de primera
PI08(1)	Subestación de env. pesaje, control calidad y palletiz. col china	ST02	Servicios de envasado, pesaje y conservación	ST15	Pesaje y carga en camiones de la col china de segunda
PI08(2)	Col china de primera en camión (a prueba nabo)	ST03	Servicios de embalaje, pesaje y conservación	ST16	Venta de la col china de primera
PI09(1)	Col china de segunda en camión (a prueba nabo)	ST04	Servicios de ventas	ST17	Venta de la col china de segunda
PI09(2)	Cajas tipo B montadas	ST05	Servicios de clasificación	ST18	
PI09(3)	Cajera tipo B montadas				

Transformación virtual de reparto de los costes generales

A pesar de que, como indicamos antes, en su representación sobre el papel los mapas de segundo nivel no incluyen información cuantitativa, para mantener un tamaño compacto, nada impide que, cuando se trabaja con ellos sobre un soporte informático, den acceso a la información detallada de cualquiera de las variables fondo o corriente representadas. La Figura 10 muestra el cuadro de diálogo que se obtendría en la aplicación informática desarrollada por los autores, al consultar, por ejemplo, la variable fondo Cb2.

Figura 10
Cuadro de diálogo

Consulta, edición e introducción de variables fondo

Clave: Descripción:

Lista de variables fondo:

Clave	Descripción
Cb2	Transporte interno, limpieza y tría del pepino
Cb3	Plastificado línea del pepino
Cb5	Etiquetado del pepino
Cb6	Envasado, pesaje, control calidad y p
Cc2	Transporte interno, limpieza y tría del
Cc4	Envasado, pesaje, control calidad y p
Cd2	Transporte interno, limpieza y tría de
Cd3	Plastificado línea de la col china
Cd5	Envasado, pesaje, control de calidad
Ce2	Transp. int., clasif., envasado, pesaje
Cf2	Transp. int., clasif., envas., pesaje, c
Cg2	Transporte interno, lavado y tría del p
Cg3	Clasificación y pesaje unitario del pimi
Cg5	Bolsas de pimiento
Cg6	Envasado, pesaje, control de calidad
Ch2	Transporte interno, limpieza y tría de

Atributos del fondo:

Descripción	T	Valor
<input checked="" type="checkbox"/> Unidad técnica (uf)		Kilogramos
<input type="checkbox"/> Capacidad (ca)		2.250.000,00
<input type="checkbox"/> Importe entradas (ie)	R	4.481.592,74
<input type="checkbox"/> Importe salidas (is)	R	4.481.592,74
<input type="checkbox"/> Balance (ie-is)	R	0,00
<input type="checkbox"/> Nivel de actividad (na)	R	2.188.983,79
<input type="checkbox"/> Coste medio (pm)	R	2,030

Copiar Pegar Editar ?

Fórmula:

<Dato>

Ordenar por: Clave Descripción

Qué insertar: Clave Descripción Atributos seleccionados Tabla Gráfico

Dirección: Horizontal Vertical

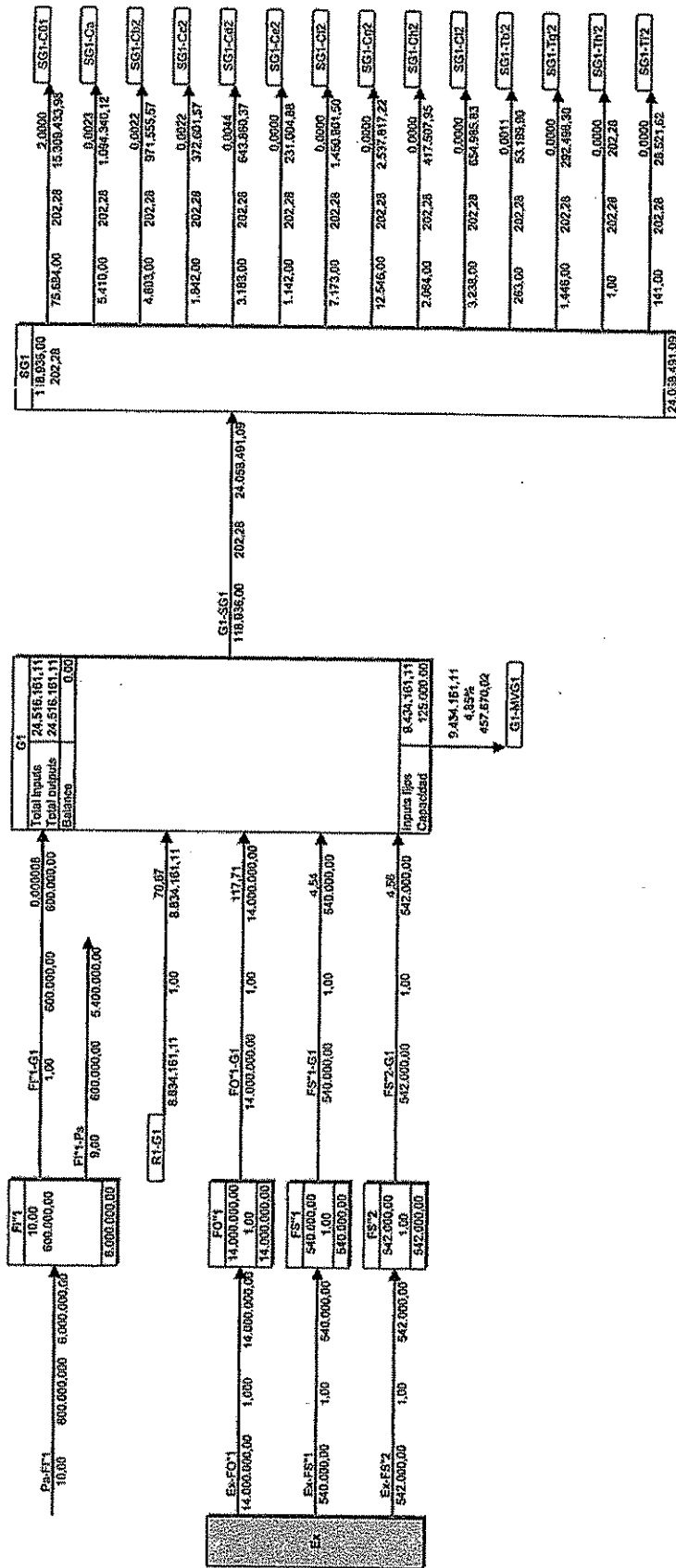
Celda de destino:

Añadir fondo Cambiar fondo Borrar fondo Insertar Cerrar

4.3. Mapas circulatorios de tercer nivel

Como hemos señalado anteriormente, los mapas circulatorios detallados alcanzan con facilidad un gran tamaño, que hace inviable su inclusión en un trabajo como el presente. Por esta razón, presentamos aquí únicamente el grafocoste de la transformación de centro G1, "Transporte interno con carretillas", con datos simulados para

Figura 11
Mapa circulatorio de tercer nivel (detallado)
de la transformación general G1 "transporte interno con carretillas"



una campaña completa. La unidad de medida de los servicios de transformación SG1 es el número de desplazamientos de pallets –que empiezan con la carga en la carretilla y terminan con la descarga–. Esta cantidad no se mide directamente, sino que se calcula a partir de los kilos manipulados, divididos por el contenido medio de cada producto por pallet –que suele ser bastante estable–. Además de la información cuantitativa que presentamos, el grafocoste detallado puede incluir cualquier otro tipo de información que se considere necesaria sobre las variables del modelo. Los botones de conexión están enlazados mediante hipervínculos con los de origen o destino incluidos en otros mapas de tercer nivel.

5. CONCLUSIONES

La descripción de un proceso productivo con vistas al diseño de un sistema de costes exige contar con una metodología bien especificada. Creemos que el lenguaje del grafocoste puede considerarse una herramienta adecuada en esta línea. Destacaríamos en primer lugar su carácter gráfico, que proporciona una alta visibilidad de la estructura circulatoria de los procesos descritos, y puede servir de vehículo de comunicación entre los responsables de las diversas áreas funcionales de las organizaciones. En segundo lugar, el lenguaje posibilita la formulación, a través del grafo, de múltiples relaciones matemáticas entre las variables del modelo, lo que nos permite utilizarlo como una herramienta de simulación dotada de gran potencia analítica.

Consideramos también que tanto el plan de trabajo expuesto (3.1) como la nomenclatura desarrollada (3.2), permiten orientar de una forma eficiente el proceso de creación del mapa de circulación de valor de cualquier proceso productivo, y facilitan su interpretación por usuarios diferentes de sus diseñadores.

