

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES
Departamento de Economía Financiera y Contabilidad I



**METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y DESARROLLO
DE SISTEMAS COMPLEJOS: UNA APROXIMACIÓN AL
ESTUDIO Y SELECCIÓN DE SUS ELEMENTOS DE
INFORMACIÓN**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Rodolfo Bravo Monroy

Bajo la dirección del doctor:
Sinesio Gutiérrez Valdeón

Madrid, 2001

ISBN: 84-669-2248-2

T 28231



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
DE MADRID.
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES.
D^{PTO}: ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD I.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
5314024605

TESIS DOCTORAL:

**METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y DESARROLLO
DE SISTEMAS COMPLEJOS.
UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE
SUS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN.**

Director de Tesis:

Prof.: Dr.: Sinesio Gutiérrez Valdeón.
Universidad Complutense de Madrid.
Fctad.: Ciencias Económicas y Empresariales.
Dpto.: Economía Financiera y Contabilidad I.

Doctorando:

Rodolfo Bravo Monroy
Universidad Complutense de Madrid.
Escuela Universitaria de Estudios Empresariales.
Dpto.: Economía Financiera y Contabilidad I.



BIBLIOTECA

*A la memoria de mi padre,
por el interés que siempre mostró por mis estudios.*

AGRADECIMIENTOS

Una tesis doctoral no es solamente labor de una persona, sino que generalmente es fruto del trabajo, interés y colaboración de un conjunto de personas e instituciones de variadas procedencias. Las informaciones, estímulos, sugerencias y ayudas que nos aportan resultan necesarios para llevar a cabo un trabajo de este tipo. Afortunadamente, yo he tenido abundancia de todas ellas. Es por ello, por lo que deseo mostrar en estas líneas mi agradecimiento, a todos aquellos que de una u otra forma han contribuido a su realización. No quisiera olvidar a nadie, y por tanto, hago un agradecimiento extensivo a todos los que de alguna manera han contribuido a su conclusión.

De gran ayuda han resultado las sugerencias que siempre me han ofrecido los bibliotecarios y ayudantes de biblioteca, en la búsqueda de la información relativa a las materias que se tratan en el trabajo, ya que en muchas ocasiones, intuimos la existencia de información concreta sobre algún tema, pero resulta difícil localizarla en textos, revistas, documentos, etc. que la contengan en la forma en que la necesitamos. Agradezco por tanto, al personal de las bibliotecas de Ciencias Económicas y Empresariales, de Ciencias Matemáticas y Físicas, de Ingeniería Informática, del Instituto Nacional de Estadística, de la Escuela de Trabajo Social, de la empresa Alcatel, S.A., de Fundesco y de la Escuela Universitaria de Estudios Empresariales, la colaboración que siempre me han prestado.

Debo citar también a mis antiguos compañeros de Alcatel, S.A. que –aprovechando la gran experiencia que poseen–, me han proporcionado informaciones valiosas respecto a las cuestiones de carácter técnico que son tratadas en la tesis.

Así mismo, mi agradecimiento a los compañeros, profesores de la Escuela Universitaria de Estudios Empresariales, que me han aportado estímulos y ofrecido su ayuda, y en especial, a su director el prof. Dr.: J.L. Martín Simón, al que dedico un particular recuerdo por su interés permanente en que este trabajo se culminase.

Especial mención merece el prof. Dr. Sinesio Gutiérrez Valdeón, director de la tesis, quien mediante sus directrices y orientaciones ha conseguido que mi esfuerzo haya quedado plasmado en el trabajo de investigación que aquí se presenta. Le debo, no solamente reconocimiento académico por el interés prestado en la lectura y acertadas correcciones y sugerencias efectuadas a los numerosos borradores que se han producido a lo largo del trabajo, sino también, un reconocimiento personal por los estímulos con los que en todo momento me animó a continuar con la tarea. Por todo ello, le expreso mi mas sincero agradecimiento.

Finalmente, quiero agradecer la inestimable ayuda recibida de mi mujer, en las tareas de presentación formal de la documentación, y sobre todo, por el cariño e interés que siempre mostró en todos los proyectos que he emprendido, tanto en mi actividad académica como profesional, y en especial en éste que culmina mi carrera universitaria.

Madrid, enero de 2001.

ÍNDICE.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

ÍNDICE.

Página:

INTRODUCCIÓN: PLANTEAMIENTO, OBJETO Y METODOLOGÍA.	
FUENTES DE INFORMACIÓN.	5
CAPÍTULO: 1.- CONCEPTOS BÁSICOS.	
<i>1.1.- Noción de sistema</i>	<i>20</i>
<i>1.1.1.- El concepto sistema y su aplicación al presente trabajo</i>	<i>22</i>
<i>1.1.2.- Teoría general de sistemas</i>	<i>25</i>
<i>1.1.3.- Metodologías específicas para el estudio de los sistemas</i>	<i>29</i>
<i>1.1.4.- Aplicación del isomorfismo al estudio de sistemas</i>	<i>34</i>
<i>1.2.- El proceso de modelización científica</i>	<i>40</i>
<i>1.2.1.- Clasificación de los modelos</i>	<i>41</i>
<i>1.3.- Metodologías de uso de la información en los sistemas</i>	<i>46</i>
<i>1.3.1.- Las Bases de Datos</i>	<i>47</i>
<i>1.3.2.- Principios y criterios básicos para la selección y organización eficiente de la información</i>	<i>49</i>
<i>1.3.3.- Los elementos de información como contenidos de inteligencia de un sistema</i>	<i>59</i>

Página:

**CAPÍTULO: 2.- PRESENTACIÓN DEL SISTEMA TOMADO COMO
MODELO DE REFERENCIA.**

2.1.- <i>Evolución de las metodologías de desarrollo software en aplicaciones y sistemas informáticos</i>	66
2.1.1.- <i>Extensión de las metodologías informáticas al desarrollo de sistemas de conmutación</i>	70
2.2.- <i>Descripción del Sistema tomado como modelo de referencia.</i>	76
2.2.1.- <i>Descripción general de funciones y procesos</i>	78
2.2.2.- <i>Subsistema de referencia: análisis y desarrollo del Software</i>	86
2.3.- <i>Razones justificativas para la elección del sistema de referencia</i>	102

**CAPÍTULO: 3.- METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS Y DESARROLLO
DE SISTEMAS COMPLEJOS.**

3.1.- <i>Metodología de análisis y desarrollo implícita en el sistema tomado como modelo de referencia.</i>	116
3.1.1.- <i>Etapas de estudio realizadas para la obtención del método de análisis y desarrollo de sistemas propuesto</i>	125
3.2.- <i>Generalización del proceso seguido en el sistema de referencia, a la metodología propuesta.</i>	129
3.3.- <i>Descripción de la metodología de análisis y desarrollo de sistemas propuesta.</i>	139
3.3.1.- <i>Adaptación de los e.i. utilizados en el sistema de referencia, a la metodología propuesta</i>	148
3.4.- <i>Resumen de la metodología propuesta para el análisis y desarrollo de sistemas complejos.</i>	154

	<u><i>Página:</i></u>
CAPÍTULO: 4.- CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS E.I.	
4.1.- <i>Clasificación de los E.I.</i>	164
4.2.- <i>Estudio y tipificación de los E.I. del sistema de referencia.</i>	170
4.2.1.- <i>Elementos de Información de la Fase: 1. (General).</i>	170
4.2.2.- <i>Elementos de Información de la Fase: 2. (Intermedia).</i>	178
4.2.3.- <i>Elementos de Información de la Fase: 3. (Empírica).</i>	184
4.2.4.- <i>Elementos de Información de la Fase: 4. (Concreta).</i>	197
4.2.5.- <i>Elementos de Información de la Fase: 5. (Exhaustiva).</i>	206
4.3.- <i>Extensión de la estructura de los E.I. del sistema de referencia a otros sistemas.</i>	222
4.4.- <i>Consecuencias extraídas de la metodología propuesta.</i>	225
4.4.1.- <i>Del proceso secuencial en fases de desarrollo.</i>	226
4.4.2.- <i>Del análisis tipológico de los E.I.</i>	233
Anexo: 4.01.- <i>Clasificación tipológica de los E.I.</i>	246
Anexo: 4.02.- <i>Correspondencia entre los e.i. de entrada/salida en la Fase: 3.</i>	257
CAPÍTULO: 5.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL SISTEMA.	
5.1.- <i>La Calidad: Concepto. Factores. Métodos de Control. Normalización. Su aplicación al desarrollo de sistemas</i>	264
5.2.- <i>Los errores en el sistema de referencia</i>	276
5.2.1.- <i>Identificación, causas y acciones correctivas.</i>	277
5.2.2.- <i>Tipificación de los errores del sistema.</i>	285
5.3.- <i>La mejora de la calidad en el desarrollo de nuevos sistemas.</i>	301
5.3.1.- <i>Criterios generales de aplicación.</i>	301
5.3.2.- <i>Métodos para la optimización de errores.</i>	304
CONCLUSIONES.	331
NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.	340
EPÍLOGO.	345
GLOSARIO.	349
BIBLIOGRAFÍA.	356

INTRODUCCIÓN.

PLANTEAMIENTO, OBJETO Y METODOLOGÍA.

PRESENTACIÓN: PLANTEAMIENTO, OBJETO Y METODOLOGÍA. FUENTES DE INFORMACIÓN.

El Real Decreto 778/1998 de 30 de abril por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios para la obtención del título de Doctor señala en su art. 7, que para la obtención de dicho título se deberá presentar y obtener la correspondiente aprobación, de una tesis doctoral que deberá consistir en un trabajo original de investigación sobre una materia que esté relacionada con el campo científico o técnico propios del ámbito de estudios del programa de doctorado realizado, y una vez obtenida por el doctorando la correspondiente suficiencia investigadora.

Siguiendo esta normativa, el trabajo que aquí se presenta pretende reunir las características señaladas, solicitando del tribunal asignado para juzgarlo la autorización para su defensa mediante la correspondiente lectura pública, tal como determina la norma antes citada.

PLANTEAMIENTO.- El estudio de sistemas, es un ámbito de conocimientos en el que actualmente se están realizando nuevas aportaciones. El análisis de los datos y variables que lo componen ha motivado trabajos de investigación que han conducido a la mejora de las metodologías existentes, ya sea por medio de la actualización de los métodos empleados para su tratamiento, o bien por la creación de nuevos procedimientos que simplifiquen los procesos de selección de las variables intervinientes.

Con estas premisas se acometieron las actividades preparatorias para la realización del presente trabajo. La primera tarea a realizar consistió en consultar con la mayor profundidad con que fuera posible: manuales, textos, revistas especializadas, documentos relativos a estos temas, etc., para poder conocer cómo se encontraba en la actualidad el estado de la investigación en estas materias.

Se comprobó así que, cualquier proceso de análisis o estudio de una realidad requiere del manejo y tratamiento de un conjunto de datos o *elementos de información*¹ que le son propios. En muchas ocasiones, cuando se trata de analizar una realidad concreta, se estudia su comportamiento *considerando a priori* que los datos y variables (e.i. en general) elegidos para ello son los necesarios y suficientes, es decir, los que se consideran como más relevantes para explicar adecuadamente su funcionamiento. Sin embargo, puede suceder que existan determinados datos no contemplados en principio, pero que si se hacen intervenir en el estudio pueden modificar de forma sustancial los resultados obtenidos.

Cuando la realidad objeto de estudio es un *sistema*², el estudio de su comportamiento habrá de hacerse comparando su funcionamiento en relación a los requerimientos o fines que debe satisfacer, es decir, aquellos para los que fue creado. Entonces, la elección de sus datos y variables mas relevantes, es decir, aquellos que definen de forma mas eficaz su funcionamiento es de fundamental importancia, ya que de su correcta selección dependerá el que los resultados derivados del estudio realizado reflejen fielmente su comportamiento.

En particular, cuando la tarea a realizar consiste, no en analizar el comportamiento de un sistema dado, sino en determinar los elementos (materiales e inmateriales) que debe contener para cumplir unos objetivos previamente definidos, el problema que se plantea respecto a qué datos deberían utilizarse en su desarrollo, es previo al de su manejo y tratamiento por el sistema. En este caso, los datos a manejar –elementos de información–, serán de dos tipos: por un lado los datos relativos a los

¹ En el presente trabajo se considera *elemento de información* (e.i.) a todo: documento, archivo, informe, dato, variable, gráfico, información en soporte físico, óptico o magnético, comunicación de cualquier tipo (incluso verbal), etc., que tenga un contenido capaz de poder extraer de él una información mas o menos compleja. Se trata por tanto de un concepto muy amplio por lo que puede ser “extensamente utilizado” para denominar cualquier elemento material o inmaterial del cual pueda extraerse alguna información. Para su denominación se utilizarán también las siglas (e.i.).

² Aunque mas adelante se aclara mas detalladamente el uso que de este concepto se hace en el presente trabajo, entiéndase aquí por *sistema* la acepción mas genérica del término, es decir: conjunto de elementos, medios, métodos y procedimientos que debidamente organizados sirven para realizar una determinada función, cumpliendo unos objetivos o metas previamente fijados.

elementos (materiales e inmateriales) que formarán parte del sistema; y por otro, aquellos elementos de información que serán utilizados para determinar los primeros, y que siendo parte integrante de la documentación general del sistema, no intervienen directamente en su habitual funcionamiento, pero que son necesarios tanto en sus fases de desarrollo, como posteriormente para su mantenimiento a lo largo del ciclo de vida.

La elección de dichos elementos de información, –tanto los componentes del sistema como los necesarios para su desarrollo y mantenimiento–, se hace mucho mas dificultosa cuando se trata de estudiar y/o desarrollar *sistemas complejos*, entendiéndose por tales, aquellos que tienen que realizar un conjunto de funciones de carácter complicado para el cumplimiento de sus fines. En estos casos, el número de elementos a manejar, y en particular de los e.i. (variables, datos, documentos, informes, etc.) que utilizará el sistema a lo largo de su desarrollo será necesariamente muy elevado, ya que en muchos casos serán miles los e.i. implicados.

Después de consultada la documentación relativa al tratamiento de datos y variables en los grandes sistemas, –denominados aquí sistemas complejos–, se advirtió que en su mayoría se hacía especial incidencia en analizar los procedimientos conducentes a la mejora en el uso de unas variables que se suponían *en principio ya conocidas*, o bien a la optimización de un subconjunto de ellas, es decir, se parte de la idea de que el analista que acomete el estudio de un sistema determinado, *conoce implícitamente y de antemano todas las variables que deben tomarse en consideración en el mismo*, de tal forma que se consideran éstas las únicas y mas relevantes, y además que no pueden existir otras, que de forma directa o indirecta puedan modificar los resultados obtenidos con los métodos empleados.

Esta circunstancia indujo a pensar que, quizá el proceso previo de elección de las variables y datos componentes de un sistema, –y de los e.i. que han de ser utilizados para su selección–, estaba siendo dejado de lado o presuponiendo su conocimiento previo, ya sea por la experiencia propia del analista que estudiaba el problema, o porque el número y tipo de variables intervinientes fuera muy escaso, o bien porque solo se quisiera

intervenir o considerar el análisis sobre algunas de ellas. A nuestro juicio tal criterio es erróneo, puesto que podemos estar realizando un proceso de optimización, mejora o tratamiento de unas variables de un sistema, que no sean ni en número ni en clase las más relevantes del mismo, con lo cual los resultados que se obtengan puedan no ajustarse a los fines perseguidos.

De manera que, la tarea previa de seleccionar los elementos que han de componer un sistema y de los e.i. que han de ser manejados para su correcta selección, –en especial si se trata de un sistema complejo–, a fin de que cumpla con los fines para los que fue creado, se presenta como una cuestión de fundamental importancia.

Esta tarea de selección de los elementos más relevantes de un sistema, –o que necesariamente han de formar parte del mismo para su correcto funcionamiento–, se realiza durante el proceso de su análisis y desarrollo, y para realizarlo con ciertas garantías de éxito *se requiere de una metodología concreta*, o si se quiere, de una determinada y organizada forma de pensar, que permita llegar a conocer con la mayor precisión que sea posible, todos los aspectos de comportamiento del sistema objeto de estudio.

El uso de estas metodologías de análisis y desarrollo de sistemas complejos permite además al analista o grupo de expertos encargados del mismo, *focalizar su atención sobre el sistema objeto de estudio* y no sobre el procedimiento a seguir para realizarlo, al tiempo que induce a *profundizar más en las características propias que debe tener el sistema* para que cumpla con los objetivos marcados.

Por otro lado, y dada la importancia ya indicada, que tienen los e.i. en el desarrollo de cualquier sistema, –y en especial cuando se trata de sistemas complejos–, sería bueno facilitar al analista o personas encargadas de realizar su estudio y desarrollo, *la estructura* (su naturaleza y tipología) de los elementos de información que deben ser utilizados a lo largo del proceso. Es decir, se trata de *orientar* al analista respecto a qué tipo de e.i.: (datos, variables, informes, documentos, etc.) deben ser utilizados para asegurar que la elección final de los elementos del sistema, –los que van a formar parte

del mismo—, *se hace de la forma mas eficiente posible*, de tal manera que los elementos (materiales e inmateriales) que vayan siendo seleccionados durante el proceso de análisis y desarrollo del sistema, sean los óptimos.

Actualmente ya existen métodos y procedimientos que permiten analizar y diseñar sistemas para distintos ámbitos de conocimiento, –en algunos casos y debido a la amplia experiencia adquirida a lo largo de años se encuentran muy desarrollados–, pero su utilización con carácter genérico³ adolece a mi juicio de las siguientes limitaciones:

- En algunas ocasiones se refieren al estudio de sistemas en los que se manejan un escaso número de datos y variables, y están focalizadas principalmente en la optimización de su uso, considerando que los datos utilizados explican fielmente el comportamiento del sistema.

- En otros casos, se trata de metodologías que están específicamente pensadas para el ámbito en el que fueron creadas: informático, económico, social, administrativo, etc., y presentan grandes dificultades para su aplicación en otras áreas de conocimiento.

- Generalmente, la tipología de los datos y variables de que hacen uso es muy específica, y están adaptadas al ámbito concreto para el que fue creado el correspondiente método.

Se carece por tanto, de *metodologías de carácter genérico* que permitan su aplicación a distintos ámbitos, mediante técnicas de análisis generalistas que faciliten el estudio y desarrollo de sistemas complejos, permitiendo así al analista focalizar su atención en la selección de los elementos que han de componer el sistema en función de sus características propias y de los requisitos o fines que ha de cumplir, y no en la forma de cómo llevarlo a cabo.

³ Entiéndase aquí como *utilización genérica* el poder usar estas metodologías de análisis y desarrollo de sistemas para ser aplicadas en diferentes campos: informático, económico, social, etc.

EL OBJETO DE LA TESIS.- De todo lo anterior, se desprende que el objeto de la presente tesis se puede enmarcar en una doble vertiente:

⇒ De un lado, *establecer una metodología de análisis y desarrollo de sistemas complejos de carácter generalista, que permita al analista ir profundizando en el conocimiento de sus características, a fin de poder seleccionar los elementos que le sean necesarios para su correcto funcionamiento, de acuerdo con los requerimientos que debe satisfacer. Tales requerimientos, le son fijados al comienzo del estudio, y definen el motivo de su creación.*

⇒ De otro lado, *establecer criterios para la selección de los e.i. intervinientes en el proceso de análisis y desarrollo del sistema. Se trata de poder garantizar que los elementos contenidos finalmente en el sistema desarrollado, le permitan cumplir fielmente con los objetivos o fines para los que fue creado.*

Como aclaración de los párrafos precedentes hay que señalar que si bien la metodología descrita en el trabajo, entendemos que puede ser de aplicación para cualquier tipo de sistema o problema en general que quiera estudiarse en profundidad, sin embargo –dado el enfoque metodológico utilizado–, *su aplicación está especialmente indicada para aquellos sistemas de carácter complejo, en los que el número de e.i. (variables, datos, documentos, etc.) a manejar, sea muy elevado.*

→ Adicionalmente, –y dado que se trata de conseguir un sistema que contenga los elementos necesarios y suficientes para su correcto funcionamiento–, se proponen una serie de métodos para la detección y corrección de los errores producidos a lo largo de su proceso de análisis y desarrollo, de forma que le permitan alcanzar los niveles de calidad que le sean exigidos.

LA METODOLOGÍA A EMPLEAR.- La metodología que se propone en el presente trabajo para el análisis y desarrollo de sistemas complejos, se fundamenta en el *principio de analogía* entre sistemas. Tal principio, es de aplicación para el estudio de las características de sistemas homólogos, y su descripción, así como la justificación de su aplicación se realizará en capítulos posteriores. En el caso del presente trabajo, se trata de *trasladar* las metodologías de análisis y desarrollo de sistemas complejos utilizadas en un campo específico, generalizándolas a otros ámbitos.

En concreto, consiste en el estudio en profundidad del conjunto de actividades a realizar para el desarrollo de un sistema complejo de aplicación en el campo de las telecomunicaciones, –elegido expresamente porque utiliza una gran cantidad y variedad de datos–, que será tomado como *modelo de referencia*⁴. A partir de dicho estudio, se determinará cuál ha sido la metodología de análisis empleada para su desarrollo, la cual previa adaptación, simplificación y generalización conveniente, se *trasladará* como metodología de análisis propuesta en el presente trabajo.

Los *argumentos justificativos* para la elección de este sistema, –de contenido eminentemente técnico-digital–, como modelo de referencia del cual extraer conclusiones que puedan ser trasladables a otros ámbitos de estudio, se expondrán al realizar su presentación en capítulos posteriores.

Tales argumentos, van encaminados a establecer la premisa de que las numerosas aplicaciones informáticas que existen actualmente en todos los campos del conocimiento, tanto científico como social y empresarial, *pueden asimilarse a contenidos de inteligencia*, y por tanto poder trasladar la forma de pensar utilizada en su desarrollo, a

⁴ Como se detallará mas adelante en el capítulo segundo, el sistema que será tomado como modelo de referencia es el: *A-1000-S12*. Sistema de conmutación digital para usos de comunicación de voz y datos. Tanto el nombre, como toda la documentación relativa a este sistema es propiedad de Alcatel, S.A. La utilización que se ha hecho en el presente trabajo de la documentación del mismo ha sido exclusivamente de *carácter genérico* a fin de poder extraer de ella informaciones de carácter general, con el objetivo de poder obtener conclusiones que pudieran ser trasladables a otros sistemas complejos pertenecientes a otros ámbitos distintos de las telecomunicaciones, cubriendo así el objetivo principal de la presente tesis.

aquella aplicación concreta que estemos estudiando aunque pertenezca a otro ámbito, es decir, *se trata de ver las metodologías de análisis utilizadas para el desarrollo de aplicaciones informáticas, no como una cuestión meramente técnica y carente de contenido intelectual, sino como formas de pensar genéricas al servicio de sus usuarios*, y por tanto, aplicables a otros ámbitos de estudio distintos del referenciado. Desde este punto de vista, entendemos que el sistema elegido como modelo de referencia es suficientemente amplio en sus contenidos, para poder *trasladar* la metodología de análisis así como la tipología de los elementos de información utilizados en ella, a otros ámbitos de estudio, sin merma de los resultados que puedan ser obtenidos⁵.

Asimismo, se realizará el estudio y tipificación, –de acuerdo con una clasificación generalista previamente establecida–, de los e.i. que han intervenido en el desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia, a lo largo de todas las fases de su proceso de análisis, de forma que las conclusiones que se extraigan respecto a sus características (naturaleza y tipología de los e.i.), puedan ser extrapolables o trasladables a los e.i. de otros sistemas de similares características, pertenecientes a otros ámbitos o campos de aplicación que el tomado como referencia para su estudio.

Con este doble contenido se pretende cubrir las dos vertientes apuntadas como objetivos principales de la presente tesis: de un lado *establecer una metodología de análisis y desarrollo de sistemas complejos*, y de otro, *facilitar al analista los criterios adecuados para definir las características (naturaleza y tipología) que han de tener los e.i. que deben ser manejados para la selección de sus elementos*, a fin de que cumpla con los requisitos para los que fue creado.

⁵ Esta premisa está basada en uno de los enfoques que actualmente se están siguiendo para el estudio y análisis de sistemas que se conoce con el nombre de *principio de analogía* o semejanza entre sistemas, y según el cual procedimientos o metodologías de análisis utilizadas en sistemas complejos pueden ser de aplicación a otros sistemas de naturaleza semejante. Estos enfoques en el análisis de sistemas son estudiados con detalle en el capítulo siguiente.

FUENTES DE INFORMACIÓN.- Como fuentes de información y documentales empleadas para la realización del presente trabajo, pueden indicarse las relativas a las siguientes materias: Teoría General de Sistemas, –en particular las metodologías de aplicación al ámbito social, económico y de la información–; la Informática y sus aplicaciones al análisis y desarrollo de sistemas; las Telecomunicaciones y Servicios Telemáticos; y el Control de la Calidad de productos de aplicación a la información. En concreto se han utilizado las siguientes:

- Revisión bibliográfica de textos y manuales, mediante búsquedas basadas en temas, autor o títulos que tengan relación con las materias tratadas en el trabajo y obtenidos en diferentes bibliotecas públicas y privadas.

- Revisión bibliográfica de revistas, documentos y publicaciones periódicas, –lo mas actualizadas posibles–, relativas a los temas tratados, disponibles en las bibliotecas y centros relacionados.

- Consulta de documentos, informes, especificaciones, memorias, etc., en soporte virtual (bases de datos de los archivos del sistema), u otros soportes físicos del sistema tomado como modelo de referencia.

- Consulta y revisión de otros trabajos de investigación que tuviesen relación con los temas tratados en el presente, pertenecientes en su mayoría al fondo de la biblioteca de ciencias económicas y empresariales.

- Informaciones de diversa índole obtenidas a partir de la asistencia a foros, congresos, ponencias, ferias, etc. que tengan relación con los temas tratados en el trabajo, y de alcance nacional o internacional, tales como:

- * Feria Internacional de Informática, Multimedia y Comunicaciones (SIMO TCI) correspondientes a los años 1995 a 99. Parque Ferial. Madrid.

- * INFOCOM - Exposición de soluciones prácticas de informática y telecomunicaciones para la empresa. Organizado por Microsoft, Telefónica, Bankinter y otros, correspondientes a los años 1997 al 2000. Palacio Municipal de Exposiciones y Congresos. Madrid.

- * Congreso Nacional de Internet. “Internet World”. Asociación de usuarios de Internet. Años: 1998 y 1999. Madrid.

* Foros de tecnología empresarial INNOVA-1998 al 2000. Organizado por COMPAQ ordenadores. Palacio de Exposiciones y Congresos. Madrid.

* Salón Internacional de las Tecnologías de la Información SITI. Patrocinado por Asland, Expocad. Parque Ferial de Madrid. Madrid, 1998 al 2000.

* Jornadas sobre comercio electrónico. Organizado por IECE y Comercio Net Español. Parque Ferial. Madrid, años 1998 al 2000.

* Calidad en Europa. Sexta semana europea de la Calidad. Organizado por: AENOR, Asociación española para la Calidad, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ayuntamiento de Madrid, Telefónica, Siemens, Club de Gestión de Calidad y Novotec. Noviembre de 2000.

- Otras fuentes de información provenientes de la utilización de la red INTERNET, en especial aquellas relativas al análisis y desarrollo de sistemas informáticos.

- Es obligado también señalar, el conocimiento y la experiencia previa que como analista y diseñador de sistemas de conmutación electromecánicos y electrónicos, –principalmente en el tomado como modelo de referencia en el presente trabajo–, poseo por mi colaboración de mas de veinticinco años en las áreas de Ingeniería de Desarrollo de Sistemas, al servicio de la organización empresarial que se ocupa de su desarrollo y producción para distintos clientes tanto nacionales como de otros países. Tal experiencia me ha permitido tener una capacidad de selección y tratamiento de la información a manejar, –en especial la relativa a los aspectos que tienen relación directa con el sistema de referencia–, que espero haya resultado útil para el cumplimiento de los objetivos planteados en el trabajo.

⇒ El trabajo ha sido estructurado en las siguientes partes claramente diferenciadas:

- En el capítulo primero se hace una breve descripción de los conceptos básicos o fundamentos en los cuales se sustenta el estudio. Se trata de exponer, –únicamente en aquellos aspectos que posteriormente serán tratados–, conceptos de amplia utilización en múltiples disciplinas. Nos referimos concretamente a los conceptos de: sistema, modelo y elemento de información. Dada la extensión que su estudio en profundidad tendrían estos temas, es fácil comprender que aquí se han tratado únicamente de una forma sucinta, intentando contemplar solamente aquellos aspectos que nos han parecido relevantes o de obligada inclusión por la utilización que posteriormente se hará de ellos⁶.

- El capítulo segundo está dedicado a la presentación del sistema tomado como modelo de referencia. A través de un breve análisis histórico de la evolución que las metodologías de análisis y desarrollo de sistemas informáticos han tenido a lo largo del tiempo, se trata de justificar que dicha evolución ha corrido pareja al desarrollo del conocimiento humano en distintas áreas científicas y técnicas, y por lo tanto participa de los mismos procesos intelectuales que éste, ya que son meras traducciones de formas lógicas de pensar.

- El capítulo tercero se ocupa de la exposición de la metodología propuesta para el análisis y desarrollo de sistemas complejos. Es decir, a partir del método seguido para el desarrollo del sistema de referencia, y mediante las generalizaciones y adaptaciones necesarias, se propone una nueva metodología a seguir para el análisis y desarrollo de sistemas de otros ámbitos.

- En el capítulo cuarto se exponen los criterios a seguir para la selección de los e.i. del nuevo sistema a desarrollar. En este capítulo, –que puede considerarse como complementario del anterior–, se realiza una tipificación de la naturaleza y contenido de los e.i. utilizados en las diferentes fases del proceso de análisis y desarrollo seguidos en el sistema de referencia, –que han sido descritas en el capítulo anterior–, extrayendo

⁶ Para un estudio en profundidad de estos temas existe una amplia bibliografía, algunos de cuyos textos y documentos han sido mencionados en el trabajo, cuando han sido utilizados a lo largo de los distintos capítulos.

conclusiones y consecuencias que puedan ser de aplicación en el análisis y desarrollo de otros sistemas.

- El capítulo quinto está dedicado al aseguramiento de la calidad del sistema desarrollado, mediante la contrastación de los resultados obtenidos en el proceso de análisis y desarrollo frente a los objetivos inicialmente propuestos; y tiene como contenido principal el estudio pormenorizado de los errores, fallos y defectos encontrados en el sistema tomado como modelo de referencia, durante el proceso de pruebas llevado a cabo por el usuario del sistema, a fin de extraer conclusiones acerca de como se pueden minimizar u optimizar los mismos atendiendo a criterios y prioridades previamente fijados. A través del análisis de las causas o motivos que dan lugar a la introducción de errores durante el desarrollo del sistema de referencia, se establecen unos criterios de reducción de los mismos por medio de la aplicación de metodologías específicas que puedan ser utilizadas en el desarrollo de sistemas de otros ámbitos de estudio.

- A continuación se exponen las *conclusiones* que pueden extraerse del presente trabajo desde un punto de vista global. Basándose en los objetivos fijados en los capítulos preliminares se van exponiendo los resultados de carácter general obtenidos del análisis efectuado en los tres capítulos anteriores.

- Seguidamente se reseña un avance sobre *posibles nuevas líneas de investigación*, que por no haber podido ser incluidas en el presente, podrían ser objeto de estudio en otros trabajos posteriores.

- Por último, se han incluido al final del trabajo dos apartados, el primero de los cuales recoge un “*glosario*” de términos que, ya sea por su difícil comprensión en algunos casos, o bien por que se utilicen aquí en otras acepciones distintas de las comúnmente empleadas puedan resultar de ayuda al lector en la comprensión del contenido preciso para el que ha sido utilizado. El segundo recoge la “*bibliografía*” empleada tanto para consulta, como en su caso para su posterior aplicación a lo largo del trabajo.

CAPÍTULO: 1.

CONCEPTOS BÁSICOS.

CAPÍTULO: 1.- CONCEPTOS BÁSICOS.

“Se puede afirmar que el siglo XX ha dado lugar a una nueva modalidad de ciencia, la tecnociencia, que se caracteriza por la estrecha imbricación entre la ciencia y la tecnología. Esta macrociencia, comporta la utilización de grandes equipamientos técnicos para desarrollar las diversas actividades científicas, y plantea problemas de nuevo cuño que requieren nuevas categorías filosóficas para ser analizados”¹.

J. Echeverría. Septiembre de 1998.

1.0.- INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS BÁSICOS EN LOS QUE SE SUSTENTA EL PRESENTE TRABAJO.-

El presente trabajo utiliza unos determinados conceptos, términos e ideas, en los cuales se soporta para llegar a obtener las conclusiones y consecuencias que se pretenden aportar en el mismo. Tales conceptos, –de amplia utilización en otros ámbitos de estudio–, son: sistema, modelo y elementos de información.

No es nuestra intención profundizar en el estudio de tales conceptos, –propósito que como es fácil suponer superaría ampliamente la extensión del trabajo–, y por tanto, la referencia que se hará de ellos será lo mas concisa posible y centrada especialmente en aquellos aspectos o particularidades que vayan a ser utilizados posteriormente.

¹ “Introducción a la metodología de la ciencia”. J. Echeverría. Ed.: Cátedra. Madrid, 1999.

1.1.- NOCIÓN DE SISTEMA.-

Dado que en el presente trabajo el concepto de *sistema* va a ser ampliamente referenciado, conviene que en estos epígrafes preliminares nos detengamos a analizar su contenido a la luz de las distintas teorías que han sido expuestas en los últimos años por distintos autores que se han ocupado de su estudio, así como de la aplicación que más recientemente se ha hecho de este término en los distintos ámbitos de conocimiento, para finalmente tratar de concretar la utilización que se hará aquí del mismo.

En este sentido, comenzaremos diciendo que el término *sistema* es profusamente utilizado en distintas áreas de conocimiento y con contenidos claramente diferenciados². Algunas de las acepciones de uso generalizado son: en el ámbito político-social los sistemas políticos, para designar la forma de organización política de la sociedad; en física son estudiados los sistemas cristalográficos, termodinámicos, etc.; los sistemas operativos son objeto de análisis en las ciencias de la computación; los sistemas de numeración, de ecuaciones, etc, son de uso frecuente en la matemática, etc.

También en el ámbito económico está tomando este concepto una profusa utilización. Así y por citar algunos ejemplos de amplia aplicación, se podrían señalar: los *sistemas fiscales*, que hacen referencia a las distintas formas impositivas con que se dotan los países para soportar el gasto público generado; *los sistemas de organización* de la empresa³; en el ámbito monetario hay también una extensa utilización del término

² Véase a este respecto el planteamiento que de este término y de la "Teoría general de sistemas" se hace por L. von Bertalanffy en la introducción de su obra *Teoría General de Sistemas*. Ver también los distintos enfoques dados por M.A. Cárdenas en "El enfoque de sistemas. Estrategias para su implementación"; la introducción que hace R. Liliensfeld en la "Teoría de los Sistemas"; o las de C.W. Churchman en "El enfoque de Sistemas". Además puede consultarse también desde un enfoque sociológico el estudio efectuado por W. Buckley. Todos estos textos se hallan referenciados en la bibliografía.

³ Ver a este respecto entre otros los siguientes textos:

- Curso básico de economía de la empresa. Un enfoque de organización de Eduardo Bueno Campos. Ed.: Pirámide. Madrid, 1996.
- Curso de economía de la empresa de Andrés Suárez Suárez. Ed.: Pirámide. Madrid, 1996.
- Fundamentos de economía y administración de empresas, de A.Aguirre Sádaba Ed.: Pirámide. Madrid, 1995.
- Administración de organizaciones. Fundamentos y Aplicaciones, de A.Aguirre Sádaba, Ana M^a Castillo Clavero y Dolores Tous Zamora. Ed.: Pirámide. Madrid, 1999.

*sistemas monetarios*⁴; dentro de la banca pueden también señalarse los *sistemas bancarios*⁵; y otros muchos ejemplos que podrían citarse.

Como consecuencia de esta profusión de ámbitos y materias distintas en las que el término *sistema* se venía empleando para designar un conjunto de elementos componentes de un todo, se hizo necesaria la creación de una nueva vertiente de estudio conocida como "enfoque de sistemas"⁶, es decir, dado un determinado conjunto de elementos y fijado un objetivo, encontrar los caminos o medios para alcanzarlo requiere que el especialista en sistemas considere las soluciones posibles y elija aquella que aporte la máxima eficiencia con el mínimo coste en una red de interacciones tremendamente compleja.

Además, dada la complejidad y amplitud que presentan los problemas que son abordados a través de este tipo de metodologías de análisis de sistemas y dado también a que están extendidos a campos de conocimiento tan diversos, ha hecho necesaria la reorientación del pensamiento científico hacia otras formas de estudio y tratamiento de la información.

Centrándonos en el aspecto *puramente conceptual del término sistema* para así poder concretar su utilización dentro de este trabajo, vamos a describir muy brevemente algunos de los enfoques que se han desarrollado últimamente sobre el estudio de los sistemas, indicando los autores que sobre los mismos se han ocupado.

- Los sistemas y la tecnología de la información como aspectos fundamentales del nuevo enfoque de gestión. Dr. Vicente M. Ripoll Feliú y J.A. Aparisi Candela. Revista de Administración y Dirección de empresas. Técnica Económica. Ilustre Colegio Central de Titulados Mercantiles y Empresariales de Madrid, marzo de 1999.

- Los sistemas de información integrada. M^a Cristina Camaleño Simón en Revista de Administración y Dirección de empresas. Técnica Económica. Ilustre Colegio Central de Titulados Mercantiles y Empresariales de Madrid, marzo de 1999.

⁴ Como ejemplo ver *Sistemas monetarios y Financiación internacional* de M. Varela Parache y Félix Varela. Ed.: Pirámide. Madrid, 1998.

⁵ Entre otros textos pueden citarse: *La Banca española. Análisis y evolución* de R. Casilda Béjar. Ed.: Pirámide. Madrid, 1996. y *La Banca del futuro. Un desafío para el 2000* de E. Bueno Campos y J.M. Rodríguez. Ed.: Pirámide. Madrid, 1997.

⁶ Ver *Tendencias de la Teoría General de Sistemas* de L. von Bertalanffy. Introducción. Pág.: 2.

1.1.1.- EL CONCEPTO DE SISTEMA Y SU APLICACIÓN AL PRESENTE TRABAJO.-

Vamos a tratar de aproximarnos a un concepto de sistema que se ajuste lo mas posible a la utilización que de este término se hace en el presente trabajo. En este sentido, es preciso indicar que son muchas y muy diferentes las concepciones que se han dado a la *noción de sistema*, principalmente dependiendo del enfoque con que haya sido estudiado. Así, se pueden citar entre otras las siguientes:

a).- La debida a G.J. Klir que define *sistema* como: “una disposición de componentes interrelacionados para formar un todo”.

b).- Para Bertalanffy⁷: “un sistema puede definirse como un conjunto de elementos relacionados entre si y con el medio ambiente”, o también como: “un conjunto complejo de elementos interactuantes”.

c).- En la misma línea de complejidad e interrelación entre los elementos aportada por Bertalanffy hacen su aportación Johnson, Kast y Rosenweig⁸, diciendo que sistema es: “un conjunto o combinación de cosas o partes que forman un todo unitario y complejo”, “la palabra sistema implica plan, método, orden y arreglo”, siendo por tanto lo sistemático antónimo de lo caótico.

d).- Para Churchman⁹, el concepto de sistema se asocia a: “un conjunto de partes coordinadas para lograr un conjunto de metas”, dando así explicación a la interrelación que tienen sus componentes.

e).- En igual sentido se manifiesta J. Rosnay¹⁰, para el que sistema es: “conjunto de elementos en interacción dinámica organizados en función de unos objetivos dados”.

f).- Para el profesor M.A. Cárdenas¹¹: un sistema es “una entidad que consiste en un conjunto de partes interdependientes”.

⁷ Ver: “Teoría General de Sistemas” de L. Bertalanffy. Ed.: Fondo de Cultura Económica. Madrid, 1993.

⁸ Ver: “Teoría de la integración y administración de sistemas” de Johnson, Kast y Rosenzweig. Ed.: Limusa. México, 1973. Pag.: 14.

⁹ Ver: “El enfoque de sistemas”. de: M. Churchman. Ed.: Diana. México, 1976. en pag.: 47.

¹⁰ Ver: “El macroscopio” de: J. Rosnay. Ed.: ACE. Madrid, 1977.

g).- Según R.A. Orchard: “sistema es un todo integrado por elementos interrelacionados entre sí y con el entorno en el que están inmersos, estando las relaciones orientadas a la consecución de un objetivo global o meta”.

h).- Para J. Aracil¹²: “se entiende por sistema un conjunto de partes operativamente interrelacionadas, es decir, en el que unas partes actúan sobre otras, y del que interesa considerar fundamentalmente su comportamiento final”.

i).- Finalmente para Ashby¹³, un sistema es: “cualquier conjunto de variables que un observador selecciona de las disponibles en un mecanismo real. Cada sistema material contiene una infinidad de variables y por tanto de sistemas posibles”...”es por tanto imprescindible escoger y estudiar solo los que tengan relación con aquello ya dado que nos interesa”.

De las anteriores concepciones de *sistema* se pueden extraer las siguientes ideas:

-> En primer lugar, que se trata de un todo que se compone de un conjunto de elementos o partes de naturaleza heterogénea y en ocasiones complejas.

-> En segundo lugar, que tales elementos se encuentran interrelacionados entre sí dentro del sistema.

-> En tercer lugar, que el todo (sistema) no tiene porqué suponerse compuesto por la suma de las partes que lo componen.

