

## EL ANALISIS ESTRUCTURADO EN LA EMPRESA

**Edmundo Said**

Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires S. A.  
Buenos Aires, Argentina.

### RESUMEN

El Análisis Estructurado, concebido y aplicado como herramienta de Diseño de Sistemas de Información, representa en rigor un esquema de pensamiento ordenado para la creación. Con este concepto, resulta interesante analizar la posibilidad de rebasar los límites impuestos por los Sub-Sistemas de Información, y estudiar su aplicación en el campo de los Sistemas, tomados en forma integral.

### 1.- INTRODUCCION

El estudio de los sistemas de información, área sumamente dinámica, tanto en su concepción como en los medios humanos y materiales para su tratamiento, ha recibido en los últimos años el aporte de una nueva técnica, el Análisis Estructurado (y, consecuentemente, el Diseño Estructurado), que ofrece una serie de normas y procedimientos para su división en módulos y su posterior resolución en forma de red.

El Análisis Estructurado, planteado para los diagramas y programas de sistemas informativos, ha encontrado un campo de aplicación integrado en todo el proceso de concepción de los sistemas administrativos como tales, su posterior desdoblamiento en subsistemas componentes (entre ellos el de información) y la profundización del estudio de éstos últimos.

De este modo se presenta a todo un sistema administrativo

como una red de módulos o procesos, interconectados entre sí por flujos de información v/o producto, y alimentando o recibiendo información adicional, de empleo repetitivo, desde archivos concebidos como depósitos de información.

El tratamiento modular presenta, entre otras, la gran ventaja de constituir cada módulo en un elemento cuyo contenido es indiferente ("transparente") al sistema total, al cual solo interesa el proceso de transformación que ejecuta dicho módulo sobre las magnitudes de entrada para obtener las magnitudes de salida. A su vez cada módulo sufre un proceso de sucesivas "explosiones" que permiten subdividirlo hasta el grado que se desee. El tema está expuesto en detalle en las referencias de la Bibliografía.

Definida una estructura modular para un determinado proceso administrativo (Bibliografía 3) surge como inmediata la posibilidad de contemplar a la Empresa, en su totalidad, como un único sistema, integrando las etapas de producción y administración, ésta última en sus múltiples aspectos.

¿Cuál sería el objeto de considerar estructuralmente dividida a la Empresa en módulos o procesos concatenados bajo forma de red? El tema es amplio, pero pueden citarse "a priori", importantes razones para profundizar en las posibilidades de este tipo de análisis:

- 1.- La estructura modular permite segmentar la actividad empresarial hasta el nivel deseado, haciendo cada segmento operativamente modificable, en forma independiente del conjunto.
- 2.- En cada uno de los módulos pueden efectuarse mediciones para determinar índices de eficiencia, cohesión, grado de comunicación y armonía con su entorno, etc., de modo de evaluar el comportamiento de cada uno, con relación a los parámetros de la política empresarial, actuar sobre ellos y medir su evolución.
- 3.- Pueden establecerse relaciones biunívocas entre la estructura productiva, la estructura jerárquica, las diversas estructuras contribuyentes (planeamiento, control de gestión, personal, etc.) y los sistemas de uso accesorio (reparación, mantenimiento, etc.) para medir interacciones deseadas y no deseadas, apreciar resultados, definir con precisión el subsistema informativo en sus niveles operacional, táctico y estratégico, etc..

En rigor, el campo de acción de este tipo de esquemas es, en apariencia, bastante amplio, de modo que nos concretaremos a exponer sus bases principales, y dejar las aplicaciones para etapas posteriores.

## 2.- CONCEPTOS BASICOS

Las magnitudes sobre las cuales se estructura un sistema

de este tipo son (Figura N° 1):

a.- Procesos o módulos. Describen operaciones concretas que, actuando sobre los estímulos, que pueden estar constituidos por entradas de producto v/o información, producen determinadas respuestas, genéricamente del mismo tipo posible. Además inter-actúan con depósitos de información (archivos) y depósitos de producto (almacenes).

Por otro lado estos procesos o módulos, que como se expuso representan las operaciones, pueden ir disminuyendo de nivel, a partir de módulos base, y por medio de sucesivas "explosiones" ó subdivisiones, hasta el nivel de detalle deseado.

b.- Flujos o Canales de Producto v de Información. Son conductos a través de los cuales circula, o bien un cierto producto (caracterizado por su naturaleza, o definición, y características identificatorias), o bien una cierta información caracterizada, como es normal en estos casos, por la entidad a la que se refiere y sus atributos o condiciones, incluido el atributo identificador.

c.- Depósitos de Información o Archivos. Son depósitos físicos donde se almacena información, la cual se especifica como se indicó, en el acápite anterior. El tipo de depósito físico (fichas, cintas de computadora, libros de contabilidad, etc.) es irrelevante en este análisis.

d.- Depósitos de Producto o Almacenes. Son depósitos físicos para acumular un cierto producto de uso en la Empresa, caracterizado como ya se indicó. Al referirnos a producto, involucramos a cualquier insumo, producto intermedio, producto terminado, dinero, o elementos físicos empleados para el proceso empresarial. Así, las horas-hombre son un producto, así como los materiales, los transportes, el combustible, etc..

e.- Entidades Externas. Son todos aquellos elementos ajenos a la Organización que reciben o proveen Productos y/o Información a la misma. El conjunto de las Entidades Externas constituye el Entorno de la Empresa.

El diagrama estructurado, construido en base a estas notaciones, representa el proceso de la producción, en una figura bidimensional (Figura N° 2).

La Figura N° 3 ejemplifica en forma parcial la sucesión de operaciones, o módulos básicos de una Empresa de Servicios Eléctricos, y la explosión de uno de ellos, el de distribución y venta del producto. La Figura N° 4 esquematiza un proceso contribuyente de personal.