Por último, como hemos puesto de manifiesto en múltiples ocasiones –y puede comprobarse en el apartado 4.3–, el grafocoste, en su nivel más analítico, alcanza con relativa facilidad una extensión considerable, con la consiguiente pérdida de visión global para el usuario de los modelos. Para resolver este problema, hemos considerado necesario adoptar un enfoque multinivel con tres niveles de detalle, que permiten una aproximación gradual a cualquier parte del proceso productivo representado, evitando la desorientación que suele producirse cuando se interactúa con modelos de gran tamaño. En el primer nivel representamos todo el proceso productivo con una perspectiva global, en un mapa que permite visualizar las relaciones de prestación que no resultan evidentes en los mapas de segundo nivel –es decir, las existentes entre las distintas transformaciones de centro no específicas de una línea, y entre éstas y las diferentes líneas de proceso–, y que, por otra parte, da acceso a los mapas de segundo nivel, mediante el uso de

“hipervínculos”. El segundo nivel está integrado por mapas sintéticos que muestran las variables corrientes y fondos del modelo, así como las relaciones entre ellas, y que, a su vez, dan acceso a los grafocostes detallados del tercer nivel¹². Estos últimos incluyen ya la medida técnica y la valoración económica de las mencionadas variables, así como cualquier otra información cuantitativa y cualitativa que se considere oportuna.

No podemos dejar de señalar que el trabajo con grafocostes plantea algunas dificultades que todavía no tenemos del todo resueltas. Por ejemplo, la necesidad de representar las variables del modelo mediante claves en los mapas de primer y segundo nivel, para evitar una dispersión y un tamaño excesivos que dificultarían la visión de conjunto, exige un esfuerzo previo de asimilación de las convenciones de notación, que podría actuar como barrera para la correcta interpretación del modelo. Otra dificultad práctica que hemos detectado es la que deriva del crecimiento exponencial de las transformaciones de producto a representar, cuando la existencia de alternativas en el proceso genera sucesivas diferenciaciones en los productos. No obstante, estamos convencidos de que estas y otras dificultades, de carácter eminentemente práctico, pueden obtener una respuesta adecuada en el diseño de herramientas informáticas apropiadas por profesionales cualificados.

BIBLIOGRAFÍA

- FORRESTER, J.W. (1972): *Dinámica Industrial*, El Ateneo.
- GARCÍA GARCÍA, M. (1980): *Contabilidad Social*, Instituto de Planificación Contable, Madrid.
- _____ (1984): *Economía de la producción y contabilidad de costes*, Instituto de Planificación Contable, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- _____ (1993): Cuestiones actuales de Contabilidad de Costes, *El grafocoste. Un nuevo lenguaje para el diseño y formulación de los modelos contables de costes*, Sáez Torrecilla, A., McGraw Hill, Madrid.
- _____ (1995): “La contabilidad de costes y sus herramientas, una perspectiva de futuro”, Seminario sobre la Contabilidad basada en el Análisis de la Circulación Económica, Sigüenza.
- _____ (1996): *La Contabilidad basada en el Análisis de la Circulación Económica (Una Introducción Teórico-Práctica)*, Libros I y II, 2ª Edición, Editorial OMM Campus, Madrid.
- LÓPEZ CRUCES, F. y LÓPEZ GODOY, M. (1995): “El cálculo de costes en una cooperativa de comercialización de productos agrarios”, Comunicación incluida en el libro *Experiencias Sectoriales en Contabilidad de Costes y de Gestión. II Jornada de Trabajo sobre Contabilidad de Costes y de Gestión*. Ponencias y Comunicaciones, p. 137-148, ASEPUC, Málaga.
- _____ (1996): “Información para el control y la mejora de la calidad en las cooperativas de comercialización de productos agrarios”, comunicación incluida en el libro *Aplicaciones prácticas de cálculo de*

¹² Mediante el desarrollo del software adecuado, el usuario podría consultar, en los mapas de los niveles primero y segundo, las valoraciones económicas agregadas de las variables del modelo.

costes y control de gestión, III Jornada de trabajo sobre contabilidad de costes y de gestión, Ponencias y Comunicaciones, p. 89-111, ASEPUC-Centro de Estudios Financieros, Madrid.

_____ (1999a): "Descripción del proceso productivo de una cooperativa hortofrutícola en el lenguaje del grafocoste", Comunicación incluida en el libro *La competitividad en la gestión empresarial ante la moneda única europea, II Jornada de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI)*, Ponencias y Comunicaciones, p. 401-419, Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones.

_____ (1999b): "Un enfoque *top-down* para el diseño de grafocostes". Comunicación presentada en el *VI Congreso Internacional de Custos - Custos e Estatégia Empresarial*, Braga, Portugal, septiembre.

_____ (2001): "El grafocoste: ¿Un gráfico del proceso productivo?", *Partida Doble*, No.125, septiembre, p. 18-33.

PEINÓ JANEIRO, V. y RODRÍGUEZ DÍAZ, R. (1996): "El cálculo de costes en las empresas de transformación agraria a través de un ejemplo: la industria quesera", *Partida Doble*, No. 68, junio, p. 16-26.

SERRANO MORACHO, F. (1991a): "Análisis contable de procesos productivos (I y II)", *Partida Doble*, No.8, enero, p. 58-63, y No. 9, febrero, p. 57-63.