-> En cuarto lugar, que el sistema interacciona también con el exterior recibiendo inputs y emitiendo outputs hacia este.

-> En quinto lugar, que el sistema existe o es creado para cumplir una determinada función, o conjunto de funciones (fines u objetivos del sistema).

-> En sexto lugar, que es preciso extraer del sistema solamente las partes relevantes en función de los objetivos que se persiguen conseguir.

¹¹ Ver: “El enfoque de Sistemas. Estrategias para su implementación” . M.A. Cárdenas. Ed.: LIMUSA. México, 1978.

¹² Ver: Introducción a la dinámica de Sistemas de Javier Aracil. Ed.: Alianza Universidad. Madrid, 1978.

¹³ Ver: “Introducción a la cibernética” de: R. Ashby. Ed.: Nueva Visión. Buenos Aires, 1976, en pag.: 61.

Pues bien, haciendo una compilación de las distintas concepciones y de las ideas expuestas en las mismas, y tratando de acercarlas al contenido que del concepto sistema quiere hacerse en el presente trabajo podríamos incluir la siguiente:

Sistema: *“Conjunto de elementos materiales, inmateriales y de información, íntimamente relacionados entre sí y que actúan conjunta y ordenadamente, para la consecución de unos fines u objetivos previamente definidos”.*

A partir de esta concepción, y teniendo en cuenta el principio de *analogía entre sistemas*, que como se expondrá posteriormente, va a ser tomado como base de estudio para *extrapolar* las conclusiones que del sistema tomado como referencia, puedan trasladarse a otros sistemas que presenten *características similares*, vamos a indicar a continuación cuáles deberían ser éstas, a fin de que el proceso de extrapolación resulte válido en su aplicación al sistema cuyo análisis o desarrollo pretenda realizarse.

En este sentido, y a pesar de que como se ha dicho en la presentación del trabajo, la metodología de análisis descrita puede ser de aplicación a cualquier problema o realidad que quiera estudiarse en profundidad, es indudable que por las características propias de la metodología, *su aplicación resulta mas eficiente cuando se realiza sobre sistemas de características análogas*, entendiendo por tales aquellos sistemas que cumplieran los *siguientes requisitos*:

- a).- Sistemas en los que se manejen gran volumen de elementos de información (variables, datos, documentos, informes, etc.).
- b).- Sistemas que necesiten un conjunto de elementos materiales (maquinaria, elementos de transporte, materias primas, etc.) e inmateriales (conocimientos específicos de las personas, normativas a aplicar, organización específica, etc.), para el cumplimiento de sus fines u objetivos para los que ha sido creado.
- c).- Sistemas cuyo origen de desarrollo se produzca como consecuencia de un conjunto de objetivos y fines a cumplir previamente definidos.

- d).- Sistemas que se encuentren inmersos en un entorno real y sometidos por tanto a interferencias o incidencias externas al mismo.
- e).- Sistemas dinámicos, es decir, que los estados de sus variables internas se vean modificados con la ejecución de las funciones para las que fue creado.

1.1.2.- TEORIA GENERAL DE SISTEMAS.-

Según señala George J. Klir¹⁴ la *teoría general de sistemas*, en el sentido mas amplio, se refiere a una colección de conceptos generales, principios, instrumentos, problemas, métodos y técnicas relacionadas con los sistemas, y aunque el significado del concepto "sistema" no es el mismo en todos los casos según se apuntó anteriormente, como una primera definición muy amplia y siguiendo a este autor puede decirse que es "*una disposición de componentes interrelacionados para formar un todo*".

Por otro lado, L. von Bertalanffy¹⁵ apunta que, aunque la *noción de sistema* es muy antigua, sin embargo, el concepto de *sistema general* y la *teoría general de sistemas* son relativamente recientes. En efecto, la necesidad de una comprensión mas profunda de problemas surgidos en fenómenos biológicos, psicológicos y sociales de reciente aparición ha despertado el interés en el estudio de los sistemas, considerando que estaban constituidos por partes que íntimamente interrelacionadas interactuaban con el medio ambiente¹⁶. Este nuevo enfoque del estudio de los sistemas contrastaba con el método "clásico", según el cual se concebía el objeto de investigación científica de los sistemas como una colección de componentes aislados, de cuyas propiedades intentaban deducirse

¹⁴ Ver Tendencias de la Teoría General de Sistemas de L. von Bertalanffy/W. Ross Ashby/G.M. Weinberg y otros. Ed.: Alianza Universidad. Madrid, 1978.

¹⁵ Opus citado anteriormente, pags: 10 y sig.

¹⁶ En este sentido se manifiesta L. von Bertalanffy cuando señala: "la teoría de los sistemas representa un amplio punto de vista que trasciende grandemente los problemas y requerimientos tecnológicos, siendo una reorientación que se ha vuelto necesaria en la ciencia en general, y en toda la gama de disciplinas que va desde la física a la biología, pasando por las ciencias sociales y del comportamiento, hasta la filosofía". Opus cit. pag.: 8.

las propiedades de todo el conjunto, sin considerar la interrelación entre las partes que lo componían (enfoque Newtoniano).

Se configura así un nuevo enfoque de estudio que con frecuencia ha sido llamado “*método de los sistemas*”, y que es en muchos aspectos superior al método clásico por lo que los nuevos avances producidos en esta materia han estado orientados en este sentido.

La importancia del uso de los procedimientos informáticos dentro de la teoría general de sistemas, lo deja claramente puesto de manifiesto J.G. Klir cuando dice: “aunque algunos cambios harían de las matemáticas un instrumento mas eficaz para la formalización de la teoría general de sistemas, no cabría la esperanza de un avance serio si no existieran potentes calculadoras con refinados sistemas de programación”, lo que viene a reforzar la teoría de que las metodologías y formas de análisis de sistemas utilizados en el ámbito informático pueden trasladarse a otros sistemas en ámbitos de estudio diferentes, *puesto que lo que se traslada es la forma genérica de analizar los problemas* con independencia de su contenido concreto. En este sentido se manifiesta también G.M. Weinberg¹⁷ cuando dice que “las computadoras y las aplicaciones informáticas creadas para resolver problemas que presentan sistemas complejos son de una importancia considerable”.

El estudio de sistemas se ha desarrollado con el propósito de tener en cuenta todas las interacciones entre los elementos que componen el mismo y cuya conducta se pretende predecir. Así, una corriente importante en la teoría general de sistemas, se ocupa de desarrollar métodos que nos permitan construir sistemas conceptuales en los que se recojan lo mas completamente que sea posible *las interacciones entre los distintos elementos que lo componen*. En este sentido han aparecido últimamente distintos enfoques en su formulación, cada uno de los cuales se ha focalizado en un propósito determinado. Entre los mas importantes cabe señalar los siguientes:

¹⁷ Ver: Una aproximación por computadoras a la teoría general de sistemas. Tendencias de la Teoría General de Sistemas antes citada.

1º).- El enfoque axiomático de Mesarovic¹⁸, basado en un planteamiento muy abstracto de la teoría de sistemas. La teoría se edifica jerárquicamente en un profundo nivel de abstracción, en el que los sistemas generales se conciben como relaciones arbitrarias definidas en una colección de conjuntos abstractos, para cuyo estudio se formulan una serie de axiomas. Este enfoque debido a su complejidad presenta graves inconvenientes para su aplicación en la práctica.

2º).- La “Teoría entrelazada de sistemas” debida a A.W. Wymore¹⁹, según la cual la definición de sistema se basa esencialmente en las estructuras de transición de estados que se producen en los mismos. Para representar estas transacciones Wymore ha construido un marco conceptual independiente de una representación matemática precisa lo cual le ha dado libertad para elegir en cada caso la representación mas conveniente al tipo de sistema a estudiar²⁰.

3º).- El enfoque de carácter “inductivo” defendido por J.G. Klir²¹, según el cual, en lugar de definir el concepto de sistema por una serie de axiomas (tal como se hace en alguno de los enfoques anteriores), se empieza por identificar las características propias de los mismos, y se compilan así algunas de las características de naturaleza independiente de sistemas relativos a distintos ámbitos de estudio, y posteriormente con las características comunes compiladas se clasifican y formalizan²².

→ Otro aspecto a considerar dentro de la teoría general de sistemas es el relativo a su terminología. En efecto, la terminología utilizada en los sistemas aunque pretende ser un lenguaje propio para la comunicación dentro de esta materia, sin embargo en la actualidad es una mezcla no del todo coherente de los lenguajes utilizados por los

¹⁸ Ver, opus citado: Tendencias de l Teoría General de Sistemas, en especial artículos de G.J. Klir y L. von Bertalanffy.

¹⁹ Ver: Una teoría de sistemas, de W.A. Wymore. Opus citado anteriormente.

²⁰ En este tipo de enfoque puede encuadrarse la representación del proceso de análisis que se ha seguido en este trabajo, a través de los modelos-tipo descritos y de algunos de los documentos (como los escenarios), que serán detallados posteriormente cuando se haga la descripción de la metodología de análisis.

²¹ Este enfoque es recogido detalladamente en el capítulo: “Sobre un enfoque de la teoría general de sistemas” de Robert A. Orchard, en el opus citado anteriormente.

²² Basado en el principio de *asimilación* entre sistemas, y siguiendo este enfoque de *clasificación y formalización* de elementos componentes del mismo, puede resumirse la metodología expuesta en este trabajo, como se describirá con detalle mas adelante.

distintos individuos o grupos que trabajan en los diferentes ámbitos de estudio en los que estas técnicas son utilizadas. Así, es de lamentar que existan con frecuencia varios nombres distintos para denotar un mismo concepto, o que conceptos distintos tengan a veces el mismo nombre. Tales ambigüedades hacen que se produzcan numerosas confusiones, al tiempo que genera dudas acerca de la aplicación eficaz de la teoría general de sistemas.

Como señala J.G. Klir, “es evidente la necesidad de unificar la terminología empleada en la teoría general de sistemas”, sin embargo, la tarea no es fácil ya que requeriría la preparación de una lista con todos los conceptos básicos empleados para los distintos términos que se han utilizado en los diferentes ámbitos para definirlos, y a continuación debería elegirse un término concreto para cada concepto, pero esto no resulta fácil en muchos casos debido principalmente a que cada colectivo emplea una terminología muy concreta y especializada al campo o ámbito de estudio en el que trabaja.

1.1.3.- METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS PARA EL ESTUDIO DE SISTEMAS.-

Como se ha indicado anteriormente, la noción de sistema es muy amplia, ya que como señala Bertalanffy²³: “el concepto *sistema* ha invadido todos los campos de la ciencia y penetrado en el pensamiento y en los medios de comunicación de masas... El razonamiento en términos de sistemas desempeña un papel predominante en muy variados campos del conocimiento”. Esto, que ha dado lugar al nacimiento de lo que ha venido llamándose “*enfoque de sistemas*” hace que se haya reorientado el pensamiento científico a campos de conocimiento muy diversos.

Tal profusión en la utilización de sistemas para el estudio de problemas generalmente de naturaleza compleja en distintas áreas del conocimiento humano, ha dado lugar lógicamente a la aparición de *multitud de metodologías*, unas generales y otras específicas, para el estudio de tales problemas. En un plano muy genérico Bertalanffy²⁴ apunta que en los métodos de investigación de sistemas se han esbozado dos caminos o metodologías generales: uno empírico-intuitivo que presenta la ventaja de estudiar muy de cerca la realidad mediante ejemplos tomados de los distintos campos de la ciencia en que son de aplicación los sistemas, y que “aunque carece de la elegancia matemática que poseen otros, es de gran eficiencia en el estudio detallado de los problemas”; y un segundo camino (defendido entre otros autores por Ashby, W.R.) que se centra en la teoría deductiva de los sistemas, enfocando el estudio de los mismos desde el “concepto fundamental de máquina” que a partir de un estado interno y de los inputs recibidos del exterior se define inequívocamente el estado siguiente al que pasará el sistema, es decir, se concibe este como un proceso de transacciones entre estados que es la base fundamental del estudio del mismo.

Hay otros autores que centran la metodología de estudio de los sistemas de una forma mas concreta y concentrada en ámbitos de estudio específicos. Tal es el caso de

²³ Teoría General de los Sistemas. Autor: Ludwig von Bertalanffy. Ed: F.C.E. Madrid, 1993. En especial “Introducción a la noción de sistema”.

²⁴ Opus citado, pags.: 98 y siguientes.

M.A. Cárdenas²⁵, cuyo trabajo se concreta en las metodologías de estudio para sistemas de carácter social (en el ámbito empresarial, económico, administrativo, etc). Para este autor, la metodología de análisis de sistemas se realiza en cinco fases, cuyo contenido detallado entendemos no procede reproducir aquí²⁶, pero que hace referencia a todos los elementos (materiales, inmateriales, humanos, de información, etc) que deben intervenir en el desarrollo del sistema.

Otro enfoque en la metodología a seguir para el estudio de los sistemas (en este caso aplicado especialmente a los sistemas administrativos y de información a la gerencia) es el apuntado por C.W. Chuschman²⁷, que concibe el estudio de los sistemas a partir de la planeación y programación de las actividades y funciones componentes del mismo.

Existen además otras muchas metodologías de carácter específico para la resolución de problemas en sistemas concretos tales como, (por citar solamente alguna de ellas): la teoría de los juegos, las teorías de la decisión, la teoría de las redes y grafos, el análisis factorial, etc.

Como vemos, son muy numerosos y diversos los métodos y metodologías empleados para dar respuesta a los problemas que presentan los sistemas, o bien para tratar de analizarlos en profundidad; y además, todo ello dependiendo de qué es lo que se quiera conseguir, cuál sea el objetivo que se persiga, o en qué ámbito de estudio nos movamos.

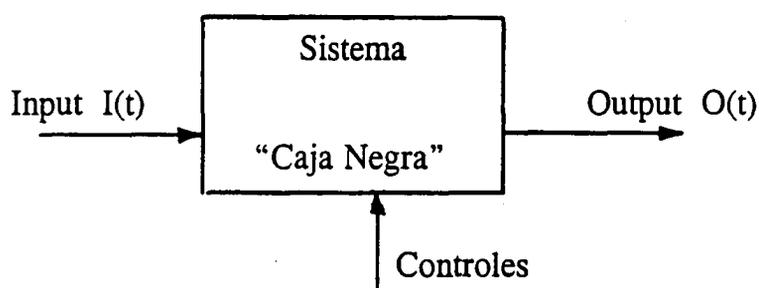
Pero si nos centramos en el propósito que se persigue en el presente trabajo, –la selección de los elementos necesarios y suficientes para que el sistema cumpla con los objetivos requeridos–, *las metodologías de análisis que serán mas eficientes* serán aquellas en las que se estudie el comportamiento del sistema cuando se le someta a unas determinadas formas de funcionamiento. En otras palabras, qué respuestas ofrece (outputs) a partir de unos determinados estímulos (inputs), y si tales respuestas son adecuadas a los fines que se persiguen. Desde este punto de vista, los métodos mas comúnmente utilizados son:

²⁵ El enfoque de Sistemas: Autor: M.A. Cárdenas. Ed.: Limusa. México, 1978.

²⁶ Para un estudio detallado de la metodología expuesta por este autor consultar el capítulo tercero del opus citado.

²⁷ El enfoque de Sistemas. Autor: C. West Churchman. Ed.: Diana. México, 1976.

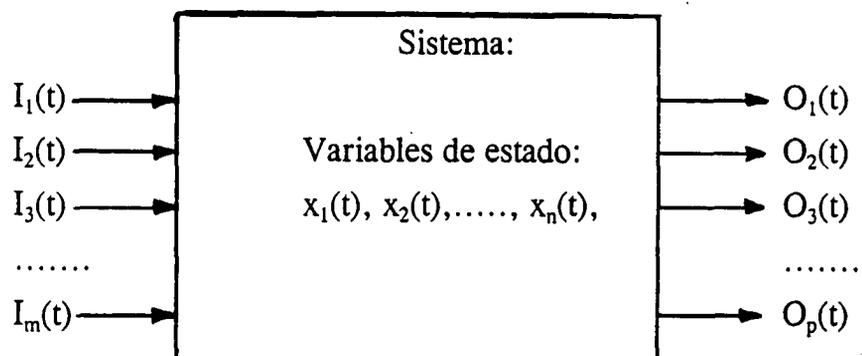
A).- *Método de la función de transferencia o de la "caja negra"*: Consiste este método en considerar el sistema como algo desconocido cuyo funcionamiento no es preciso considerar para analizar los resultados o respuestas que produce. Siendo así, solamente importa que como consecuencia de una señal de entrada o "input" se obtiene una respuesta de salida u "output", que generalmente se las considera escalares. Muy esquemáticamente este método viene representado en la siguiente figura:



Dado que este método de análisis prescinde por completo de los elementos componentes del sistema y de las funciones que realiza internamente, en algunos casos puede mejorarse su respuesta (hacerse mas real al entorno en el que está inmerso el sistema), añadiendo determinadas perturbaciones o *controles externos* que en el caso de producirse modifican el comportamiento del sistema, produciendo en su caso como respuesta, salidas diferentes a las que daría en ausencia de tales perturbaciones.

B).- *Método de las variables de estado*: Este método por el contrario centra su atención tanto en las variables que constituyen las entradas al sistema como las contenidas en el interior del mismo a través de los distintos estados que puede alcanzar. En este caso, las salidas se consideran como variables observables que dependen de una combinación de las variables de entrada con las variables de estado internas al sistema.

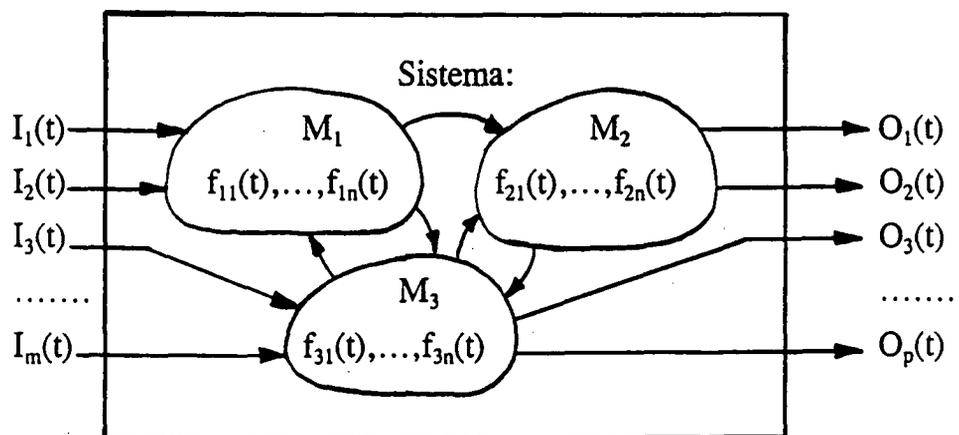
El siguiente diagrama, simboliza el análisis del sistema según esta metodología:



donde existen:

- "n" variables de estado: $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$,
- "m" variables de entrada: $I_1(t), I_2(t), \dots, I_m(t)$,
- "p" variables de salida: $O_1(t), O_2(t), \dots, O_p(t)$,

C).- *Método modular o por funciones:* Consiste este método en analizar el sistema desde su interior, de tal forma que las *funciones* que tiene asignadas son representadas por *módulos*, cada uno de los cuales a partir de unos datos o variables de entrada y por medio de los procesos que le son asignados, obtiene un conjunto de variables de salida que serán utilizadas por otros módulos internos al sistema, o bien como respuesta del mismo a los inputs de entrada. Gráficamente este método de análisis podría representarse así:



donde existen:

Módulos del sistema:	M_1, M_2, M_3 ²⁸
VARIABLES DE ENTRADA:	$I_1(t), I_2(t), \dots, I_m(t),$
VARIABLES DE SALIDA:	$O_1(t), O_2(t), \dots, O_p(t),$

Cada uno de los módulos representados en la figura anterior puede contener una o varias de las funciones asignadas a realizar por el sistema y maneja no solamente la información de entrada al mismo ($I_1(t), I_2(t), \dots, I_m(t)$) sino también la información (variables y datos) producida por otros módulos internos al sistema (véase flechas de comunicación entre los módulos), produciendo como salida las variables de respuesta del sistema ($O_1(t), O_2(t), \dots, O_p(t)$).

D).- Método de los sistemas jerárquicos: El avance social experimentado en los últimos tiempos en todos los ámbitos del conocimiento humano ha dado lugar a la aplicación de complejas organizaciones de las que han surgido nuevos problemas para cuya resolución en algunos casos se ha acudido a la teoría de los sistemas.

En este caso la metodología utilizada ha sido la de considerar que en semejantes organizaciones aunque complejas se observa que están sometidas a un determinado ordenamiento jerárquico en las estructuras que las componen. Pues bien, para el análisis dinámico de este tipo de sistemas jerárquicos se requiere de una metodología específica que tenga en cuenta las características esenciales de la jerarquía que se halla implícita en la organización. Estas características según Mesarovic²⁹ son:

- La disposición vertical de los subsistemas que componen el conjunto del sistema.
- La prioridad de acción o derecho de intervención de los subsistemas de nivel superior.
- La dependencia de estos subsistemas superiores respecto de la actuación efectiva de los niveles inferiores.

²⁸ Pueden existir mas hasta un número finito de ellos que recojan todas las funciones que ha de realizar el sistema. En la figura y por simplicidad únicamente se han representado tres.

²⁹ Ya se ha citado anteriormente la teoría axiomática para el estudio de los sistemas en la que se basa este autor.

1.1.4.- APLICACIÓN DEL ISOMORFISMO AL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS.-

El poder trasladar los conocimientos o experiencias en el estudio de los sistemas de un campo a otro es de gran importancia en la teoría general de sistemas, ya que facilita la comprensión de fenómenos desconocidos en un campo a partir de otros ya más estudiados en otros ámbitos.

Como señala Bertalanffy³⁰, “la existencia de leyes de análoga estructura en diferentes campos permite el empleo de modelos más sencillos o mejor conocidos, para fenómenos más complicados y menos tratables”. De manera que la teoría general de sistemas (TGS) “tiene que ser metodológicamente un importante medio de controlar y estimular la transferencia de principios de uno a otro campo de conocimiento, y así no habrá que repetir o triplicar el conocimiento de los mismos principios en diferentes terrenos aislados entre sí”³¹.

Como consecuencia de la existencia de propiedades generales o similitudes estructurales entre los sistemas, aparece el “*isomorfismo*” entre los mismos, dado que “*se ha comprobado que hay correspondencias entre los principios que rigen el comportamiento de entidades que son intrínsecamente muy distintas*”³². Un ejemplo muy sencillo, pero al mismo tiempo muy ilustrativo, es el apuntado por Bertalanffy³³ para el caso de ciertos sistemas de ecuaciones que son aplicados a campos tan distintos como la fisicoquímica y la economía. Esta correspondencia se debe, -apunta Bertalanffy-, a que “las entidades consideradas pueden verse en ciertos aspectos, como *sistemas*, o sea, complejos de elementos en interacción”.

De esta forma, conceptos, modelos y leyes parecidos surgen una y otra vez en campos muy diversos, de forma independiente y fundándose en hechos del todo distintos. En muchas ocasiones “fueron descubiertos principios idénticos en distintos ámbitos de

³⁰ Opus cit., pag.: 83.

³¹ Opus cit., pag.: 83.

³² Opus cit., pag.: 33. Nótese además que la acepción que hace Bertalanffy para este concepto dentro de la Teoría General de los Sistemas, es bastante más flexible que la utilizada por ejemplo en el ámbito matemático en el que para su aplicación entre dos objetos o estructuras matemáticas, se exige el cumplimiento de un conjunto de propiedades, lo que hace que sea mucho más rígida su aplicación.

estudio, porque quienes trabajaban en alguno de ellos no conocía que la estructura teórica requerida para su resolución, estaba ya muy adelantada en algún otro campo”³⁴.

Es precisamente éste uno de los aspectos en los que la teoría general de sistemas trata de aportar avances para así evitar esa inútil repetición de esfuerzos. Puede decirse por tanto que la TGS es un instrumento útil ya que proporciona modelos utilizables y transferibles entre diferentes campos de estudio siempre que entre ellos se den las suficientes analogías o semejanzas que permitan trasladar las conclusiones extraídas en alguno de ellos a otros de similar naturaleza.

En este sentido, algunas de las *propiedades* que primeramente comenzaron a estudiarse fueron las *semejanzas* (de índole geométrica, cinemática, termodinámica, etc.) que se podían observar entre sistemas de distinta naturaleza y ámbito de aplicación. Así dos sistemas se consideraban “*similares*” cuando las variables de uno eran de la misma naturaleza que las de otro, o cuando los valores de las mismas guardaban cierto grado de proporcionalidad en determinados momentos relevantes de su funcionamiento. De esta propiedad de semejanza surge lo que ahora conocemos como “*analogía*” entre sistemas, que se basa en la semejanza de los distintos procesos de funcionamiento que describen los sistemas en estudio³⁵.

Existen empero, distintos grados de explicación científica, para justificar que se da el isomorfismo en distintos ámbitos, y en especial a aquellos que se refieren a sistemas complejos³⁶. En estos, en muchas ocasiones “debemos conformarnos con lo que el economista Hayeck llamó *explicación en principio*”³⁷, lo cual viene a significar que aunque puedan explicarse con gran precisión los fenómenos complejos, no puede precisarse con la mayor exactitud lo que ocurrirá con su aplicación a otros ámbitos, o incluso predecir lo que ocurriría en el mismo en diferentes momentos del tiempo. Con todo, -apunta Bertalanffy-, “*la explicación en principio es mejor que la falta de explicación*”.

³³ Opus cit., par.: 33.

³⁴ Opus cit., pag.: 34.

³⁵ Ver también a este respecto lo señalado por L. Bertalanffy como “isomorfismo en la ciencia” de su obra “Teoría General de los Sistemas” ya citada.

³⁶ Ver la distinta gradación que se hace en este capítulo cuando se habla de “analogía” entre sistemas.

³⁷ Ver opus cit., pag.: 36.

El objetivo que se persigue en el presente trabajo es poder aplicar el principio de semejanza o analogía entre sistemas de análoga naturaleza, a fin de utilizar la metodología de análisis y desarrollo empleada en el sistema de referencia como metodología genérica para el análisis y desarrollo de sistemas pertenecientes a otros ámbitos. Se exponen por tanto a continuación los *argumentos justificativos* que hacen que pueda aplicarse tal principio de analogía entre sistemas:

A).- LA SEMEJANZA ENTRE SISTEMAS:- La *semejanza* o similitud entre *sistemas afines* ha representado una gran ayuda en el estudio de los mismos, ya que a partir de este principio conclusiones, metodologías o algoritmos empleados con éxito en sistemas estudiados en profundidad pueden ser trasladados o exportados a otros sistemas similares en otros ámbitos de estudio.

Sin embargo, hay que precisar que tales aplicaciones de similitud entre sistemas no pueden realizarse indiscriminadamente, sino que están sometidas a ciertas limitaciones. En efecto, Bertalanffy indica que tales limitaciones se derivan de las distintas clases o niveles de descripción de los fenómenos que quieran observarse en los sistemas³⁸, y así considera las siguientes categorías en cuanto a similitudes entre los mismos:

a).- Las llamadas "*analogías*" que son similitudes superficiales entre fenómenos que no se corresponden con leyes formalmente establecidas. De tales similitudes pueden ponerse como ejemplos los paralelismos que existen entre el crecimiento de determinadas plantas o animales con el crecimiento de cierto tipo de cristales o estructuras inorgánicas.

b).- Un segundo nivel de similitud lo constituyen las llamadas "*homologías*" entre sistemas, que se presentan cuando difieren los factores intervinientes en los procesos de un sistema a otro, pero las leyes que los controlan son formalmente iguales. Tales similitudes tienen considerable importancia en los modelos conceptuales de la ciencia y presentan grandes ventajas a la hora de desarrollar o estudiar sistemas considerados similares (homólogos) a otros conocidos mas profundamente. Esta importancia es la que pone de manifiesto Bertalanffy cuando señala que: "la homología lógica, no solo permite

³⁸ Opus citado, pags.: 86 y sigts.

el isomorfismo en la ciencia sino que, como modelo conceptual está en situación de dar instrucciones para la consideración correcta en la explicación de los fenómenos³⁹”.

c).- Finalmente, un tercer nivel de similitud entre sistemas es la llamada “*explicación*”, es decir el enunciado de condiciones y leyes específicas que sean válidas para un objeto separado o para una determinada clase de objetos. Estas tienen su principal aplicación en la explicación científica por medio de leyes matemáticas específicas, tales como el crecimiento orgánico, el incremento de población, etc.

De las tres categorías citadas la que nos importa destacar es la segunda, ya que lo que interesa señalar es que en el análisis y desarrollo de sistemas complejos (entiéndase como tales aquellos con gran cantidad de e.i.), se pueden mantener procesos de pensamiento paralelos, y por tanto, poder realizarlo con una “metodología de análisis común”, aunque el sistema a analizar o desarrollar pertenezca a un ámbito de estudio diferente al tomado como referencia, ya que como señala Bertalanffy⁴⁰: “la homología de características de sistemas no implica reducción de dominio a otros sistemas de categoría inferior, sino que se trata de una correspondencia formal fundada en la realidad, en la medida en que puede considerarse constituida por sistemas de diferentes índoles de conocimiento”.

B).- APLICACIÓN DE LA SEMEJANZA ENTRE SISTEMAS A NUESTRO TRABAJO:

El segundo argumento que debemos justificar para la aplicación de la semejanza entre sistemas, es el grado de afinidad que presenta el sistema tomado como modelo de referencia con respecto a otros sistemas de ámbitos diferentes en los cuales se pretende aplicar la metodología aquí propuesta. Es decir, se trata de justificar que las formas de pensar o los procesos de razonamiento seguidos para desarrollar el sistema tomado como modelo de referencia son afines y por tanto válidos en otros ámbitos de estudio. En otras palabras, que *lo que se traslada es una metodología de estudio y análisis de problemas, –considerando el desarrollo de un sistema como un problema genérico–, que puede ser de aplicación a otros campos de conocimiento* ya que debido al gran volumen y diversidad de aspectos de distinta índole social, cultural, etc, que son manejados en el

³⁹ Opus cit., pag.: 86.

sistema tomado como modelo de referencia, las formas de pensar para su resolución utilizadas en el mismo, pueden ser trasladables a otros ámbitos, ya que en definitiva es una forma lógica, ordenada y genérica de tratar los problemas por el ser humano.

Centrándonos ya en la metodología de estudio propuesta en el presente trabajo, vamos a analizarla bajo la *doble vertiente* que se recoge en el *objeto* de la tesis:

→ En primer lugar, por lo que se refiere a la *metodología de análisis y desarrollo* de sistemas, puede decirse que es una determinada forma de estudiar los problemas complejos, y que siendo conscientes de que existen numerosas formas de afrontar el estudio de sistemas complejos dependiendo del ámbito en que estén enmarcados, el tipo de estudio que quiera hacerse, la naturaleza de los resultados que quieran obtenerse, etc, la metodología que se propone en el presente trabajo ha demostrado dar buenos resultados para el análisis y desarrollo de sistemas de estas características y supone por tanto una propuesta que puede ser válida para su aplicación a sistemas complejos de otros ámbitos de estudio. Para hacer la traslación de esta metodología de análisis a otros sistemas, no sería incluso necesario que se diera una fuerte analogía entre los mismos, ya que de lo que se trata es de *aportar una forma de analizar los problemas complejos*, y por consiguiente puede ser utilizada con discrecionalidad a juicio del analista.

→ En segundo lugar, por lo que se refiere a la otra vertiente de la tesis, encaminada a facilitar al analista la estructura (naturaleza y tipología) de los e.i. intervinientes en las sucesivas fases del proceso de análisis y desarrollo del nuevo sistema, sí podría ser discutible la *traslación* de las conclusiones obtenidas en el sistema tomado como modelo de referencia a otros ámbitos distintos, es decir de la aplicación del principio de “homología entre sistemas” estudiado en párrafos anteriores. En este sentido, entendemos que el sistema referenciado reúne requisitos que hacen que pueda trasladarse las conclusiones en él obtenidas, ya que debemos de tener en cuenta que lo que se traslada es la “*tipología*” de los e.i. utilizados en el proceso de análisis, y no los e.i. en sí mismos, que lógicamente serán distintos para cada sistema que sea analizado o desarrollado, y que deberán ser extraídas, seleccionadas o creadas a lo largo de su proceso de análisis y desarrollo. Es decir, que lo que se traslada del sistema referenciado

⁴⁰ Opus citado, pag.: 88.

a otros, *son las características y tipos de e.i.* (tipos de variables, de datos, de informes, de documentos, etc), que deben ser utilizados en las diferentes fases del proceso de análisis y desarrollo, *pero no los e.i. que son los propios del sistema a estudiar y/o desarrollar*, y que el analista deberá definir en cada caso, a través de la metodología que aquí se propone.

1.2.- EL PROCESO DE MODELIZACIÓN CIENTÍFICA.-

La utilización de modelos como ayuda en los procesos de investigación científica es algo que actualmente nadie pone en duda, sin embargo, es de primordial importancia la elección del modelo adecuado para el estudio que se pretenda realizar, así como la metodología de uso que se hará del mismo para llegar a obtener los resultados que se pretenden⁴¹.

En el presente epígrafe nos vamos a ocupar de describir en forma sucinta el concepto de *modelo*, así como la tipología de los utilizados mas comúnmente en los procesos de investigación científica, para después definir los que utilizaremos en el presente trabajo. Comenzaremos con el concepto de *modelo*.

Etimológicamente la palabra "*modelo*", y también en el lenguaje corriente, aparece unida a las ideas de ejemplar o prototípico, es decir, de algo que representa de forma genérica a otra cosa. En filosofía de las ciencias, el término modelo ha alcanzado gran aceptación y empleo, pudiendo decir de ellos que: "*son instrumentos conceptuales que se construyen como ayuda para el estudio y comprensión de una realidad determinada*"⁴².

Desde el comienzo de su utilización, se apreció que el uso de modelos como instrumento al servicio de la investigación científica presentaba las siguientes *ventajas*⁴³:

- Los modelos desempeñan un papel muy importante en la construcción de teorías, al servir como guías en la búsqueda de su estructura formal.
- Los modelos interpretan los términos teóricos de la teoría.
- Los modelos conectan las teorías con los datos experimentales.

⁴¹ En este sentido se manifiestan Martínez, S. y Requena, A, cuando señalan: "la clave para construir un modelo útil radica esencialmente en identificar de manera adecuada los elementos esenciales, definirlos de manera precisa y operativa, y establecer las principales relaciones entre ellos". "El mejor modelo es el mas útil". Ver: "Dinámica de Sistemas". De: Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1986.

⁴² Así lo define el Prof.: Sierra Bravo en su libro "Técnicas de Investigación Social" al hablar de los "Fundamentos de Investigación Social".

⁴³ Ver: "Introducción a la metodología de la ciencia" de J. Echeverría. Ed.: Cátedra. Madrid, 1999. Pags.: 61 y siguientes.

- Los modelos extienden las teorías a nuevos ámbitos observacionales, y por tanto desempeñan una función heurística importante, que posibilita el conocimiento y desarrollo de otras teorías.

1.2.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS.-

Existe un gran número de criterios para clasificar los modelos utilizados en el proceso de investigación científica. Sin ánimo de ser exhaustivos, y focalizando la atención sobre la tipología de los modelos que serán utilizados en el presente trabajo, van a tener especial interés para nosotros las clasificaciones que atienden a: su diferente función, grado de abstracción empleado, el diferente tratamiento que se haga del tiempo, y finalmente al procedimiento de solución empleado⁴⁴.

- Según su *función*, es frecuente distinguir entre modelos “descriptivos” y “normativos”, dependiendo de que se busque solo ordenar, o que por el contrario aspiren a suministrar líneas de actuación, es decir, se trata de decidir entre modelos que “explican lo que es” frente a otros que expresan “lo que debe ser”. En ocasiones se le denominan “modelos explicativos” versus “modelos predictivos”, dependiendo de que su finalidad sea describir una realidad a través de las relaciones que se establecen entre los distintos elementos que lo componen, o se limiten sin más a predecir un comportamiento bajo ciertas condiciones. Uno y otro se relacionan a veces con la distinta actitud a la hora de enfocar la modelización, pues configuran el tipo de análisis en que se van a aplicar.

- Según el *grado de abstracción* se pueden distinguir entre “modelos cualitativos” y “modelos cuantitativos”. Estos últimos requieren, no solo que los conceptos puedan expresarse en términos cuantitativos, sino que los mismos puedan ser relacionados mediante algoritmos matemáticos. El grado de especificación que se haga en este caso del número de variables intervinientes es importante, ya que cuanto mayor alcance se pretenda, lógicamente más numerosos y diversos habrán de ser los factores seleccionados y con ello menos precisos los supuestos que se puedan adoptar. Recíprocamente, si

⁴⁴ Ver la clasificación hecha por M. Bunge en “La investigación científica”. Ed.: Ariel. Barcelona, 1983.

disminuye el alcance, también disminuirá el número de factores seleccionados, siendo éstos además mas homogéneos, con lo que los supuestos que se hagan podrán ser mas precisos, aumentando así el grado de especificación, obteniendo de esta forma un mayor poder predictivo.

- Según que se considere o no *el tiempo* como variable relevante, se distingue entre “modelos estáticos” o independientes del tiempo, y “modelos dinámicos” respectivamente⁴⁵.

- Por último, según el *procedimiento de solución* empleado los modelos se pueden clasificar en “analíticos” y “de simulación”. Los primeros tienen una estructura muy concreta y su resolución suele hacerse mediante técnicas analíticas, es decir deductivas. Pero en el caso de trabajar con un gran número de variables, hipótesis y leyes, la herramienta mas adecuada para poder derivar conclusiones consiste en la simulación informática o experimentación con el propio modelo, a fin de tener capacidad de predicción de resultados.

Dependiendo del ámbito de aplicación y de su formalización, la utilidad que presentan los modelos es diferente. Según el prof. Echeverría⁴⁶, se pueden dar las siguientes acepciones en el uso de modelos en su aplicación a las teorías científicas:

1.- *Modelos lógicos*. Son las interpretaciones semánticas de un sistema de axiomas.

2.- *Modelos matemáticos*. Son representaciones aritméticas de una teoría empírica, es decir, conjunto de proposiciones matemáticas que recogen las leyes de la teoría.

3.- *Modelos analógicos*. Son representaciones físicas de un objeto o un sistema.

4.- *Modelos teóricos*. Conjunto de asunciones sobre un objeto que permiten atribuirle una estructura propia.

5.- *Modelos imaginarios*. Conjunto de asunciones sobre un objeto que muestran lo que debería ser si se satisficiesen determinadas condiciones⁴⁷. Desempeñan una importante función heurística.

⁴⁵ Mas adelante se hace una clasificación de diseños de modelos por el prof. Sierra Bravo basada en la intervención del tiempo como parámetro a considerar en el proceso de análisis de un modelo.

⁴⁶ Ver opus cit. pag. 57.

De los anteriores tipos apuntados por el prof. Echeverría, el que más se ajusta al modelo de análisis y desarrollo de sistemas que aquí se propone, sería el modelo teórico, por cuanto de lo que se trata es de determinar la estructura de un objeto concreto, –el sistema a desarrollar–, y lo que se pretende es definir sus funciones lo mas fielmente posible.

→ Otro aspecto que interesa señalar para los propósitos de este trabajo es el método de elegir o seleccionar los e.i. (variables, datos etc.), que van a formar parte del modelo, es decir, los criterios a seguir para su selección, y el momento en que van a ser estudiadas o extraídas consecuencias de los mismos. Ello va a depender obviamente del tipo de modelo elegido.

Siguiendo al Prof. Sierra Bravo⁴⁸, en todo proceso de investigación se pueden distinguir los siguientes componentes:

a).- Los elementos de información (variables, datos, etc.), intervinientes en el proceso y su forma de elección.

b).- Las interrelaciones entre dichos elementos, es decir, las influencias entre las variables dependientes (observadas en la práctica) y las independientes (factores externos al proceso observado), y dentro de ellas su nivel y grados de influencia.

c).- Las observaciones a realizar, es decir, su carácter, finalidad y orden de realización de las mismas.

Pues bien, teniendo en cuenta que el número y modalidad de estas componentes puede ser muy cuantiosa y variada, puede dar lugar a múltiples tipos posibles de diseño de modelos. Ajustándonos al tipo de análisis que pretende hacerse en este trabajo, consideraremos y elegiremos de entre los diseños de modelos mas utilizados, el que mejor se adapte a nuestro propósito, de acuerdo con la siguiente clasificación⁴⁹:

⁴⁷ Ejemplos de éstos con el modelo de Poincaré para la geometría de Lobatchevski, o el modelo de campo magnético propuesto por Maxwell.

⁴⁸ Técnicas de Investigación Social. Autor: R. Sierra Bravo. Ed.: Paraninfo. Madrid, 1992. Pag.: 140.

⁴⁹ Opus citado, pag.: 141.

a).- Los “*diseños no experimentales*” que pueden consistir en una sola observación o varias (unas después de otras), dando lugar respectivamente a los diseños “seccionales” o “longitudinales”.

b).- Los “*diseños experimentales*”, en los que se pueden distinguir atendiendo al grado de perfección en: “pre-”, “cuasi-”, y “experimentales” propiamente dichos, y dentro de ellos diversas clases, de entre las cuales y por afinidad al proceso que estamos siguiendo, nos fijaremos en las “cuasi-experimentales de series cronológicas” y “cuasi-experimentales de muestras cronológicas”.

c).- Los “*diseños factoriales*” en los que se tienen en cuenta los distintos niveles y categorías en las que se combinan entre sí las distintas variables o grupos de variables.