Dentro de este desarrollo bidimensional pueden distinguirse:

FIGURA Nº 1 - CONVENCIONES

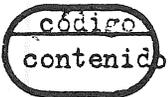
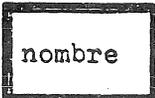
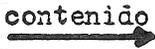
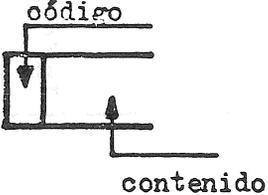
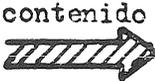
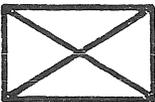
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Módulos- Operación
	Entidad Externa (Elemento ajeno al sistema que utiliza o genera información correspondiente a éste)
	Flujo de información
	Archivo de información
	Flujo de producto
	Depósito de Producto. Código (idem al archivo de Información correspondiente) y contenido

FIGURA. N° 2 - Esquema de Diagramación Lógica

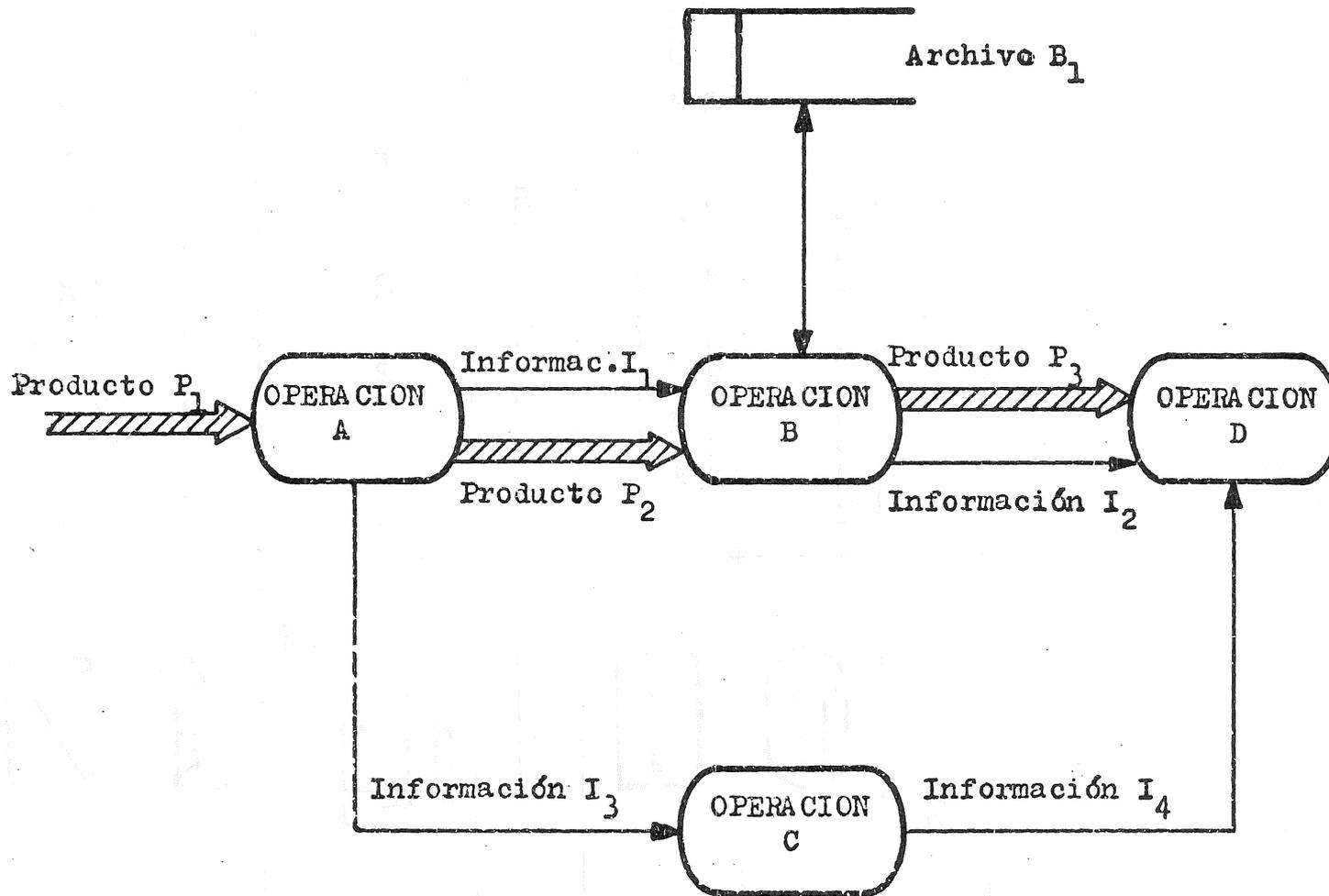


FIGURA N° 3 - Ejemplo de una sub-red de módulos operacionales

99 - I

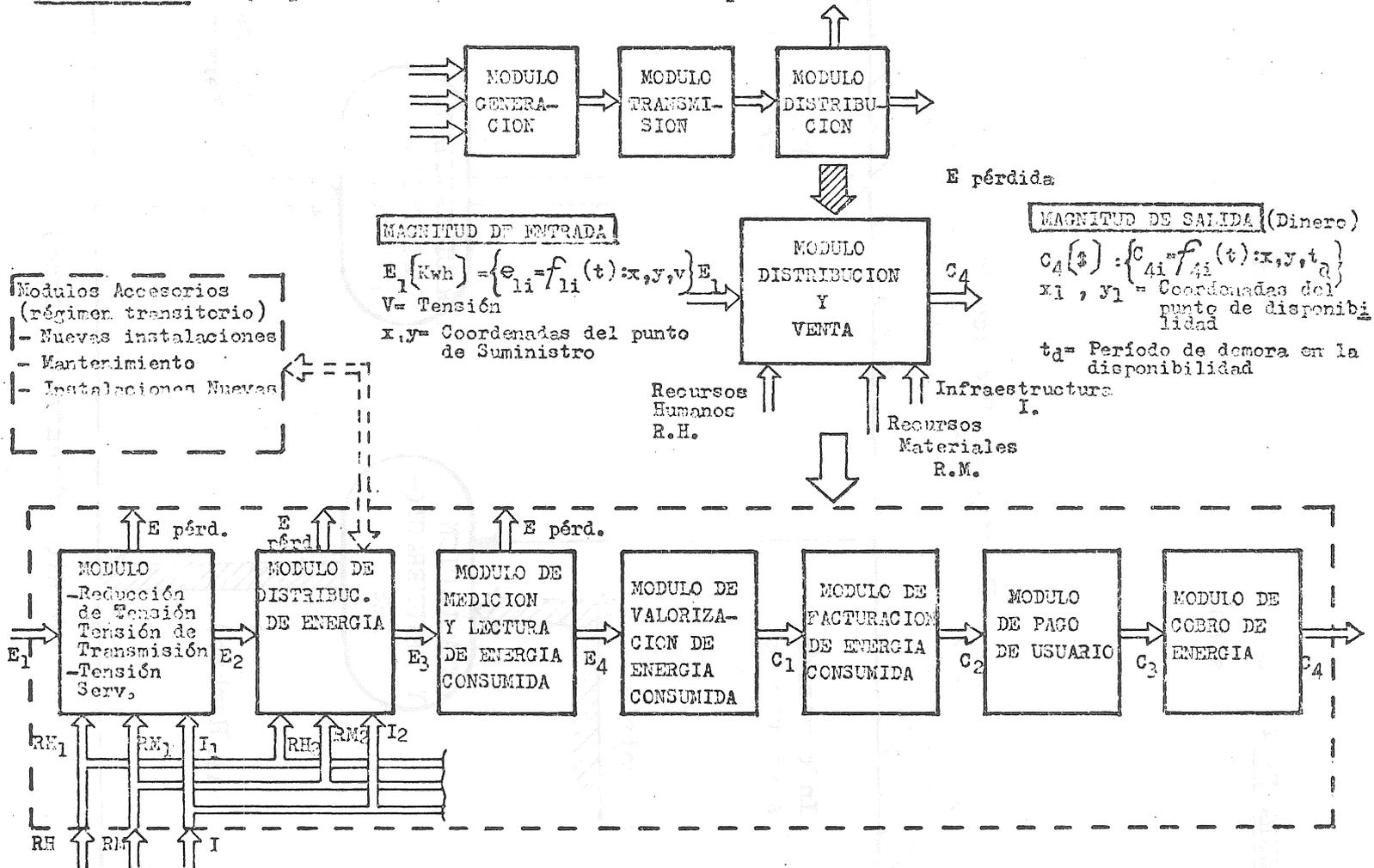
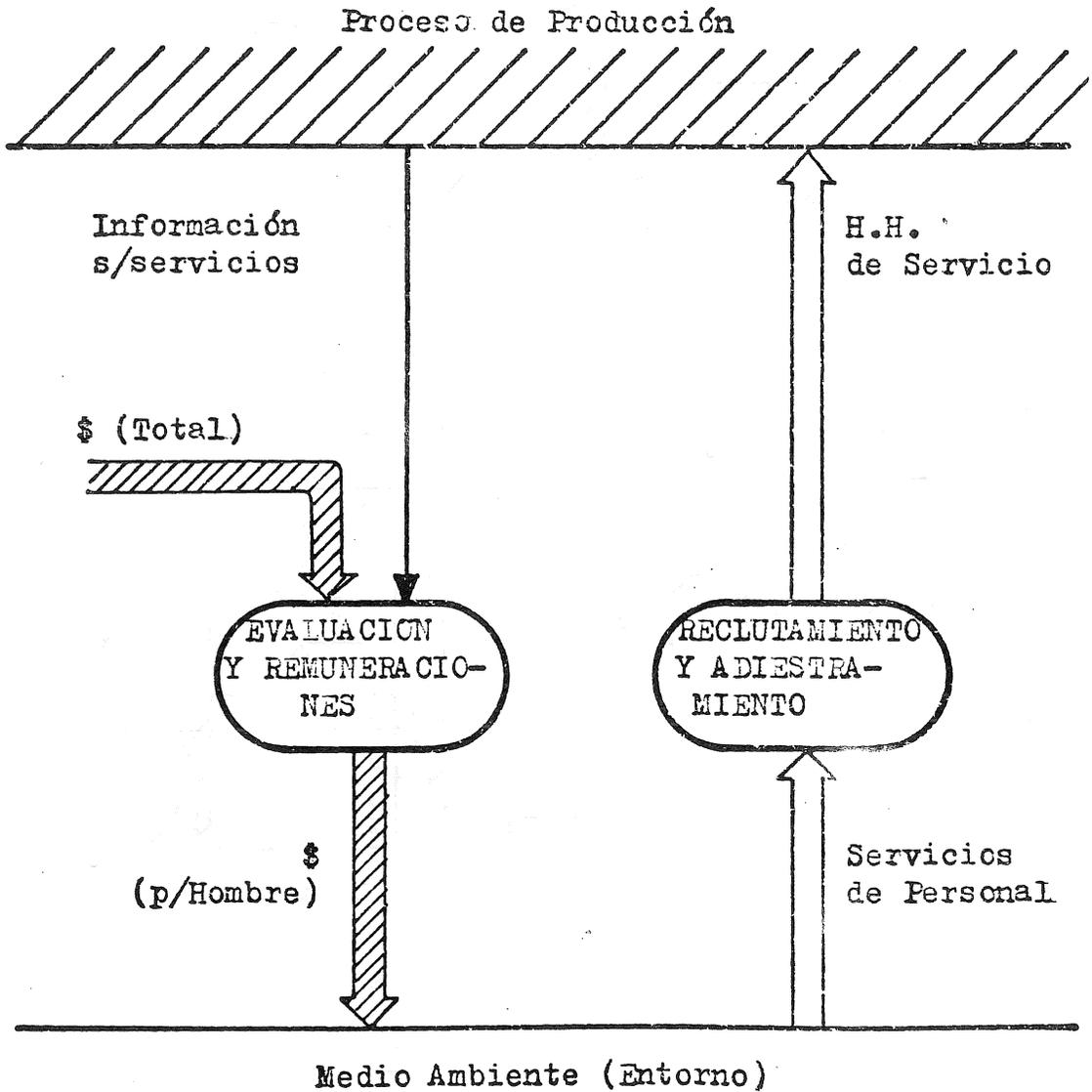