De la clasificación anterior, se pueden extraer las siguientes consideraciones:

- En los “*diseños no experimentales racionales*” las observaciones de elementos de información (datos y variables), se limitan a un determinado momento del tiempo. Se emplean técnicas de recogida de datos basados en la observación directa de los elementos intervinientes y en el análisis de documentos. Tienen además la ventaja de que se basan en la observación de los objetos de investigación tal como existen en la realidad, sin intervenir en ellos ni manipularlos, pero en contrapartida tienen el inconveniente o limitación de que no tienen en cuenta las causas o efectos de la elección de determinados tipos de elementos⁵⁰.

En nuestro caso, este tipo de modelos es adecuado ya que la elección de los elementos se llevará a cabo en determinados momentos del tiempo (al comienzo y al final de cada una de las fases de análisis), y la limitación antes señalada se suplirá con las posteriores correcciones que serán realizadas en el proceso de verificación final, como se describe en los últimos capítulos del trabajo.

- También el método de análisis propuesto participa de las técnicas usadas en los “*diseños experimentales cronológicos*” . En efecto, éste se caracteriza por la observación de variables en distintos momentos del tiempo y tras estímulos previamente generados en fases anteriores. En nuestro caso, la observación de los elementos de información en

⁵⁰ Opus citado, pag.: 150.

cada fase, excepto en la primera, viene impuesta por el análisis previamente efectuado en la fase anterior, por lo que está condicionada por aquella.

- Finalmente, también tiene influencias el modelo de *"diseño de tipificación factorial"* ya que relaciona a las variables intervinientes en el proceso de análisis, y en nuestro caso como veremos, tales relaciones se utilizan tanto en el diseño del sistema como en la posterior comprobación de los resultados.

Por tanto, como resumen de lo anterior, y siguiendo la clasificación apuntada por el prof. Sierra Bravo, señalaremos que nuestro modelo de análisis en fases sucesivas de estudio profundizando en las características del sistema, se podría enmarcar dentro de los que pueden llamarse: *"modelos de diseño no experimental, representado en forma factorial, y con selección cronológica de las variables"*.

1.3.- METODOLOGÍAS DE USO DE LA INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS.-

El uso masivo de la información en multitud de campos tanto técnicos como científicos hace que haya sido necesaria la “*normalización*” de la misma previa a su implantación y utilización. Los sistemas de normalización y gestión de dichas fuentes de información nos proporcionan herramientas útiles para la gestión de la misma, pero ello no elimina la responsabilidad del analista de llevar a cabo una *organización y diseño de la estructura de la información* para conseguir su mejor aprovechamiento.

Es por ello, por lo que cualquier actividad de análisis de una realidad, ya sea de tipo empresarial o científica, hace que se dediquen considerables recursos a la recolección, clasificación, procesamiento e intercambio de información, basados en procedimientos normalizados ya establecidos, para alcanzar objetivos específicos.

En este contexto, en las últimas décadas se han desarrollado tecnologías de manejo de datos, conocidas con el nombre genérico de “*sistemas de bases de datos*”, los cuales han sido concebidos como un conjunto de elementos de información (datos y variables) y un conjunto de manejadores (en el caso de los procesos SW, los programas de aplicación) capaces de acceder, utilizar, modificar, y en definitiva manejar los mismos con el objeto de cumplir los requisitos o premisas fijadas en la aplicación.

Dependiendo del entorno en que nos movamos, han sido muchas las denominaciones que se han dado para recoger las actividades del manejo de elementos de información, pero debido a su profusa utilización dentro del ámbito informático quizás la mas adecuada, y que recoge mejor su definición en forma y contenido es la que se corresponde con el concepto de “*Bases de Datos*”, de cuyo estudio nos ocupamos a continuación.

1.3.1.- LAS BASES DE DATOS.-

Según el prof. James Martin⁵¹, “una *base de datos* es un conjunto de elementos de información y las relaciones existentes entre ellos, almacenados con la mínima redundancia posible y de manera que puedan ser manejados de forma eficiente por parte de todos los recursos del sistema”. Así, una base de datos se concibe como un fondo de información, donde cualquier elemento perteneciente a la organización del sistema pueda acceder a la misma independientemente de cual vaya a ser su uso y de donde proceda la información.

Desde un punto de vista genérico, Dobel⁵² señala que: “base de datos es un conjunto estructurado de datos, registrados sobre soportes accesibles por el ordenador para satisfacer simultáneamente a varios usuarios”. Como se ve, este autor incide en la utilización conjunta y simultánea por varios usuarios de un mismo conjunto de datos lo cual evita su replicación en diferentes elementos físicos.

Para J.C. Emery⁵³: “la base de datos está constituida por un conjunto de datos almacenados en el sistema”, lo que posibilita el agregado de estos, al tiempo que ofrece nuevas posibilidades en cuanto a su manejo, modificación, mantenimiento, etc.

En este sentido se manifiesta también A. Santodomingo⁵⁴, que establece como base de datos: “un conjunto integrado de datos interrelacionados que permite el uso compartido de los mismos”, donde puede destacarse, “el uso compartido” de los elementos de información que componen la BD, lo que posibilita que los mismos sean accesibles a varios usuarios (de forma concurrente), y el de “integrado” lo que indica que la base de datos es la unificación de varios archivos de distintos contenidos de información.

Desde una óptica de empresa, Engels⁵⁵ considera que una base datos es: “una colección de datos operacionales almacenados, que es usado por el sistema de

⁵¹ Organización de Bases de Datos. Ed: PHI Prentice Hal Internal. Madrid 1977.

⁵² Ver: “Estructura de Bases de Datos”. Autor: J. Dobel Ed.: Mac-Graw Hill. Madrid, 1998

⁵³ Ver: “Sistemas de planeamiento y control”. Autor: J.C. Emery. Ed.: El Ateneo. Buenos Aires, 1977.

⁵⁴ Ver: “Introducción a la Informática en la empresa”. Autor: A. Santodomingo. De.: Ariel, S.A. Barcelona, 1998.
Pag.: 111 y siguientes.

⁵⁵ Recogido en A. Santodomingo. Opus cit. pag.: 389.

aplicaciones de una determinada empresa”, de donde puede obtenerse que se considera a los datos como parte relevante de todo sistema y en particular del sistema empresa para la toma de decisiones.

Finalmente, –y también desde el punto de vista empresarial–, para J. Seen⁵⁶, “el objetivo de una base de datos es almacenar y organizar datos para representar las relaciones entre las entidades de interés para la empresa, facilitando así la integración de sus áreas dentro de la misma”, lo que pone de manifiesto que las BD no solamente cumplen la función de contener información para el sistema empresa, sino que también facilitan los mecanismos de interrelación entre sus distintas áreas que la componen.

En la evolución que ha experimentado el desarrollo de los sistemas informáticos, ha sido cuestión muy importante el estudio y diseño de las bases de datos, como aquella parte del sistema que contenía los elementos de información necesarios para su funcionamiento. En un principio, y durante mucho tiempo, –según se expondrá en el correspondiente capítulo–, el análisis y diseño de las bases de datos fue considerado como una tarea para expertos, es decir más un arte que una ciencia. Sin embargo, hoy en día se ha progresado mucho en estas cuestiones estableciéndose métodos y técnicas propios.

El presente trabajo *pretende ser una nueva aportación a dicho avance en el estudio de la tipificación, estructura y tratamiento de los elementos de información* que constituyen parte fundamental de todo sistema. Pero antes de pasar a describir la metodología de análisis de los e.i. que se hace en él, es preciso aportar algunas ideas de carácter general para conocer como se encuentra actualmente el *estado del arte* en cuanto al manejo de los datos se refiere. Es decir, se trata de aportar una serie de principios, recomendaciones y formas de actuar en el manejo de los e.i., al objeto de facilitar su selección en las tareas de análisis y desarrollo de sistemas complejos, dando así cumplimiento a uno de los objetivos del presente trabajo.

⁵⁶ Ver “Sistemas de Información para la Admon” Autor: J. Seen. De.: Grupo Editorial Iberoamericana. México, 1990. Pág.: 311.

En términos generales, y siguiendo a los profesores: Batoni, Ceri y Navathe⁵⁷ el diseño de bases de datos se realiza en tres fases: la primera es la llamada de “*diseño conceptual*” y produce una representación abstracta y de alto nivel de la realidad; la segunda se denomina de “*diseño lógico*”, y convierte la representación anterior en especificaciones concretas que pueden ser implantadas en un sistema de cómputo y procesadas por él; y finalmente la tercera fase es llamada de “*diseño físico*”, y determina las estructuras de almacenamiento físico de los elementos de información así como los métodos de manejo requeridos para un acceso eficaz de los contenidos de los mismos.

Aquí, se tratan estas fases con una marcada orientación hacia una metodología concreta *que a través de un análisis secuencial –en fases de estudio sucesivas–, conduzca a la mejor elección posible del número y tipo de elementos de información* que han de ser manejados para obtener un sistema que se ajuste lo mas fielmente posible a las especificaciones y requerimientos para los que fue creado.

1.3.2.- PRINCIPIOS Y CRITERIOS BÁSICOS PARA LA SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN EFICIENTE DE LA INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS.-

La información necesaria para un sistema puede seleccionarse y organizarse de múltiples maneras, sin embargo existe el objetivo primordial de elegir entre todas las posibles aquella que sea la mejor, es decir, optimizar dicha organización⁵⁸.

Por ello, surge la pregunta de: ¿qué principios o normas deben guiarnos para la elección de técnicas que faciliten la selección y organización eficiente de la información?. Esta cuestión ha sido estudiada con detalle por muchos autores, pero haciendo una

⁵⁷ Diseño conceptual de Bases de Datos. De.: Addison-Wesley. E.U.A.-1994.

⁵⁸ En este sentido el prof. J. Martin (opus cit. pag.: 5) señala que: “la tarea de diseñar una base de datos es cada vez mas difícil, en particular cuando se trata de alcanzar soluciones óptimas”... “Hay muchas maneras de elegir y estructurar los datos componentes de un sistema, y cada una de ellas ofrece ventajas y desventajas”... “El analista de sistemas debe estar capacitado para adaptar las técnicas que se le ofrecen a sus propias necesidades”.

recopilación de los comentarios y directrices indicadas por ellos los podemos resumir en dos grandes grupos⁵⁹:

a).- Objetivos primarios de la Organización de la Información: son las características que mueven a la elección del procedimiento mas eficiente para la recopilación y posterior manejo de la información. Señalaremos a continuación las mas relevantes:

a.1.- Los elementos de información (variables y datos) “deben poder se utilizados de múltiples formas” con ello se consigue que diferentes usuarios o sujetos participantes en el estudio y análisis de la aplicación, puedan percibir distintas características de la misma y por tanto, distintas maneras de emplearla.

a.2.- “Se protegerá la inversión intelectual”, lo cual debe implicar que no sea necesario rehacer todo el estudio y diseño ya efectuado en el sistema por la introducción de modificaciones al mismo.

a.3.- Perseguir el “bajo costo”, es decir, minimizar en la medida de lo posible el tiempo de análisis y diseño de la información, procurando que esta tenga un contenido claro y adecuado a la aplicación concreta.

a.4.- “Minimizar la proliferación de datos”. En la medida de lo posible, las nuevas necesidades (servicios y facilidades) que surjan en el sistema se satisfarán con los datos ya existentes.

a.5.- “Claridad”, de forma que los usuarios de la información la encuentren de forma sencilla y puedan acceder a ella y utilizarla sin dificultad.

a.6.- “Flexibilidad”. La información debe poder ser utilizada de manera flexible y con diferentes caminos de acceso.

a.7.- “Facilidad para el cambio”. Lo cual implica que los e.i. puedan crecer y variar sin interferir en la manera o procedimientos establecidos para su uso.

a.8.- “Precisión y coherencia”. De forma que se evitará la existencia de múltiples versiones de los mismos e.i. que puedan contener distintos estados de actualización.

a.9.- “Reserva”. Se evitará el acceso no autorizado a los e.i. de manera que determinados datos por su naturaleza puedan estar sujetos a restricciones de acceso para usuarios concretos.

⁵⁹ Prf.: James Martin. Opus citado pars: 40 y 41.

a.10.- “Disponibilidad”. Los e.i. deberán hallarse fácilmente disponibles para su uso y manejo dentro del sistema.

b).- Objetivos secundarios de la Organización de la Información: son aquellas características que han de cumplir los elementos de información para facilitar el logro de los objetivos primarios señalados en el apartado anterior, y siguiendo al prof. J. Martín podemos señalar como más relevantes los siguientes:

b.1.- “Independencia de la información”. Lo cual significa que el sistema permita que a los e.i. puedan expandirse o agregarse nuevos ítems sin que sea necesario modificar los elementos materiales ya creados o las aplicaciones existentes.

b.2.- “Redundancia controlada”. Lo que implica que los e.i. sean almacenados en una sola vez a fin de no contener en el sistema la misma información almacenada en datos diferentes.

b.3.- “Adecuada rapidez de acceso”. Que los mecanismos de acceso a la información sean lo suficientemente eficaces para los usos previstos.

b.4.- “Normalización”. Que existan acuerdos y normas tanto para la implementación como para el uso de la información del sistema.

b.5.- “Diccionarios o Glosarios” de los e.i. que definan el contenido de los ítems de forma tal que se pueda dar una fácil consulta y utilización de los mismos.

b.6.- “Controles de Integridad”. Para asegurar la exactitud de los e.i. en todo momento.

b.7.- “Afinación”. El sistema de información contenido en las bases de datos tiene que ser de tal naturaleza que permita el mejorar su desempeño sin exigir la desaparición de los elementos materiales que los manejan.

Definidos los objetivos genéricos (primarios y secundarios), a tener en cuenta para una organización óptima de contenidos de la información, vamos a dar un breve apunte en cuanto a su *organización lógica* dentro de las bases de datos constituyentes del sistema.

Para J. Seen⁶⁰, dicha organización debería estar basada en la función que cumple la información dentro del sistema. Así clasifica los datos con arreglo a tres categorías:

⁶⁰ Opus cit, pag.: 268.

-> *Ficheros maestros*: que contienen el conjunto relativamente permanente de datos, que se refieren a eventos que afectan a todo el sistema.

-> *Ficheros transaccionales*: que contienen los datos de carácter temporal que son necesarios manejar en las transacciones que tienen lugar en el sistema durante su funcionamiento.

-> *Ficheros de clasificación*: que contienen aquellos datos o registros de uso por los dos anteriores.

Por su parte, J.G. Emery⁶¹ considera que la organización y almacenamiento de los datos debe hacerse siguiendo los siguientes criterios:

a).- De estado: que describen las condiciones puntuales de los datos en un momento dado.

b).- De transacciones: que describen los sucesos pasados.

c).- De operaciones resumidas: que contienen información sobre el resultado de la actividad del sistema.

d).- De información técnica: que hacen referencia a los procesos del sistema.

e).- De texto: que se refieren a comunicaciones con el sistema (mensajes, diálogos, etc.).

f).- De imágenes y objetos multimedia: que contienen información digitalizada de diversa naturaleza y contenido.

Finalmente y siguiendo en la línea de lograr una mayor eficacia en la organización de los datos, habría que señalar la denominadas "*base datos orientada a objetos*" (BDOO), cuya aportación se refiere al hecho de tratar de almacenar conjuntamente los datos y los métodos necesarios para acceder a los mismos con la mayor eficacia posible.

En efecto, en la BD utilizadas actualmente "se manipulan objetos que incluyen datos complejos y variados (económicos, multimedia, sistemas de gestión documental, etc.), aplicaciones que requieren definir y manipular entidades abstractas y complejas, cuya representación resulta imposible mediante las BD convencionales (BD relacionales)", en opinión de Stein⁶². Así las BD relacionales, para gestionar adecuada y eficientemente la información deben adoptarse ciertas características de los sistemas de gestión de bases de datos orientadas a objetos, que presentan ventajas añadidas en el

⁶¹ Ver "Sistemas de información para la dirección". Autor: J.C. Emery. De.: Díaz de Santos. Madrid, 1990. Pág.: 112 y siguientes.

⁶² Ver: "Bases de datos de objetos". Autor: R.M.-. Stein. Binary. Barcelona, 1994.

objetivo de gestión de la información global de un sistema independientemente de su formato o ubicación.

En esta línea se está trabajando para aportar soluciones al tratamiento de los datos, mediante la extensión a objetos con soporte de multiproceso simétrico (SMP) y proceso paralelo masivo (MPP), entre otros con el objeto de que los sistemas generales de bases de datos, puedan manejar con eficacia datos tan complejos como los alfanuméricos, de imágenes, de tratamiento de voz, etc⁶³.

A pesar de que en un plazo inmediato es improbable que se generalice el uso de estas técnicas en todos los ámbitos para el manejo de la información, no cabe duda que debido al fuerte descenso de costes experimentado en las tecnologías de almacenamiento, y una mayor necesidad por parte de las organizaciones de uso de este tipo de información hará que pronto esté justificada su utilización incluso para sistemas de no muy elevada complejidad, así como también en aplicaciones de gestión para organizaciones pequeñas y medianas.

Criterios para la selección de la información.-

Como se ha apuntado en epígrafes anteriores, los modelos de datos son el vehículo para describir una realidad objeto de análisis. Sin embargo, *para llegar a una buena definición de los elementos de información* que se han de utilizar en un sistema (tanto desde el punto de vista de su cuantía como de su contenido) *es preciso llevar a cabo un proceso de abstracción que concluya en la elección de los mas adecuados.*

En este sentido, y siguiendo a los profesores: Batini, Ceri y Navathe⁶⁴, señalaremos: “la abstracción es un proceso mental que se aplica para seleccionar algunas características y propiedades de un conjunto de objetos excluyendo aquellos que se estimen no pertinentes”. En otras palabras, se hace abstracción al fijar la atención en las

⁶³ Ver a este respecto: “RDBMS: Renovar el caparazón”. Autor: J.L. Welson. BYTE. Barcelona, 1997. y “Bases de Datos: Cómo mejorar los RDBMS”. Autor: N. Alur y J.R. Davis. BYTE. Barcelona, 1997.

⁶⁴ Opus citado. Pags: 17 y siguientes.

propiedades consideradas como esenciales de un conjunto de cosas y desechando las no relevantes.

Pues bien, en el diseño conceptual de las bases de datos *se usan tres tipos de abstracciones*: “clasificación”, “agregación” y “generalización”. En los apartados siguientes se presentan cada una de ellas.

A).- Abstracción de Clasificación: Se usa para definir un concepto como una “clase de objetos” de la realidad objeto de estudio caracterizados por propiedades comunes. Por ejemplo, el concepto mes es la clase cuyos miembros son: enero, febrero, etc. Así cuando se piensa en el elemento de información “mes” se hace abstracción de las características específicas de cada mes (por ejemplo el número de días) y se destacan los aspectos mas comunes de todos los meses, es decir, que son grupos de días con límites bien definidos (el primero y el último día) y con dimensiones aproximadamente iguales (de 28 á 31 días).

Sin embargo, un mismo elemento de información puede ser clasificado de diferentes maneras atendiendo a las distintas cualidades o elementos diferenciadores que contenga. Por ejemplo, si consideramos el siguiente grupo de objetos:

{silla negra, mesa negra, silla blanca, mesa blanca}

se pueden clasificar atendiendo a las dos cualidades siguientes: 1º.- Atendiendo a su uso se pueden clasificar en: “sillas” y “mesas”, pero en cambio; 2º.- Atendiendo a su color pueden clasificarse en: “mueblés negros” y “muebles blancos”. Este ejemplo demuestra claramente como cada objeto material o inmaterial puede pertenecer a distintas clases o elementos de información.

B).- Abstracción de Agregación: Una “abstracción de agregación” se define como una nueva clase a partir de un conjunto de otras clases que representan sus partes componentes. Se aplica este tipo de abstracción cuando partiendo de las clases componentes de un elemento mas complejo se forma la clase de este último. Por ejemplo las clases: rueda, pedal, manillar, etc, forma la clase superior “bicicleta”, y de igual forma pero en sentido contrario se aplica una agregación cuando se abstrae la clase “persona” partiendo de las clases: nombre, sexo, edad, nacionalidad, etc.

Sin embargo, existe una forma mas compleja de agregación que se da cuando se considera por ejemplo la abstracción “uso” como una agregación de “persona” y “edificio”, ya

que aquí en general una persona hace uso de múltiples edificios y al mismo tiempo un edificio puede ser habitado y usado por varias personas. En el apartado siguiente se señalan las propiedades de las agregaciones que establecen correspondencias complejas entre las distintas clases.

La clasificación y agregación son las dos abstracciones básicas utilizadas para construir estructuras de elementos de información dentro de todo sistema de bases de datos, y a partir de ellas se generan las estructuras de “relaciones” y “dominios” que manejaremos para clasificar y tipificar los e.i. en el presente trabajo.

C).- Abstracción de Generalización: Una “abstracción de generalización” define una relación de subconjunto entre los elementos de dos o mas clases. Por ejemplo, siguiendo con el símil anterior podemos decir que la clase “vehículo” es una generalización de la clase “bicicleta” ya que todas las bicicletas son vehículos. Así mismo la clase “persona” es una generalización de las clases: “hombre” y “mujer”. La abstracción de generalización, a pesar de ser muy común e intuitiva, no se usa en muchos modelos de bases de información, y sin embargo es muy útil por su cualidad fundamental de herencia: “en una generalización, todas las abstracciones definidas para la clase genérica son heredadas por las clases subconjunto”.

Finalmente, y como resumen, puede señalarse que las tres abstracciones definidas anteriormente *son independientes entre sí*, ya que ninguna de ellas puede describirse en función de las otras, y cada una de ellas proporciona un mecanismo diferenciado en el proceso de estructuración de la información. La independencia de las abstracciones se hace evidente al razonar sobre las propiedades matemáticas de las tres interrelaciones de conceptos establecidas por las abstracciones: la “clasificación” corresponde a la pertenencia como miembro a una clase (interrelación de pertenencia); la “agregación” a la composición de conjuntos y finalmente la “generalización” hace referencia a la inclusión (interrelación de subconjuntos) en conjuntos.

Correspondencias entre los Elementos de Información.-

En el apartado anterior nos hemos ocupado de los criterios que deben seguirse para la elección de los elementos de información (variables, datos, informes, documentos, etc.) que se van a utilizar para el desarrollo del sistema objeto de estudio. Se trata como se ha visto, de un conjunto de normas y principios de carácter general acumulados por la experiencia a lo largo del tiempo en el uso y tratamiento de la información, con independencia de su tipología y del ámbito de aplicación concreta a que se refieran. Hemos visto además que entre ellos existen una serie de interrelaciones o “correspondencias” que ligan unos con otros agrupándolos en “clases” y constituyendo así la estructura de datos del sistema. Pues bien, en el presente epígrafe vamos a analizar las características de las “correspondencias” que deben existir entre los distintos elementos de información.

Para llevar a cabo un estudio sistemático, analizaremos en primer lugar las “relaciones de agregación binarias”, es decir, aquellas en las que intervengan únicamente dos clases de elementos de información, después analizaremos las “relaciones de agregación n-arias” como una generalización de las anteriores, y finalmente las relaciones que tienen lugar en las “abstracciones generalistas” en las que se estudian las correspondencias bidireccionales que tienen lugar entre los distintos elementos de información que intervienen.

A).- Relaciones de agregación binaria: Es una correspondencia que se establece entre dos clases. Siguiendo los ejemplos anteriores “usa” es una agregación binaria entre las clases “persona” y “edificio” que establece una correspondencia entre los elementos de dos clases. Podemos también establecer distintas agregaciones binarias entre dos clases dadas. Por ejemplo, siguiendo el símil anterior podemos crear una nueva agregación binaria con nombre “posee” para formar un nuevo concepto entre una casa y su propietario.

Sin embargo, considerando “conjuntamente” todas las agregaciones que pueden establecerse entre dos clases de e.i. pueden seguirse distintos órdenes de “cardinalidad”. En

efecto, si consideramos las agregaciones “usa” y “posee” del ejemplo anterior, que existen entre las clases “persona” y “edificio” pueden darse los siguientes casos:

- 1º.- Que cada persona use al menos un edificio => Cardinalidad mínima (persona, usa) = 1.
- 2º.- Que algunos edificios no estén habitados => “ ” “ ” (edificio, usa) = 0.
- 3º.- Que algunas personas no posean un edificio => “ ” “ ” (persona, posee) = 0.
- 4º.- Que cada edificio debe pertenecer a una persona => “ ” “ ” (edificio, posee) = 1.

Es decir que existe una “cardinalidad mínima” en este tipo de relaciones de agregación binarias que puede variar entre (0, 1) dependiendo de que exista o no tal relación.

Pero las relaciones entre las distintas clases de elementos pueden ser múltiples dando lugar a otros tipos de cardinalidad. Siguiendo el ejemplo anterior entre las agregaciones “usa” y “posee” y las clases “persona” y “edificio” pueden darse las siguientes relaciones múltiples:

- 1º.- Que cada persona use varios edificios => Cardinalidad máxima (persona, usa) = n.
- 2º.- Que edificio pueda tener varios habitantes => “ ” “ ” (edificio, usa) = m.
- 3º.- Que cada persona pueda poseer varios edificios => “ ” “ ” (persona, posee) = n.
- 4º.- Que cada edificio pertenezca a una sola persona => “ ” “ ” (edificio, posee) = 1.

A través de los “órdenes de cardinalidad” se puede conocer como son las relaciones de dependencia entre clases y por tanto el mayor o menor grado de interrelaciones que existen entre ellas.

B).- Relaciones de agregación n-arias: Es una correspondencia establecida entre “tres o mas clases” de elementos de información. Al igual que hacíamos en el epígrafe anterior podemos establecer las propiedades de “cardinalidad” que se dan en esta correspondencia resultando las cardinalidades “mínima” y “máxima” que se definen de la misma manera que en las relaciones de agregación binarias.

C).- Relaciones de generalización: Como hemos dicho anteriormente, una abstracción de generalización establece una correspondencia entre la clase genérica (raíz) y las clases subconjunto. Así considérese la clase “persona” con una generalización de las clases “varón” y “hembra”. Cada elemento de estas corresponde exactamente a un elemento de la clase “persona” y cada elemento de la generalización “persona” se corresponde con alguna de las clases “varón” o “hembra”. Estas observaciones hacen referencia a las “propiedades de cobertura” de la generalización que se describen a continuación:

1º).- Cobertura total o parcial: La cobertura es de “generalización total”, cuando a cada elemento de la clase genérica le corresponde *al menos un elemento* de las clases subconjunto; y será “generalización parcial” si existe algún elemento de la clase genérica que no corresponda a *ningún elemento* de las clases subconjunto.

2º).- Cobertura exclusiva o superpuesta: La cobertura de una generalización es “exclusiva”, si a cada elemento de la clase genérica le corresponde *a lo máximo* un elemento de las clases subconjunto; y será “superpuesta”, si al contrario existe algún elemento de clase genérica que corresponda a elementos *de dos o mas* clases subconjunto diferentes.

Así, siguiendo el ejemplo anterior expuesto en este apartado, podremos decir que:

1.- La cobertura de la generalización “persona” de las clases “varón” y “hembra” es TOTAL Y EXCLUSIVA.

2.- La cobertura de la generalización “persona” sobre las clases “varón” y la nueva “empleado” es PARCIAL Y SUPERPUESTA, puesto que todos pueden estar trabajando.

3.- La cobertura de la generalización “vehículo” sobre las clases “bicicleta” y “coche” es PARCIAL Y EXCLUSIVA por cuanto existen vehículos no pertenecientes a ninguna de las clases anteriores, pero las citadas sí pertenecen ambas a la generalización “vehículos”.

De la anterior exposición, llevada a cabo sobre las abstracciones de elementos de información y las propiedades de las relaciones de correspondencia existentes entre ellas, se pueden extraer los “instrumentos necesarios” para determinar las *relaciones existentes entre los elementos de información del sistema, así como los procedimientos que hay que arbitrar* para su manejo y tratamiento. Constituiría por tanto el planteamiento o forma de actuar, para realizar la elección de los e.i. (variables, datos, informes, documentos, etc.) necesarios para el desarrollo del sistema, así como los que ha de contener para su correcto funcionamiento.

Con ello se pretende recoger los “*principios*” que deben guiarnos para la elección de los elementos de información mas adecuados a fin de que cubran toda la casuística de necesidades que plantea el sistema cuyo estudio y desarrollo nos ocupa, (y por ende en la base de datos que va a constituir su núcleo de información).

1.3.3.- LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN COMO CONTENIDOS DE INTELIGENCIA EN LOS SISTEMAS.-

Cuando se plantea el caso de tener que realizar un estudio en profundidad de un problema (ya sea un sistema, producto, realidad material o inmaterial, etc.) dentro del ámbito científico, cada vez se pone mas de manifiesto la necesidad de utilización de métodos basados en el análisis abstracto de los datos intervinientes en los mismos. De esta forma, los modelos obtenidos a partir de dichos análisis, resultan mas fiables que aquellos que surgen de la mera intuición del analista basada simplemente en el conocimiento, –sin duda profundo–, que tenga sobre la materia objeto de estudio.

Esta idea, –extendida en forma general entre los analistas de distintos ámbitos de conocimiento–, es uno de los motivos que justifican la realización de este trabajo, que intenta aportar una nueva metodología en la selección de datos (en general elementos de información) que se consideran mas relevantes en el problema o sistema objeto de estudio o desarrollo, considerando los mismos, no desde el punto de vista de la información específica que cumplen en un sistema concreto, sino desde la óptica de la información de carácter genérico que aportan al sistema. Se trata en definitiva, de considerar a los e.i. de un sistema como *contenidos de inteligencia* que aportan al mismo una información genérica, ya que *son considerados desde un punto de vista abstracto*, es decir, por la naturaleza de la información que aportan, y no por la utilización específica que se hace de ellos en el sistema.

En efecto, dentro del ámbito económico, –que podría ser uno de los campos de aplicación del presente trabajo–, los elementos personales intervinientes: agentes de bolsa, gestores de empresas, consultores y asesores de instituciones financieras, etc, se fiaban de su intuición o bien se apoyaban en parámetros como la progresión de resultados, la experiencia adquirida, el análisis de mercados y otros para tomar sus decisiones. Hoy tales decisiones se apoyan en métodos científicos y estadísticos, de forma que su importancia social es tal, que se estima que más del 15% de los alumnos de las grandes escuelas científicas se orienta hoy hacia el estudio de estos temas.

Las teorías matemáticas utilizadas para analizar las tendencias de los mercados, programar inversiones, establecer modelos de desarrollo, etc, provienen a menudo de investigaciones totalmente ajenas a estos ámbitos de conocimiento, y así los métodos matemáticos y de análisis de datos colonizan aspectos de tanta importancia como la bolsa y el manejo de las finanzas hasta tal punto que por ejemplo para analizar las tendencias de los mercados los agentes financieros recurren a menudo a métodos basados en teorías tan complejas como la del caos o el movimiento browniano⁶⁵, que en un principio no fueron concebidas para tales aplicaciones, ya que tales estudios estaban destinados a materias tales como proyectos hidráulicos, construcción de cohetes, y en general aplicaciones de carácter físico. Sin embargo hoy en día, en países tan avanzados en análisis de datos como Francia, se ha constatado que en una ciudad como París la mayoría de las grandes instituciones financieras está contratando a antiguos alumnos de Escuelas Politécnicas para realizar estudios en sus divisiones de mercados de capitales.

Signo de las tendencias señaladas en el párrafo anterior, es que desde hace algunos años los matemáticos de las finanzas acaparan los premios de importancia mundial, tales como los premios Nobel: Markowitz, Miller y Sharpe en 1990; Merton, Scholes y Black en 1997, y otros.

De manera que, las “finanzas tradicionales” que eran fundamentalmente “descriptivas” con base contable e institucional, se han convertido en unas “finanzas modernas” que tienen un objeto diferente: explicar los fenómenos que tienen lugar en la realidad económica y mejorar las decisiones a tomar para gestionar las mismas. En este sentido, los métodos empleados son cuantitativos, es decir, descansan en la creación de modelos que permitan la utilización de un lenguaje científico, de razonamientos deductivos y de verificaciones empíricas. Esta es precisamente la base justificativa del

⁶⁵Ver a este respecto el artículo aparecido en el apartado Sociedad-Futuro en el diario El País de fecha: 10.06.98, sobre Aplicaciones Matemáticas al ámbito económico.

- Pueden consultarse también los siguientes textos relativos a la materia:

-Nuevos conceptos sobre sistemas técnicos de operaciones en bolsa, de T.H. Sewart.

- Análisis técnico de las tendencias de los valores, de R.D. Edwards y J. Magee.

- El principio de la onda de Elliott de R.R. Prechter y A.J. Frost en New Classic Library, 1994.

- Las Ondas de Elliott en la Bolsa de Madrid, de Y. Jimenez Barandilla en Jornadas de Bolsa y Mercados Financieros dadas en E.U.E.E. (22 al 24 de mayo de 1999).

presente trabajo, el poder dar un paso mas para facilitar el análisis y creación de tales modelos.

Pero no es solamente en el ámbito financiero donde son utilizadas estas técnicas, ya que por citar otro ejemplo podemos referirnos al ámbito ecológico tan de actualidad en estos días. En efecto, aunque las similitudes entre el mundo de la ecología y de las finanzas puede parecer escaso en un principio, existe sin embargo un elemento que los asocia: *“la gran cantidad de datos manejada”*. De esta forma, la gran cantidad de datos recogidos por los ecólogos a lo largo del tiempo fue en un principio considerada como un fin en si mismo y así fueron acumulados grandes bases de datos tan heterogéneas como: factores climáticos, biológicos, de ecosistemas, etc, sin grandes relaciones entre si a simple vista. Sin embargo, posteriormente se ha comprobado que con el desarrollo de las nuevas técnicas matemáticas de modelización, estos datos aparentemente inconexos, permiten extraer patrones de comportamiento y medir tendencias a corto plazo⁶⁶.

En resumen, en lo que se quiere incidir en este apartado es en el *“planteamiento sistemático y abstracto”* de las observaciones –elementos de información–, de los problemas. Es decir, volviendo al ámbito económico anteriormente señalado, tradicionalmente un analista financiero tomaba sus decisiones en los mercados bursátiles en base a las características de los títulos valores, tendencias de resultados, perspectivas de mercado, calidad de los equipos directivos y otras circunstancias, y sin duda tales decisiones tenían un elevado componente subjetivo. Con la gestión sistemática y abstracta de los modelos de datos, el operador puede ignorar las condiciones específicas del ámbito en el que está trabajando, limitándose a la aplicación del método y procedimientos de elección de variables y datos previamente fijados, lo cual presenta en primer lugar la ventaja de que le protege contra comportamientos pasionales, al tiempo que le preserva de sus propias creencias y conocimientos en algunas ocasiones erróneas, del ámbito en el que se está trabajando. Así, mientras en el análisis y gestión tradicional de los problemas financieros era considerado como un arte la toma de decisiones, actualmente el tratamiento sistemático de tales problemas se lleva a cabo como en las ciencias físicas,

mediante la observación, las pruebas y la validación mediante métodos explícitamente conocidos y reglados.

En este sentido, el presente trabajo pretende aportar una nueva metodología para el análisis de los e.i. intervinientes en un sistema desde un punto de vista objetivo, es decir, por un lado proponer una nueva metodología genérica de análisis de sistemas que permita al analista abstraerse del procedimiento a utilizar y centrarse en la selección de los elementos que deben componerlo, y por otro, orientar sobre la naturaleza y tipología que han de tener los e.i. a utilizar –de acuerdo con una clasificación genérica de su tipología previamente establecida–, para que el sistema finalmente resultante esté carente de errores, –o con los mínimos posibles–, es decir, se ajuste lo mas fielmente posible a los fines u objetivos para los que fue creado.

⁶⁶ Este tipo de técnicas permitió por ejemplo ser utilizadas por el Instituto Australiano de Metereología para predicción de lluvias.

CAPÍTULO: 2.

PRESENTACIÓN DEL SISTEMA TOMADO COMO MODELO DE REFERENCIA.

CAPÍTULO: 2. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA TOMADO COMO MODELO DE REFERENCIA.

"La teoría de los sistemas es ante todo un campo científico que ofrece técnicas, en parte novedosas y muy detalladas, estrechamente vinculadas a la ciencia de la computación, y orientado mas que nada al imperativo de analizar nuevos tipos de problemas".

Ludwig von Bertalanffy.
Universidad de Alberta Edmonton (Canadá).
Marzo de 1968.

2.0.- INTRODUCCIÓN.-

El presente capítulo tiene como principal objetivo, *describir el sistema que será tomado como modelo de referencia*. A partir de él se extraerán consecuencias y conclusiones, que posteriormente, –y una vez realizadas las correspondientes adaptaciones y generalizaciones necesarias–, serán trasladadas al modelo de análisis y desarrollo de sistemas complejos propuesto en el presente trabajo.

Dicho sistema se conoce como: "Sistema A-1000-S12"¹, y como se detallará cumplidamente mas adelante, es un sistema de conmutación electrónico-digital utilizado para cursar tráfico telefónico (de voz y datos) ofrecido como servicio de comunicaciones por las administraciones telefónicas (operadores) de distintos países a sus clientes.

Las razones justificativas para la elección de este sistema como modelo de referencia, serán expuestas una vez realizada su descripción.

¹ Tanto el nombre como toda la documentación relativa al sistema de referencia son propiedad intelectual de ALCATEL, S.A. que tiene reservados todos los derechos.

Sin embargo, antes de pasar a describir el sistema que será tomado como modelo de referencia, se harán unas breves consideraciones acerca de la evolución histórica que han tenido las aplicaciones informáticas en general, y en particular las que han experimentado los sistemas de conmutación en estas últimas décadas, a fin de precisar que tal sistema *es la consecuencia de un proceso tecnológico evolutivo que se ha ido perfeccionando a lo largo del tiempo*, y no una mera creación puntual hecha para dar respuesta a unas necesidades concretas.

Se trata de poner de manifiesto que las distintas metodologías empleadas en su análisis y desarrollo a lo largo del tiempo han estado íntimamente ligadas a las necesidades impuestas por las administraciones y empresas operadoras de las telecomunicaciones y el tratamiento de la información, las cuales a su vez se han visto motivadas por las necesidades y demandas que en materia de comunicación e información de todo tipo, les ha requerido la sociedad. Por tanto, los criterios seguidos para la creación de tales metodologías puede decirse que han transcurrido parejos al desarrollo social, y por consiguiente, pueden considerarse como *formas genéricas de tratar los problemas*, lo que nos permite poder aprovechar estas metodologías, -hasta ahora solamente utilizadas para hacer desarrollos de sistemas de conmutación-, trasladándolas al análisis y desarrollo de sistemas complejos pertenecientes a otros ámbitos de estudio, según ya hemos apuntado.

2.1.- EVOLUCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE DESARROLLO SW EN APLICACIONES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS.-

Como se ha señalado anteriormente, antes de proceder a la presentación detallada del sistema de conmutación digital que será tomado como modelo de referencia en el presente trabajo, y a fin de dar una visión introductoria de la evolución histórica que han experimentado los procesos informáticos en estas últimas décadas, vamos a exponer, –de una forma muy resumida–, las etapas o fases por las que ha transcurrido este proceso. El objeto es poner de manifiesto cómo los procedimientos y métodos de trabajo empleados para resolver los problemas que se les planteaban a los analistas informáticos han discurrido paralelamente a la forma de analizar tales problemas en otros ámbitos, y de hecho en ocasiones las metodologías empleadas por aquellos han sido trasladadas de las usadas por otros analistas o estudiosos de ámbitos distintos, pero que tuviesen un conocimiento mas profundo o una mayor experiencia en los problemas objeto de estudio.

En este sentido se manifiesta Frost, R² cuando apunta: “a lo largo del tiempo se han desarrollado sistemas y lógicas formales para facilitar el razonamiento, y se han desarrollado sistemas de archivo para facilitar el manejo de grandes volúmenes de conocimiento. El progreso en estas técnicas ha contribuido en buena medida al desarrollo de métodos para el procesamiento mecanicista del conocimiento”.

El gran avance experimentado en las metodologías de uso de la información en estas últimas décadas se debe según Dworatschek, S.³, entre otras a las siguiente razones:

a).- Los éxitos tan espectaculares experimentados en los mas variados campos de aplicación tales como: investigación espacial, medicina, control de procesos, cálculos matemáticos, procedimientos administrativos, etc.

b).- La concepción del modo de vida del siglo XX. La sociedad actual, –apunta este autor–, está marcada por el signo de la velocidad y ve en los procedimientos

² Ver: “Bases de Datos y Sistemas Expertos: Ingeniería del conocimiento”. De.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1989. Pag.: 1 y siguientes.

³ Ver: “Introducción al proceso de datos”. De.: Alhambra. Madrid, 1974.

informáticos una característica de nuestro tiempo. N. Wiener⁴, –el fundador de la cibernética–, cree que “el mejor modo de describir nuestro siglo es considerándolo como la época de las comunicaciones y de la técnica de la regulación”.

c).- El calado que han tenido estas técnicas en el conjunto de la sociedad, tanto a nivel industrial, administrativo y empresarial, como doméstico, por la gran profusión que han tenido los medios informáticos en todos los sectores públicos y privados.

Haciendo referencia a los procesos informáticos en general, según Tarenbaum⁵, se pueden distinguir *cuatro fases o etapas* en la evolución de los mismos:

1ª.- La primera generación (década de los cincuenta).- Se caracterizó por la construcción de máquinas de cálculo mediante el uso de tubos de vacío (válvulas) y tableros enchufables. Intervinientes en estos primeros trabajos fueron: Aiken, H. en Harvard, Neumann, J. en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, Eckert, J.P. y Mauchley, W. en la Universidad de Pensilvania y Zuse, K. en Alemania, entre otros. La programación se realizaba íntegramente en *lenguaje máquina* (los lenguajes de programación se desconocían), y los rudimentarios sistemas operativos que existían eran extraños y difíciles de manejar.

2ª.- La segunda generación (década de los sesenta).- La introducción de un nuevo elemento en la electrónica, el transistor, a finales de los años cincuenta dio un cambio radical a las aplicaciones SW. Las computadoras se convirtieron en máquinas fiables a las cuales se las podía confiar un trabajo útil, eficiente y duradero con bajo coste de mantenimiento. Al mismo tiempo empezaron a aparecer los lenguajes de programación, (uno de los más usados fue el FORTRAN), con lo que el diseño de aplicaciones específicas para las nuevas máquinas se hizo más cómodo y rápido. El trabajo en las máquinas también se estandarizó adoptándose el sistema de *trabajo por lotes*, lo que permitía una mejor distribución de las tareas, y en definitiva una utilización más eficaz de la máquina. Los sistemas operativos también se perfeccionaron, creándose el FMS (para trabajos de FORTRAN), y el IBSYS (específico para las grandes máquinas de IBM).

3ª.- La tercera generación (década de los setenta y ochenta).- Al comienzo de estas décadas los fabricantes de computadores tenían dos líneas de productos distintas y totalmente incompatibles. De un lado existían las grandes computadoras científicas orientadas a aplicaciones

⁴ Citado por Dworatschek. Opus cit. pag.: 4.

⁵ Se recogen aquí las cuatro etapas apuntadas por el autor, -Tarenbaum las denomina *generaciones*-, que han seguido los procesos informáticos adecuándose a la tecnología electrónica existente en el momento. Recogido de su obra: “Sistemas operativos: Diseño e implementación” De.: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México, 1995.

de cálculos numéricos complejos de ciencias e ingeniería, y por otro lado las computadoras comerciales orientadas a aplicaciones de gestión principalmente bancarias y de compañías de seguros. Esta doble línea de producto hacía costoso para los fabricantes el desarrollo y mantenimiento por lo que IBM introdujo un nuevo producto, el Sistema-360 que era compatible con todo tipo de aplicaciones sin más que aumentar los elementos componentes (memoria, dispositivos de E/S, etc). Esta máquina fue la primera en utilizar circuitos integrados (a pequeña escala), lo que ofreció una mayor ventaja de precio/rendimiento, así como una mayor facilidad de ampliación en caso necesario.

Los sistemas operativos experimentaron también una notable transformación apareciendo el OS/360 creado expresamente para las máquinas del Sistema-360 de IBM antes citadas⁶. Sin embargo, un avance importante que permitían estos sistemas operativos era la *multiprogramación*, es decir, conseguir una utilización más eficaz de la CPU (unidad central de proceso), de forma que tiempos ociosos en los que se producían otras operaciones (entrada/salida, preparación de dispositivos, etc.), se cubriesen con el procesamiento de otras operaciones que si precisasen de cálculos de la CPU. Esto dio lugar al sistema operativo de tiempo compartido (CTSS) creado por el MIT. Después del éxito de este sistema MIT junto con Bell Laboratories y General Electric desarrollaron un nuevo sistema conocido como MULTICS (multiplex information and computing service).

Otro importante avance producido durante esta etapa fue el fenomenal crecimiento de las *minicomputadoras*, comenzando con la DEC PDP-1 (1970) y más tarde las PDP-11 (PDP-11/20 y PDP-11/45 a principios de los ochenta), junto con la Interdata 7/32 de VAX y la Motorola-68000. Para estas nuevas máquinas se creó un nuevo sistema operativo específico, el UNICS (uniplexed information and computing service), que más tarde pasó a llamarse UNIX cuyo uso se ha generalizado hasta nuestros días para máquinas de pequeña y mediana capacidad.

4ª.- La cuarta generación (década de los noventa hasta nuestros días).- Se caracteriza por el uso generalizado de las computadoras personales. En efecto, con el uso generalizado de los circuitos LSI (integración a gran escala), que contienen miles de transistores por centímetro cuadrado se produjo una revolución en el ámbito informático, en especial por su utilización para usos domésticos y personales, para los que antes no habían sido concebidos estos productos.

⁶ Este sistema operativo dio grandes problemas debido a su gran complejidad. Fred Brooks describe sus experiencias (Brooks, 1975), citando los problemas encontrados en su larga experiencia como diseñador de aplicaciones.

A mediados de la década de los ochenta comenzaron su desarrollo los sistemas operativos pensados para estos ordenadores personales a través de los cuales se permitía el uso de ciertos programas y aplicaciones de utilización muy generalizada (procesadores de texto, hojas de cálculo, organizadores de ficheros de trabajo, editores de imágenes, etc), que popularizaron y generalizaron el uso de los OP tanto en pequeñas empresas de productos y servicios, como en negocios familiares y de uso doméstico.

Otro aspecto importante a destacar ha sido el aumento de la velocidad de proceso que se ha experimentado en estos microprocesadores, lo que ha permitido que aplicaciones que antes solamente podían utilizarse en grandes máquinas puedan ser usadas ahora en los OP con ventajas sobre aquellas.

Como se ha indicado al comienzo del epígrafe, no es nuestro propósito profundizar más en los avances experimentados en la informática en estos últimos años, –cosa que por otra parte, como está en el ánimo de todo el mundo es tarea difícil de cumplir, ya que casi a diario nos vemos sorprendidos por nuevos y revolucionarios productos y aplicaciones –, sino únicamente dejar constancia de que el desarrollo en estos campos se está produciendo en forma exponencial, y debido a ello, gran parte del presupuesto (tanto público por parte de las administraciones, como privado por parte de las empresas), está centrado en el desarrollo de estos productos.

El siguiente epígrafe se va a ocupar en el estudio de cómo esta evolución en el avance informático descrita, ha influido en el campo de las telecomunicaciones y en especial en el desarrollo de sistemas de conmutación capaces de dirigirlas y ordenarlas adecuadamente de acuerdo con las necesidades exigidas por las administraciones públicas y privadas (operadores de servicios de telecomunicación) que actualmente se ocupan de estos mercados.

2.1.1.- EXTENSIÓN DE LAS METODOLOGÍAS INFORMÁTICAS AL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACIÓN.-

Las telecomunicaciones han experimentado en la última década del pasado siglo un avance extraordinario⁷. Ello ha traído consigo la creación y perfeccionamiento de los sistemas de conmutación capaces de manejarlas adecuadamente.

El desarrollo de productos informáticos con especial aplicación a las telecomunicaciones, y en particular el desarrollo de sistemas de conmutación digital con un elevado componente de software, (en adelante se utilizarán las siglas SW para la parte lógica de un producto, y las siglas HW de Hardware para la parte física del mismo⁸), ha experimentado un importante cambio, parejo al cambio social que ha tenido lugar en estos últimos años. Esto, ha producido importantes avances en las metodologías de desarrollo para este tipo de productos.

En general, podemos decir que se ha pasado de unas pautas de trabajo puramente "*artesanales*" en los que primaba la originalidad o la propia idiosincrasia de la persona que producía el desarrollo, a procedimientos más estandarizados y comunalizados por los distintos países que se encuentran más avanzados en este tipo de tecnología.

Este mismo proceso de cambio lo han experimentado también los datos que son utilizados en el desarrollo de estos productos, pasando de ser elementos meramente *imbricados* en la programación, sin una clara diferenciación con los programas que se ejecutaban junto con ellos (en los ordenadores de los centros de proceso), a ser uno de

⁷ En este periodo el número de líneas telefónicas existentes en el mundo se ha duplicado, pasando de 780 millones a aproximadamente 1600 millones, debido principalmente a la aparición de nuevos operadores, a las fuertes inversiones realizadas en el sector, a la globalización producida en la economía, y al nacimiento e importante crecimiento de las comunicaciones móviles. Ver "Telecomunicaciones y tecnología de la información. Informe anual". Autor: Plaza, C. y otros. Grupo Z Editorial. Madrid, 2000.

⁸ La clara separación actualmente existente entre la parte física de un ordenador (HW) y su parte lógica (SW), es debida a John von Neumann. En efecto, aunque von Neumann intervino en el diseño de los primeros computadores gigantes, su enorme importancia en la historia de la informática radica en que fue el creador de la estructura de los computadores programables modernos, ya que fue el inventor de la idea del software. En 1944 introdujo el punto de vista formal y lógico en el diseño de la computación, lo que acabó conduciendo a la concepción del programa (SW)

los "*elementos principales*" en las distintas fases del desarrollo y puesta en servicio de un determinado producto.

En este sentido, –y a grandes rasgos, tal como se hizo en el epígrafe anterior–, podemos reconocer **cuatro etapas** o fases de evolución en la forma de tratar los sistemas de conmutación SW, que se identifican por las siguientes *características*:

1ª.- Fase artesanal: La llamamos en esta forma porque es identificada con los principios o rudimentos de la aplicación del SW a este tipo de productos. Es una etapa que se caracteriza porque no existían fases en el desarrollo de los sistemas, sino que ante una necesidad concreta expuesta por un usuario se le confeccionaba una aplicación "ad hoc", que en la mayoría de los casos no era transportable a otros usuarios, ni siquiera a otras máquinas de similares características que aquella para la que había sido creada.

En estos desarrollos, la iniciativa o impronta personal del Ingeniero SW o analista de sistemas, primaba frente a cualquier otro tipo de condicionantes, lo que producía importantes rigideces pues no podía ser tratado ni modificado el programa por persona distinta de aquella que lo había hecho, y aún en este caso si había transcurrido mucho tiempo era también difícil, ya que en la mayor parte de los casos las aplicaciones no eran documentadas y generalmente lo único que se conservaba era la cinta de papel con el código binario que contenía la aplicación.

Además, en este tipo de desarrollos los datos utilizados en los programas se encontraban imbricados dentro de ellos, y en algunos casos eran las propias instrucciones del lenguaje ensamblador de la máquina donde se ejecutaban, los que servían para manejar determinados datos y variables de la aplicación. No se tenía en cuenta por consiguiente, ni la cuantía ni la naturaleza de los mismos, dado que como ya hemos indicado estaban sujetos a las particulares formas de pensar y analizar los problemas del sujeto que realizaba la aplicación.

Otra de las características de estos primeros estadios del desarrollo de productos o sistemas SW era que el componente de HW, es decir la parte física del producto terminado era generalmente superior al componente SW (la que contiene la "inteligencia"

como algo distinto del soporte material (HW). Para una información mas detallada puede consultarse entre otros:

del producto). Como veremos mas adelante esta relación de participación HW/SW ha ido evolucionando en favor de este último, al tiempo que los componentes HW se han ido estandarizando y sirviendo para distintas aplicaciones, siendo el SW lo que distingue unas de otras, mientras que en un principio, generalmente se diseñaba el HW específico para una aplicación concreta.

En esta primera etapa, *no se distinguen tampoco distintas fases en el desarrollo del producto o sistema*, sino que es la misma persona la que concibe el nuevo producto o aplicación, la realiza a través de la programación correspondiente y la depura antes de entregarla como producto terminado al cliente o usuario final. Bien es verdad, que había que considerar que eran productos de poco volumen y por tanto podían ser desarrollados en un tiempo razonable por una sola persona, pero incluso en proyectos de mayor entidad el producto o sistema total se subdividía en partes, pero el proceso de organización y métodos de trabajo, era el mismo que el descrito anteriormente.

2ª.- Primera división en fases: La etapa siguiente de evolución en el proceso organizativo de los productos de SW, y sin duda motivado por el auge y crecimiento que este tipo de tecnología estaba adquiriendo en el proceso industrial, fue la subdivisión del conjunto de actividades conducentes a la implantación y puesta en servicio de un nuevo producto SW, en distintas fases de desarrollo, facilitando así la realización del mismo.

En este sentido, una de las separaciones mas notables que se produjeron fue la del desarrollo SW frente al desarrollo HW. En efecto, en el primer estadio el nuevo producto se concebía conjuntamente sin especialización alguna entre la parte física (HW) frente a la parte lógica o de "inteligencia" (SW), de hecho no existía una diferenciación clara respecto a qué funciones del producto tenían soporte HW y cuales debían tener soporte SW, es mas, debido a la inercia del pasado se tendía a que las partes principales del producto tuvieran una concepción física, dado que no se atribuía aún la calidad y fiabilidad suficiente al soporte lógico del SW. Sin embargo, y como hemos indicado anteriormente, este proceso ha ido cambiando a lo largo del tiempo, siendo hoy el HW un porcentaje muy pequeño (tanto en coste como en soporte del producto) respecto del

que tiene el SW en cualquier aplicación. De hecho, hoy se produce y vende el SW por sí mismo, entendiéndose que puede ser soportado por cualquier máquina standard carente de lógica específica para una determinada aplicación.

En esta fase, se comienza a distinguir en el desarrollo dos partes separadas: una primera de diseño, *donde comienza también a pensarse separadamente la parte correspondiente a datos* de lo que llamaríamos programas (y dentro de los primeros se comienza a hacer unas primeras clasificaciones o tipos atendiendo a su naturaleza y al contenido, o a la utilización que se hace de los mismos dentro de la aplicación), y una segunda de prueba y puesta en servicio de la aplicación. Surgen así una primera clasificación de datos aún cuando estos son manejados por programas realizados en lenguajes de muy bajo nivel (entiéndase estos como lenguajes de programación que se encuentran muy próximos al lenguaje binario de las máquinas), comenzando sin embargo, ya a surgir los primeros lenguajes de alto nivel (FORTRAN y COBOL) como lenguajes que facilitan al diseñador la programación de aquello que ha de hacer la aplicación.

3ª.- Organización en fases de desarrollo: En esta tercera etapa ya se distinguen claramente las distintas fases de desarrollo de un nuevo producto o sistema. Cuando se piensa en un nuevo producto o aplicación ya se concibe su realización como una sucesión encadenada de fases o etapas perfectamente delimitadas unas de otras. En términos generales, aún cuando es un proceso que se va depurando con el tiempo, surgen cuatro fases fundamentales dentro del desarrollo:

- TLD (Top Level Design o diseño de alto nivel) representa los primeros estadios en el análisis del producto o sistema, y donde a partir de las primeras especificaciones del cliente o usuario final del mismo se conciben las funciones que ha de cumplir el diseño para satisfacer los requerimientos solicitados.

- DD (Detail Design o Diseño Detallado), es la fase donde se concibe como se va a realizar cada una de las funciones que ha de llevar a cabo el sistema. Es en esta fase *donde se perfila el número y naturaleza de los datos que se van a utilizar*, tanto en su

contenido como en la forma de utilizarse por las distintas funciones componentes del mismo.

- CC (Coding o Implementación del código), en esta fase y con arreglo al lenguaje que será utilizado (ya se han generalizado los lenguajes de alto nivel) se van conformando los distintos programas que van a realizar cada función del sistema. En esta fase también los datos pueden verse afectados respecto a su concepción inicial dándoles un sentido más concreto con arreglo a su utilización.

- MT (Module Test o Pruebas de módulos), esta es la fase donde se sometía a cada función o módulo a un conjunto de pruebas suficientes para asegurar que la función cumplía con los requisitos pedidos por el cliente al sistema.

Además, en cada una de dichas fases existen ya procedimientos y herramientas concretas y perfectamente diferenciadas para cada una de las mismas. Así, surgen técnicas nuevas como el análisis por cajas con inputs, outputs, controles y recursos para las primeras fases de análisis del producto (lo que anteriormente hemos definido como Top Level Design), en la fase de Diseño Detallado (Detail Design) surge el concepto de módulo como caja negra a la que se le asocia una determinada función de entre las que componen el sistema y que intercambia información con el resto de los módulos de la aplicación, por medio de parámetros que son en definitiva datos que o bien recibe de otros módulos o bien devuelve a otros módulos una vez tratados y transformados con arreglo a las necesidades específicas de la aplicación. Por lo que se refiere a la fase de Module Test (Prueba de módulos), comienza a surgir el concepto de prueba separada de cada función (asociada a un módulo) utilizándose herramientas específicas, que por medio de la inicialización de un conjunto de variables consiguen simular el resto del sistema frente al módulo que se está probando.

Finalmente, las pruebas últimas del producto o sistema antes de su entrega al cliente se realizan de una forma global y generalmente con los mismos procedimientos u operatoria con la que posteriormente será utilizado por los usuarios. Este procedimiento tenía desde el punto de vista de la calidad el grave inconveniente de que no se llegaba a probar toda la casuística que posteriormente se puede presentar en la realidad con lo que

el producto final adolecía de graves deficiencias respecto al nivel de calidad que de él se esperaba.

Por lo que se refiere a *los datos*, es a partir de esta etapa donde se les comienza a dar la importancia que requerían, ya que como se estima hoy en día el esfuerzo a realizar, y lo que es mas importante la calidad final del producto, *depende en buena parte de la buena concepción de datos que se haya hecho en la fase de análisis y diseño del producto*. Además, se piensa en los datos desde la doble óptica de emisor y receptor de los mismos, con lo cual su utilización posterior será mas cómoda o sencilla.

4ª.- Estado actual: Actualmente nos encontramos en una etapa que se caracteriza por el desarrollo de sistemas muy complejos, los cuales requieren de un gran aporte de herramientas y procedimientos adecuados para llevar a buen termino el proceso de análisis y desarrollo de los mismos, con la calidad que hoy es requerida.

Estamos por consiguiente ya, en una separación radical entre el SW y el HW (o parte lógica y parte física del producto), y donde como avanzábamos anteriormente, la importancia del SW es muy superior a la del HW cuya función ha quedado relegada a la de soporte lo mas estandarizado posible *a fin de que la inteligencia del sistema radique principalmente en el SW*, mientras que el HW pueda tener una aplicación a múltiples proyectos o aplicaciones sin necesidad de tener que hacer nuevos desarrollos.

Es precisamente en este estadio *donde se le ha dado una importancia radical a los datos* habiéndose creado múltiples herramientas tanto de concepción o diseño como de prueba de los mismos, y es precisamente en estas facetas del sistema donde mas innovaciones se esperan conseguir, dado que por la disminución de precio que ha experimentado el soporte físico, debido a la alta concentración y minituarización de los componentes electrónicos se ha abaratado bastante el producto, no importando hoy tanto la magnitud o el volumen de los datos y programas, como su claridad y eficaz utilización de los mismos. Es por ello, por lo que se ha orientado este trabajo a *estudiar una eficaz metodología para el análisis y selección de datos* en las diferentes fases del desarrollo de productos o sistemas.

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TOMADO COMO MODELO DE REFERENCIA.-

El sistema que será tomado como modelo de referencia para el trabajo, es el conjunto de actividades conducentes al análisis, diseño, realización y puesta en servicio de un sistema digital de conmutación capaz de establecer comunicaciones de voz y datos, además de los servicios de distinta naturaleza que actualmente son requeridos por las distintas administraciones telefónicas. En base a dicho estudio, y una vez definidos sus aspectos principales, se trasladarán posteriormente como criterios a seguir para la metodología propuesta.

Tal sistema es el: "A-1000-S12, en su versión Release 7"⁹. La documentación que ha sido utilizada para extraer la información necesaria para la descripción del sistema ha sido amplia y variada, estando referida a descripciones y especificaciones generales del sistema. En los siguientes epígrafes del presente capítulo, así como en el resto de los que componen el trabajo, se han detallado los documentos concretos utilizados, cuando las necesidades de la información tomada así lo requerían.

Para el presente capítulo, se ha utilizado con carácter general, la siguiente documentación:

⇒ A-1000-S12.R7: Descripción general (IRPC - Marzo de 1994).

Aspectos generales del Release 7.

Servicios y facilidades I y II.

Gestión y administración del sistema.

Evolución de requisitos al R.7.

Evolución de los componentes HW. Producto: J.

Adaptación del SW Kernel y Genérico.

⁹ Tanto el nombre como toda la documentación relativa a este sistema es propiedad intelectual de ALCATEL, S.A. La utilización de la misma que se hace en el presente trabajo ha sido con carácter genérico y solo desde el punto de vista de la información general que aporta, es decir, en su posible aplicación para el desarrollo de sistemas complejos en otros ámbitos de estudio distintos de las telecomunicaciones, que es el objeto del presente trabajo.

Función de tratamiento y conmutación de comunicaciones.
Funciones: Tarificación, Device Handler, y otros servicios del sistema.

Producción del paquete SW.

Integración y pruebas.

⇒ A-1000-S12.R7: Operación y Conservación (IRPC - Noviembre de 1994).

Descripción del funcionamiento y facilidades del sistema.

⇒ A-1000-S12.R7: Root and Cause Analysis (IRPC - Diciembre de 1995).

Root and Cause Analysis: Working Group.

(IRPC - Noviembre de 1995).

Root and Cause Analysis: Short term proces and Quality.

(IRPC - Octubre de 1995).

En el sistema tomado como modelo de referencia se han establecido una serie de *premisas* referidas a las partes o aspectos del mismo que van a ser consideradas. Se trata de fijar la amplitud o las *partes del sistema que van a ser objeto de estudio*, es decir, delimitar del conjunto de actividades de desarrollo total del producto, las que van a ser tenidas en cuenta para poder definir el modelo de análisis y desarrollo que se propone en el presente trabajo. Son las siguientes:

1º.- Nos vamos a interesar especialmente en el estudio del conjunto de actividades conducentes a la obtención del paquete Software, o conjunto de programas, datos y variables necesarios para poder cursar el tipo de tráfico, facilidades y servicios telefónicos y de transmisión de datos señaladas anteriormente. Quedan excluidas por consiguiente todas aquellas tareas colaterales que si bien son imprescindibles para la obtención del producto final, no forman parte del proceso de análisis que nos ocupa.

2º.- Partiremos de la existencia de un paquete SW ya establecido y que contiene las funciones elementales para el tratamiento y establecimientos de llamadas e intercomunicación entre puntos de la red, y por tanto el estudio se centrará en la realización de una nueva versión de este paquete (release) que amplíe o complemente las funciones del anterior, añadiendo los nuevos requerimientos y servicios demandados por

las administraciones telefónicas, si bien en el estudio de los elementos de información (variables, datos, informes, documentos, etc) se tendrán en cuenta todas las que componen el sistema.

3º.- Aunque se presentarán el conjunto de actividades necesarias para la ejecución completa del sistema, centraremos especialmente el estudio en las actividades relativas a los procesos SW por cuanto son estas las que necesitan de un mayor y mas variado número y tipo de datos y variables, siendo además las que contienen la “inteligencia” del mismo. En concreto, las actividades y procesos de los que nos ocuparemos con detalle, aparecen señaladas en *cursiva* en la lista del total de tareas que aparecen en las páginas siguientes. El hecho de incluir todas las actividades y procesos conducentes a la realización completa del sistema (o producto digital de conmutación), es para dar una idea mas ajustada de su volumen y magnitud de los elementos de información que son manejados, tratando así de poner de manifiesto la complejidad del sistema que se está tomando como modelo de referencia.

2.2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE FUNCIONES Y PROCESOS.-

El presente epígrafe tiene como principal finalidad, presentar el conjunto de áreas y departamentos funcionales que dentro de la organización que produce el sistema de referencia, tienen asignadas tareas o funciones que guardan relación con el análisis y desarrollo del mismo.

El conjunto de actividades, operaciones y procesos clave, viene esquemáticamente representado en la Fig.: 2.1, de la página siguiente¹⁰. Sin embargo, antes de pasar a describir su contenido es preciso tener en cuenta que:

- Del conjunto de actividades señaladas en el gráfico únicamente serán objeto de análisis pormenorizado las que ocupan la parte central del mismo, es decir, las que están recogidas dentro del recuadro punteado con el nombre genérico de *Ingeniería*, y dentro estas, aquellas que se refieren al desarrollo del paquete SW.

- El nombre que identifica el conjunto de actividades realizadas por cada grupo de trabajo aparece en la parte superior de cada uno de los recuadros de la figura. En concreto, los que serán tenidos en cuenta son los recogidos con los nombres de: Sistemas, Diseño SW, Metodología y Calidad de Procesos, Producción SW e Integración y Transferencia del producto SW.

- El *flujo de información*, así como el de *precedencia* de las distintas actividades a realizar viene señalado por el sentido de las flechas de la figura.

- Finalmente, es preciso señalar que el proceso descrito en la figura está sumamente esquematizado, recogiendo solamente las actividades mas relevantes para la realización del producto final. No obstante lo anterior, entendemos que para la comprensión del presente trabajo son suficientes, puesto que como ya se ha indicado es usado únicamente como base par extraer las ideas que servirán posteriormente para formular la metodología de análisis propuesta.

En la página siguiente queda expuesta la figura a la que se hace referencia:

¹⁰ Extraída y posteriormente elaborada recogiendo solamentelos procesos que van a ser descritos del documento de trabajo: "Definición de Procesos Clave y Soporte de actividades". R.P.C. Alcatel, S.A. de fecha: 20.10.96.

De ella pueden extraerse las siguientes áreas funcionales y procesos¹¹:

1.- MARKETING: Es el área o departamento funcional que está encargada principalmente de las siguientes funciones o procesos clave:

- Definición de las estrategias de futuro, en función entre otros aspectos, de las expectativas de requisitos y servicios que puedan ser demandados por las distintas administraciones telefónicas.
- Definición y adaptación de requisitos de los nuevos productos para la Ingeniería.
- Profundización en el Marketing promocional.

2.- LOGÍSTICA: Es el departamento encargado de:

- Coordinación, control y seguimiento de los planes operativos y estratégicos para la obtención de los productos.
- Optimización del proceso productivo integral y mejora de la respuesta global del mismo.
- Coordinación de las actividades del Sistema Integrado de Información.

3.- INGENIERÍA: Es el conjunto de áreas y departamentos que están encargadas entre otras de las siguientes funciones:

3.1.- Sistemas:

- *Definición de los requisitos de diseño del producto.*
- *Definición de las especificaciones técnicas del producto (TRS's).*
- *Revisiones de diseño del TLD, (requisitos y TRS's).*
- *Definición de arquitecturas (tanto HW como SW).*
- *Edición y mantenimiento de los manuales de dimensionado y operación de los productos para los distintos mercados.*
- *Definición de las pruebas que sean necesarias tanto funcionales como de sistema.*

3.2.- Diseño HW:

- Diseño de alto nivel Hardware/Firmware.
- Diseño de pruebas del HW (X-RAY), y definición de las estrategias de pruebas.
- Diseño de circuitos y placas.

¹¹ Extraído del documento: "Definición de los Procesos Clave y Soporte de Actividades". Redes Públicas de Conmutación. Alcatel S.A.de fecha: 20.10.96.

- Diseños de equipos.
- Fabricación/montaje/pruebas de placas modelo.
- Análisis y aprovisionamiento de componentes.
- Revisión/validación de Diseños HW.
- Edición y mantenimiento de la documentación del Producto.
- Control de configuración HW.
- Transferencia del producto a la Ingeniería de Fabricación industrial, u otras subsidiarias.

3.3.- Diseño SW:

- *Diseño de alto nivel.*
- *Revisión del diseño de alto nivel.*
- *Diseño detallado.*
- *Codificación.*
- *Revisión y pruebas del diseño (lectura de código y module test).*
- *Liberación/Validación de los módulos obtenidos del Diseño SW.*
- *Definición de la organización del SW dentro del producto.*
- *Recepción/Validación del producto SW recibido de otras versiones anteriores o de otras asociadas o colaboradoras.*

3.4.- Producción e Integración:

- *Análisis de contenidos de cada nuevo paquete.*
- *Definición de las maquetas necesarias para el proceso de pruebas e integración del producto.*
- *Montaje y verificación de las maquetas definidas.*
- *Producción de los datos y programas necesarios para la primera cinta (Se entiende como tal la cinta prototipo a partir de la cual se obtendrán las copias necesarias en el soporte adecuado).*
- *Realización de las pruebas de integración del producto, así como las pruebas de fiabilidad.*
- *Liberación del producto para homologación por el cliente o usuario final.*
- *Control y seguimiento de los reparos denunciados por el cliente en el proceso de homologación del producto.*
- *Control de cambios (parches) y configuración del producto SW.*
- *Transferencia del producto a la fábrica SW para su replicación en tantas copias como sean requeridas.*
- *Mantenimiento del producto instalado.*

3.5.- Metodología y Calidad de los Procesos SW:

- *Coordinación, edición, control y seguimiento de los Métodos y Normas de Procesos SW.*
- *Coordinación, edición, control y seguimiento de los Indicadores de calidad, progreso y productividad.*

- *Impulsar y coordinar el sistema de inspección y auditorías internas y externas de calidad.*
- *Coordinación del proceso de mejora permanente en los procesos SW.*
- *Estudio de las necesidades e implantación de las técnicas de adiestramiento e entrenamiento del personal técnico de la Ingeniería.*

4.- FÁBRICA: Está constituida por el siguiente conjunto de subáreas y funciones:

4.1.- Compras:

- Ingeniería de Compras.
- Control de aprovisionamiento.
- Recepción de material. Inspección.
- Homologación de suministradores y productos.

4.2.- Planificación y control de Producción HW:

- Gestión de materiales.
- Gestión de almacenes.

4.3.- Logística industrial:

- Programación de actividades.
- Taller de modelos y prototipos.

4.4.- Producción de cables:

- Procesos de fabricación.
- Procesos de pruebas.

4.5.- Producción de placas:

- Procesos de fabricación.
- Pruebas funcionales.

4.6.- Producción de Racks:

- Procesos de fabricación.
- Pruebas de cableado.
- Pruebas mecánicas.

4.7.- Producción de centrales:

- Montaje en laboratorio y puesta a punto.
- Pruebas de funcionalidad HW.
- Pruebas de funcionalidad SW.
- Desmontaje, embalaje y expedición.

4.8.- Producción SW:

- Producción de datos SW específicos de central.
- Proceso de fabricación de cintas.
- Procesos de pruebas de cintas.

5.- MERCADO: Es el conjunto de actividades que tienen como objetivo la relación con los clientes.

Entre otras, se contemplan las siguientes:

5.1.- Comercial:

- Condiciones contractuales.
- Comercialización de productos.
- Elaboración de ofertas.
- Contratos: control y seguimiento.
- Facturación.

5.2.- Operaciones:

- Edición y control de especificaciones.
- Elaboración de documentación técnica.
- Control de envío a central de documentación técnica.
- Almacenamiento y envío de materiales.

5.3.- Instalaciones:

- Ingeniería industrial.
- Procesos de montaje.
- Procesos de prueba.

5.4.- Instalación de equipos.

- Recepción de materiales e información.
- Recepción de obras y edificios.
- Montaje y cableado de centrales.
- Pruebas HW.
- Pruebas SW.
- Prevención y solución de reparos e incidencias.
- Entrega de productos al cliente.

5.5.- Postventa:

- Control y seguimiento de los reparos de aceptación.
- Actualización y control de la configuración SW de la planta instalada.
- Asistencia técnica HW/SW al cliente.
- Reparaciones en campo.

6.- RECURSOS HUMANOS: Su función fundamental es el aprovisionamiento del conjunto de personas adecuadas para la realización de las actividades señaladas en los anteriores procesos. (No aparece expresamente en el gráfico anterior, estando sus actividades incluidas dentro de las Areas Staff de RPC).

Básicamente se concretan en:

- Control y seguimiento de los recursos humanos.

- Coordinación de los planes de formación.
- Coordinación y seguimiento de la política salarial de desarrollo de personal.

7.- **INTERVENCIÓN:** Sus funciones se central en el control y seguimiento de los recursos financieros necesarios par la realización de los procesos indicados anteriormente. (Idem anterior). Básicamente sus funciones se concretan en:

- Control de gastos.
- Control de inversiones.
- Contabilidad e informes financieros.

8.- **CALIDAD:** Llevan a cabo el conjunto de funciones necesarias para asegurar que el producto cumple las normas de calidad internacionales (ISO 9000 y otras), así como las específicas impuestas por el cliente. (Idem anterior). Entre otras podemos considerar las siguientes:

- Coordinación, edición, control y seguimiento de sistema de indicadores de calidad.
- Control y seguimiento de los sistemas de Auditorías internas de calidad.
- Coordinación de los procesos de mejora.
- Establecimiento de los programas necesarios para la obtención del sistema de calidad total.

- O - O - O - O - O - O - O - O - O -

Una vez descritas el conjunto de actividades y áreas intervinientes en el proceso completo de diseño, producción, pruebas y puesta en servicio de un nuevo producto o sistema de conmutación digital, vamos a centrarnos en el conjunto de procesos que tienen lugar en la fase concreta de diseño y producción del subsistema SW, actividades que son las señaladas en *cursiva* del conjunto de las anteriormente descritas.

2.2.2.- SUBSISTEMA DE REFERENCIA: ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL SOFTWARE.-

El conjunto de áreas funcionales y actividades descritas en el apartado anterior contemplan la totalidad de las intervinientes en los procesos de análisis, desarrollo, producción y pruebas del sistema de conmutación digital tomado como modelo de referencia para nuestro estudio.

La descripción que se realizará a continuación tiene como principal objetivo el centrar la atención sobre las actividades relativas a las fases de análisis y desarrollo del paquete SW (las que están señaladas en *cursiva* en el apartado anterior), que son las que nos servirán de base para definir la metodología de análisis de sistemas que será propuesta posteriormente¹².

El hecho de elegir estas actividades y procesos (del conjunto de las enumeradas en el epígrafe anterior), se debe a que es precisamente en ellas donde se contiene la *inteligencia del sistema*, ya que si bien todas son necesarias para la producción, puesta en servicio y mantenimiento del mismo, se refieren a actividades colaterales no directamente implicadas en su desarrollo.

El proceso de análisis y desarrollo descrito seguidamente, está basado en una estructura jerarquizada de procesos parciales de análisis, en la que unos dependen sucesivamente de otros (parent-child). Así, se define un primer nivel de proceso de análisis, el cual a su vez se descompondrá en un segundo nivel de procesos o subprocesos, y así sucesivamente para los niveles subsiguientes. El proceso de análisis completo y su subdivisión en subprocesos pueden identificarse con las fases y subfases de desarrollo del sistema. Teniendo en cuenta esto, las diferentes fases por las que transcurre el proceso de análisis y desarrollo SW completo, están descritas en la Fig.: 2.2, siguiente:

¹² Se ha utilizado como base para la descripción del proceso el Documento de Trabajo de Alcatel-Telecom NV número: 3CL 90000 AAAA ASZZA 01 p04 de fecha 17/05/96. Junto con el documento citado se han manejado también los siguientes: 3CL 90002/90003/90004/90005/90139 AAAA ASZZA subsidiarios del anterior. Esta información ha sido también complementada con el documento: "Ciclo de Vida de un Producto", número 3LA21 06021-AAAA-DS de fecha: 27/01/95 de Alcatel, SA.

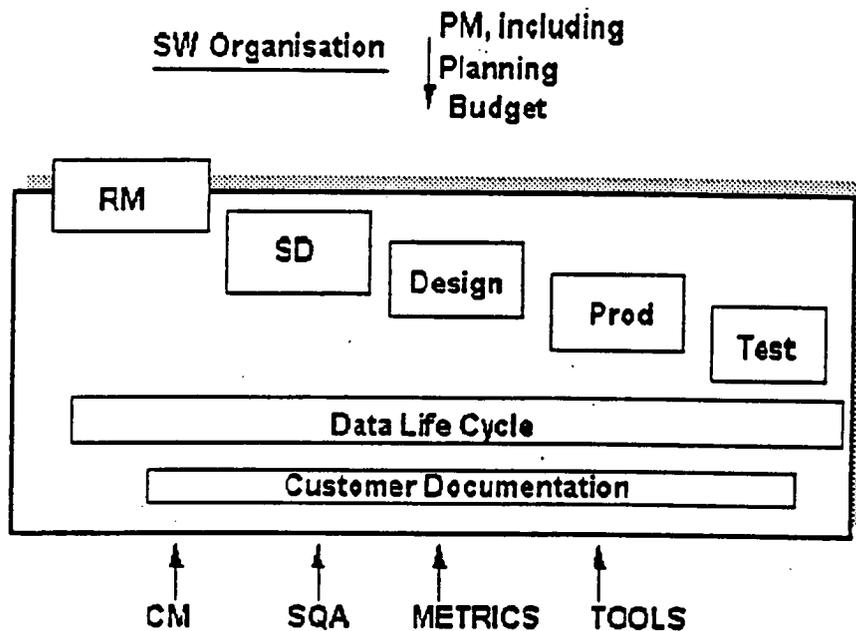


Fig.: 2.2.

En ella pueden apreciarse las cinco fases fundamentales que constituyen el proceso de análisis y desarrollo SW del producto. Se incluyen además, como partes que tienen presencia a lo largo de todo el ciclo de desarrollo, las actividades relativas al manejo de datos y a la documentación del sistema. Cada una de estas fases (indicadas en el gráfico como: RM, SD, Design, Prod., y Test), contiene a su vez un conjunto de actividades o procedimientos propios, teniendo los siguientes contenidos:

1º.- Manejo de Requerimientos (RM): Se entiende por *requerimientos* las peticiones formales de nuevos servicios, mejoras o facilidades de explotación o mantenimiento que van a introducirse en la nueva versión del producto o sistema. Esta primera fase, tiene como objetivo asegurar el correcto manejo de los mismos, peticiones formales de nuevos servicios o facilidades, tanto los solicitados por los clientes como los que sean de iniciativa interna (organización que está desarrollando el sistema), para mejorar y enriquecer la funcionalidad del sistema.

Estos requerimientos, que en principio son una mera petición literalmente implementada en un documento específico creado para tal efecto, debe ser transformada

para su posterior manejo en una o varias especificaciones técnicas (dependiendo de la complejidad del requerimiento), que serán utilizadas posteriormente como dato de entrada para analizar los recursos informáticos que sean capaces de soportarla.

Como consecuencia del manejo de la información, descrito en el párrafo anterior, este proceso se descompone en otros tres procesos de análisis subsidiarios (mecanismo de parent-child indicado anteriormente), que son representados en la Fig.: 2.3, siguiente:

Requirements Management Process

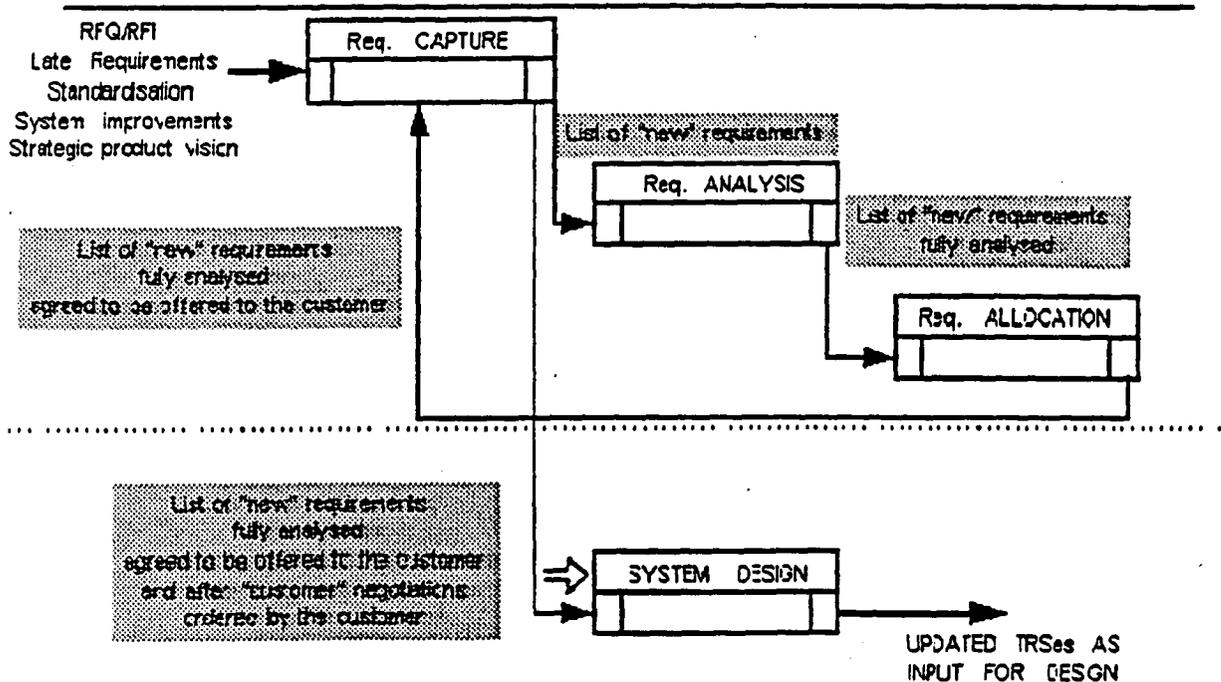


Fig.: 2.3.

=> Captura de requerimientos: Es realizada por el TTC-Team (Technical Tender Coordination), que se encarga de mantener contactos periódicos con los distintos clientes, así como de recibir las mejoras o innovaciones procedentes de los departamentos de desarrollo de nuevos productos de la propia organización de desarrollo del sistema.

Cada nuevo requerimiento es comparado con una base de datos de peticiones de nuevos cambios a implementar conocida como Requirement Change Request (RCR), creada para cada nueva versión del producto que represente un incremento de servicios y facilidades con respecto al anterior.

= > **Análisis de Requerimientos:** Es realizada por el A-Team (Analysis Team), y su objeto principal es llevar a cabo un primer nivel de análisis detallado de los nuevos requerimientos a fin de estimar los impactos técnicos y económicos que la introducción del nuevo requerimiento conlleva para el producto o sistema.

= > **Asignación de requerimientos:** Este subproceso de análisis que es realizado por el TTCG-Product Management se lleva a cabo conjuntamente con el responsable de Ingeniería y tiene como objetivo aceptar la entrada del requerimiento como una nueva facilidad a incorporar a la próxima versión del producto. Lógicamente esta aceptación está condicionada a las posibilidades de tiempo de desarrollo, consenso con el cliente, estimación comparativa con otros servicios ofrecidos por este u otros sistemas, etc.