FIGURA N° 4 - Esquema básico de una red de Provisión de Personal



- a.- Módulos del Proceso Normal de Producción o Módulos de Producción. Estos módulos representan, en la secuencia correspondiente, todas las operaciones que se llevan a cabo para obtener la producción a partir de los distintos insumos.
- b.- Módulos Contribuyentes. Son todos aquellos módulos que simbolizan las operaciones que tienen por objeto proveer los elementos logísticos comunes (materiales, repuestos, servicios humanos, e instalaciones y equipos) y llevar a cabo las tareas de planificación, programación, control y registración a nivel empresarial global.
- c.- Módulos Accesorios. Son los que tienen por objeto solucionar problemas o producir modificaciones en los demás módulos del proceso, para mantenerlos en condiciones correctas de operación. Ejemplo: sistemas de reparación, de obtención de repuestos en emergencia, de acción en casos de siniestro, etc..

### 3.- ESTRUCTURAS JERARQUICAS

El nivel bidimensional descrito especifica, como se ha hecho notar, la secuencia de las sucesivas operaciones, interconectadas a través de flujos de producto e información, que constituyen el proceso productivo y de comercialización de la Empresa.

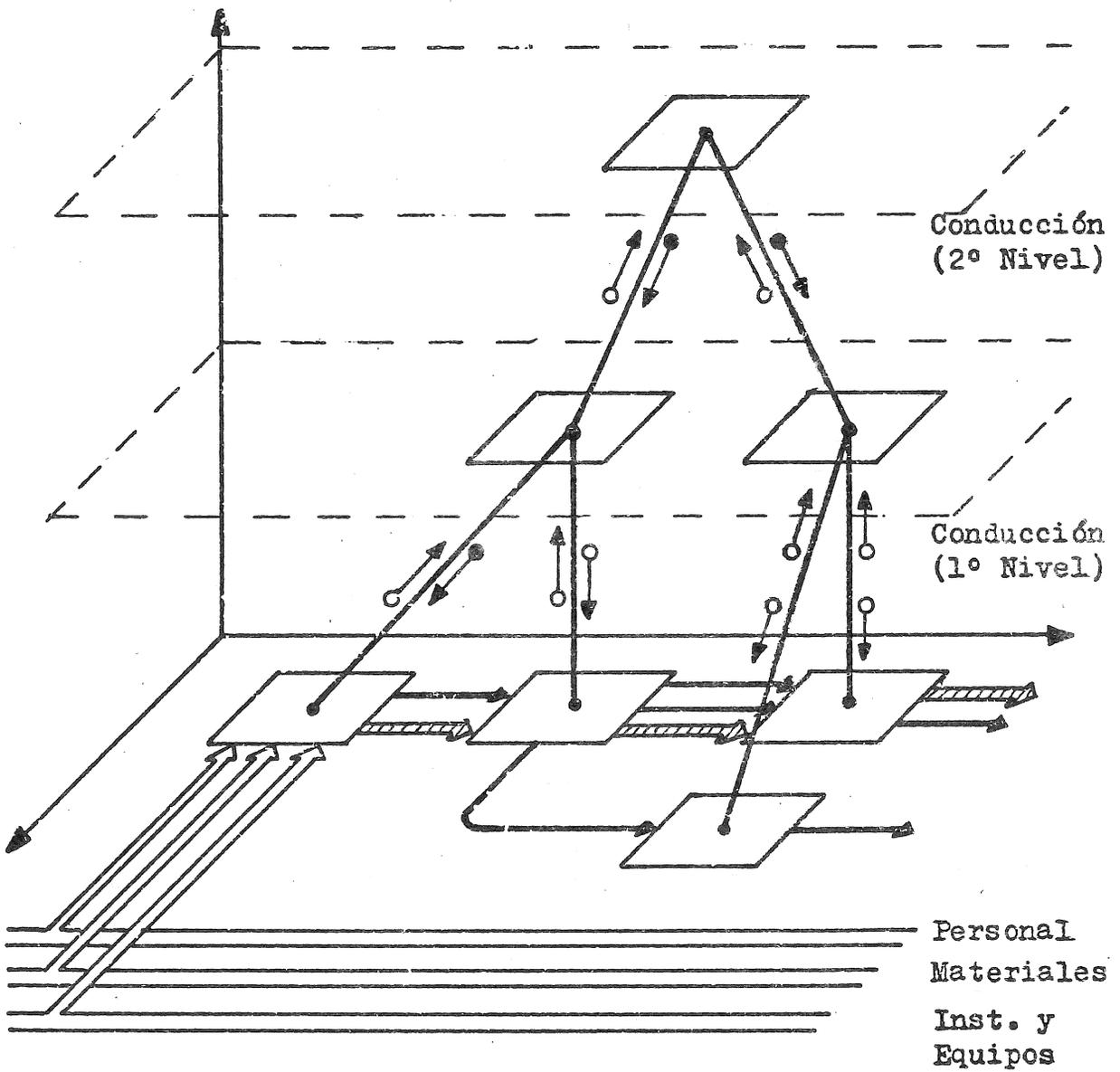
Por encima de estos módulos, y constituyendo capas superiores, jerárquicamente estructuradas, se encuentran los niveles de conducción, recorriendo sucesivos valores de la ordenada Z de un sistema de coordenadas tridimensional (Figura Nº 5). Esta estructuración se ha efectuado sobre la base de la diagramación Top-Down o jerárquica aplicada en diagramación estructurada de sistemas de información (Bibliografía 1 y 2).