2º.- Diseño de Sistemas (SD)¹³: Se lleva a cabo durante esta fase del proceso, el análisis de alto nivel que la implementación de los requerimientos estudiados y aceptados en la fase anterior conlleva. Concretamente las subfases objeto de estudio serán las siguientes:

a).- *Especificación de requerimientos:* Son realizados por los T-Groups (Technical groups) después de analizar las peticiones de los clientes y de acuerdo con el TTC-Team serán realizados uno o varios documentos TRS's (Technical Requirement SW Document) y un conjunto de FUR's (Feature Update Requests), los cuales serán incluidos en la FDS (Feature Database System). Los documentos TRS's recogen ya de una forma detallada las necesidades de implementación de nuevos programas (FMM's) o modificación de los módulos o programas existentes, al tiempo que se indica ya en esta fase las necesidades de nuevos datos, o reutilización de los ya existentes. Los documentos FDS's sirven para posteriormente realizar una lista índice de las nuevas facilidades y servicios que contiene la próxima versión del producto, así como una breve explicación del contenido de cada una de ellas.

b).- *Especificaciones de pruebas:* Se recogen aquí el conjunto de documentos que sean necesarios para posteriormente realizar las pruebas del sistema, por lo que se refiere

¹³ Los nombres dados a las diferentes fases del análisis y desarrollo de sistemas que se están utilizando en esta descripción, son coincidentes con los utilizados en la práctica en el diseño y producción de sistemas de conmutación.

a los nuevos requerimientos incluidos. El hecho de realizarse la documentación de pruebas en esta fase tan temprana del desarrollo del producto, es debido a que en este momento se tiene una visión mas completa y amplia desde el punto de vista del sistema en su globalidad, y por tanto se pueden instrumentar un conjunto de pruebas mas completo que supervise todos los elementos del sistema en su conjunto.

c).- *Especificaciones de arquitectura SW y dimensionado*: Cada nuevo requerimiento implementado en el producto conlleva la realización de nuevos módulos o programas, o modificaciones en los ya existentes, así como la creación de nuevos datos o remodelación de los ya utilizados con anterioridad. Esto como es lógico, lleva aparejado un estudio de la ubicación de dichos programas y datos. Se necesita conocer su dimensión, así como el procesador o procesadores donde van a ser instalados. Estos estudios darán lugar a la producción de un conjunto de documentos que serán utilizados posteriormente en la fase de producción.

3º.- Diseño (Design): Es la fase del proceso de análisis donde se realiza la implementación de los requerimientos en forma de programas y estructura de datos. Los requerimientos, que han sido coleccionados, revisados y aprobados durante la fase anterior de manejo y control de los mismos, son utilizados como documentos de entrada en esta fase de diseño en la cual y mediante las actividades que se señalan mas adelante se producirán un conjunto de items (programas, bases de datos, listas de errores, alarmas, etc), que con el código de identificación adecuado servirán para posteriormente ser tratados por el Configuration Management (manejadores de configuración) para la producción de los distintos paquetes SW de las nuevas versiones del producto.

También otras fases posteriores del proceso como: documentación del producto, producción, test de pruebas finales, documentación del cliente, etc, utilizarán estos documentos como entrada para llevar a cabo sus actividades, como se describirá posteriormente.

Esta fase de Diseño, se divide a su vez en ocho subfases o procesos subsidiarios (estrechamente imbricados los unos con los otros a través de revisiones, feedbacks, etc.) que son recogidos en la Fig.: 2.4, siguiente:

Design Process (2)

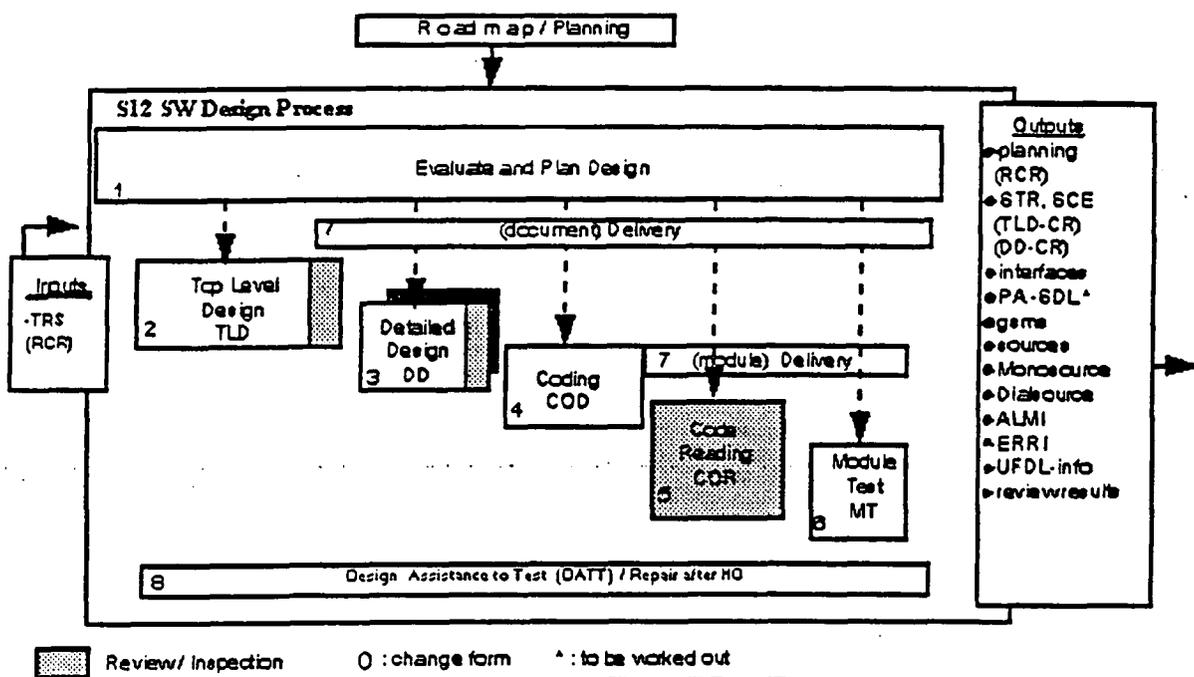


Fig.: 2.4.

Siguiendo la figura anterior, se pueden distinguir las siguientes subfases en el proceso de análisis:

-> En primer lugar aparece a la izquierda como datos de entrada (*inputs*) o fuentes de información de las que se nutrirá el proceso de diseño, los TRS's producidos por Sistemas en la fase anterior. A partir de ellos, se obtendrá la información necesaria para el desarrollo de las distintas subfases de diseño que se describen a continuación.

-> En el lado de la derecha, como producto final de esta fase de desarrollo aparecen el conjunto de documentos de salida u *outputs* que son producidas tras las subfases de diseño descritas. Entre ellos se pueden citar como mas relevantes las fuentes de programas, los datos (relaciones definidas con sus diferentes campos y dominios), monólogos y diálogos de intercambio de información del sistema con el operador, errores

detectados por el propio sistema en las pruebas rutinarias automáticas, intercambio de información entre los distintos elementos del sistema, etc.

-> *Evaluate and Plan Design (EPD)*: Esta subfase, (que en realidad no es tal entendida desde la óptica de proceso secuencial, ya que abarca todo el proceso de diseño), recoge todas las actividades conducentes a la evaluación de la naturaleza de los módulos y datos a diseñar conjuntamente con la realización de un plan que recoja en tiempo y prioridades todas estas actividades. Esta subfase, a pesar de no tener una importancia material grande dentro del proceso de análisis total, es sin embargo de gran importancia en el desarrollo del producto, ya que de la atención que se le adjudique dependerá en buena parte la consecución en tiempo y calidad del producto que se esté desarrollando.

-> *Top Level Design (TLD)*: Durante esta subfase de diseño se lleva a cabo el estudio de las funciones y tareas que deben ser realizadas por cada uno de los módulos y conjunto de datos (relaciones) que han sido previamente evaluados y fijados por el grupo de analistas de sistemas. Se determina qué funciones y datos deben de aparecer en cada módulo o microprocesador que lo soporte, al tiempo que se realiza el flowchart o flujo de programación que posteriormente será seguido por los diseñadores de código para su implementación en forma de programas.

Dado que la programación (realizada en lenguajes de alto nivel), se instrumenta a través de módulos compuestos de subrutinas cada una de las cuales soporta una función determinada, es preciso llevar a cabo un intercambio de información entre unas subrutinas y otras. Esto se lleva a cabo por medio de mensajes que son encaminados a través del sistema operativo del sistema. Pues bien, para poder reflejar de una forma lo más descriptiva posible este intercambio de mensajes entre unas subrutinas y otras se realizan unos documentos denominados "escenarios" donde se representa no solo los mensajes intercambiados sino la cadencia y orden de los mismos. Este tipo de documentos se realiza también en esta fase del análisis.

-> *Detailed Design (DD)*: Durante esta subfase de diseño detallado se lleva a cabo el diseño completo de las subrutinas que componen cada módulo, las funciones que van a soportar cada una de ellas y los datos (relaciones) que van a manejar. Esto se hace

en base a los documentos producidos en el TLD y los documentos escenarios también realizados en la fase anterior. El resultado de esta subfase será una descripción de los módulos a realizar (variables de cabecera, comienzo y final de subrutinas, flujo en que deben ejecutarse, etc) así como también un diseño detallado de los datos a utilizar, es decir concreción de las relaciones y dominios utilizados por cada una de ellas.

-> *Coding (COD)*: Durante esta subfase se lleva a cabo ya el proceso completo de codificación de las distintas subrutinas que componen cada módulo. Actualmente esta codificación se lleva a cabo en lenguajes de alto nivel (entiéndase por tales aquellos que poseen un juego de instrucciones cercano al modo de procesar la información el cerebro humano, y posteriormente en tiempo de compilación se traduce primero a lenguaje ensamblador y posteriormente a código máquina, obteniendo así el correspondiente ejecutable que correrá en el microprocesador). Esta subfase dará como resultado un código fuente que estará estructurado de acuerdo a las normas que imponga el lenguaje de programación utilizado, al tiempo que unos documentos de datos (Data Load Segment) que será el conjunto de datos y variables utilizados por los módulos.

-> *Code Reading (COR)*: Es la subfase donde se realiza la lectura del código producido en la subfase anterior. Actualmente, uno de los objetivos básicos de los productos con un gran contenido SW es que resulten con la máxima calidad que sea posible. Dado que el proceso de codificación se ha descubierto en la practica como una de las actividades donde mas errores suelen producirse, vienen implementándose en las nuevas técnicas de desarrollo de sistemas, fases de revisión del código producido. Este proceso de revisión se lleva a cabo mediante una lectura de código generalmente realizada por persona (diseñador) distinta a la que ha realizado el código a fin de no caer en los mismos vicios o defectos que se hubiesen podido producir durante la codificación. Evidentemente este proceso de revisión no es completo y requiere de posteriores pruebas del código ejercitándose en esta ocasión en la propia máquina, pero la experiencia ha demostrado que es un buen procedimiento de supresión de errores, que de esta forma no son trasladados a fases posteriores del desarrollo del sistema con la consiguiente elevación del coste para eliminarlos.

-> *Module Test (MT)*: Esta subfase recoge el conjunto de actividades necesarias para probar que el conjunto de módulos realizados y codificados en las subfases anteriores realizan todas las funciones para las que estaban previstos. Se trata de un conjunto de pruebas tanto unitarias por módulo, como conjuntas de varios módulos a la vez, realizadas automáticamente a través de herramientas diseñadas a tal efecto y a través de las cuales se pueden detectar, los errores que todavía quedan en los módulos después de efectuada la inspección de la fase anterior de code reading.

Sin embargo, y a pesar de que estas pruebas se realizan de forma intensiva y corriendo en las máquinas en las que posteriormente se han de ejecutar, no son depurados todos los errores que contiene el producto, siendo necesarias pruebas posteriores (conocidas como System Tests), que prueben todos los módulos componentes del sistema de una manera conjunta. Más adelante hablaremos sobre esta subfase del desarrollo del producto.

-> *Delivery (DLV)*: Es el conjunto de actividades conducentes a la liberación (entrega a producción SW) de los módulos producidos en la fase de codificación y una vez que han pasado los procesos de Code Reading y Module Test. Esta liberación llevada a cabo a través de las herramientas adecuadas será la fuente o el input que posteriormente será utilizado por los departamentos de producción SW en la realización de los paquetes de programas y datos que contienen las diferentes versiones del producto final.

Esta subfase, conlleva no solamente la liberación del código de los módulos producidos, sino también el conjunto de datos (todas las relaciones con sus correspondientes dominios), y el resto de items señalados como documentos de salida (outputs) anteriormente en esta fase de diseño.

-> *Design Assistance to Test (DATT)*: Es el conjunto de actividades, realizadas también dentro de la fase de diseño, y que sirven de ayuda a las pruebas finales del sistema una vez que se están produciendo las pruebas de integración, y antes de la entrega del producto al cliente.

Son en definitiva un soporte o ayuda a las actividades de pruebas finales del sistema que se lleva a cabo por las mismas personas (diseñadores) que realizaron el

diseño y codificación de los módulos y datos, dado que son éstas los mejores conocedores de los mismos. El momento de realizarse estas actividades es después de la fase de producción que vamos a describir a continuación.

4º.- Producción (Prod.): Es el conjunto de actividades conducentes a la obtención de un soporte físico (cinta magnética, discos magnéticos, discos ópticos, electronic data-link u otros) que contenga el paquete de programas y datos SW de la aplicación o producto terminado para las pruebas finales y posterior entrega al cliente.

Esta fase del proceso a su vez se puede subdividir en las dos siguientes subfases:

a).- *VMT Production*: Es la producción del Virtual Magnetic Tape que contiene los items SW (módulos), así como las correcciones que en fase de pruebas del producto se hayan introducido. Físicamente el VMT puede colocarse en una cinta magnética, disco óptico, o en su caso puede incluso ser enviado a su lugar de utilización por el cliente vía un electronic link.

b).- *DLS Production*: Es la producción del Data Load Segment o conjunto de datos que componen el sistema. En muchas ocasiones unas aplicaciones del producto o sistema se distinguen de otras, únicamente por los datos que utilizan siendo los programas manejadores de dichos datos los mismos en todas ellas. Al igual que en el caso anterior de los programas, los DLS's pueden ser almacenados físicamente en cintas magnéticas, discos ópticos, o ser enviados al lugar de utilización por vía de un link electrónico.

5º.- Pruebas (Test): Es el conjunto de procesos y actividades realizadas para garantizar una elevada calidad del producto o sistema que será entregado posteriormente al cliente. Este conjunto de actividades, que se muestran en la Fig.: 2.5 siguiente, se pueden subdividir a su vez en los siguientes subfases:

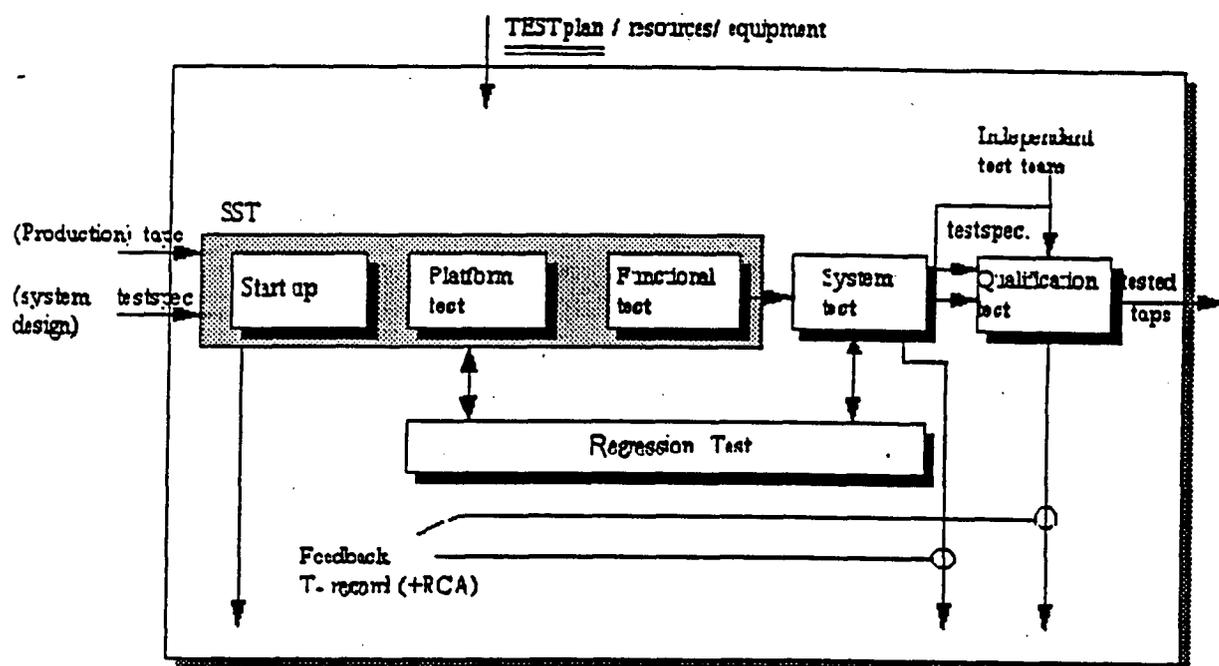


Fig.: 2.5.

a).- *Subsystem test*: Se incluyen dentro de esta subfase todas las pruebas que implican la puesta en marcha de los microprocesadores en los cuales corre la aplicación desarrollada, quedando todos ellos en estado estable y receptivos al procesamiento de tareas que les puedan llegar.

b).- *System test*: Es el conjunto de pruebas de sistema, entendiéndose por tales aquellas en las que intervienen todos los módulos del producto funcionando interactivamente. Se entiende que antes de pasar este tipo de pruebas cada uno de los módulos componentes del sistema han superado con éxito las pruebas individuales realizadas durante la fase de module test, con lo cual es de esperar que los errores individuales de cada uno de ellos no aparezcan en esta fase.

c).- *Internal qualification test*: Durante esta subfase se somete al producto a un conjunto de pruebas que conlleven estados anómalos o críticos que en ocasiones puedan presentarse en el ciclo de vida del producto. Son las pruebas más rígidas a que se le somete antes de la entrega del mismo al cliente.

d).- *Regresion test*: Puede suceder que durante las pruebas señaladas en el apartado anterior se produzcan modificaciones, corregidas a través de parches a módulos o modificaciones a datos (relaciones), que sean realizadas por el propio personal de pruebas o bien por los diseñadores de módulos. En cualquier caso es preciso llevar a cabo un re prueba de las partes ya probadas pues estas modificaciones pueden haber impactado en otras partes del producto no deseadas al hacer la modificación. Pues bien este conjunto de pruebas (pasadas de forma automática) son las que se realizan en esta subfase, constituyendo estas las últimas pruebas antes de la entrega del producto al cliente.

6º.- **Ciclo de vida de Datos (Data Life Cycle)**: El proceso del Ciclo de vida de Datos debe ser considerado en paralelo con el de la realización del código del producto, así como el de la documentación del mismo. Esta fase del proceso cubre las actividades recogidas en la siguiente Fig.: 2.6., que pasamos a describir:

Data Life Cycle Process: First Level decomposition

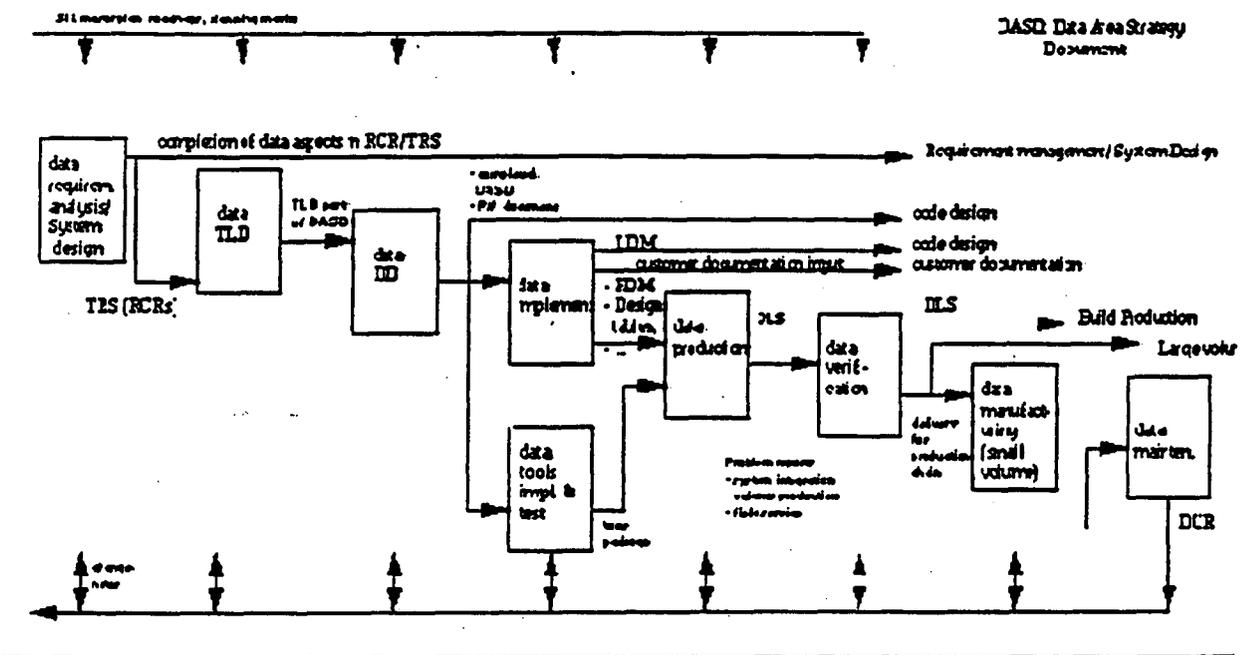


Fig.: 2.6.

a).- El diseño e implementación de todos los datos requeridos en las diferentes fases del producto. Comprende las actividades recogidas en la figura como: system design data (SDD), top level design data (TLDD), y detail design data (DDD).

b).- La definición y composición del proceso de producción de datos, Data Load Segment (DLS). Actividad que se lleva a cabo mediante un conjunto de herramientas creadas a tal efecto.

c).- La preparación y ordenación de los datos de cara la realización de la primera producción de DLS's.

d).- La provisión y preparación de los datos que sirvan como input para la realización de la documentación del cliente.

e).- La verificación, contrastación y validación de los datos.

f).- La preparación de los datos de cara a la producción en volumen del producto terminado, entendiéndose por tal la replicación del producto para distintas aplicaciones con el mismo soporte lógico.

g).- El mantenimiento de la base de datos, que conlleva las adaptaciones y modificaciones que a lo largo de la vida del producto puedan producirse.

7º.- Documentación del Cliente (Customer Documentation): Todo producto SW debe, en paralelo con su realización, confeccionar una documentación que permita al futuro cliente conocer cuáles son las facilidades que soporta el sistema, así como cuál debe ser el manejo del mismo para poder realizarlas. Todo este conjunto de información es lo que constituye la documentación del cliente. En los sistemas complejos la realización de esta documentación se hace aún más necesaria, por lo que el proceso de desarrollo se le debe conceder especial atención. En la Fig.: 2.7, siguiente se muestran las diferentes subfases por las que debe pasar el proceso de documentación del producto, que pasamos a describir a continuación:

Customer Documentation Process

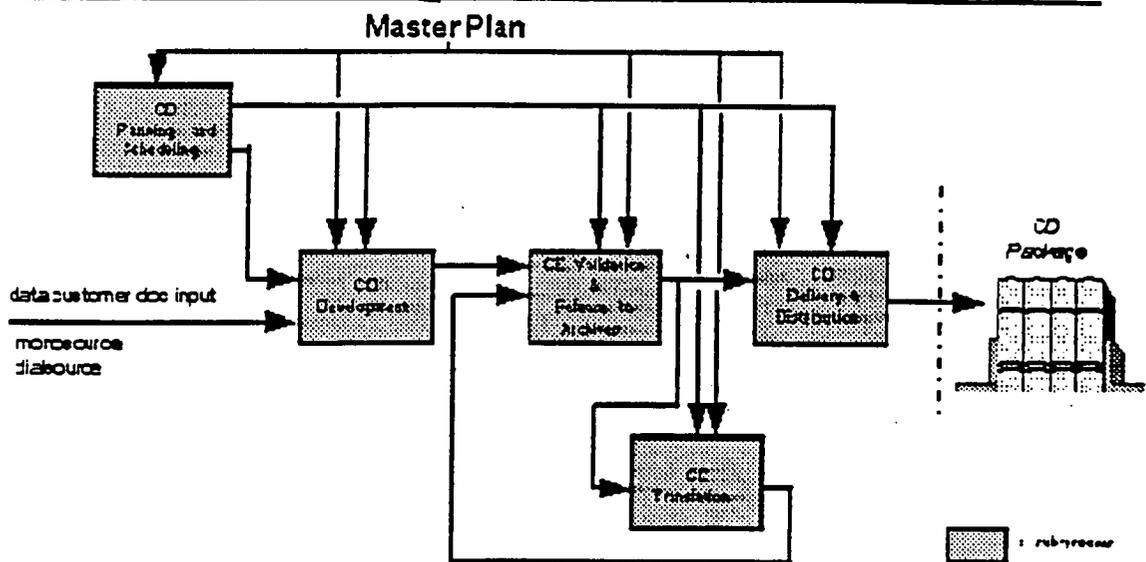


Fig.: 2.7.

a).- *Desarrollo de la documentación:* A partir de los outputs producidos en las diferentes fases de desarrollo del sistema son recolectadas por el grupo de producción de la documentación y a partir de ellos se van realizando los diferentes manuales de utilización del producto.

b).- *Validación:* Toda documentación producida, antes de su entrega definitiva al cliente debe someterse a un proceso de revisión, tanto en cuanto a su contenido como a la calidad de la misma, ya que en la mayor parte de los casos es la documentación de un producto SW la única parte física que puede ser manejada por el cliente, y de la impresión que de ella tenga, supone en buena medida la valoración que haga del mismo.

c).- *Liberación y replicación de la documentación* (producción de documentos): En muchas ocasiones, especialmente en los sistemas complejos la documentación aunque conservando un núcleo común difiere de unas aplicaciones a otras, lo cual conlleva un proceso de replicación para adaptar la documentación a la aplicación específica del cliente o variante del producto que se esté manejando.

d).- *Traducción*: En muchas ocasiones, y en especial en productos realizados por empresas multinacionales, los clientes que acceden a ellas son de distintas nacionalidades exigiendo la traslación a su propio idioma de la documentación del producto a fin de tener una mayor facilidad de manejo de la misma. En este caso habrán de preverse también las actividades necesarias para la traducción inicial y posterior mantenimiento de la documentación del producto o sistema.

8º.- Procesos de Soporte (CM, SQA, Metrics, Tools, etc.): Se consideran como tales todo el conjunto de actividades conducentes a establecer, mantener y preservar la integridad del producto a todo lo largo del ciclo de vida del mismo. Estas actividades se refieren a cuestiones tales como: mantenimiento de una misma identificación para las partes comunes del producto en el caso de que existan distintas variantes del mismo, mantenimiento en las librerías adecuadas de todos los items que componen el producto, definición de líneas de actuación para todos los procesos de desarrollo, etc.

Entre los procesos de soporte con mas entidad podemos señalar los siguientes:

8.1.- *SW Quality Assurance*: Como su nombre indica es el conjunto de actividades dirigidas al aseguramiento de la calidad del producto en todas las fases de desarrollo del mismo. Pueden considerarse los siguientes subprocesos:

a).- *Planeamiento de las actividades de QA*: Incluye la definición de los datos y variables que serán objeto de medición y contrastación con métricas standard previamente establecidas.

b).- *Ejecución de las actividades propias de QA*: Es decir el llevar a cabo las mediciones, verificaciones, inspecciones y revisiones de los procesos llevados a cabo en las distintas fases de desarrollo del producto.

c).- *In Process Quality Cheks*: Es la comparación de los datos obtenidos en las revisiones e inspecciones efectuadas con los datos considerados como standards de calidad del producto. A partir de esta comparación se decidirán las correcciones oportunas en aquellos procesos que se estén desviando de los standards.

8.2.- *Desarrollo de Herramientas SW*: Se entiende por tales el conjunto de aplicaciones de SW que facilitan el trabajo de desarrollo y producción de nuevos productos SW. Se utilizan en todas las fases de desarrollo del producto y documentación del mismo y conllevan no solamente su realización (generalmente por empresas especializadas) sino además la adaptación y mantenimiento de las mismas a usos concretos.

8.3.- *Métricas*: Es el conjunto de medidas que son adoptadas por QA a fin de comparar las desviaciones que en el desarrollo de nuestro sistema puedan producirse. Entre las actividades que conlleva el establecimiento de métricas podemos señalar las siguientes:

- Definición de las mismas a través de un plan de medidas.
- Recolección de los datos adecuados para su posterior comparación.
- Análisis de los datos recogidos, y reportes de las medidas y desviaciones.
- Decisiones de actuación en el caso de desviación del proceso.

8.4.- *Root Cause Analysis (RCA)*: El RCA o prevención de defectos es el conjunto de actividades encaminadas a prevenir defectos o errores futuros por lo aprendido por los errores producidos en el pasado. Se trata de adelantar las acciones pertinentes para que los defectos encontrados en el producto no se vuelvan a producir en el futuro. Entre otras, las circunstancias que habrán de tenerse en cuenta en todo proceso de análisis de las causas de fallo son:

- Definir la causa real que ha producido el error, no el error en sí mismo.
- Detectar lo mas pronto posible los errores a fin de que no sean trasladados a fases posteriores, con el consiguiente aumento del coste en su corrección.
- Clasificar los tipos de errores producidos atendiendo a su gravedad: críticos, básicos o no básicos, a fin de poder establecer prioridades en su corrección.
- A partir de las conclusiones obtenidas en el proceso de RCA se deben de encaminar las acciones de calidad (QA) para el desarrollo de futuros productos.

2.3.- RAZONES JUSTIFICATIVAS PARA LA ELECCIÓN DEL SISTEMA DE REFERENCIA.-

Al plantearse la realización de este trabajo, y antes de comenzar las tareas concretas para el estudio del sistema de referencia, –a partir del cual se extraerían las conclusiones aplicables al desarrollo de otros sistemas análogos–, se suscitaron una serie de cuestiones relativas a su validez o adecuación para cumplir los objetivos que se pretendían conseguir. Tales cuestiones, determinarían la posibilidad de su utilización como modelo de referencia.

Siguiendo esta premisa, a continuación se señalan dichas cuestiones, y las respuestas -necesariamente positivas-, que hubieron de darse antes de acometer los trabajos:

1ª.- *¿SON EXTRAPOLABLES LAS CONCLUSIONES QUE SE EXTRAIGAN DEL ESTUDIO DEL SISTEMA TOMADO COMO MODELO DE REFERENCIA A OTROS SISTEMAS HOMÓLOGOS, DE ÁMBITOS DISTINTOS DEL ESTRICTAMENTE TÉCNICO-INFORMÁTICO EN EL QUE ÉSTE SE ENCUENTRA ENMARCADO?.*

La respuesta a esta cuestión principal, –pues sin ella no hubiera tenido sentido la realización del trabajo–, debe ser necesariamente positiva, ya que permitirá la *aplicación del principio de analogía entre sistemas*, –señalada en el capítulo primero–, posibilitando la traslación de metodologías de análisis de unos sistemas a otros de análoga naturaleza. Se pueden argumentar para ello, las siguientes "*razones justificativas*":

1.1.- *El gran número y variedad de datos y variables que son manejados.* En efecto, piénsese que para cubrir las necesidades técnicas de encaminamiento de la información, almacenaje y tratamiento de la misma, cobertura de la multitud de servicios que son demandados hoy día por las distintas administraciones telefónicas, entidades financieras, agencias de información, etc, han sido preciso manejar mas de cuarenta mil elementos de información de distinto contenido y naturaleza. Este gran volumen de

información, es una de las razones que nos permite confiar en que la hipótesis de extrapolación o de traslación que se pretende proponer en este trabajo llevándola a otros ámbitos de estudio es adecuada.

1.2.- Se recoge información de necesidades y servicios que se corresponden con las que habitualmente se manejan en la vida real y son demandadas por la sociedad. En efecto, por un nodo de conmutación digital pasan todo tipo de comunicaciones (conversación vocal, envío y recepción de mensajes, información visual, etc), y todo tipo de datos (técnicos, económicos, sociales, médicos, etc).

Por citar solamente algunas aplicaciones que cubre el servicio de ISDN (Integrated Services Digital Network), o también: RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), y que son cursadas, encaminadas, tratadas, tarifadas, etc, por los nodos de conmutación digital, señalaremos los siguientes:

- Servicios de medicina a distancia.
- Servicios de educación a distancia.
- Servicios de carácter financiero (banca telefónica, datos bursátiles, etc.).
- Transferencia de todo tipo de datos (técnicos, económicos, sociales, etc.).
- Transmisión de datos bancarios entre redes privadas o públicas.
- Servicios de carácter político-social (televoto).
- Servicios de carácter lúdico o de entretenimiento (TV, juegos, etc.).
- Servicios de carácter asistencial (teleasistencia para la tercera edad).
- Servicios de control a distancia (telecontrol para instalaciones industriales, edificios, etc.).
- Otros.

Esto viene a confirmar lo que se señalaba en el encabezado del epígrafe, que es el hecho de que *cubre una gran parte de la demanda social de necesidades y servicios de toda índole*, y por tanto, engloba gran parte de la manera de pensar y actuar humana.

1.3.- La información puede ser tratada en forma abstracta. Es decir, se pueden considerar a los elementos de información (variables, datos, informes, documentos, etc)

manejados, no con el contenido técnico propio que les es dado en el sistema de referencia, sino por el “*contenido informativo*” genérico y abstracto que tienen en sí mismos. En efecto, en el proceso de modelización y posterior manejo de datos SW (que son el cuerpo principal del sistema), lo que se tiene en cuenta es la información en sentido abstracto que aporta un determinado dato o grupo de datos, y no el contenido de información específico que tiene en el sistema analizado.

De aquí que, una de las principales dificultades con las que nos hemos encontrado en el desarrollo de la tesis, ha sido precisamente el llevar a cabo una tipificación lo mas genérica posible de los elementos de información manejados, teniendo en cuenta además el diferente grado de concreción que habrían de tener los mismos dependiendo de la fase o momento en que son utilizados durante todo el proceso de análisis. Es por ello, por lo que las conclusiones que se esperan obtener del mismo sean de carácter generalista (aunque suficientemente explícitas en su tipología), y por consiguiente, aplicables a otras áreas de conocimiento.

En resumen, es de interés primordial dejar suficientemente sentado en este apartado, que el estudio metodológico de los e.i. (datos, variables, documentos, informes, etc), que serán utilizados en este trabajo, *lo serán desde un punto de vista de: “manejo abstracto de la información”,* y no por el contenido de información específica que aportan en el sistema de referencia.

1.4.- Es un campo o ámbito de conocimientos muy avanzado, en cuanto a su desarrollo y análisis de datos. En efecto, el manejo de la información en estas últimas tres décadas ha estado íntimamente ligado a la electrónica y las comunicaciones, pudiendo decir que se han desarrollado en paralelo, participando ambos sectores de la sociedad de los nuevos descubrimientos y procedimientos que han acaecido en ambos campos del conocimiento.

De hecho podría decirse, que el intercambio de flujo de conocimientos ha sido bidireccional, en ocasiones provocado por el uso de nuevos tipos de información que ha ocasionado el desarrollo de nuevos productos informáticos capaces de manejarla; como en el otro sentido, los nuevos descubrimientos en el ámbito informático (componentes

electrónicos de mas capacidad y velocidad de proceso, nuevas aplicaciones SW mas potentes y fáciles de utilizar, etc) han dado pie a un manejo mas amplio de la información, así como a nuevos procedimientos de trabajo y prácticas de todo tipo que anteriormente habrían sido impensables de realizar.

1.5.- Por el carácter de futuro que tienen estas metodologías. En efecto, por citar un ejemplo de aplicación que ya nos es familiar, no olvidemos INTERNET como un soporte de tratamiento para todo tipo de información, cuya utilización se hace a través de centrales, nodos y servidores de conmutación digital. En este sentido, no cabe poner en duda de que INTERNET será la nueva vía de comunicación, enseñanza, marketing, comercial, económico, de información, etc, que se impondrá en el próximo futuro. Es previsible por tanto, que tales avances o mejoras sociales corran parejos o puedan ser realizados a través de este tipo de metodologías de desarrollo de sistemas, lo que refuerza la idea de que sean perfectamente válidas para futuras aplicaciones que estén soportadas en ellas.

1.6.- Por la importancia que las telecomunicaciones han adquirido en nuestra sociedad. En efecto, de todos es conocido que gran parte de las actividades que se llevan a cabo hoy en día en nuestra sociedad tienen lugar o se realizan por medio del intercambio de información de todo tipo, pudiendo citar a título de ejemplo o como confirmación de lo anterior, el hecho de que hoy los casi ocho millones de habitantes que viven y trabajan en New York, realizan 36 millones de comunicaciones telefónicas en su vida social o laboral¹⁴.

1.7.- La traslación de conclusiones del sistema de referencia a sistemas de otros ámbitos no se realiza por inferencia, sino por la aplicación de la homología entre sistemas análogos. Dada la complejidad (en el sentido de amplitud y diversidad de contenidos) del sistema tomado como modelo de referencia, las conclusiones que de él se

¹⁴ Ver artículo de Juan Cavestany del Pais Semanal de fecha: 13.12.98.

extraigan podrán ser trasladables a otros sistemas análogos¹⁵, también de naturaleza compleja. Por lo tanto la extrapolación, o mejor, *la traslación de resultados* que se realicen no será de una muestra sobre la población total (inferencia), sino de una población (con un gran número de elementos) a otra de similares características.

1.8.- Por el tratamiento lógico de la información que se hace en la metodología propuesta. La metodología propuesta, se realiza mediante la división en fases del proceso de análisis y desarrollo completo del sistema, cada una de las cuales va profundizando en el conocimiento mas preciso de los elementos componenetes del sistema, lo que *configura una forma lógica y ordenada de pensar*. Por consiguiente, esta metodología no tiene por que ser específica para el estudio de aplicaciones de telecomunicación solamente, sino que puede ser perfectamente trasladable a otros ámbitos, puesto que lo que se traslada no es un procedimiento específico para hacer algo concreto (un producto, sistema o servicio determinado), sino una forma lógica de pensar, o si se quiere, un *know-how* para realizar un proceso de análisis de un problema complejo.

2ª.- *¿ES MODELIZABLE EL PROCESO DE ANÁLISIS SEGUIDO EN LOS DESARROLLOS SW DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL?*

Esta fue una de las primeras cuestiones que se suscitaron en el momento de decidir si este trabajo podría tener contenido para una tesis. En efecto, la cuestión que se planteaba es *si era posible sistematizar de forma organizada*, –y al mismo tiempo llevada a su máxima simplificación–, el conjunto de las numerosas actividades de diversa índole que son necesarias para la consecución del desarrollo de un sistema de estas características, ya que el problema radicaba, no solamente en contemplar todas las actividades (excluyendo por simplicidad las menos relevantes o muy específicas del sistema de referencia), sino en tener un conocimiento lo mas perfecto posible de las

¹⁵ Ver a este respecto la noción de “homología” entre sistemas que se define en el capítulo segundo, así como la definición de *sistema* que se hace también en dicho capítulo.

interrelaciones que existían entre las mismas, sus prelaiones, intercambios de información, etc; y lo que era mas importante, *poderlo sintetizar en forma de un modelo de estructura lógica* que al mismo tiempo fuese susceptible de ser generalizado a otros ámbitos de estudio.

Pues bien, después de analizadas en profundidad todas las actividades realizadas en el desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia, y conocidas sus interrelaciones e intercambios de información llevadas a cabo entre ellas (tarea que como es de suponer fue costosa debido a la gran complejidad del sistema), se completó con la concreción de un procedimiento de análisis y desarrollo que pudiera ser tomado como referencia, y a partir del cual extraer conclusiones que pudieran ser extrapolables o trasladables a otros ámbitos.

Finalizada esta primera fase del estudio, ya resultó fácil simplificar dicho procedimiento, y posteriormente llevar a cabo la generalización del mismo¹⁶. Sin embargo, lo que importa destacar en este apartado, es que, antes de comenzar las tareas propias del trabajo, *se realizaron los estudios necesarios que confirmaran su factibilidad*, poniendo de manifiesto previamente que los esfuerzos empleados serían de utilidad y conducirían posteriormente a su realización concreta.

3^a.- *¿QUÉ VENTAJAS APORTA LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DESARROLLO IMPLÍCITA EN EL SISTEMA DE REFERENCIA?*

Cuestión primordial a la hora de acometer cualquier actividad es determinar su utilidad, es decir, si su uso mejora los trabajos que hasta el momento se venían realizando, o en su caso, si aporta algún nuevo método de aplicación en la práctica.

En este sentido, la metodología de análisis y desarrollo implícita en el sistema de referencia, y a partir de la cual se extraerá la metodología que se propone en el presente trabajo, aporta entre otras, las siguientes mejoras o ventajas:

¹⁶ El proceso de análisis realizado para, partiendo de la ingente documentación existente en el sistema tomado como modelo de referencia, llegar hasta el modelo de análisis de sistemas propuesto en el presente trabajo se describe con detalle en el capítulo tercero.

3.1.- Obliga a pensar.- Efectivamente, en general la tendencia humana al acometer el estudio de un problema o la realización de una tarea es a simplificarla, dando por terminadas o resueltas cuestiones que no siempre han sido analizadas con suficiente profundidad. Como se ha señalado en apartados anteriores, la metodología empleada en el sistema de referencia obliga a la persona que está realizando su análisis y desarrollo, a llevar a cabo una serie de fases consecutivas (cada una de ellas apoyada en la anterior), que conllevan un análisis en profundidad de la materia objeto de estudio. Además, se obliga así mismo al analista, a seleccionar un conjunto de variables y datos de tipología prefijada, no solamente "endógenas" sino también "exógenas" al problema analizado, que da lugar a establecer un número de elementos de información de distinta naturaleza pero que contemplan todas las cuestiones relevantes del problema analizado. Es mas, desde el comienzo del estudio son fijados (en porcentajes y tipos), los elementos de información que habrán de ser manejados en cada una de las fases de análisis para garantizar un grado de calidad necesario o requerido en el sistema que se esté desarrollando.

Naturalmente, como se señala a lo largo del trabajo, no se obliga al analista que realiza el estudio a completar en número todas las variables y datos que se sugieren, ya que ello además, dependerá del grado de complejidad que tenga el sistema objeto de estudio, pero sí se le prefijan de antemano el nivel de errores en los que puede incurrir y por consiguiente el grado de calidad final del producto resultante. Naturalmente, la profundidad con la que se realice la metodología descrita dependerá en todo caso de la relación existente entre: coste, esfuerzo, calidad, compromisos adquiridos, etc.

3.2.- Reduce los errores.- Esta es una consecuencia de lo señalado en el apartado anterior, ya que al obligar a profundizar más en el análisis del problema –sistema a desarrollar–, lógicamente se verán disminuidos los errores o malfunciones que aparezcan en el producto final. Además, esta metodología permite adelantar con un grado de aproximación elevado los errores que se producirán y la tipología de los mismos, –como

se analiza en el capítulo quinto–, obviamente si se realiza el estudio en los términos y con los procedimientos que se señalan en el trabajo.

3.3.- Conduce a una optimización en los elementos de información (variables, datos, documentos, informes, etc.) a utilizar.- En efecto, uno de los objetivos que se persiguen en este trabajo es la de recomendar la tipología de e.i. a utilizar en el análisis y desarrollo del sistema, por tanto se asegura que el porcentaje y tipo de variables y datos utilizados se espera que sean los óptimos, minimizando así los errores, es decir, se asegura desde el principio que el esfuerzo a realizar en el análisis, estudio y desarrollo del sistema conduce a un nivel de calidad adecuado a la terminación del mismo. Optimiza por consiguiente los costes de su realización.

3.4.- Permite focalizar la atención en el estudio del producto o sistema y no en la metodología de análisis.- En muchas ocasiones, cuando se aborda el estudio de un problema, es tan importante la solución que finalmente se adopte, como el camino a seguir para llegar a su consecución, de manera que puede suceder que resulte mas difícil el “cómo?” que el “qué?” a realizar. En este sentido, y con la metodología que se describe en este trabajo, el analista de sistemas se libera de la forma en cómo debe realizarlo, pudiéndose así centrar su atención en el estudio concreto del problema a resolver dado que la metodología a seguir, así como la tipología de los e.i. a utilizar le son sugeridas en el procedimiento descrito.

3.5.- Estandariza conocimientos, es decir, generaliza la forma de pensar en cuanto a la resolución de problemas (canaliza el know-how).- Una de las mayores ventajas que a mi juicio aporta la metodología seguida en el sistema de referencia, es que permite estandarizar o generalizar un método de análisis a múltiples áreas de conocimiento, es decir, lo que se transporta es una forma de hacer las cosas, aprovechando el *know-how* adquirido en el análisis y desarrollo de un producto de alta complejidad, ya que como se explica con mas profundidad en otros apartados de esta tesis, lo que se traslada a otros ámbitos de conocimiento es una metodología para el

análisis de problemas complejos y una tipificación de su información y variables empleadas de carácter generalista, y por tanto perfectamente utilizable en otros campos.

⇒ De todas las razones justificativas apuntadas en los apartados anteriores, se desprende que, si bien el sistema elegido como modelo de referencia es concreto, –dada su aplicación específica al campo de las telecomunicaciones–, debido principalmente a la diversidad y al elevado número de e.i. (datos, variables, informes, documentos, etc.) que maneja, *entendemos que las conclusiones extraídas del mismo pueden hacerse extensivas a otros sistemas también de naturaleza compleja.*

No obstante lo anterior, puede suceder que el analista que esté desarrollando un nuevo sistema de características asimilables u homologas al sistema tomado como modelo de referencia¹⁷, entienda por su elevada experiencia sobre la materia objeto de estudio, que las peculiaridades que presenta el que está siendo objeto de análisis y desarrollo, sean en buena parte distintas a las de aquel, por lo que no serían de aplicación, en cuanto a la tipología de los e.i. intervinientes, las recomendaciones apuntadas en capítulos posteriores. Pues bien, también en este caso, entendemos serían de aplicación (al menos en parte), las conclusiones y recomendaciones que se apuntan en el modelo de análisis de sistemas aquí presentado, *ya que se suscitarán en el analista el contemplar ciertos tipos de variables que quizá de otra forma no hubiesen sido considerados*¹⁸. En efecto, nos estamos refiriendo a aspectos tales como:

a).- Habría de considerar que en el nuevo sistema a desarrollar tendrán que existir no solamente los datos y variables que definan los elementos intervinientes en el mismo (var. cualitativas), sino también en qué número o cantidad deben participar estas (var. cuantitativas), para el correcto cumplimiento de las funciones asignadas al sistema. No se oculta a este respecto, el hecho de que por lo general los analistas o diseñadores de productos o sistemas, suelen tener tendencias sesgadas hacia aspectos cuantitativos

¹⁷ Según la definición que se hace del concepto “homología entre sistemas” en páginas anteriores.

¹⁸ En el capítulo cuarto se detalla la tipología de los e.i. que ha sido utilizada para clasificar los que han sido manejados durante el desarrollo del sistema de referencia y en base a la cual se realizarán las observaciones apuntadas seguidamente.

tratando de dimensionar las cosas excesivamente y descuidando otros aspectos descriptivos del producto de suma importancia, y otros por el contrario, hacia aspectos meramente enumerativos de los elementos componentes del sistema. Ambas tendencias son erróneas para el correcto desarrollo del nuevo producto.

b).- Habrá de considerar también que los elementos componentes del sistema, no solo deben funcionar bien aisladamente (var. individuales), sino también conjunta y ordenadamente con otros elementos componentes del mismo (var. colectivas).

c).- Tendrá así mismo que tener en cuenta, que entre los elementos componentes del sistema, habrán de hacerse unas determinadas ordenaciones o jerarquías (var. generales, intermedias, empíricas, etc), para que éste se comporte adecuadamente de acuerdo a los requerimientos de funcionamiento que le sean marcados.

d).- Habrá también de contemplar que, si bien existen en todo sistema un conjunto de variables y datos que le son imprescindibles para su funcionamiento (var. endógenas), existen además otros que prevén eventos anómalos, no pertenecientes al funcionamiento normal del sistema, pero que presentan situaciones que pueden ocurrir (var. exógenas), que deben ser tenidas en cuenta para que el sistema pueda funcionar a lo largo de su ciclo de vida con el nivel de calidad que le es exigido.

Todas estas circunstancias enumeradas (y otras que por no insistir en la materia, no se han querido mencionar), *son sugeridas por la utilización de la metodología de análisis propuesta en el presente trabajo*, por lo que como se indicaba anteriormente, aunque no sean seguidos estrictamente los criterios de utilización respecto a la tipología de los e.i. que deben ser manejados en el proceso de análisis y desarrollo, sí son *indicadores* en cuanto a los tipos de variables a utilizar, y además en todo caso, –como se menciona en capítulos posteriores–, pueden ser usados únicamente a título orientativo por el analista o diseñador de sistemas en determinadas áreas muy específicas.

Una vez hecha la descripción de las diferentes fases de desarrollo SW del sistema que va a ser tomado como modelo de referencia, así como la justificación para su elección, el siguiente capítulo lo dedicaremos a explicar el proceso metodológico



implícito en su desarrollo, y a partir del cual, se establecerá la metodología de análisis y desarrollo de sistemas que se propone en este trabajo.

Como veremos, no se trata solamente de una simple traslación del proceso de análisis anteriormente descrito, sino también y principalmente, de una *normalización* y *generalización* del mismo, a fin de que pueda ser extrapolable a otros ámbitos de estudio, tal como se señalaba en la introducción de la tesis.

CAPÍTULO: 3.

METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS COMPLEJOS.

CAPÍTULO: 3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS COMPLEJOS.

"No se puede prescindir de un método para ponerse a investigar la verdad de las cosas."

Discurso del Método.
R. Descartes (1596-1650).

3.0.- INTRODUCCIÓN.-

En el presente capítulo nos vamos a ocupar de la descripción de la *metodología propuesta para el análisis y desarrollo de sistemas complejos*, cubriendo así uno de los objetivos marcados en el presente trabajo.

Para ello, se hace previamente una descripción de las técnicas de análisis empleadas en el estudio y desarrollo del sistema de referencia, que consisten básicamente en un *proceso deductivo secuencial* por el que se van analizando en profundidad los elementos componentes del sistema, a través de una serie de fases de análisis sucesivas, –cada una de las cuales está representada por un modelo-fase de características definidas–, y por el cual se pretende llegar al conocimiento lo mas preciso y detallado que sea posible de los elementos que deben formar parte del sistema para que cumpla fielmente los objetivos o fines que le fueron marcados, así como los e.i. que serán necesarios para realizar las distintas fases que componen su desarrollo.

Partiendo de la descripción del sistema tomado como modelo de referencia, –hecho en el capítulo anterior–, nos ocupamos en primer lugar de *modelizar el proceso de análisis seguido en el mismo para su estudio y desarrollo*, centrándonos en particular en las fases de análisis correspondientes al desarrollo del paquete SW, –que son como ya

se indicó–, las actividades que se van a considerar para definir la metodología que se propondrá en el trabajo. Se describen las distintas fases sucesivas de análisis, indicando para cada una de ellas los diferentes e.i. que son manejados, tanto los de ENTRADA usados para obtener la información necesaria, a partir de la cual producir los e.i. obtenidos como SALIDA, y cuyo contenido aportará una información mas detallada de los elementos componentes del sistema, siguiendo la metodología propuesta.

A partir del modelo de análisis y desarrollo implícito en el sistema de referencia, y mediante la correspondiente adaptación y generalización del mismo, –para poder efectuar su traslación a otros sistemas de ámbitos distintos–, se llega al *modelo de análisis generalista* propuesto como metodología para el estudio y desarrollo de sistemas complejos. Se describen las diferentes fases de análisis que lo componen y se definen las características y funciones que cumplen los distintos modelos-fase que componen el proceso completo, indicando así mismo la naturaleza y tipología de los e.i. que son utilizados tanto a la entrada como los producidos a la salida, en cada una de las fases de análisis. Seguidamente, se hace una descripción de funciones y contenidos de los e.i., utilizados y generados en cada una de las fases del proceso de análisis y desarrollo, indicando su nomenclatura generalista, y las funciones que le son asignadas en el modelo de análisis propuesto.

El último epígrafe se dedica a resumir la metodología de análisis propuesta, recogiendo en un cuadro resumen: las distintas fases de desarrollo del método propuesto, su función dentro del proceso, los e.i. que utiliza y genera cada una de ellas, las características de la información que aportan al sistema, etc.

3.1.- METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DESARROLLO IMPLÍCITA EN EL SISTEMA TOMADO COMO MODELO DE REFERENCIA.-

Para poder realizar un sistema de la complejidad que conlleva el tomado como modelo de referencia, –cuyas principales características fueron descritas en el capítulo anterior–, es preciso disponer de un procedimiento de análisis y desarrollo suficientemente especificado y experimentado en la práctica, que nos permita confiar en que los resultados que se obtengan de su aplicación conduzcan a la obtención de un sistema que cumpla con los requisitos o fines para los que ha sido creado.

Tal procedimiento metodológico está implícito en todas y cada una de las actividades que son realizadas a lo largo del desarrollo del sistema, pero lo que nos importa destacar aquí es su *esencia*, es decir, la forma en como deben realizarse dichas actividades para conseguir los resultados esperados. En este sentido, la filosofía o *modus operandi* que subyace en el proceso, es la de ayudar a profundizar en el estudio del sistema a desarrollar mediante fases sucesivas de análisis de los elementos que lo van a componer, y que van siendo definidos en forma cada vez mas precisa y detallada, –por medio de los e.i. (informes, documentos, especificaciones, etc.) que se van produciendo–, a medida que se avanza en el desarrollo del sistema.

En efecto, el análisis de un sistema, –o en general cualquier problema que quiera estudiarse en detalle–, puede realizarse a través de un *proceso deductivo secuencial*¹, por el que se va analizando en profundidad cada uno de los componentes del mismo (en especial los elementos materiales y de información que lo componen). Es decir, se trata de llegar a extraer la máxima información (al tiempo que la información mas relevante) del sistema objeto de estudio, por medio de un proceso de análisis que a través de las diferentes fases de que se compone, vaya profundizando en sus particularidades específicas.

¹ Entiendase por tal una forma de analizar los problemas en la que los elementos relevantes que los componen van estudiandose por fases consecutivas, cada una de las cuales se focaliza en el estudio mas pormenorizado o con mayor detalle de los elementos ya extraídos en los análisis efectuados en las fases anteriores.

Para ello, –como veremos con detalle mas adelante–, se parte de un conjunto de requerimientos o fines que el sistema debe cumplir, y *por el análisis de cada uno de ellos se van obteniendo en las sucesivas fases de estudio, el detalle de los elementos (materiales y de información), que ha de contener el sistema para el cumplimiento de sus funciones en los términos que fueron fijados al comienzo del estudio.* Así, en cada fase del proceso de análisis y desarrollo, van surgiendo nuevos elementos de información (variables, datos, documentos, informes, especificaciones, etc), obtenidos a partir del estudio detallado de los e.i. utilizados a la entrada de la misma, y cuyo contenido va definiendo en forma cada vez mas precisa los elementos componentes del sistema.

El papel que juega entonces la metodología, es la de facilitar el trabajo al analista o grupo de expertos que participan en el estudio y desarrollo del sistema, ya que les permite focalizar su atención en la selección de los elementos que lo han de componer, así como las relaciones que deben existir entre ellos para que puedan cumplir con las funciones que le son asignadas, y no en la forma de cómo debe realizarse y documentarse dicho proceso, que le viene dada de antemano por la metodología aplicada.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO SEGUIDO EN EL SISTEMA DE REFERENCIA.-

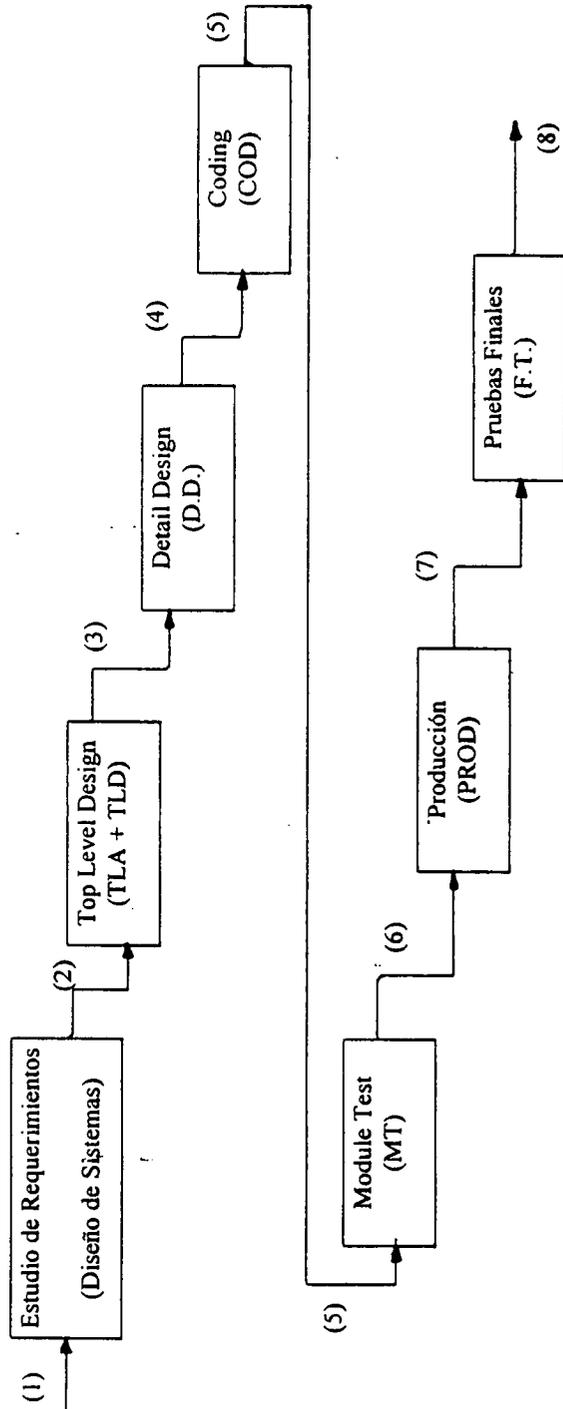
Se describe a continuación el procedimiento metodológico seguido en el sistema de referencia, para realizar su análisis y posterior desarrollo, a fin de que una vez conocido en profundidad, y después de realizar las adaptaciones y generalizaciones que proceda, poderlo trasladar al desarrollo de otros sistemas de características similares pertenecientes a otros ámbitos, cubriendo así el primer objetivo del presente trabajo.

Para ello, y partiendo de los procesos y actividades descritos en el capítulo anterior, vamos a indicar las sucesivas fases (cada una de las cuales se identificará con un modelo-fase concreto), y los e.i. de entrada (inputs) y de salida (outputs) que cada una necesita y genera respectivamente.

Como ya se ha dicho anteriormente, las fases de desarrollo que se han seleccionado (al objeto de simplificar la metodología dado el gran número de e.i. que habrán de manejarse), son exclusivamente aquellas que conducen al desarrollo de la parte SW del sistema (subsistema SW), su producción para el primer prototipo y variantes del mismo, y su puesta en servicio con la posterior entrega al cliente, conjuntamente con los *retrofits* que se producirán como consecuencia del proceso de homologación y aceptación del producto, aspecto a partir del cual podremos deducir empíricamente la bondad del método de análisis y desarrollo seguido.

El proceso metodológico seguido en el sistema de referencia puede verse en la MODELIZA.FIG., de la página siguiente. Siguiendo la misma, se pueden observar las siguientes fases, y e.i. (inputs y outputs) utilizados y generados:

PROCESO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO SEGUIDO EN EL SISTEMA DE REFERENCIA



NOTAS:

- (1) Nuevas Peticiones de Clientes y Nuevos Desarrollos internos.
- (2) TRS's: Technical Requirements System. Requerimientos del Sistema.
- (3) Módulos / Escenarios / Prbas Sistema (Globales).
- (4) Subrutinas/Funciones/Relaciones de Datos/Notas de Cambio/ Documentación.
- (5) Módulos/monólogos/Diálogos/Mensajes de errores y Alarmas/Relaciones y Dominios.
- (6) Idem (4) + Modificaciones FRB's producidas en casos de pruebas.
- (7) VMT (Programas) y DLS's (Datos).
- (8) Producto Final.

MODELIZA.FIG

1º.- Estudio de Requerimientos. (Diseño de Sistemas): Recibe como *entrada* (inputs), las peticiones de servicios y facilidades del cliente, así como los nuevos desarrollos propios de facilidades y servicios generados por los centros de desarrollo pertenecientes a la propia organización. Como *salida* (outputs), produce los Technical Requirements System (TRS's), que son las especificaciones técnicas a partir de las cuales trabajarán las personas encargadas del diseño en su primera fase de TLD (Top Level Design).

2º.- Top Level Design (TLD): Esta fase de análisis, que a su vez se puede descomponer en dos consecutivas que se producen una a continuación de la otra, son: TLA = Top Level Analysis y TLD = Top Level Design; recibe como *e.i. de entrada* los TRS's producidos por diseño de sistemas de la fase anterior, produciendo como *e.i. de salida*: los módulos a diseñar (incluyendo en cada uno de ellos las funciones que debe soportar), los escenarios (donde se indican las diferentes interrelaciones que en forma de mensajes se producen entre los diferentes módulos), y los test de pruebas (donde se indica el procedimiento y casos de prueba que deben diseñarse, para que posteriormente una vez obtenido el producto, proceder a su prueba). Los destinos de estos datos de salida, según su naturaleza serán respectivamente las fases de: diseño detallado, module test y pruebas finales.

3º.- Diseño Detallado (D.D.): Esta fase, toma para realizar su actividad como *e.i. de entrada* el prediseño de módulos y los escenarios producidos en la fase TLD anterior, obteniendo como *e.i. de salida*: el conjunto de subrutinas de que se compone cada módulo (en general cada subrutina atiende a una función o aspecto específico encomendado al módulo al cual pertenece), interrelaciones entre las subrutinas (mensajes intercambiados entre ellas), relaciones de datos que van a utilizar las distintas subrutinas (pueden ser específicos del módulo, o usados por varios módulos en cuyo caso habrán de replicarse entre los distintos componentes del sistema), documentación de programas y datos (donde se explica no solo el contenido de los distintos items sino también la forma de funcionar o de utilización de cada uno de ellos).

Todas estas informaciones quedan recogidas en un documento que se conoce con el nombre de "*Notas de Cambio*", donde en distintos apartados del mismo se van indicando los items afectados, así como su nombre y código interno para su posterior identificación. Estos datos de salida serán posteriormente utilizados por la fase siguiente, Coding.

4º.- Coding (COD): En esta fase como ya se ha indicado anteriormente, se llevan a cabo todas las actividades conducentes a la codificación (generalmente en lenguajes de alto nivel) de las distintas subrutinas que componen cada módulo. Para ello se toman como *e.i. de entrada* (inputs) las *notas de cambio* producidas en la fase de DD anterior. Como *e.i. de salida* se producirán los siguientes: módulos (es decir la fuente de los mismos codificada en el lenguaje elegido); relaciones y dominios (es decir el conjunto de datos clasificados por grupos -relaciones-, que a su vez se subdividen en distintos campos según las necesidades -dominios-); monólogos (es decir los mensajes que el sistema produce para informar al operador de mantenimiento y asistencia de las peticiones previamente realizadas por éste al sistema, o que el propio sistema produce por anomalías o informaciones estadísticas de carácter general para informar del funcionamiento interno del sistema); diálogos (se entiende por tales aquellos mensajes que son bidirecciones, es decir aquellos en los que se requiere un intercambio de información en tiempo real entre el operador y el sistema, o sea que dependiendo de los parámetros que va introduciendo el operador, el sistema después de analizados le propone al operador nuevas vías de información por medio de preguntas específicas); ALMI's y ERRI's (son el conjunto de alarmas y errores que el sistema detecta en su funcionamiento interno, y que denuncia para su información al operador para que este realice las medidas correctoras que proceda, al tiempo que se conservan las correspondientes estadísticas de los fallos producidos a fin de poder medir la calidad del sistema en su funcionamiento); UFDL's (estos documentos producidos en esta fase recogen el conjunto de funciones que realizan los distintos módulos, a fin de poder tener un índice de funciones y facilidades que están soportados en la nueva versión del sistema). La siguiente fase a que se da entrada después de la codificación es la prueba individualizada de los módulos que se describe en el apartado siguiente.

5°.- Module Test (MT): Esta fase del desarrollo, que en realidad se sitúa en el tiempo de forma solapada con el anterior pues se puede ir produciendo la prueba de los módulos en cada momento en que se van codificando, sin necesidad de esperar a que se hayan codificado todos los componentes del sistema, es una fase que sin embargo, hay que considerarla posterior a la de codificación, de la cual toma sus datos de entrada. Por lo tanto, los *e.i. de entrada* utilizados en esta fase serán: los módulos, relaciones y dominios de datos, monólogos y diálogos, ALMI's, ERRI's y UFDL's, cada uno de los cuales y de forma separada o conjuntamente (dependiendo de la naturaleza del elemento en el que se esté actuando), se llevará a cabo su exámen y en su caso corrección ya sea de forma automática, mediante las herramientas y casos de prueba adecuados, o ya sea en forma de inspecciones visuales como es cuando se trate de documentos, a fin de obtener a la salida de este proceso los items que constituyen su entrada, más las posibles modificaciones que corrijan los errores detectados en estos. Estos son precisamente los *e.i. de salida* de esta fase que servirán como base de las actividades de la fase subsiguiente que analizamos a continuación.

6°.- Producción: Esta fase tiene como función principal el reunir y agrupar adecuadamente los elementos recogidos de la fase anterior, a fin de obtener el elemento físico cargable en la máquina o máquinas donde vaya a ser ejecutado, al mismo tiempo que replicar en los casos que sea necesario para las distintas versiones de cada aplicación dicho soporte físico. Los *e.i. de entrada* o inputs serán por tanto el conjunto de elementos ya chequeados y validados en la fase anterior (module test) junto con las modificaciones producidas como consecuencia de los errores detectados. Como resultado o *e.i. de salida* (outputs) de esta fase, podemos señalar principalmente dos: la VMT (Virtual Magnetic Tape), cuyo soporte físico puede ser una cinta o disco magnético, o bien dependiendo del volumen de la aplicación, un disco óptico de la capacidad adecuada, y que contendrá el conjunto de programas ya linkados y ejecutables en código máquina; y en segundo lugar el DLS (Data Load Segment), o conjunto de datos que constituyen la aplicación y que junto con los programas incluidos en el VMT formarán el producto completo de cuyo estudio nos estamos ocupando. Como en el caso anterior, el

soporte físico del o los DLS's será la cinta magnética o disco optico según proceda con arreglo a los mismos criterios señalados anteriormente. Estos elementos de salida serán de utilización en la siguiente fase del proceso que se describe a continuación.

7º.- Pruebas Finales: En esta fase, –última del proceso de análisis y desarrollo de sistemas que estamos describiendo–, se llevan a cabo el conjunto de actividades encaminadas a consolidar el producto final eliminandole (éste es el objetivo), de la totalidad de los errores restantes que se produzcan por la interacción de los distintos módulos (programas) trabajando conjuntamente. El proceso se lleva a cabo pasando, ya sea de forma manual o automática un conjunto de pruebas diseñadas en la fase de TLD y producidas en la fase de codificación que sean capaces de presentar al sistema toda la casuística a que pueda ser sometido cuando esté en funcionamiento real y bajo las posibles peticiones que de él pueda hacer el operador. Por lo tanto como *elementos de entrada* (inputs) podemos señalar el soporte físico entregado en la fase anterior (producción), y como *elemento final de salida* (output), el soporte físico (cinta magnética o disco óptico) que posteriormente será entregado al cliente como "*producto terminado*". Lógicamente, dicho producto terminado contendrá también las modificaciones surgidas como consecuencia de los errores detectados en el proceso de pruebas de integración.

Finalmente, y a modo de resumen, en la siguiente página se recogen en un cuadro (MODELIZA.TBL), el conjunto de e.i. utilizados/generados como entrada y salida descritos en los párrafos anteriores:

== UTILIZACIÓN DE LOS E.I. EN EL SISTEMA DE REFERENCIA ==

ORIGEN (Área Operativa)	E.I. DE ENTRADA (QUIBURS)	SUBPROCESO o FASE DE DESARROLLO	E.I. DE SALIDA (QUIBURS)	DESTINO (Área Operativa)
1.- Clientes 2.- Desarrollo (Área)	-> Nuevas peticiones de servicios y facilidades. -> Nuevos desarrollos propios de facilidades y servicios	Estudio de requerimientos, y Diseño de Sistemas.	• Technical Requirements System (TRS's)	TLD
Diseño de Sistemas	TRS's	Top Level Design (TLD). TLA + TLD	• Módulos • Escenarios. • Test de Pruebas.	• Diseño Detallado. • Module Test. • Pruebas Finales.
TLD.	• Módulos. • Escenarios. • Test de Pruebas.	Diseño Detallado.	• Subrutinas. • Funciones. • Relaciones de datos. • Documentación. •• NOTAS DE CAMBIO ••	Coding.
D.D.	• Notas de Cambio.	Coding. (COD).	• Módulos Codificados. • Relaciones + Dominios. • Monólogos y Diálogos. • ALMI's Y ERRI's. • UFDL's.	Module Test.
Coding. TLD.	• Módulos • Relaciones + Dominios. • Monólogos y Diálogos. • ALMI's Y ERRI's. • UFDL's.	Module Test. (M.T.)	• Todos los del apartado anterior + • Modificaciones producidas en pruebas.	Producción.
Module Test.	• Todos los items + • Modificaciones.	Producción.	• VMT (Virtual Magnetic Tape) (Programas) • DLS (Data Load Segment) (Datos)	Pruebas Finales.
Producción.	• Cintas (VMT + DLS). • Discos Ópticos.	Pruebas Finales.	Producto Final.	CLIENTES.

MODELIZA.TBL

3.1.1.- ETAPAS DE ESTUDIO REALIZADAS PARA LA OBTENCIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO.-

En el presente epígrafe se van a resumir las sucesivas fases de estudio que se han seguido, para a partir del sistema tomado como modelo de referencia, llegar a obtener el modelo generalista de análisis y desarrollo de sistemas propuesto².

Realizar el estudio detallado de un sistema no es en general tarea fácil. En el caso del sistema que se ha tomado como modelo de referencia esta tarea se presenta, si cabe aun mas complicada debido a su complejidad.

La gran cantidad de documentos, informes, especificaciones, etc, que hay que consultar y manejar para tener un conocimiento en profundidad del mismo, sólo es posible cuando ya se posee una experiencia previa de años de trabajo en áreas de análisis y desarrollo de sistemas en la organización que lo realiza. La información a manejar, además de ser de carácter muy diverso, se halla contenida en soportes de distinta naturaleza (papel, cintas magnéticas, bases de datos, soportes magnéticos y ópticos, etc.), lo cual genera una dificultad adicional para su consulta.

Además, el proceso de selección de la información, –que necesariamente ha de hacerse si se quiere llegar a obtener una información que sea util para los propósitos que nos guian–, no es en muchos casos fácil, pues en ocasiones se trata de documentos que teniendo como contenido el tema que nos ocupa, no se refieren a aspectos relevantes del proceso de análisis y desarrollo del sistema, aunque sí a tareas o actividades necesarias para su consecución. El llegar a distinguir entre la documentación “necesaria para el sistema” y *relevante para nuestro propósito* no ha sido en ocasiones tarea sencilla, pero se ha visto facilitada por el conocimiento y la experiencia previa que poseíamos en el desarrollo de sistemas de conmutación digital, y también, por el conocimiento de la extensa problemática que subyace en el ámbito de las telecomunicaciones.

A pesar de las reflexiones apuntadas, no puede en ningún caso pretenderse que se conoce a la perfección y en su totalidad, un sistema con la complejidad que presenta el

² El proceso de estudio puede seguirse en el cuadro incluido en páginas siguientes, al final del este epígrafe.

referenciado, si se tiene en cuenta además el proceso de cambio en las tecnologías de la telecomunicación y del manejo de la información que se viene experimentando en estos últimos tiempos. Sin embargo, y en base al conocimiento que se tiene de la metodología empleada para el análisis y desarrollo de este tipo de sistemas, y teniendo en cuenta además las características de distinta naturaleza que presenta, –que ya fueron apuntadas en los capítulos introductorios–, es lo que sugirió la idea de que tal esfuerzo realizado por muchas personas, –analistas pertenecientes a las ingenierías de distintos países–, para crear y depurar a lo largo del tiempo esta metodología, podría ser de aplicación en otros ámbitos de estudio, aprovechando así la experiencia ya adquirida en el análisis y desarrollo de sistemas complejos. Teniendo en cuenta esto, se pueden considerar las siguientes etapas o fases de estudio seguidas:

⇒ **A).**– Tomando como fuentes de información la extensa documentación existente sobre la descripción de las distintas actividades y fases de análisis y realización del sistema de conmutación digital tomado como modelo de referencia³, se extrajeron aquellos documentos que contenían las actividades y procesos que nos parecieron mas relevantes para el estudio. Como se ha apuntado anteriormente, esta tarea de selección de documentos de actividades y procesos mas relevantes en el desarrollo del sistema no resulta fácil si tenemos en cuenta que para llegar a elegirlos es preciso conocer en profundidad todo el sistema, y así poder distinguir aquellas actividades y procesos relevantes de los que no lo son, para el propósito que se persigue. Este estudio da lugar a la descripción del sistema tomado como modelo de referencia que ha sido desarrollada en el capítulo anterior y que se ilustra con las figuras 2.1 a 2.7.

⇒ **B).**– A partir de dicho estudio, y por una simplificación y sistematización del mismo se llega a la normalización de la metodología de análisis y desarrollo implícita en el sistema tomado como modelo de referencia que se describe en el apartado 3.1 del presente capítulo, y donde se recogen las siete fases de análisis y desarrollo en que se ha

³ Entre la numerosa documentación manejada, se extrajo la que representaba de una forma mas sencilla y descriptiva el conjunto de procesos y actividades que se realizan para el desarrollo de sistemas, y en particular las específicas del sistema tomado como modelo de referencia para este trabajo. Tal documentación está indicada en el epígrafe 2.3 y resto del capítulo segundo.

descompuesto el proceso completo. La descripción de contenido de dichas fases viene representada gráficamente en MODELIZA.FIG., y las funciones asignadas a cada una de ellas, así como los elementos de información que utiliza como ENTRADA/SALIDA vienen recogidos en el cuadro MODELIZA.TBL anterior.

⇒ C).- Finalmente, y tomando como referencia el modelo de análisis normalizado al que se llega en el apartado anterior, y realizando las adaptaciones y generalizaciones necesarias para poder extender la metodología de análisis a otros sistemas de ámbito de estudio distintos al tomado como referencia, se ha creado el método de análisis y desarrollo de sistemas propuesto. Así mismo, es preciso dar una nomenclatura de carácter generalista a las diferentes fases que componen el proceso, lo que se recoge en la tabla indicada en páginas siguientes. Las características de las variables utilizadas en cada uno de los modelos-fase, así como los elementos de información que son usados y producidos como ENTRADA/SALIDA en dicho modelo generalista quedan recogidos en las tablas: MODELIZA.F32 y MODELIZA.F33 respectivamente.

La metodología propuesta para el análisis y desarrollo de sistemas, puede verse resumida en el último epígrafe de este capítulo, así como la naturaleza y características de los e.i. que son utilizados a lo largo de cada una de las fases que componen el proceso.

Representando de una forma esquemática el proceso de estudio descrito, se puede resumir en el siguiente cuadro:

ETAPAS DE ESTUDIO SEGUIDAS PARA LA OBTENCIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS PROPUESTO

PARTIENDO DE:	ACTIVIDAD REALIZADA:	SE LLEGA A:
<p>DOCUMENTACIÓN GENERAL . Descripción y Contenido de SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL.</p>	<p>Analizar y Extraer DOCUMENTACIÓN ESPECÍFICA relativa a actividades de <i>análisis y desarrollo</i> de Sistemas.</p>	<p>SISTEMA DIGITAL tomado como MODELO DE REFERENCIA. - Conjunto de actividades enumeradas en el párrafo: 2.3, e ilustraciones de Fig.: 2.1 a 2.7 del capítulo anterior.</p>
<p>SISTEMA DIGITAL tomado como MODELO DE REFERENCIA. - Conjunto de actividades enumeradas en el párrafo: 2.3, e ilustraciones de Fig.: 2.1 a 2.7 del capítulo anterior.</p>	<p>Estudio en profundidad del SISTEMA DIGITAL tomado como MODELO DE REFERENCIA.</p>	<p>MODELO DE ANÁLISIS NORMALIZADO del Sistema Digital. - Gráfico de Fases de Desarrollo. (MODELIZA.FIG). -Cuadro de procesos y E.I. de ENTRADA/SALIDA. (MODELIZA.TBL)</p>
<p>MODELO DE ANÁLISIS NORMALIZADO del Sistema Digital. - Gráfico de Fases de Desarrollo. (MODELIZA.FIG). -Cuadro de procesos y E.I. de ENTRADA/SALIDA. (MODELIZA.TBL)</p>	<p>Simplificación, Adaptación y Generalización al MODELO DE ANÁLISIS PROPUESTO.</p>	<p>MODELO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS PROPUESTO. -Fases anál. tipific. (MODELIZA.F31) - Nomenclatura Generalista (pag.:) - Tipología Modelos (MODELIZA.F32) - Características de los E.I. utilizados en modelo propuesto (MODELIZA.F33)</p>

3.2.- GENERALIZACIÓN DEL PROCESO SEGUIDO EN EL SISTEMA DE REFERENCIA, A LA METODOLOGÍA PROPUESTA.-

Es claro que el proceso de análisis y desarrollo de sistemas descrito en páginas anteriores está muy específicamente diseñada para la aplicación concreta a que se refiere: producir sistemas de conmutación digital. Sin embargo, en una adaptación generalista como la que se pretende hacer en el presente trabajo es necesario llevarla a un campo mas amplio y genérico que el de las telecomunicaciones. En este sentido, en el presente epígrafe se va a tratar de adaptar y generalizar las fases de análisis y desarrollo de sistemas indicadas en dicho proceso, a fin de que pueda extenderse como metodología de análisis y desarrollo para otros sistemas de naturaleza análoga pertenecientes a otros ámbitos de aplicación distintos del referenciado.

Observando el cuadro expuesto en el epígrafe anterior vemos que se compone de siete subfases de análisis para conseguir el desarrollo del producto final, sin embargo algunas de ellas pueden ser agrupadas para simplificar el proceso. Tal es el caso de las tres últimas que podrían quedar englobadas en una sola como pruebas modulares y finales, entendiendo por tales las pruebas parciales a realizar sobre partes del sistema y las generales en las que se involucran todos los elementos componentes del mismo.

Lo mismo ocurre con los elementos de información que son utilizados en cada fase del proceso de análisis. En este caso se ha procedido también a una generalización de nombres, tipos y contenidos, para que así se adapten mejor al modelo generalista de análisis y desarrollo de sistemas que se persigue.

En base a esto, y utilizando las fases de análisis, funciones y e.i. que son utilizados y descritos en el apartado anterior, podemos generalizar y adaptar el proceso, según el siguiente esquema (MODELIZA.F31):

== GENERALIZACIÓN DEL FLUJO DE E.I. (Entrada => Salida) A LA METODOLOGÍA PROPUESTA ==

ORIGEN (Área Operativa)	P.I. DE ENTRADA (INPUS)	SUBPROCESO O FASE (Contribuye al Modelo Base)	P.I. DE SALIDA (OUPPUS)	DESTINO (Área Operativa)
1.- Clientes 2.- Desarrollos Internos	-> Nuevas peticiones de servicios y facilidades. -> Nuevos desarrollos propios de facilidades y servicios.	Estudio de Requerimientos (RM) y Diseño de Sistemas (SD). MODELO: FASE 1.	* Technical Requirements System (TRS's) y (RMT's)	TLD
Diseño de Sistemas	TRS's & RMT's	Top Level Design (TLD). TLA + TLD MODELO: FASE 2.	FUR's * Módulos (descripción). & * Relaciones de Datos. FDS's * Escenarios. * Pruebas de Sistema.	* Diseño Detallado. * Module Test. * Pruebas Finales.
TLD.	FUR'S & FDS'S * Módulos. (descripción) * Relaciones de Datos. * Escenarios. * Pruebas del Sistema.	Diseño Detallado (DD). MODELO: FASE 3.	Notas de Cambio ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	Coding.
D.D.	* Notas de Cambio. (Especificaciones de Diseño)	Coding. (COD). MODELO: FASE 4.	* Módulos Codificados. * Relaciones + Dominios. * Informes. * Mensajes de Errores. * Alarmas.	* Module Test. * Pruebas Finales
Coding. (COD).	* Módulos Codificados. * Relaciones + Dominios. * Informes. * Mensajes de Error. * Casos de prueba, y Otros Doc.	Module Test. (M.T.) & Pruebas Finales (F.T.) MODELO: FASE 5.	PRODUCTO FINAL.	CLIENTES & USUARIOS.

MODELIZA.F31

En ella, como puede apreciarse aparecen solamente cinco subprocesos o fases de análisis, pues en el propósito de generalización que se está realizando, entendemos que las tres últimas señaladas en la tabla anterior: MODELIZA.F31, por tratarse de procesos recursivos (ya que cada error o modificación encontrada o introducida en las subfases de Producción y Pruebas finales se incluyen en los datos de entrada de la fase de Module Test para repetir el proceso de pruebas), pueden ser englobadas en una sola.

Así mismo, se han adaptado algunos datos de entrada/salida en determinados subprocesos a fin de obtener la generalización que se está persiguiendo. Tal es el caso, por ejemplo, de las fases de Diseño Detallado y Coding.