En la Figura Nº 5 se puede apreciar, una simbología de relación entre módulos de distintos niveles jerárquicos. En rigor los módulos de los sucesivos niveles de conducción por encima del nivel operacional, no son módulos que representen operaciones propiamente dichas, sino "funciones" de supervisión y conducción.

Las flechas de círculo en blanco en la parte posterior, representan flujo de información (debidamente seleccionada de acuerdo a criterios que se verán más adelante), y las flechas de círculo lleno en la parte posterior, indican señales de control (decisión). Esta nomenclatura también se adapta a las normas del análisis estructurado de sistemas de información. La información para la conducción, así como las decisiones (que para nosotros equivalen a señales de control) se mueven dentro de la estructura jerárquica.

Debe aclararse que, en la diagramación jerárquica de uso en computación, todo el proceso se realiza en forma ascendente-descendente, dado que el procesamiento es exclusivamente de información. En nuestro caso, en cambio las operaciones se desa-

FIGURA N° 5 - Diagramación Operacional-Jerárquica



rollan solamente en el nivel menor (con la información operativa correspondiente). Con respecto a la relación nivel de información-nivel jerárquico, la Figura N° 7 representa conceptualmente la condensación ascendente de la información operacional a medida que debe llegar a los niveles superiores. Dicha condensación debe fundamentalmente operar para la obtención de valores índices, desvíos y tendencias elaboradas estadísticamente (Bibliografía 5).

Dicha diagramación ha sido comparada (Bibliografía 2) con una estructura de tipo militar (Figura N° 6), en la cual se mueven la magnitud información (datos, en el caso de sistemas de información) y la magnitud señal de control. El diagrama se lee de izquierda a derecha, ascendiendo a medida que se agotan las alternativas de nivel equivalente. Por ejemplo en el diagrama de la Figura N° 6 se parte del nivel superior, el cual emite una orden (señal de control) al módulo inferior izquierdo, en el sentido de obtener información válida respecto de un determinado problema. Este, a su vez, emite una nueva señal a su módulo inferior izquierdo, ordenando obtener información. Cuando la información es obtenida por éste último, es enviada al módulo superior (Módulo B), el cual la remite al Módulo inferior siguiente a la izquierda (Módulo D) para su validación. Una vez concretada la misma, éste último emite una señal de válida-no válida, y el Módulo B, a su vez, adopta decisión y, en caso afirmativo, remite información válida al Módulo de Comando. Este último ordena iniciar el Procesamiento, el cual se concreta a través del Módulo E, que dispone el orden en que operarán los Módulos F y G, etc..

Sobre este tipo de diagramas se ha elaborado además una serie de operaciones básicas, que en esencia comprenden las tareas de selección e iteración, pero que no resulta necesario profundizar en esta etapa.

#### 4.- CONCEPTOS DE APLICACION

Si consideramos el módulo  $S_i$ , existirán los conjuntos

$\left\{ f_{ij}(t) \right\}$  de magnitudes de entrada  $j=1,2,\dots,n$

$I_i(t)$  de entidades de información de entrada, con sus niveles de atributos respectivos.

$\left\{ g_{ik}(t) \right\}$  de magnitudes de salida  $k=1,2,\dots,n$

$I_0(t)$  de entidades de información de salida, con sus niveles de atributos

y podemos definir al operador  $P_i$ , tal que:

FIGURA N° 6 - Proceso Jerárquico

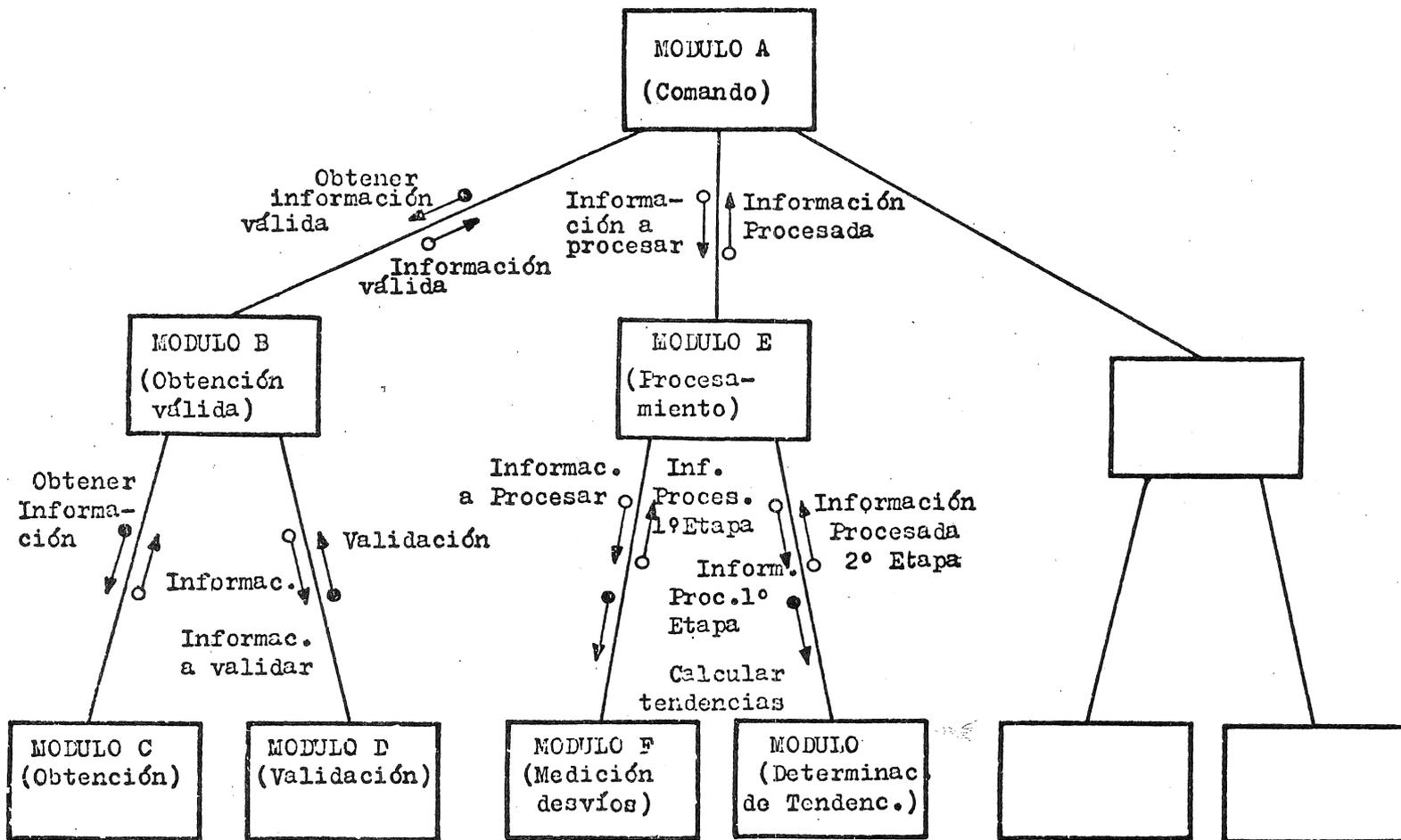
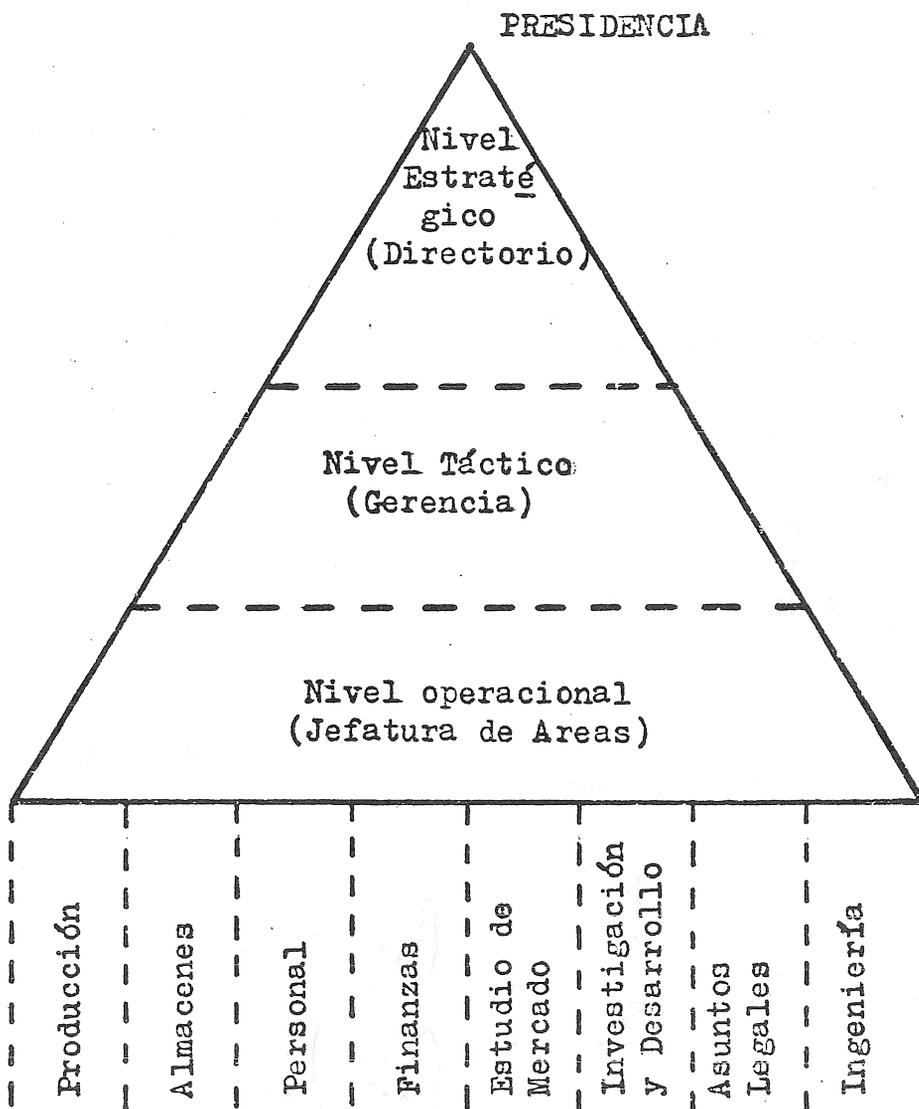


FIGURA N° 7 - Información - Niveles de decisión



$$P_i \left[ \begin{matrix} \{f_{ij}(t)\} \\ UI_i(t) \end{matrix} \right] = \left[ \begin{matrix} \{g_{ik}(t)\} \\ UI_o(t) \end{matrix} \right]$$

como equivalente al módulo  $S_i$ .