Entiendase además que la nomenclatura dada a cada una de las fases del proceso es la propia que suele utilizarse en los modelos de desarrollo de sistemas SW y que han sido trasladadas aquí para poder tener una mas fácil identificación de las mismas. Sin embargo, y aunque la función y contenido sea la misma que la usada en el sistema de referencia, tales nombres deben adaptarse para ajustarlos al principio generalista que nos guía en el trabajo, y así podría establecerse la siguiente “*nomenclatura de fases*” atendiendo a una descripción mas genérica de las mismas:

== NOMENCLATURA DE FASES EN EL MODELO GENERALISTA ==

FASE o SUBPRO- CESO	NOMENCLATURA DADA EN EL SISTEMA TOMADO COMO REFERENCIA	NOMENCLATURA GENERALISTA	OBJETO Y CONTENIDO: FUNCIÓN QUE CUMPLE EN EL MÉTODO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO PROPUESTO.
1	Manejo de Requerimientos y Diseño de Sistemas (RM + SD)	Análisis de Contenidos	Analizar las necesidades y peticiones de contenidos que han de recogerse en el Producto o Sistema que se esté desarrollando.
2	Top Level Design (TLA + TLD)	Definición de Elementos Globales. (Unidades Funcionales)	Definir, especificando su contenido, los diferentes elementos globales (unidades funcionales) del sistema, así como las interrelaciones existentes entre ellos. Se definen también los procedimientos de comprobación necesarios para que las peticiones y requerimientos del sistema sean satisfechas por el producto final.
3	Diseño Detallado (DD)	Diseño de Elementos y Definición de Interrelaciones.	Diseñar, a partir de las especificaciones de contenidos de la fase anterior, los diferentes elementos constitutivos del Sistema. También en esta fase se especificará con el mayor rigor y precisión que sea posible todos los elementos, así como el intercambio de información (variables y datos) existentes entre ellos. En su caso, se definirá además en forma concreta cómo se llevarán a cabo las operaciones de comprobación que validen la aplicación. Se definirán también, quienes y en qué momento realizarán los elementos materiales de la aplicación.
4	Coding (COD)	Realización de Elementos Materiales y Fijación de los Elementos de Información (Realización de los Elementos Materiales y de Información)	Realizar, llevar a cabo el completamiento de los elementos constituyentes del sistema o aplicación concreta. También en esta fase, se realizarán los documentos y especificaciones de control y mantenimiento de la aplicación para su ciclo de vida previstas en la fase 2. Así mismo, se fijarán los elementos de información que serán utilizados por el sistema en su ciclo de vida.
5	Module Test y Pruebas Finales (MT + FT)	Comprobación de Contenidos y Resultados.	Comprobar que los distintos elementos materiales y de información componentes del sistema cumplen con las necesidades y peticiones de contenido especificadas en la fase 1. En su caso (se trata de una fase recursiva) se comunicará a las fases anteriores las posibles anomalías o deficiencias encontradas para su corrección.

Una vez definidos los distintos subprocesos o fases que van a ser utilizados en el proceso de análisis completo (ver fig.: MODELIZA.F31), así como su nomenclatura

generalista dada en la tabla anterior, es preciso tipificarlos a fin de *determinar cuales han de ser las características que los definen y la función que han de cumplir dentro del proceso de análisis y desarrollo de sistemas completo.*

Para ello vamos a seguir la tabla recogida en la fig.: MODELIZA.F32 siguiente, en la que se pueden apreciar los siguientes contenidos:

En el encabezamiento aparecen los distintos “*tipos de variables*” que son utilizadas a lo largo del proceso⁴, y donde se clasifican los e.i. (variables, datos, informes, documentos, etc.), atendiendo a las diferentes características que presentan. Aunque el propio título del encabezamiento define por si mismo el contenido del tipo de información que recoge la variable o dato a que se refiere, pensamos con el prof. Sierra Bravo que: “En la formación de conceptos hay que expresar claramente los términos que representan”⁵, es por ello por lo que entendemos que es preciso hacer una exposición previa de las características recogidas en la tipología de los elementos de información⁶ dada en la tabla de la fig.: MODELIZA.F32 .

⁴ Adaptada de la clasificación dada por el prof.: Sierra Bravo en su obra “Técnicas de Investigación Social”. Pags.: 106 y siguientes.

⁵ Opus citado, pag.: 108.

⁶ En el siguiente capítulo se hará una descripción de contenido mas pormenorizada de la tipología de los e.i., pero es preciso hacer aquí una primera aproximación para poder definir claramente los distintos tipos de modelos que van a ser utilizados en el proceso de análisis y desarrollo que se está describiendo.

== TIPOS DE MODELOS-FASE == > Atendiendo a las "características" de los Elementos de Información que utiliza ==

M O D E L O	Por el NIVEL de Abstracción		Por su NATURALEZA		Por su AMPLITUD		Por la ESCALA de MEDICIÓN		Por la POSICIÓN en el PROCESO de INVESTIGACIÓN.		TIPO DE MODELO (En función de las características que lo definen)	
	Generales	Intermedias	Empíricas	Concretas.	Muy Concretas	Generales	Intermedias	Empíricas	Concretas.	Muy Concretas	Internas (Dependientes)	Externas (Relevantes)
1	*Cualitativas. (Principalmente) *Cuantitativas. (Aquellos que contengan elem. cuantificables).	*Cualitativas. *Cuantitativas (El desarrollo de las existentes en la fase anterior).	*Cualitativas. *Cuantitativas (Discretas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas. (Absolutas) *Cuantitativas (Analíticas)	*Cualitativas (Analíticas y globales)	*Nominales y *Ordinales	*Nominales y *Ordinales.	*Internas (Dependientes) *Externas (Relevantes)	*Internas (Independientes) *Externas (Relevantes)	GENERAL-CUALITATIVO-COMPLETO Muy Concreto (MP->P)
2	*Cualitativas. *Cuantitativas (Discretas)	*Cualitativas. (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas. (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas. (Absolutas) *Cuantitativas (Analíticas)	*Cualitativas (Analíticas y globales)	*Nominales y *Ordinales.	*Nominales y *Ordinales.	*Internas (Dependientes) *Externas (Relevantes)	*Internas (Independientes) *Externas (Relevantes)	INTERMEDIO-CUALITATIVO-COMPLETO Concreto (P->P)
3	*Cualitativas. (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Absolutas) *Cuantitativas (Estructurales)	*Cualitativas (Analíticas y globales)	*Nominales y *Ordinales.	*Nominales y *Ordinales.	*Internas (Dependientes) *Externas (Relevantes)	*Internas (Independientes) *Externas (Relevantes)	EMPIRICO-GLOBAL-COMPLETO Específico (P->M)
4	*Cualitativas. (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Todas) *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Absolutas) *Cuantitativas (Estructurales)	*Cualitativas (Analíticas y globales)	*Nominales y *Ordinales.	*Nominales y *Ordinales.	*Internas (Dependientes) *Externas (Relevantes)	*Internas (Independientes) *Externas (Relevantes)	CONCRETO-GLOBAL-EXHAUSTIVO Muy Específico (M->N)
5	*Cualitativas, y *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas, y *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas, y *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas, y *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas, y *Cuantitativas (Todas)	*Cualitativas (Absolutas) *Cuantitativas (Estructurales)	*Cualitativas (Analíticas y globales)	*Nominales y *Ordinales.	*Nominales y *Ordinales.	*Internas (Dependientes) *Externas (Relevantes)	*Internas (Independientes) *Externas (Relevantes)	EXHAUSTIVO-GLOBAL-FINALISTA Altamente Específico (N->MN)

MODELIZA . F32

Así, podemos decir que los elementos de información utilizados a lo largo del proceso se pueden clasificar atendiendo a los siguientes “*contenidos*”:

A).- Según su “**naturaleza**”, se pueden distinguir dentro de ellas: las “*variables cualitativas*” que son aquellas cuyos elementos de variación tienen carácter cualitativo o no numérico; y las “*variables cuantitativas*” que al contrario que las anteriores sus elementos se definen con un carácter numérico o cuantitativo. Dentro de esta últimas pueden además subdividirse en “*discretas*” o “*continuas*” según su comportamiento o valores tomados en su intervalo de existencia.

B).- Según su “**amplitud**” se puede hablar de “*variables individuales*” y “*variables colectivas*”. Las primeras se refieren a características propias de elementos aislados, mientras que las segundas se refieren a las características de un colectivo, conjunto o grupo de elementos de información. Dentro de las primeras⁷, se pueden subclasificar en: “*absolutas*” que son aquellas que no implicar referencia alguna a las características propias del elemento o grupo, como por ejemplo aquellas variables de tipo físico; y “*relativas*” que son aquellas que implican una relación con otros elementos del sistema, pudiendo ser dicha relación “*comparativa*”, “*relacional*” o “*contextual*”. Por su parte las variables “*colectivas*” hacen referencia a las características propias de un grupo o conjunto de elementos de información.

C).- Atendiendo al “**nivel de abstracción**” se tienen las “*variables generales*” que se refieren a las realidades no inmediatamente medibles empíricamente; las “*variables intermedias*” que expresan dimensiones o aspectos parciales, y por tanto más concretas y cercanas a la realidad que representan; las “*variables empíricas*” que representan aspectos de dimensiones directamente medibles u observables; y finalmente las “*variables concretas*” que representan aspectos de la realidad muy definidos.

D).- Según el “**carácter de las escalas de medición**” se pueden subclasificar atendiendo a los siguientes criterios: las “*variables de escala nominal*” que son las que comprenden las diferencias entre las distintas categorías como elementos diferenciados, pero sin implicar ningún orden entre ellos; las “*variables de escala ordinal*” que son aquellas que implican orden entre sus categorías pero no grados de distancia iguales entre ellas; las “*variables de intervalo*” que suponen a la vez que orden, grados de distancia

⁷ Clasificación debida a Lazarsfeld y Menzel en su artículo: “Complex Organizations”. New York, Holt-1961.

iguales entre las diversas categorías, pero que no tienen un origen natural, sino convencional; y por último las “*variables de razón*” que comprenden a la vez todos los aspectos citados anteriormente, es decir, distinción, orden, distancia y origen único natural.

E).- Por último, atendiendo a la “**posición en el proceso de investigación**” las variables se pueden clasificar en: “*internas*” o “*externas*” o también según otros autores en “*endógenas*” y “*exógenas*”. Dentro de las primeras podemos distinguir, atendiendo a la relación que une entre sí a los elementos de información (variables y datos), en “*dependientes*” cuando tratan de explicar efectos o resultados respecto a los cuales hay que buscar su motivo o razón de ser, es decir que su valor en un momento o variaciones depende del valor o variaciones que hayan experimentado otras variables del sistema; y en segundo lugar las variables “*independientes*” que son aquellas “variables explicativas” cuya asociación o influencia en otras variables del sistema se pretende descubrir en el proceso de investigación, de aquí la importancia que tiene su definición y sobre todo su afluencia en el proceso investigador. Obviamente, esta división de las variables en “dependientes” e “independientes” se refiere no al contenido propio de las variables aisladas, sino a las hipótesis que en relación con ellas se formulan en el modelo objeto de investigación.

Finalmente las variables “*externas*” o “*exógenas*” son aquellas que si bien se preve su existencia no son consideradas en el proceso de investigación, pudiendo a su vez subclasificarse en: “*relevantes*” si se considera que su impacto en el modelo, aún no habiendo sido considerado, puede ser importante, e “*irrelevantes*” si sus efectos en principio no se consideran importantes. Naturalmente, este tipo de variables “*exógenas*” puede dar lugar a graves inconvenientes en el proceso de análisis, ya que si bien no son estudiadas en profundidad, si se considera su existencia, lo cual implica que si las previsiones de principio en cuanto a su importancia en el análisis no son correctas puede dar lugar a graves errores o distorsiones en los resultados obtenidos del estudio.

Teniendo en cuenta la clasificación de e.i. indicada, así como el número y características de los e.i. que son usados en las diferentes fases del modelo, se ha construido la tabla: MODELIZA.F33 siguiente, en la que se definen las características de

contenido de los e.i. en cada uno de los modelos-fase que componen la metodología de análisis y desarrollo de sistemas propuesta.

Este cuadro recoge los siguientes contenidos:

a).- En la primera columna se indica el tipo de modelo asignado a cada fase del proceso de análisis, dándole además un nombre genérico que le identifica y diferencia frente a los demás en base a las características propias que presenta o a su función dentro del proceso.

b).- En la segunda columna, se recogen las características de los distintos elementos de información (variables, datos, informes, documentos, etc.), que utiliza cada modelo-fase como información de ENTRADA.

c).- En la tercera columna se indican los e.i. que son producidos como información de SALIDA en cada una de las fases, señalando además de los tipos de documentos producidos, las características de los mismos, que servirán también de base para definir la tipología del modelo-fase estudiado.

d).- Finalmente en las últimas columnas se hace una indicación acerca de la magnitud o cuantía de los e.i. que son utilizados por cada modelo-fase, sirviendo así mismo de base para caracterizarlo.

== TIPIFICACIÓN DE LAS FASES DE DESARROLLO QUE COMPONEN EL PROCESO ==
 (Atendiendo a los Elementos de Información que utilizan/generan)

MODELO FASE	TIPOS DE TIPOLOGÍA QUE UTILIZA (Entrada -> Salida)	Número de E.F. Manejados (Cuantificación)
1.- GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> * Muy Cualificados. * Abstractos. * De mucho contenido. * Muy diversos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Diversos. * Cuasiespecificados. * Homogeneizados. * Ordenados.
2.- INTERMEDIA	<ul style="list-style-type: none"> * Diversos. * Cuasiespecificados. * Homogeneizados (Sistematizados) * Ordenados 	<ul style="list-style-type: none"> * Especificados. * Diversos. * Gráficos * Estandarizados.
3.- EMPÍRICA	<ul style="list-style-type: none"> * Especificados. * Diversos. * Gráficos, * Estandarizados. 	<ul style="list-style-type: none"> * Muy Especificados. * Relacionales. * Descriptivos.
4.- CONCRETA	<ul style="list-style-type: none"> * Muy Especificados. * Relacionales. * Descriptivos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Altamente Especificados. * Cuantitativos (medibles). * Muy Concretos. * Informativos. * Operativos.
5.- EXHAUSTIVA	<ul style="list-style-type: none"> * Altamente Especificados. * Cuantitativos (medibles). * Muy Concretos. * Informativos. * Operativos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Idem que a la entrada + * Recursivos (modif.) * Explicativos (Natur.defect.) * Instructivos (Know-how) * Finales (culmin. sist.)

MODELIZA. F33

3.3.- DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS PROPUESTO.-

Como se viene indicando a lo largo del capítulo, la metodología de análisis y desarrollo de sistemas propuesta en el presente trabajo, consiste en el estudio en profundidad de las funciones que ha de realizar para cumplir los fines para los que fue creado, y de los diferentes elementos que lo deben componer para su cumplimiento. Tal análisis, es realizado en forma secuencial a través de una serie de fases de estudio consecutivas (hasta cinco en total), cada una de las cuales viene representada por un modelo-fase de características concretas y con funciones a realizar (documentos a producir, formas de efectuar el estudio, etc) previamente definidas.

Pues bien, a continuación vamos a describir las características de cada uno de estos modelos-fase indicando la naturaleza de los e.i. que utiliza y la cuantía de los mismos, informaciones a partir de las cuales se determinará su denominación y funciones dentro del proceso completo de análisis y desarrollo del sistema.

MODELO FASE 1.- Es un modelo que podríamos calificar como **GENERAL** en base a los siguientes criterios:

a).- Atendiendo al "*nivel de abstracción*" de la información (datos, variables, documentos, informes, etc) que utiliza, éstas son de carácter "general" puesto que recogen toda la información de la aplicación, y por su "*naturaleza*" principalmente "cualitativas" puesto que lo que importa no es la cuantificación de las variables sino los distintos tipos de ellas que intervienen, aunque estén todas englobadas en grandes grupos o familias; y finalmente atendiendo a la "*posición dentro del proceso de investigación*" habrán de tenerse en cuenta tanto las "internas" dependientes del proceso, como aquellas otras "externas relevantes" que si bien no van a ser estudiadas en esta fase en profundidad si han de ser tenidas en cuenta por su posible impacto en fases posteriores del proceso.

b).- En cuanto a la “naturaleza” de los tipos de datos que utiliza podemos señalar lo siguiente:

b.1).- La información de ENTRADA está constituida como vemos en la tabla de la fig.: MODELIZA.F31, por las “nuevas peticiones de servicios y facilidades”, y por tanto como se indica en el cuadro de la fig.: MODELIZA.F33, se trata de elementos de información: “muy cualificados”, “abstractos”, “de mucho contenido” y “muy diversos”. La explicación de cada uno de estos atributos está contenida en su propia definición.

b.2).- La información de SALIDA está compuesta (tal como figura en la tabla) por los “Technical Requirements System” o TRS’s. Dicha información obtenida de los datos de entrada anteriores se caracteriza por: 1º.- Ser una información “diversa”, lo cual se deriva de la diversidad de servicios y funciones que pueden ser pedidas a la aplicación; 2º.- Es una información “cuasi-especificada” con lo que quiere indicarse que las ideas originales contenidas en las peticiones se han transformado en un cuerpo de conceptos ya estandarizado y al mismo tiempo fácilmente entendible y manejable por todos; 3º.- Es además una información “homogeneizada” por cuanto comunaliza a un mismo tipo de documento las diferentes fuentes de información (escrita, oral, magnética, informática, etc) que son manejadas en el análisis, facilitando así la comprensión de tales peticiones a las siguientes fases del proceso; 4º.- Finalmente, se trata de una información “ordenada” ya que dicha información se le somete a un proceso de normalización (numeración, estructuración de contenidos, control de duplicaciones, sistematización documental, etc) previo a su edición, de forma tal que pueda ser consultada en las siguientes fases de análisis y desarrollo de forma automatizada (a través de medios informáticos).

c).- Finalmente, por lo que se refiere a la “cuantía” de las informaciones (datos, variables, informes, etc) que utiliza pasan de ser “escasos” documentos (tengase en cuenta para esta cuantificación su comparación con el resto de las fases) a “pocos” documentos de información. Por tanto desde el punto de vista de cuantía de la información manejada el modelo puede representarse así:

MUY POCOS	=====>	POCOS
(MP)	---->	(P)

De todo lo anterior, se puede definir más explícitamente es tipo de modelo como: **GENERAL-CUALITATIVO-COMPLETO**, y en cuanto al número de informaciones manejadas, se puede definir como: **MUY CONCRETO**.

MODELO FASE 2.- Es un modelo que puede definirse como **INTERMEDIO** basandonos en las siguientes características que presenta:

a).- En base al "*nivel de abstracción*" de la información que utiliza podemos decir que es de nivel "intermedio" dado que se manejan elementos de información (variables, datos, etc) que si bien se refieren a realidades no inmediatas o directamente medibles empíricamente, si se utilizan variables intermedias que expresan aspectos parciales y más concretos que las variables de carácter "general" utilizadas en el modelo-fase anterior.

En cuanto a la "*naturaleza*" de las mismas se puede decir que siguen siendo "cualitativas", pues aunque con una mayor definición que las de la fase anterior, sin embargo no se entra aún a un análisis exhaustivo y cualitativo de las mismas.

Y por lo que se refiere a su "*posición en el proceso de investigación*" se siguen manejando las "variables internas dependientes", aunque explicitando más su contenido así como las "externas relevantes", trasladando a fases posteriores de análisis las definidas en la fase anterior y otras "nuevas" que puedan surgir en el estudio más detallado que se lleva a cabo en esta fase.

b).- Por la "*naturaleza*" de los tipos de información que utiliza, distinguiremos (tal como hemos hecho en el modelo-fase anterior) los siguientes flujos:

b.1.).- La información de ENTRADA es la misma analizada en el punto b.2, del apartado anterior, ya que constituye según el proceso de análisis descrito, el punto de partida de esta fase.

b.2).- La información de SALIDA está constituida por los "módulos" o especificación concreta de qué elementos físicos o materiales hay que realizar para cumplir las funciones y servicios que se han encomendado al sistema, enumerando solamente en esta fase y dándole una nomenclatura específica y un contenido de las

funciones y servicios concretos que satisfarán de todos los demandados por el sistema. En segundo lugar, los “escenarios” que está constituida por aquella información que relaciona unos elementos (módulos) con otros, de tal forma que pueda verse la dependencia o independencia que exista entre ellos. Se trata por lo tanto de una visión general del sistema o aplicación concreta junto con sus interrelaciones. Y finalmente los “test de pruebas finales” o documentos donde se recogen las distintas acciones o tareas a realizar para comprobar que el sistema cumple con los requisitos demandados en la primera fase, además de la forma de llevarlos a cabo.

Pues bien, en base a los tipos de información y los documentos en que está recogida podemos decir que se trata de una información: 1º.- “Específica”, por cuanto da lugar a la enumeración concreta de los elementos que van a existir en el sistema, así como de la interrelación que existe entre ellos; 2º.- “Diversa” por cuanto el contenido de cada uno de los elementos es diferente, ya que recoge información de distintas funciones, servicios o necesidades del sistema; 3º.- En tercer lugar, es una información “gráfica” por cuanto permite ser representada gráficamente (en especial los escenarios antes citados, pero en general todos los elementos constituyentes de la misma), y finalmente: 4º.- Es una información “estandarizada” por cuanto puede estar recogida en documentos perfectamente normalizados, numerados, ordenados, etc, lo cual permite una mejor utilización de los mismos en fases posteriores.

c).- En lo que se refiere a la “cuantificación” de la información manejada podemos tipificarla diciendo que son “pocos” los documentos de entrada y “pocos” los de salida, lo que en una escala de 1 á 10 significaría un volumen de información entre 3 y 4, por darle un cuantificación mas precisa. Gráficamente, la información manejada se podría representar como:

POCOS = = = = = > POCOS
 (P) ----> (P)

Por tanto puede calificarse este modelo de una forma mas percisa como: **INTERMEDIO-CUALITATIVO-COMPLETO**, y en atención a la cuantía de los datos y variables utilizadas como: **CONCRETO**.

MODELO FASE 3.- El modelo correspondiente a esta fase podríamos calificarlo como: **EMPÍRICO** en base a las siguientes características que presenta:

a).- Atendiendo al *“nivel de abstracción”* de la información utilizada en esta fase de análisis, podemos calificarla de *“empírica”* por cuanto ya se manejan realidades perfectamente medibles, observables y valorables. En esta fase de *“diseño detallado”* por su propia naturaleza debe entrar ya específicamente en todas las cuestiones que atañen al sistema y por lo tanto como se ha dicho anteriormente han de ser perfectamente medibles y cuantificables.

Así, por su *“naturaleza”* las variables tratadas son tanto *“cualitativas”* como *“cuantitativas”*. La segunda característica ya ha sido justificada en el párrafo anterior, y en cuanto a la primera se justifica por el hecho de que lo más relevante en esta fase del proceso es la especificación de los e.i. que van a ser manejados en la fase siguiente y por tanto la definición concreta y completa de todos ellos. Es preciso señalar que una deficiente definición en esta fase de la información a usar (variables y datos) va a dar lugar a errores y deficiencias que se pondrán de manifiesto en la última fase cuando se validen los requerimientos del sistema.

Por lo que se refiere a la *“posición en el proceso de investigación”* diremos que se van a manejar todas las variables tanto *“internas”* como *“externas”* dado que lo que se persigue en esta fase del proceso es hacer un estudio en profundidad de todas las peculiaridades del sistema, para que puedan ser recogidas en las *“especificaciones de diseño”*, documentos a partir de los cuales se llevará a cabo la realización material de los elementos constituyentes del mismo, y por tanto cualquier e.i.(variable o dato) no contemplado en esta fase va a dar lugar necesariamente a una carencia en el producto final o a una deficiencia en su funcionamiento a lo largo de la vida de éste.

b).- Por la *“naturaleza”* de los tipos de datos utilizados, este tipo de modelo se caracteriza por:

b.1).- En cuanto a las informaciones de ENTRADA, ya han sido definidas en el modelo anterior, por cuanto son las fuentes de las que se nutre éste para llevar a cabo su análisis propio.

b.2).- Por lo que se refiere a la información de SALIDA, está constituida por la “especificaciones de diseño” (o como se denominan en otros apartados con el nombre técnico de “notas de cambio”); información que goza de las siguientes características: 1º.- Se trata de una información “muy específica”, cuestión en la que no procede incidir nuevamente pues ya ha sido suficientemente explicada en párrafos anteriores; 2º.- En segundo lugar, es una información “relacional” dado que pone en contacto los elementos materiales (módulos o parte material del sistema) con los elementos de información (variables y datos), estableciendo además el modo de cómo deben llevarse a cabo tales relaciones que pueden ser de consulta o modificación de contenidos; dependiendo del tipo de funcionalidad, servicio o necesidad del sistema que se esté analizando. En cualquier caso, debe quedar perfectamente especificado: a qué funciones se van a acceder, a qué datos, su forma de acceso y en su caso acción sobre ellos; 3º.- En tercer lugar, se va a realizar aquí una información “descriptiva” por cuanto la documentación a producir debe de ser suficientemente precisa para que la siguiente fase del proceso no presente lugar a dudas en cuanto a su realización material.

c).- Finalmente, por la “*cuantía*” de los datos a manejar puede decirse que el flujo de informaciones (datos y variables) utilizados en esta fase discurre según el siguiente esquema:

POCOS =====> MEDIOS
(P) ----> (M)

mediándose los segundos, según la escala propuesta en modelos anteriores, entre 5 ó 6 de su grado de utilización.

En base a todo lo anterior podemos calificar este modelo de una forma mas precisa como: **EMPÍRICO-GLOBAL-COMPLETO**, y por lo que se refiere al volumen de información manejado como: **ESPECÍFICO**.

MODELO FASE 4.- Es un modelo que puede calificarse como: **CONCRETO** teniendo en cuenta las siguientes características que presenta:

a).- Según el “*nivel de abstracción*” de la información utilizada puede definirse como “concreto” ya que sus elementos de información (variables y datos) están ya definidos al mas alto grado, ya que son en definitiva las que forman parte de los elementos (materiales y de información) que constituyen el sistema. De otro lado, por lo que se refiere a su “*naturaleza*” serán utilizadas en esta fase “todas las variables”, tanto las “cualitativas” como las “cuantitativas”, y lo mismo puede decirse con respecto a su “*posición en el proceso de investigación*” puesto que serán utilizadas también “todas” las informaciones (variables, datos, etc), tanto “endógenas” como “exógenas”, las primeras como parte integrante del sistema, y las segundas en la medida que pueden influir en él modificando o alterando su normal funcionamiento. Como ya se ha dicho anteriormente, de la bondad del análisis efectuado en la fase anterior teniendo en cuenta todas las posibles “eventualidades externas” que puedan presentarse, dependerá igualmente la calidad del sistema o aplicación que se haya generado.

b).- Según la “*naturaleza*” o características de los elementos de información utilizados en esta fase, podemos decir que este modelo se caracteriza por:

b.1).- Las informaciones utilizadas como ENTRADA, ya han sido suficientemente descritas en la fase anterior.

b.2).- Por lo que se refiere a los elementos de información de SALIDA, estos se caracterizan por las siguientes notas descriptivas: 1º.- En primer lugar se trata de elementos “altamente especificados” ya que constituyen los elementos (materiales y de información) que componen el sistema completo; 2º.- En segundo lugar, se trata de elementos “cuantitativos” y perfectamente medibles y en su caso utilizables; 3º.- Se trata de elementos “muy concretos” de forma que pueden ser: ordenables, trasladables, y en definitiva manipulables por el sistema de la forma en que haya sido pedida en sus requerimientos; 4º.- Son elementos “informativos” por cuanto explican en si mismos las características funcionales del sistema, al tiempo que están exhaustivamente documentados en cuanto a su funcionamiento y métodos de uso por el proceso, y finalmente, 5º.- Son elementos “operativos” ya que hacen funcionar al sistema desarrollado.

c).- Por último, en cuanto a la “*cuantía*” de los elementos materiales y de información utilizados podemos definirlos gráficamente así:

$$\begin{array}{ccc} \text{MEDIOS} & ===== > & \text{NUMEROSOS} \\ \text{(M)} & ---- > & \text{(N)} \end{array}$$

estando los últimos catalogados entre los valores: 7 ó 8 de la escala manejada en los modelos anteriores.

Por todo ello podemos calificar mas concretamente este tipo de modelo como: **CONCRETO-GLOBAL-EXHAUSTIVO**, y además atendiendo al volumen de informaciones manejadas como: **MUY ESPECÍFICO**.

MODELO FASE 5.- Este último es un modelo que puede calificarse de una forma genérica como: **EXHAUSTIVO** en base a las siguientes características que vamos a enumerar a continuación:

a).- Según el “*nivel de abstracción*” de la información utilizada puede definirse como “muy concreto” o “exhaustivo” debido principalmente al grado de utilización de todos los elementos (materiales y de información). En efecto, en esta fase del proceso, no solamente son utilizados todos los elementos generados en la fase anterior sino también los creados para ella en fases previas del proceso (especialmente en la segunda por lo que se refiere a las especificaciones de prueba y control de calidad del producto). Además en esta fase, los elementos (materiales y de información) serán empleados exhaustivamente en todas sus modalidades de manejo y funcionamiento, aún en aquellas que estén previstas no en su uso normal sino en determinados eventos anormales o de emergencia) por lo cual queda clara la calificación de “exhaustivo” antes dada.

En cuanto a la “*naturaleza*” de las variables utilizadas también como en la fase anterior serán manejadas “todas”, tanto las “cualitativas” como las “cuantitativas”, atendiendo a las razones justificativas dada en el párrafo anterior.

Y por último, por lo que se refiere a la "*posición en el proceso de investigación*" serán utilizadas tanto las variables internas "endógenas" como las variables externas o "exógenas", y dentro de estas en especial las consideradas en las fases anteriores como "relevantes", por cuanto éstas son las que pueden dar lugar a los comportamientos anómalos del sistema no contemplados en el funcionamiento normal del mismo. No hay que olvidar, no obstante, que la perfección completa no puede llegar a alcanzarse, y por consiguiente siempre quedarán resquicios de "variables externas irrelevantes" no contempladas en el proceso de análisis, lo que dará lugar a fallos y errores que se pondrán de manifiesto con el tiempo y que va a constituir la parte del estudio que se va a realizar mas adelante en el presente trabajo.

b).- Por otro lado, según la "*naturaleza*" de los elementos de información utilizados podemos decir que este modelo se caracteriza por:

b.1).- En cuanto a los elementos (materiales y de información) utilizados como ENTRADA, ya han sido descritos y analizados en fases anteriores atendiendo al flujo de información del proceso.

b.2).- Por lo que se refiere a los elementos (materiales y de información) generados como SALIDA, hay que señalar que son los mismos que los utilizados en la entrada, pero que por efecto de las pruebas de validación han sido alterados (modificados, eliminados o incrementados), para ajustar su función al sistema en caso de anomalías en su utilización. Sin embargo, atendiendo a las características que presentan, podemos decir que son: 1º.- "Recursivos", por cuanto sus modificaciones afectan a fases anteriores y volverán a ser utilizados en nuevos procesos de validación; 2º.- En segundo lugar son "explicativos" por cuanto no solamente analizan los defectos del sistema sino que también explican las causas, debiendo incluir los medios de corrección; 3º.- En tercer lugar son "instructivos" ya que educan o enseñan para nuevos procesos de análisis, siendo en definitiva los que dan la experiencia necesaria para alcanzar los niveles de calidad deseados; 4º.- Y por último, son "finalistas" por cuanto representan la culminación o conclusión del sistema o producto desarrollado.

c).- En cuanto al volumen o “*cuantía*” de los elementos (materiales y de información) utilizados en esta fase del proceso se pueden expresar gráficamente como:

NUMEROSOS =====> MUY NUMEROSOS
(N) ----> (MN)

entendiendo que, como se ha dicho anteriormente, son utilizados todos los del sistema funcionando éste al completo.

Por todo lo anterior cabría calificar más concretamente a este tipo de modelo como: **EXHAUSTIVO-GLOBAL-FINALISTA**, y por lo que se refiere al volumen de elementos (materiales y de información) utilizados como: **ALTAMENTE ESPECIFICADO**.

3.3.1.- ADAPTACIÓN DE LOS E.I. UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE REFERENCIA A LA METODOLOGÍA PROPUESTA.-

Al igual que hemos hecho en epígrafes anteriores con los distintos modelos-fase, generalizándolos y dándoles las características propias que deberían cumplir en el método de análisis y desarrollo de sistemas propuesto, vamos a tratar en el presente epígrafe de hacer una adaptación (o si se quiere generalización) de los elementos de información utilizados en el sistema tomado como referencia, a una concepción más generalista que pueda ser utilizada en el análisis y desarrollo de sistemas pertenecientes a otros ámbitos distintos del tomado como referencia para este trabajo.

Se trata en definitiva, de seguir con la idea generalista que marca el objeto fundamental del presente trabajo, es decir, *dar una nomenclatura a los documentos y demás elementos de información utilizados que sea más “general” en la descripción de su contenido y funciones*, y por tanto más utilizable en cualquier otro proceso de análisis y desarrollo de sistemas. Al mismo tiempo, se hará también una descripción de contenido de los e.i. más genérica, es decir, que defina más claramente su función en el proceso,

así como la naturaleza de la información que aporta en el conjunto de actividades realizadas para el desarrollo del sistema.

GENERALIZACIÓN DE LOS E.I. DEL SISTEMA DE REFERENCIA A LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS PROPUESTA

Documentos o Elementos de información usados en el modelo tomado como referencia (Enfoque Particularizado)	Descripción y Contenido	Documento o Elemento de información aplicable al modelo general (Enfoque Generalista)
<p>MODELO FASE 1:</p> <p>= > Nuevas peticiones de servicios y facilidades</p>	<p>Son documentos o elementos de información emitidos por la persona natural o jurídica que demanda la realización del nuevo producto o sistema.</p> <p>Se incluyen en estos documentos los nuevos servicios y facilidades que se espera vaya a cumplir el nuevo sistema o producto que se desea desarrollar. Son por lo general documentos de naturaleza diversa y elevado contenido de información. Su formato también es heterogéneo, pudiendo darse en forma literal, numérica, gráfica, informática, en soporte magnético o digital, etc, para su análisis y extracción de la información que contiene. A menudo requiere de contactos personales y reuniones para descifrar y extraer en su totalidad la información de datos y requerimientos que se tratan de transmitir.</p>	<p>= > Facilidades, Prestaciones y Servicios del Producto o Sistema.</p>
<p>= > Nuevos desarrollos propios de facilidades y servicios</p>	<p>Son documentos de naturaleza diversa semejantes a los anteriores, pero que tienen un formato y terminología más semejante y asequible a su comprensión por aquellas personas encargadas de analizarlos. Ello se debe a que son realizados por personas o técnicos de elevada cualificación en la materia, pero educados en el mismo contexto que el nuevo sistema que se trata de desarrollar.</p>	<p>= > Adendum de Nuevas Facilidades y Servicios a incluir en el Sistema.</p>
<p>MODELO FASE 2:</p> <p>= > Technical Requirements System (TRS's) and Requirements of Management Technical (RMT's)</p>	<p>Son documentos de elevado contenido técnico y conceptual que recogen traducido a un formato homogéneo y fácilmente manejable por las personas que posteriormente harán el desarrollo del producto (generalmente en soporte informático), las principales características que ha de recoger y cumplir el nuevo sistema. Su principal misión es recoger todas las peticiones de nuevas facilidades y servicios que ha de cumplir el producto, indicando los medios materiales necesarios para su realización, los datos precisos para su cumplimiento, la forma de como se llevarán a cabo tales funciones o funcionalidades y los medios materiales y humanos necesarios para la prueba de su correcto funcionamiento en las condiciones y circunstancias previstas por quien demanda el producto.</p>	<p>= > Requerimientos Técnicos del Sistema. & = > Requerimientos de Manejo y Funcionamiento.</p>

Documentos o Elementos de información usados en el modelo tomado como referencia. (Enfoque Particularizado)	Descripción y Contenido	Documento o Elemento de información aplicable al modelo general. (Enfoque Generalista)
<p>MODELO FASE 3:</p> <p>= > Funcional Units Reques (FUR's)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Módulos (Descripción) - Escenarios. 	<p>Son documentos cuyo contenido fundamental es describir los medios materiales e inmateriales que van a realizar las funciones y necesidades que debe cumplir el Sistema..</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los módulos serán, desde un punto de vista generalista, los elementos materiales y humanos de los que se servirá el sistema para realizar la función para el que ha sido creado. - Los Escenarios son documentos eminentemente gráficos donde se recogen las interacciones que existen entre los diferentes elementos materiales del sistema en su proceso de funcionamiento. Se indican en ellos no solamente los elementos intervinientes en el mismo, sino también los momentos en que se intercambian información, para qué, y qué tipo de información intercambian para el cumplimiento de las funciones. 	<p>= > Unidades Funcionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elementos materiales y humanos de funcionalidad del Sistema. - Representación gráfica de Funciones y Procedimientos.
<p>= > Funcional Database System (FDS's)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relaciones de Datos (Genéricas). 	<p>Se recogen en estos documentos el conjunto de elementos de información (en forma genérica, es decir, por bloques de funciones) que son necesarios para el funcionamiento del Sistema. Son elementos de información homogénea en su forma (ya que se presentan generalmente en un formato estandarizado previamente establecido) pero muy heterogéneos en su contenido ya que han de aglutinar todas las informaciones necesarias para el funcionamiento y manejo del Sistema.</p>	<p>= > Base de Datos funcional del Sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de elementos de información (variables y datos) globales del Sistema.
<p>= > Pruebas del Sistema.</p>	<p>Son documentos donde se recogen las distintas pruebas a que ha de someterse el Sistema para su validación. En estos e.i. se especifican en forma global los grupos de pruebas a pasar al sistema tanto para su validación inicial como para comprobar en cualquier momento posterior su correcto funcionamiento.</p>	<p>= > Pruebas del Sistema.</p>
<p>= > Otros Documentos.</p>	<p>Se incluyen aquí aquellos documentos de distinta naturaleza, formato y contenido que por no poder ser incluidos en los anteriores, constituyen un grupo heterogéneo aparte. Son documentos necesarios porque aportan informaciones que serán utilizados por el sistema en su desarrollo y posterior funcionamiento y generalmente muy específicos del ámbito de aplicación del producto.</p>	<p>= > Otros Documentos.</p>

Documentos o Elementos de información usados en el modelo tomado como referencia. (Enfoque Particularizado)	Descripción y Contenido	Documento o Elemento de información aplicable al modelo general. (Enfoque Generalista)
<p>MODELO FASE 4:</p> <p>= > Notas de Cambio.</p>	<p>Son documentos de elevado contenido informativo, donde se describe puntualmente como debe llevarse a cabo la realización de los elementos materiales del sistema y que datos deben usarse para cumplir las funciones requeridas por el mismo. Se trata de elementos de información de formato estandarizado que generalmente son almacenados por procedimientos informáticos de fácil consulta y manejo por aquellos que tengan que realizar los elementos materiales del producto.</p> <p>Debe ser una información de contenido suficientemente especificado para que no ofrezca duda alguna en la realización de los elementos componentes del sistema.</p>	<p>= > Especificaciones de Diseño.</p>
<p>MODELO FASE 5:</p> <p>= > Módulos Codificados.</p> <p>= > Relaciones y Dominios.</p> <p>= > Informes.</p>	<p>Son documentos o cualquier tipo de elemento material o inmaterial en los cuales se sustenta el sistema para realizar sus funciones. Son en definitiva los elementos que llevan a cabo la funcionalidad del mismo.</p> <p>Es el conjunto de elementos de información globales (Relaciones) o particulares (Dominios) en los cuales se contienen todas las variables y datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. Su soporte físico puede ser material (documentos, tablas, archivos magnéticos u ópticos, etc) o inmaterial (bases de datos informatizadas, transmisiones verbales en forma de órdenes, conocimientos específicos propios de una determinada unidad funcional, etc). Su naturaleza es también heterogénea puesto que debe abarcar todos los contenidos funcionales del sistema.</p> <p>Son documentos de naturaleza diversa en los que se recoge la marcha del funcionamiento del producto. Son realizados periódica o sistemáticamente de forma automática o bien a petición del gestor del sistema, pero su formato y contenido son fijados previamente siguiendo las características propias del sistema.</p>	<p>= > Elementos funcionales del Sistema (materiales, inmateriales y humanos).</p> <p>= > Elementos de información del Sistema (variables y datos)</p> <p>= > Informes.</p>

Documentos o Elementos de información usados en el modelo tomado como referencia. (Enfoque Particularizado)	Descripción y Contenido	Documento o Elemento de información aplicable al modelo general. (Enfoque Generalista)
<p>= > Mensajes de errores y Alarmas.</p> <p>= > Casos de Prueba.</p>	<p>Son elementos de información de distinta naturaleza donde se recogen las anomalías detectadas automática o manualmente por el sistema. A partir de ellos, se establecen las medidas operativas (automáticas o decididas por el gestor del proceso) para la corrección del malfuncionamiento detectado.</p> <p>Especifican los diferentes procedimientos establecidos en el sistema para probar el correcto funcionamiento de todas y cada una de las unidades funcionales del mismo. El mal funcionamiento o uso de alguna de ellas dará lugar a los informes y mensajes de error indicadas en los apartados anteriores. Se establecerán los necesarios para asegurar por completo el correcto funcionamiento del sistema.</p>	<p>= > Documentos de Fallos del Sistema.</p> <p>= > Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema.</p>

En el cuadro anterior pueden apreciarse los diferentes documentos y e.i. utilizados en el proceso de análisis completo del sistema (agrupados en los diferentes modelos-fase en que son manejados), expresándose en la primera columna el nombre usado en el sistema tomado como modelo de referencia, y en la última *el nombre aplicable al modelo generalista propuesto*. En la columna central se indica su descripción, uso, naturaleza y contenido, que marca y justifica su necesidad de utilización en la metodología de análisis que se está proponiendo en el presente trabajo.

3.4.- RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS COMPLEJOS.-

En los epígrafes anteriores se han descrito las diferentes fases de análisis que componen la metodología propuesta en el presente trabajo para el desarrollo de sistemas, así como los diferentes e.i. utilizados en cada una de ellas. En ambos casos se les ha dado un enfoque generalista, es decir, tanto en su nomenclatura como en sus descripciones y funciones que cumplen dentro del proceso completo, *se les describe de forma que puedan ser utilizados para el análisis y desarrollo de otros sistemas complejos pertenecientes a otros ámbitos*, tal como se fijó en los objetivos del trabajo.