A su vez, habrá una correspondencia de magnitudes

$$\left\{ \begin{matrix} \{f_{ij}(t)\} \\ \text{para } r=0,1,2,\dots,n \end{matrix} \right\} \xleftrightarrow{r:p} \left\{ \begin{matrix} \{g_{ik}(t)\} \end{matrix} \right\}$$

y  $p=0,1$

Esta correspondencia equivale a identificar las magnitudes que son salidas de un módulo y constituyen entradas a otro. Es decir:

$$g_{i_1 k'} = f_{i_2 j'}$$

cuando la salida  $k'$  del módulo  $S_{i_1}$  es entrada  $j'$  al módulo  $S_{i_2}$

El conjunto de las salidas del sistema será:

$$\left\{ g'_{ik}(t) \right\} = \left\{ g_{ik}(t) : r=0 \right\}$$

y el conjunto de entradas

$$\left\{ f'_{ij}(t) \right\} = \left\{ f_{ij}(t) : p=0 \right\}$$

El conjunto de estados del sistema es

$$\left\{ S(t) \right\} \subseteq X_{i,j,k} \left[ f_{ij}(t) \times g'_{ik}(t) \right]$$

$t=0,1,\dots,T$

Puede definirse la eficiencia instantánea del módulo  $S_i$  en el instante  $t=t_0$  como

$$e_i(t_0) = \frac{\sum_k C_{ik} \left( \frac{\delta g_{ik}}{\delta t} \right)_{t=t_0}}{\sum_j b_{ij} \left( \frac{\delta f_{ij}}{\delta t} \right)_{t=t_0}}$$

Siendo  $C_{ik}$  y  $b_{ij}$  los coeficientes de costo.

En términos discretos

$$e_i(t_0 + \Delta t) = \frac{\sum_k C_{ik} \left[ g_{ik}(t_1 + \Delta t) - g_{ik}(t_1) \right]}{\sum_j b_{ij} \left[ f_{ij}(t_0 + \Delta t) - f_{ij}(t_0) \right]}$$

Si tenemos en cuenta el tiempo de respuesta  $(t_1 - t_0)$ , como el tiempo insumido por el proceso llevado a cabo en el módulo  $S_i$ , será:

$$e_i(t_1) = \frac{\sum_k C_{ik} \left[ g_{ik}(t_1 + \Delta t) - g_{ik}(t_1) \right]}{\sum_j b_{ij} \left[ f_{ij}(t_0 + \Delta t) - f_{ij}(t_0) \right]}$$

## 5.- ANALISIS DE MODULOS

El análisis de cada uno de los módulos operacionales permite obtener, entre otras cosas, un conjunto de índices cuantitativos y cualitativos contribuyentes a la evaluación de los mismos.

Fundamentalmente los índices cuantitativos se refieren a la eficiencia en el aprovechamiento de los factores, o sea del producto e información de entrada, en relación con el producto y la información obtenidos.

Para la entrada  $j$ -ésima del módulo  $i$ , el índice  $C'_{ij}$ , relación entre estímulo y respuesta, puede tomar distintas formas, según se trate de unidades físicas o monetarias de evaluación.

Asumiendo una tabla de productos, con sus respectivas unidades físicas de medición:

$$C'_{ij} = \frac{\text{Cantidad de la magnitud } j \text{ de entrada}}{\text{Unidad de Producto de Salida}}$$

En el caso de tratarse de varios productos de salida, deberá considerarse cada uno, afectando la cantidad de cada producto de entrada que le esté destinado. Esto equivaldrá al funcionamiento del módulo en "salida cero", para todos los productos de salida, excepto el considerado.

Para los sistemas contribuyentes, tendríamos tomando como ejemplo el personal:

$$C'_{Dj} = \frac{\text{Horas-hombre}}{\text{Unidad Producto de Salida}}$$

En este caso, por ejemplo, la cantidad de horas-hombre absorbidos en el módulo por unidad de producto de salida debe expresarse reduciendo todos los aportes de mano de obra a una categoría común, a través de coeficientes de transformación obtenidos por relación de remuneraciones.

Así se plantean, en general, problemas de homogeneizar distintos valores a través de factores relacionales de costo.

El factor  $C_{ij}^I$ , al referirse a volúmenes físicos, permite medir eficiencias de transformación en términos absolutos, con independencia de fluctuaciones monetarias relativas. En cambio no permite introducir en el cálculo el costo de la información, no factible de considerar físicamente de un modo tan preciso.

Tomando costos de productos de entrada

$$C_{ij}^{\prime\prime} = \frac{\text{Costo de la cantidad de magnitud } i \text{ de entrada}}{\text{Unidad de Producto de Salida}}$$

y siendo

$C_{pj}^{\prime\prime}$ ,  $C_{mj}^{\prime\prime}$  y  $C_{rj}^{\prime\prime}$  los coeficientes de absorción, en unidades monetarias, de mano de obra, materiales y gastos de capital (mantenimiento más amortización), tendremos un costo total de éste

$$C_j^{\prime\prime} = \sum_i C_{ij}^{\prime\prime} + C_{pj}^{\prime\prime} + C_{rj}^{\prime\prime} + C_{mj}^{\prime\prime}$$

Lo cual permitiría recorrer el ciclo secuencial de operaciones para valorizar sucesivamente los productos, a medida que se obtienen.

El análisis de la imputación de los costos de procesamiento de la información debe ser efectuado en detalle, asignando en forma directa a cada producto los costos de la información utilizada por el mismo, y una parte proporcional de los gastos fijos, como es de rutina en estos casos. El costo de cada módulo accesorio debe imputarse al módulo de producción al cual está destinado.

Es necesario distinguir en lo que respecta a los requerimientos de información (Bibliografía 2).

- a.- Requerimientos operacionales: Aquellos que se necesitan a nivel de las operaciones corrientes de la Empresa (facturas, liquidaciones, etc.).
- b.- Requerimientos informativos: Los necesarios para la toma de decisiones, a nivel jerárquico.

Los requerimientos operacionales son los que recorren el plano x-y, y los informativos, resultado de extracción y conso-

lidación de datos desde los primeros, son los que recorren, en sentido ascendente, el árbol ierárquico.

Resulta de interés analizar la aplicación a este tipo de estructuras de los conceptos de cohesión a nivel de módulo, y de acoplamiento entre módulos (Bibliografía 1).

En el caso del diseño estructurado de sistemas de información es de importancia primordial la obtención del grado máximo de cohesión dentro de cada módulo respecto al proceso global (cohesión funcional, o sea la identificación de funciones específicas en cada uno de los módulos), así como la minimización de los acoplamientos no previstos, eliminando en especial los que no estén comprendidos dentro del alcance del control de cada uno.

En el caso que nos ocupa, habrá necesariamente que aplicar el concepto de cohesión funcional en la definición de cada módulo, pero la consideración de los acoplamientos merece un estudio especial.

En efecto, siendo el acoplamiento a través de flujo de producto un efecto no deseable, no ocurre lo mismo con acoplamientos a través de canales de información para la circulación de datos sobre conocimiento de la actividad empresarial, normas sobre políticas de aplicación, e incluso reglas de comportamiento y acción.

La elaboración en mayor detalle de los índices cualitativos y cuantitativos de comportamiento requiere un trabajo de mayor profundidad para cada situación particular. Asimismo lo es la determinación de las funciones eficiencia a nivel de módulo, considerando la ponderación relativa de los índices considerados. Dichos índices deben involucrar conceptualmente los costos de transferencia, ya citados, así como los valores de tiempos de respuesta, calidad, cohesión del equipo humano y relación módulo-entorno.

## 6.- ESQUEMA CONTABLE

Resulta sumamente importante que en todo análisis empresarial, el Plan de Cuentas, herramienta fundamental para la gestión, tenga relación directa con la dinámica total, de modo tal que todo aspecto general o particular de ésta, encuentre exactamente su contrapartida contable.

Dentro de este concepto, el análisis estructurado permite establecer una asignación biunívoca entre sus componentes, o sea procesos, depósitos, entidades externas y canales de producto e información, y los componentes de un Plan de Cuentas concebido para dicha estructura.

Genéricamente podemos definir las siguientes asignaciones:

- a.- Depósitos de Producto  $\longleftrightarrow$  Cuentas Patrimoniales
- b.- Entidades Externas  $\longleftrightarrow$  Cuentas externas al entorno empresarial.
- c.- Procesos  $\longleftrightarrow$  Cuentas de Resultados
- d.- Canales de Producto  $\longleftrightarrow$  Canales de comunicación entre cuentas.

De este modo cabe el análisis, a nivel modular, o en sus sucesivas agregaciones, utilizando las herramientas contables conjuntamente con los índices de distintos tipos, (operativos, humanos, o de servicio, etc.), para el estudio conjunto e integrado de sus características de funcionamiento.

## 7.- CONCLUSIONES

El esquema plantea una estructura conceptual para el estudio de una Empresa. Sus posibilidades prácticas parecen interesantes, básicamente como procedimiento para ordenar el esquema empresarial en su realidad actual, detectar sus falencias y ponderarlas, y elaborar sobre esa base objetivos cuantificados, y medibles en la práctica, que orienten el desarrollo futuro.

Se ha combinado al pasar del nivel base, operacional, a los niveles superiores, de orden jerárquico, el trabajo de la Empresa con sus escalones de conducción, aprovechando, para el diagrama de operaciones, la estructura del diagrama lógico de sistemas, y para la circulación de información de conducción y decisiones, la diagramación jerárquica de uso normal en el trabajo estructurado de sistemas y programas.

Este tipo de modelización debe encararse englobando en él los aspectos técnicos, económicos y humanos de la Empresa en forma integral, lo cual exige una ponderación de todos estos factores, para hacerlos jugar en forma conjunta. Por otra parte debe tenerse en cuenta, en cada módulo, que la introducción del ser humano en todo sistema exige incluir en su estudio el factor creativo, de carácter esencialmente dinámico, que puede definirse como "propensión al cambio".

Un último aspecto. En la Bibliografía se ha mencionado la relación entre operaciones y sectores o estructuras orgánicas. En rigor, la asignación sectorial permite establecer una relación biunívoca entre el organigrama de la Empresa y las operaciones o proceso que se llevan a cabo en la misma. De este modo, el llamado nivel base puede "traducirse" a sectores operacionales de la estructura, con lo cual los niveles jerárquicos quedarían directamente relacionados con los mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Yourdan&Constantine: "Structured Design" - Prentice Hall
- 2.- C.Gane y T.Sarson: "Structured Systems Analysis". I.S.T.
- 3.- Said.: "Metodología de Trabajo para el Análisis de Sistemas Administrativos"
- 4.- Churchman, Ackoff y Arnoff: "Introduction to Operations Research"
- 5.- J.K.Lyon: "An introduction to Data Base Design". Wiley