En el presente epígrafe, se intenta resumir, –mediante el cuadro que se expone a continuación–, todo el proceso de análisis y desarrollo completo, indicando sus fases, e.i. utilizados en cada una de ellas, sus funciones, contenidos, etc. El propósito, es dar una visión general y completa, –extractada en la medida de lo posible para una mayor claridad–, de la metodología propuesta a fin de poder tener una visión de conjunto de todo el proceso.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS PROPUESTA

FASE DEL PROCESO.	FUNCIÓN QUE CUMPLE EN EL PROCESO:	DOCUMENTOS QUE UTILIZA COMO E.I. DE ENTRADA:	DOCUMENTOS QUE PRODUCE COMO E.I. DE SALIDA:
MOD-FASE: N	NOMENCLATURA OBJETIVO Y CONTENIDO DE LA FUNCIÓN: GENERALISTA:	NOMBRE: ———> DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO	NOMBRE: DESCRIPCIÓN
Mod-Fase: 1 GENERAL	<p>Análisis de Contenidos. (RM + SD)</p> <p>-> Analizar las necesidades, requerimientos y contenidos que ha de cumplir el sistema objeto de desarrollo.</p>	<p>=> <i>Facilidades, Prestaciones y Servicios del Sistema:</i> - - Son documentos o cualquier otro tipo de información emitidos por la persona natural o jurídica que demanda la realización del nuevo sistema. => <i>Adendum de Facilidades y Servicios propios a incluir en el Sistema:</i> Son documentos de naturaleza diversa, similares a los anteriores, pero emitidos por la propia organización que desarrollará el sistema.</p>	<p>=> <i>Requerimientos Técnicos del Sistema.</i> => <i>Requerimientos de Manejo y Funcionamiento.</i></p>
Mod-Fase: 2 INTERMEDIO	<p>Definición de Elementos Globales (Unid. Funcionales) (TLA + TLD)</p> <p>-> Definir, especificando su contenido, los diferentes elementos globales o unidades funcionales integrantes del sistema, así como las interrelaciones existentes entre ellos. -> Establecer los procedimientos de comprobación de que se cumplen los requisitos del sistema.</p>	<p>=> <i>Requerimientos Técnicos del Sistema.</i> - Son documentos de elevado contenido técnico y conceptual que recogen en un formato normalizado las principales funciones y características que ha de cumplir el sistema, definiendo las unidades funcionales necesarias para su realización. => <i>Requerimientos de Manejo y Funcionamiento:</i> - Son documentos, también normalizados, en los que se recoge en forma genérica las directrices de manejo y funcionamiento de lo bloque funcional del sistema. Definen genéricamente el contenido que cada unidad funcional cumple en el sistema.</p>	<p>=> <i>Unidades funcionales.</i> => <i>Base de Datos funcional. Sistema.</i> => <i>Pruebas del Sistema.</i> => <i>Otros documentos.</i></p>
Mod-Fase: 3 EMPIRICO.	<p>Diseño de Elementos y Definición de interrelaciones. (DD)</p> <p>-> Diseñar, a partir de las especificaciones de contenidos globales fijados en la fase anterior, los elementos materiales, inmateriales y de información que componen el sistema. -> También en esta fase se especificarán con el mayor rigor y precisión posible el intercambio de información (variables, datos, parámetros, etc.) entre los diferentes elementos componentes del sistema. -> Se definirán en forma concreta como se realizarán las operaciones de comprobación que validen el sistema. -> Se definirán quienes y en qué momento realizarán los elementos materiales del sistema.</p>	<p>=> <i>Unidades Funcionales:</i> - Son documentos cuyo contenido es describir en forma precisa, los elementos materiales que van a realizar las distintas funciones, servicios y facilidades que debe cumplir el sistema. => <i>Base de Datos Funcional:</i> - Recogen el conjunto de e.i. (por bloques de funciones) que son necesarios para el funcionamiento del sistema. => <i>Pruebas del Sistema:</i> - Son documentos donde se recogen las distintas pruebas a que ha de someterse al sistema para su validación. => <i>Otros documentos:</i> - Son docs. de naturaleza diversa, pero necesarios para el sistema..</p>	<p>=> <i>Especificaciones de Diseño.</i></p>

FASE DEL PROCESO.		FUNCIÓN QUE CUMPLE EN EL PROCESO:		DOCUMENTOS QUE UTILIZA COMO E.I. DE ENTRADA:		DOCUMENTOS QUE PRODUCE COMO E.I. DE SALIDA:	
MOD-FASE: N	NOMENCLATURA GENERALISTA:	OBJETO Y CONTENIDO DE LA FUNCIÓN:	NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO	NOMBRE:	DESCRIPCIÓN	
Mod-Fase: 4 CONCRETO	Realización de los Elementos materiales y de información. (COD)	<ul style="list-style-type: none"> -> Realizar, completando al máximo detalle, los elementos materiales y de información del sistema. -> Completar en forma detallada los elementos y especificaciones de prueba, control y mantenimiento del sistema para su ciclo de vida, previstos en la fase segunda. -> Se detallarán de forma concreta todos los e.i. utilizados por el sistema, indicando su función y la forma y el momento en que serán usados. 	<ul style="list-style-type: none"> => <i>Especificaciones de Diseño:</i> - Son documentos de elevado contenido informativo, (es decir, muy detallados), donde se describe puntualmente como deben realizarse los elementos materiales del sistema y que datos deben usarse para cumplir las funciones requeridas por el mismo. 	<ul style="list-style-type: none"> => <i>Elementos funcionales Sistema.</i> => <i>Element. de Inf. del Sistema.</i> => <i>Informes.</i> => <i>Documentos de fallos.</i> => <i>Especificaciones de Control y Pruebas del sistema.</i> 			
Mod-Fase: 5 EXHAUSTIVO	Comprobación de Contenidos y Resultados. (MT + FT)	<ul style="list-style-type: none"> -> Comprobar que los distintos elementos materiales y de información componentes del sistema cumplen con las necesidades y requisitos especificados en la fase primera. -> En su caso (se trata de una fase recursiva), se comunicará a las fases anteriores las posibles anomalías o defectos encontrados para su corrección y nuevas pruebas. 	<ul style="list-style-type: none"> => <i>Elementos Funcionales del Sistema:</i> - Son elementos de cualquier tipo, material o inmaterial, en los cuales se sustenta el sistema para realizar sus funciones. => <i>Elementos de Información del Sistema:</i> - Conjunto de e.i. globales (Relaciones) y particulares (Dominios y campos) en los cuales se contienen las variables y datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. => <i>Informes:</i> - Son documentos de naturaleza heterogénea en los eu se recogen los eventos e informaciones diversas que produce el sistema en su funcionamiento normal. => <i>Documentos de Fallos:</i> - Son e.i. de distinta naturaleza donde se recogen las anomalías de funcionamiento detectadas por el sistema. => <i>Especificaciones de Control y Prueba del Sistema:</i> - Definen los procedimientos establecidos para probar el correcto funcionamiento de todas y cada una de las unidades funcionales del mismo. 	<ul style="list-style-type: none"> => <i>Sistema Completo.</i> * <i>Producto Final.</i> 			

Al objeto de tener una visión mas detallada del cuadro anterior, a continuación se hace una explicación mas concreta de la naturaleza y contenido de los e.i. que son utilizados como ENTRADA en cada una de las fases del proceso. Se entiende que los e.i. producidos en cada una de las fases como e.i. de SALIDA, constituyen las fuentes de información de ENTRADA para la fase siguiente:

MODELO-FASE: 1 ⇒ E.I. DE ENTRADA:

⇒ Facilidades, Prestaciones y Servicios del Sistema:

- Son elementos de información de cualquier naturaleza, tales como: documentos específicos, cartas de perición, soportes magnéticos u opticos, resumen de contenido de reuniones, actas, etc, que aporten información acerca de las facilidades, prestaciones y servicios que ha de cumplir o contener el nuevo sistema a desarrollar.

- Su formato es de naturaleza heterogénea, y puede requerir contactos personales o reuniones para extraer en su totalidad la información de contenidos y requerimientos que se tratan de transmitir por parte del demandante del sistema.

⇒ Adendum de Nuevas Facilidades y Servicios:

- Son elementos de información de naturaleza diversa similares a los anteriores, pero con un formato y terminología mas semejante y asequible a su comprensión por los analistas del sistema, ya que provienen de áreas o grupos de trabajo pertenecientes a la propia organización que lo ha de desarrollar.

- Por lo general contienen información acerca de determinadas facilidades o servicios técnicos necesarios para el funcionamiento del sistema, pero que por no formar parte de las funciones fundamentales del mismo, no son pedidas expresamente por el que demanda su desarrollo.

- En otras ocasiones, se refieren a determinados servicios o facilidades que cumplen sistemas similares ya desarrollados en otros ámbitos geográficos, y que son sugeridos al demandante, –con vistas a una mejora del sistema–, por la propia organización de realizará el desarrollo, por su conocimiento profundo y experiencia concreta en stos ámbitos.

MODELO-FASE: 2 ⇒ E.I. DE ENTRADA:⇒ Requerimientos Técnicos del Sistema:

- Son documentos normalizados, –realizados en un formato homogéneo que sean susceptibles de almacenamiento y fácil consulta por todas las personas que intervengan en el desarrollo del sistema–, que recogen las principales funciones y características que ha de cumplir el nuevo sistema. Son la adaptación al lenguaje técnico propio del ámbito al que pertenece el nuevo sistema, de las facilidades, servicios y requerimientos que son demandados por el cliente y la propia organización de la fase anterior.

- Se indica además, –especificándolos en grandes bloques–, las unidades funcionales (incluyendo elementos materiales y de información), para el cumplimiento de dichas funciones.

⇒ Requerimientos de Manejo y Funcionamiento:

- Son documentos normalizados, similares a los anteriores, pero que hacen especial referencia al funcionamiento por bloques de los elementos materiales y de información del sistema, indicando además las interrelaciones que existirán entre ellos.

- Se incluyen además las unidades de control y pruebas del sistema, que aseguren su correcto funcionamiento a lo largo del ciclo de vida del mismo.

MODELO-FASE: 3 ⇒ E.I. DE ENTRADA:⇒ Unidades Funcionales:

- Son documentos cuyo contenido es describir los elementos materiales que van a realizar las distintas funciones, servicios y facilidades del sistema. Se recogen dos tipos:

→ *Elementos materiales de funcionalidad del sistema:* Descripción en forma detallada de los elementos materiales que realizarán la funcionalidad del sistema, indicando para cada uno de ellos su necesidad y la función que cumplen.

→ *Representación Gráfica de funciones y procedimientos:* Son documentos eminentemente gráficos donde se recogen las interrelaciones que existen entre los diferentes elementos materiales del sistema en su proceso de funcionamiento. Se indican, no solamente los elementos intervinientes, sino también, los momentos en que se intercambian información, su contenido y el tipo.

⇒ Base de Datos Funcional:

- Recogen el conjunto de e.i. que componen el sistema, en forma global, es decir, por bloques funcionales.

- En cuanto a su formato, son e.i. homogénea, fácilmente almacenable y de rápida consulta y modificación, pero con un contenido muy heterogéneo ya que han de aglutinar todas las informaciones necesarias para el manejo y funcionamiento del sistema.

⇒ Pruebas del Sistema:

- Se recogen en ellos las distintas pruebas a que ha de someterse al sistema para validar su correcto funcionamiento.

- En esta fase del desarrollo, en estos documentos se especifica en forma los tipos y grupos de pruebas a pasar al sistema, tanto para su validación inicial, como para comprobar en cualquier momento posterior su correcto funcionamiento.

⇒ Otros documentos:

- Son documentos de naturaleza diversa en formato y contenido que por no poder ser incluidos en los anteriores, constituyen un grupo heterogéneo aparte.

- Son documentos necesarios, puesto que aportan información que en fases posteriores del desarrollo serán utilizadas, o bien porque definen características especiales del funcionamiento del sistema.

MODELO-FASE: 4 ⇒ E.I. DE ENTRADA:

⇒ Especificaciones de Diseño:

- Son documentos muy normalizados, con una estructura predeterminada, cuyo contenido describe de manera muy detallada los elementos materiales y de información que debe contener el sistema, así como la forma de cómo realizarlos. Se indica además los e.i. que son utilizados por cada elemento material, –tanto para su consulta, como en su caso para modificarlos–, y las interrelaciones concretas que existen entre los elementos materiales, indicando las transferencias de información que se produzcan entre ellos. Su almacenamiento y consulta debe ser rápido y de eficaz utilización por todas las personas que intervengan en el desarrollo del sistema.

- Debe ser una información de contenido suficientemente especificado para que no ofrezca duda alguna a las personas encargadas de la realización de los elementos componentes del sistema.

MODELO-FASE: 5 ⇒ E.I. DE ENTRADA:

⇒ Elementos funcionales del Sistema:

- Son los elementos de cualquier tipo, –material o inmaterial–, en los cuales se sustenta el sistema para el cumplimiento de sus funciones. Considerados en su conjunto, constituyen el sistema completo.

⇒ Elementos de información del Sistema:

- Son el conjunto de e.i. globales (Relaciones de datos) y particulares (dominios, campos, etc.), en los cuales se contienen todas las variables y datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

- Su soporte físico puede ser material (documentos, tablas, archivos magnéticos u ópticos, etc.) o inmaterial (bases de datos informáticas, órdenes verbales, conocimientos específicos propios de una determinada unidad funcional, etc.).

- Su naturaleza también es diversa puesto que debe abarcar todos los contenidos funcionales y de mantenimiento del sistema.

⇒ Informes:

- Son documentos de naturaleza diversa en los que se recogen los eventos e informaciones diversas que produce el sistema en su normal funcionamiento. Son en definitiva e.i. que aportan conocimiento de la marcha normal del sistema a lo largo de su ciclo de vida, o bien informaciones necesarias para la gestión y control del mismo por sus administradores.

- Pueden producirse de forma automática o manual a petición del gestor, y con la periodicidad o frecuencia que sea requerida para el control del sistema.

- Su formato y contenido son fijados previamente por el administrador del sistema siguiendo las características propias del mismo.

⇒ Documentos de fallos:

- Son e.i. de distinta naturaleza donde se recogen las anomalías de funcionamiento detectadas por el sistema.

- Pueden producirse de forma automática, o bien a petición del gestor o administrador del sistema.

- Han de incluir la importancia o gravedad del error o fallo detectado.

- A partir de ellos se establecen las medidas oportunas (automáticas o decididas por el gestor del sistema), para la corrección del malfuncionamiento detectado.

⇒ Especificaciones de Control y Prueba del Sistema:

- Definición de los procedimientos establecidos para probar el correcto funcionamiento de las unidades funcionales del sistema.

- Su ejecución dará lugar a informaciones de mal funcionamiento o uso de alguna de las unidades funcionales mediante informes o mensajes de error indicados en apartados anteriores.

- Se establecerán los necesarios para asegurar por completo el correcto funcionamiento del sistema.

CAPÍTULO: 4.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS E. DE INFORMACIÓN.

CAPÍTULO: 4. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS E. DE INFORMACIÓN.

"La tarea de diseñar una base de datos es cada vez mas difícil, en particular cuando se pretende alcanzar soluciones óptimas. Hay muchas maneras de elegir y estructurar los datos componentes de un sistema y cada una de ellas ofrece ventajas y desventajas. El analista de sistemas debe estar capacitado para adaptar las técnicas que se le ofrecen, a sus propias necesidades".

Dr.: James MARTIN.
IBM System Research Institute.
New Jersey (USA), 1975.

4.0.- INTRODUCCIÓN.-

El presente capítulo, tiene como contenido principal: establecer los criterios de carácter general que puedan ser de aplicación en la selección de los e.i. que se han de utilizar en el nuevo sistema cuyo análisis y desarrollo se realice siguiendo la metodología propuesta en el presente trabajo¹, –cuya descripción ha sido efectuada en el capítulo anterior–.

Para ello, se parte del análisis y tipificación de los e.i. utilizados en el sistema tomado como modelo de referencia, y a partir de los cuales se han ido configurando los elementos materiales e inmateriales que lo componen. El objetivo que se persigue, es que: a partir de dicha tipificación realizada desde una óptica generalista, es decir, considerando los e.i. no desde un punto de vista meramente técnico, –tal como son usados en el sistema de referencia, según la función específica que cumplen–, *sino desde el punto de vista de la información genérica que aportan*; de manera que se puedan extraer consecuencias a cerca de su participación en el desarrollo del sistema de

referencia, que puedan ser trasladables o extendibles a otros sistemas complejos de características similares a aquel.

Para realizar la tipificación de los e.i., se precisa en primer lugar de una tabla clasificatoria previa de los mismos que pueda ser tomada como referencia, y a partir de la cual se puedan realizar las comparaciones y asignaciones tipológicas que correspondan para los e.i. utilizados en el sistema. Así, en los primeros apartados se propone una clasificación genérica de los e.i. indicando los distintos tipos y clases en que, –desde una óptica generalista–, se pueden subdividir. En el correspondiente anexo se explica además para cada uno de ellos, su naturaleza y características propias, proponiendo ejemplos de aplicación para distintos ámbitos de estudio, a fin de probar que tal clasificación puede ser de aplicación general, y por tanto utilizable en el desarrollo de nuevos sistemas pertenecientes a otros campos distintos del tomado como referencia.

Partiendo de esta tabla clasificatoria, se van analizando y tipificando los distintos e.i. manejados en cada una de las fases que componen el proceso de análisis y desarrollo del sistema de referencia descrito en el capítulo anterior, y con arreglo a los cinco criterios clasificatorios definidos en la indicada tabla. Se obtiene como resultado, los porcentajes de participación o de uso que han tenido cada uno de ellos en las sucesivas fases que componen el proceso completo. A continuación se indica un resumen final de la estructura porcentual de los e.i. usados en el sistema de referencia. A partir de los resultados recogidos en dicho resumen, se extraerán conclusiones y consecuencias cuya aplicación se propone a los desarrollos de otros sistemas análogos, pertenecientes a otros ámbitos de estudio.

¹ Tales criterios, como se estudia mas adelante, se formalizarán en porcentajes de utilización mas adecuada para las distintas clases y tipos de e.i. intervinientes en las sucesivas fases que componen el proceso completo de análisis y desarrollo del sistema.

4.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS E.I.-

Para poder extraer consecuencias acerca de los e.i. que deben ser utilizados a lo largo del análisis y desarrollo de un sistema, para seleccionar adecuadamente sus elementos (materiales e inmateriales) componentes, que puedan garantizar su correcto funcionamiento, es preciso establecer primeramente su *tipología*. Para ello, es necesario disponer de una clasificación previa de los mismos, *lo mas genérica posible*, de forma que pueda ser tomada como patrón, y a partir de la cual poder realizar su tipificación.

En primer lugar hay que distinguir entre aquellos datos que van a ser usados en los primeros estadios o fases del proceso de análisis y desarrollo del sistema, y que se caracterizarán por ser pocos en número pero con un gran contenido genérico de información (que habrá que desglosar en fases de estudio posteriores), de aquellos ya mas concretos, que surgen como una subdivisión de los anteriores, y que serán utilizados en las siguientes fases. Estos dos grandes tipos de datos y variables los podemos clasificar en una primera aproximación en *datos genéricos* y *datos específicos*.

Sin embargo, esta clasificación resulta muy deficiente para nuestro propósito, por lo que se debe acudir a una más amplia y completa, que permita definir los e.i. (variables, datos, informes, documentos, etc.) de una forma mas precisa, de forma que facilite al analista la tarea de seleccionar los elementos mas relevantes de un sistema, cuyo desarrollo se pretenda realizar.

En este sentido, son muchas las clasificaciones de datos y variables que pueden encontrarse en los manuales de las distintas áreas de conocimiento, –matemáticos, informáticos, estadísticos, económicos, sociales, etc.–, sin embargo, tales clasificaciones no se ajustan de forma precisa al propósito que se persigue en el presente trabajo, pues son clasificaciones expresamente concebidas para el tipo de variables y datos que se han de manejar en dichas áreas, y por tanto, son dificilmente adaptables a otros ámbitos de estudio².

² Se pueden consultar a este respecto las incluidas en: Abramson, N. (1986): *Teoría de la información y codificación*; Batini, C. y otros (1992): *Diseño conceptual de Bases de Datos*; Barnes, F. (1996): *Programming in ADA-95*; Borse, G.J. (1989): *Programación en FORTRAN-77. Informática profesional y universitaria*; Box, E.P. y

Tarea pues de trascendental importancia para el trabajo, fue conseguir *una clasificación tipológica de los e.i. básica*, que tomada como referencia, nos permitiera clasificar todo el conjunto de variables, datos, informes, documentos, etc, intervinientes en todas y cada una de las fases componentes del proceso de análisis y desarrollo del sistema de referencia. Esta cuestión, que en principio parecía sencilla de conseguir, no fue sin embargo fácil en la práctica, ya que tal clasificación debería reunir características tales como:

- Permitir su generalización a otras áreas distintas para las que fue creada.
- Ser suficientemente amplia para que pudiese comprender cualquier tipo de variable, informe, dato, etc, que se quisiese incluir en ella.
- Posibilidad de modificar los tipos recogidos en la clasificación primaria permitiendo la ampliación de algunos de ellos, o bien la eliminación de otros existentes.
- Definición de los diferentes tipos de elementos en función de características genéricas que permitieran su traslación a otros ámbitos de estudio,
- Etc.

En la búsqueda realizada tratando de encontrar la clasificación idónea, –o que se adaptase lo mejor posible a nuestros propósitos–, se encontró que la realizada por el prof.: Sierra Bravo³, era la que mas se ajustaba al tratamiento de los e.i. que se pretendía dar aquí, por cuanto aportaba una óptica generalista de las variables y además permitía observarlas desde distintos puntos de vista, con lo cual se obtenía una definición muy detallada de las características propias que representa la información que aporta al sistema un e.i. concreto. Entre otras, tal clasificación presenta las siguientes *ventajas*:

otros (1989): *Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos. Análisis de datos y construcción de modelos*; Collado, M. (1989): *Estructura de datos*; Dax, P. (1996): *Lenguaje C++*; Delobel, J. (1998): *Estructura de Bases de Datos*; Iglesias, V. (1994): *Tipos de variables y metodología a emplear en la investigación de grupos*; Lucas, A. (1990): *Lenguaje ADA. Sintaxis y metodología*; Ruiz Miras, J. y otros (1997): *Bases de datos: Diseño y Explotación*; Rodríguez, M.A. (1992): *Bases de Datos*; Seri, F. (1991): *Fundamentos de Programación estructurada en Turbo-Pascal.*; Thomas, P. (1993): *Abstract Data Types*; Villen, M. (1998): *Bases de Datos de Economía y Finanzas*; Wertz, H. (1977): *An introduction to programming in LISP*; Wod, S. (1986): *Turbo PASCAL.*; Alcatel Sistemas de Conmutación Digital (1996): *Estructura de Datos: EC-7.4.*

³ Sierra Bravo, R. "Técnicas de Investigación Social". Ed.: Praninfo. Madrid, 1992. Págs.: 105 y siguientes.

1º.- *Es una clasificación amplia*, ya que ofrece descripciones genéricas para los tipos de variables que la componen. En efecto, antes de adoptar esta clasificación como base de referencia para tipificar los e.i. del sistema fueron realizadas distintas aproximaciones a ámbitos de estudio diferentes como: el técnico-informático, económico, político-social, educativo, etc, para así asegurar que las definiciones genéricas dadas a cada tipo de los recogidos en la clasificación permitía ser aplicada o extrapolada a distintos ámbitos de estudio, lo que constituía premisa principal de nuestro trabajo.

2º.- *Permite cinco criterios clasificatorios diferentes*. Esta, es una cualidad de gran importancia para nosotros, ya que permite ver un e.i. desde cinco ópticas distintas, lo cual hace que pueda ser estudiado más en profundidad en cada uno de ellos. Esto constituye un objetivo básico en la metodología que se está describiendo en la presente tesis, ya que *el poder analizar un mismo e.i. desde distintas ópticas permite un conocimiento mas perfecto del mismo*, lo cual hace que su explotación⁴ en otros e.i. para las subsiguientes fases del análisis sea mas precisa y ajustada al propósito que se persigue, –conocimiento mas detallado del sistema que se esté desarrollando–, al tiempo que induce al analista a pensar más en profundidad sobre los elementos componentes del sistema. Así, esta clasificación permite analizar en los e.i. aspectos tan distintos como: si se trata de una variable “cualitativa” o “cuantitativa”, si es “endógena” o “exógena” al sistema, si se trata de una variable “individual” o “colectiva”, etc, aspectos todos ellos diferentes, pero que permiten un conocimiento mas profundo del elemento que se esté analizando.

3º.- *Permite modificar la clasificación originaria*. En efecto, por mucho que se ajustara una clasificación al propósito que se perseguía en el presente trabajo, no podía ser utilizada de forma completamente igual a la dada por el Prof.: Sierra Bravo, siendo necesaria adaptarla en algunos aspectos a nuestras necesidades, pero tal y como se decía en el primer apartado la clasificación está concebida en forma “abierta”, lo cual permite la introducción, modificación o exclusión de algunos tipos dentro de cada clase, para adaptarla mas fielmente a los objetivos que se estaban persiguiendo.

En efecto, –como se ha indicado anteriormente–, no puede trasladarse en sus mismos términos esta clasificación de variables para realizar la tipificación de los e.i. que aquí se pretende, dado que en algunos aspectos no se ajustaba a los planteamientos que se persiguían en este trabajo, y en otros resultaba escasa. Ha sido necesario por tanto, realizar una serie de modificaciones para adaptarla a nuestros propósitos, tales como:

- *Eliminar o aumentar* algunos criterios clasificatorios, según el enfoque de estudio que se esté haciendo del e.i.

- *Definir* de una forma mas genérica algunos tipos de e.i. para que pudiesen ser de aplicación a otros ámbitos de estudio.

- Establecer una *estructura clasificatoria lo mas simple posible*, que permitiese al analista focalizar su atención sobre la elección de los elementos del sistema, y no en encuadrarlos dentro de la clasificación tipológica propuesta.

- *Facilitar la tipificación* de los e.i. mediante ejemplos de aplicación en otros ámbitos de estudio distintos al de referencia, corroborando así la posibilidad de su utilización en otras aplicaciones.

Con estas adaptaciones introducidas en la clasificación dada por el Prof.: Sierra Bravo, entendemos que el cuadro clasificatorio de e.i. que será utilizado para tipificar los e.i. del sistema de referencia, se adecúa mejor a los criterios generalistas que se persiguen, ya que, –siguiendo los objetivos formulados en la introducción–, se podrá de forma mas precisa, aplicar el *principio de analogía* a otros sistemas de ámbitos distintos al de referencia, y por tanto *trasladar* las conclusiones que puedan extraerse respecto a las características (naturaleza y tipología) de los e.i. del sistema de referencia a otros ámbitos de estudio.

Teniendo en cuenta esto, en la siguiente página se expone un cuadro en el que quedan definidos los distintos *tipos de elementos de información* en base a los cuales se realizará la tipificación de los e.i. del sistema de referencia.

La explicación de contenido para cada uno de los tipos indicados en dicho cuadro, así como su posible utilización en otros ámbitos, –mediante ejemplos de aplicación en

⁴ Entiendase por "*explotar*" un e.i., su estudio en profundidad, para a partir de él, poder obtener un conjunto de e.i. subsidiarios que permitan un conocimiento mas detallado de partes mas elementales del sistema objeto de estudio.

otros campos de estudio—, está recogida al final del capítulo en el Anexo: 4.01, en el que se indican además los criterios seguidos para la tipificación de los e.i. del sistema de referencia, mediante los ejemplos apuntados.

CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN

TIPOS DE E.I. SEGÚN SU:	SE CLASIFICAN EN:	CON LAS SUBCLASES:	EN LOS SUBTIPOS:
NATURALEZA:	CUALITATIVAS. CUANTITATIVAS:	DISCRETAS. CONTINUAS.	
AMPLITUD:	INDIVIDUALES: COLECTIVAS:	ABSOLUTAS: RELATIVAS: ANALÍTICAS. GLOBALES. ESTRUCTURALES.	DE BASE. DE PERSONALIDAD. DE CONDUCTA. COMPARATIVAS. RELACIONALES. CONTEXTUALES.
NIVEL DE ABSTRACCIÓN:	GENERALES. INTERMEDIAS. EMPÍRICAS. CONCRETAS.		
ESCALA DE MEDICIÓN:	ESCALA NOMINAL. ESCALA ORDINAL. DE INTERVALO. DE RAZÓN.		
POSICIÓN EN PROCESO DE INVESTIGACIÓN:	INTERNAS (ENDÓGENAS): EXTERNAS (EXÓGENAS):	DEPENDIENTES. INDEPENDIENTES. RELEVANTES. IRRELEVANTES.	

4.2.- ESTUDIO Y TIPIFICACIÓN DE LOS E.I. DEL SISTEMA DE REFERENCIA.-

Una vez indicada en el apartado anterior la tabla clasificatoria de los e.i. que será utilizada, vamos a realizar a continuación la tipificación de los distintos e.i. manejados a lo largo del desarrollo del sistema de referencia. Se persigue así, obtener información acerca de su tipología, de manera que puedan extraerse consecuencias que sean de aplicación en el desarrollo de otros sistemas complejos pertenecientes a otros ámbitos.

4.2.1.- ELEMENTOS DE INFORMACIÓN DE LA FASE: 1 (GENERAL).-

Como ya se ha señalado en el capítulo anterior, ésta es una fase del proceso que se ha calificado como **GENERAL** atendiendo al nivel de abstracción de los elementos de información que utiliza, ya que se trata de datos de carácter genérico puesto que debe recoger toda la información del sistema objeto de desarrollo. Por otro lado, las variables y datos que maneja deben ser principalmente de carácter “cualitativo” dado que lo que importa no es su cuantificación, sino los distintos tipos de ellas englobadas en grandes grupos o familias, o bien “cuantitativas” en aquellos casos en los que se requiera el cumplimiento de determinados valores o niveles prefijados de una determinada facilidad o servicio. Deberán tenerse en cuenta a la hora de su inclusión y análisis, tanto las “variables internas” dependientes del proceso, como las “variables externas relevantes” que si bien no serán estudiadas en esta fase en profundidad si han de ser consideradas por el posible impacto en fases posteriores del proceso de análisis.

= > En cuanto a la *información* (documentación, informes, comunicaciones, etc) que será manejada como ENTRADA, estará constituida por las “Nuevas peticiones de servicios y facilidades” y “Nuevos desarrollos propios de facilidades y servicios”, que

son, como se ha señalado, elementos de información “muy cualificados”, “abstractos”, “de mucho contenido”, y “muy diversos”.

Dicha información está recogida principalmente en los siguientes documentos:

1º.- Sistemas de Conmutación Digital. Alcatel 1000 S12. Release 7. Edición de Marzo de 1996 (IRPC).

En especial el capítulo primero dedicado a servicios y facilidades.

2º.- Servicios Telefónicos en Sistemas Digitales. Editado por Telefónica en Marzo de 1994. Se utilizó el contenido de todo el documento.

3º.- Sistemas de Conmutación Digitales. Operación y Conservación.

Resultados y Comunicaciones del Simposium mantenido en Noviembre de 1996 por Telefónica-Alcatel sobre el Sistema de Conmutación Digital A 1000 S12 en sus aspectos de gestión, operación y conservación de este tipo de producto de conmutación digital.

En base a los criterios establecidos, y haciendo uso de la documentación señalada anteriormente, se ha construido el cuadro TIPIFM11, recogido en las páginas siguientes, con el contenido que se indica a continuación: en la primera columna se expresan los distintos elementos de información (nuevas peticiones de servicios y facilidades y nuevos desarrollos de facilidades propias del sistema para su funcionamiento), y en el resto de las columnas la tipificación que se ha hecho para cada una de ellos. Como se puede apreciar, un mismo elemento de información ha sido calificado *según cinco criterios distintos*, atendiendo a sus características propias y de acuerdo a los cinco grandes grupos o categorías de información que han sido tomados como patrones.

MODELO: FASE 1 (GENERAL)

Elementos de Información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Funcionalidad Sistema Nuevas Peticiones/Desarrollos de Servicios y Facilidades	Naturales		Amplitud		Nivel de Abstracción		Escala de Medición		Public. Prior. Investigación															
	Calitativo	Cuantitativo	Individuales	Colectivos	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Interna	Externa														
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5														
4.10.- Medición calidad servicio.	X						X				X	X												
4.11.- Manejo dispositivos.		X					X				X	X												
4.12.- Sistemas expertos.	X						X					X												
4.13.- Conexiones SOC.	X						X				X	X												
4.14.- Acceso MPTMON.	X						X				X	X												
5.- Nuevas facilidades SOC en áreas multiprov.																								
5.1.- Supervisión planta en área influencia.							X				X	X												
5.2.- Operación planta conmutación y transmisión.	X						X				X	X												
5.3.- Utilización remota de sistemas expertos.	X						X					X												
5.4.- Facilidades de tratamiento alarmas y mensajes.	X						X				X	X												
6.- Nuevas funcionalidades CCN.																								
6.1.- Conexión Iberpac del CCN a centr. digitales.		X									X	X												
6.2.- Red LAN de PC's conectada a SOC	X											X												
TOTALES = 42	33	6	3	5	1	2	3	2	12	10	4	19	5	10	8	11	18	5	8	19	13	9	1	
Porcentaje (%)	78.6	14.3	7.1	11.9	2.4	4.8	7.1	7.1	28.6	23.8	9.5	45.2	11.9	23.8	19.1	28.2	42.9	11.9	19	45.2	31	21.6	2.4	
Porcentaje (%)	78.6		21.4	19.2		19			61.8			100					100			76.2			23.8	
Porcentaje (%)		100				38.2			61.8			100					100						100	

En cuanto al “*método*” seguido para la tipificación de cada uno de los elementos de información, no se han tenido en cuenta sus características propias dentro del contexto telefónico-informático del que ha sido extraído, sino siguiendo “*criterios mas generalistas*” que lo expliquen dentro de cualquier otro contexto, ya que como se ha indicado anteriormente de lo que se trata es de mostrar un criterio de tipificación que sea de aplicación para cualquier otro ámbito de estudio. Por ello, –y solamente a título de ejemplo–, se señalan a continuación los criterios seguidos en la tipificación individual del e.i.: “2.10.- *Servicio de reposo telefónico*”, indicando las causas y razones por las que se ha calificado en esa forma. Es preciso aclarar que tal servicio ejecutado por el abonado, representa que éste no recibirá llamadas por decisión propia durante un lapso de tiempo determinado, pudiendo posteriormente, consultar qué números de abonados han intentado la comunicación con él durante ese tiempo -sin haberse producido-, para que pueda decidir en consecuencia, las acciones a tomar a posteriori. Teniendo en cuenta esto, los *criterios generalistas* seguidos han sido los siguientes:

a).- Se ha considerado que es “cualitativa” puesto que depende la decisión individual de un determinado abonado pero no de otros, ni tampoco se produce de forma continua, ni periódica, y por tanto no es medible.

b).- En cuanto a su amplitud, se ha considerado “individual-relativa-relacional” por cuanto depende únicamente de un elemento (el abonado que lo solicita para su posterior ejecución), implica relación con otros elementos del grupo ya que el abonado no quiere ser molestado por ellos durante un lapso de tiempo.

c).- Es de carácter “general” en su nivel de abstracción por cuanto no son realidades directamente medibles, sino que dependen de la personalidad, estado de animo, ocupación, etc, de la persona en un momento dado.

d).- Por lo que se refiere al carácter de las escalas de medición es “ordinal” por cuanto implica un orden de preferencia (desea no ser molestado) pero no grados de distinción (ya que no recibirá llamadas de ningún abonado).

e).- Finalmente en cuanto a la posición en el proceso de investigación se ha considerado “externa-relevante” ya que si bien no condiciona el sistema telefónico (no

aumenta el tráfico telefónico sino que lo disminuye), si da información acerca de las características humanas de la población que habrán de tenerse en cuenta a la hora de establecer otros servicios.

Una vez realizada la tipificación de cada uno de los e.i. recogidos en el cuadro anterior, –correspondientes a la primera fase del análisis (e.i. de entrada en el Modelo-Fase: 1)–, vamos a tratar de extraer algunas conclusiones que se desprenden del análisis de los resultados:

⇒ 1º.- En primer lugar, en cuanto a la cuantía de los elementos de información utilizados, vemos que son “muy pocos” (concretamente 42, lo cual representa aprox. un 0'2% del total de datos utilizados en todo el proceso), pero como se señalaba anteriormente, se trata de datos de enorme contenido informativo, ya que a partir de ellos se derivará todo el proceso de análisis posterior. Son por tanto e.i. “*muy cualificados*”. Hay que destacar aquí, que el olvido de alguno de ellos, o en su caso el mal tratamiento que se haga de los mismos redundará en fases posteriores, y consiguientemente en el nivel de calidad del análisis efectuado o producto final en su caso.

Estos primeros 42 e.i. de ENTRADA en la primera fase de estudio han producido 180 e.i. de SALIDA, lo cual determina una expansión de casi cinco veces su número. Tal expansión no es, sin embargo uniforme, ya que hay algunos de ellos, –como por ejemplo la correspondiente a: “Establecimiento de llamadas”, que contiene la forma básica de funcionamiento del sistema–, que han experimentado una expansión mas amplia de e.i. para las siguientes fases de desarrollo que otras.

⇒ 2º.- En segundo lugar, por lo que se refiere a la “naturaleza” de los e.i. utilizados se observa que tienen fuerte predominio las variables “*cualitativas*” frente a las variables “*cuantitativas*”, y dentro de éstas últimas predominan las “*discretas*” frente a las “*continuas*”. Ello es lógico, si se piensa, que en esta primera fase lo que interesa es establecer los contenidos que ha de tener el sistema que se está desarrollando, importando más, atender a que estén presentes en el análisis todos o la mayor parte de ellos, que a su cuantificación.

No obstante, hay determinados servicios y facilidades que por su propia naturaleza son estrictamente “cuantitativos”, como por ejemplo, aquellos que se refieren a medidas, valoraciones o comprobaciones de funcionamiento del sistema. En ellos, lo que interesa es, no realizar la confirmación de su existencia en el análisis, sino evaluar su función dentro del sistema, y ello necesariamente hay que llevarlo a cabo por métodos empíricos, de aquí la aparición de este tipo de variables en este estadio. En otros casos, el carácter cuantitativo se deriva del contenido de la facilidad o servicio analizado, por tratarse de conceptos que no tendrían sentido sino se contemplan numéricamente.

⇒ 3º.- Por lo que se refiere a la “amplitud” vemos que priman los e.i. de carácter “colectivo” frente a los “individuales”, lo cual también nos parece que está dentro de las características de la fase del proceso que estamos estudiando, por cuanto las ideas que se recogen en los e.i. de entrada, son de carácter global y por tanto generalmente afectan a colectivos o grupos de elementos. No obstante, también existen e.i. de tipo individual pues algunas de las características analizadas se refieren a caracteres propios o específicos de un elemento o grupo de elementos.

⇒ 4º.- Por lo que se refiere al “nivel de abstracción” vemos que predominan las de carácter “general” (aprox. un 45% del total), y ello pensamos, se debe a que se refieren a e.i. que representan elementos del sistema no perfectamente medibles en esta fase del proceso. No obstante lo anterior, vemos que las variables de tipo “empírico” tienen también una presencia importante (aprox. el 23%). Ello se debe, al peso que tienen aquellos e.i. de carácter cuantitativo citados en el punto segundo anterior.

⇒ 5º.- Por lo que se refiere a la “escala de medición” vemos que predominan las variables “ordinales” (con un 43% aprox.) y las variables “nominales” dado que en los primeros estadios del análisis se repara en las diversas categorías de elementos y en su caso en un orden entre las mismas pero sin llegar a profundizar más en cuanto a su contenido, cuestión que se llevará a cabo mas adelante.

⇒ 6º.- Por último, en cuanto a la “posición en el proceso de investigación” predominan claramente las variables “internas” o “endógenas” (con un 76% aprox.) frente a las “externas” o “exógenas” (resto porcentaje), lo cual también resulta lógico si se piensa que la preocupación fundamental en esta fase del análisis es recoger todos los

contenidos que van a componer el sistema. Evidentemente, cuanto mas profundo sea el nivel de análisis (en definitiva cuantos mas recursos sean empleados en el mismo), tanto mayor será el número de este tipo de variables exógenas, ya que mas eventualidades posibles habrán sido previstas, y por ende mayor será la calidad del sistema resultante, y tanto menores serán los “retrofits”⁵ a efectuar en fases posteriores.

⁵ Correcciones, modificaciones, adaptaciones, etc. sobre el diseño original.

4.2.2.- ELEMENTOS DE INFORMACIÓN DE FASE: 2 (INTERMEDIA).-

Según la tipificación efectuada en el capítulo anterior, a esta fase del proceso puede ser denominada como INTERMEDIA por la naturaleza de los e.i. que se utilizan. Los e.i. manejados son principalmente de carácter cualitativo.

= > En cuanto a la *información* manejada como ENTRADA, está constituida por los Requerimientos del Sistema, que se encuentran recogidos en los siguientes documentos:

1º.- Technical Requeriments System (TRS's), recogidos en: Sistemas de Conmutación Digital A1000-S12. Release 7. Ed.: Marzo de 1996- (IRPC).

2º.- Requeriments and Management Technical (RMT's) recogidos en los documentos:

- Requisitos del release = > TE-7.2 (Enero de 1996).

- Requisitos del release = > TE-7.3 (Agosto de 1996).

3º.- General Requeriments System (GRS's), recogidos en: Sistemas de Conmutación Digital A1000-S12. Edición Enero de 1992 - (IRPC).

Haciendo uso de la documentación señalada anteriormente se ha confeccionado y rellenado el cuadro TIPIFM21 recogido en las páginas siguientes. En la primera columna se indican los Requerimientos (TRS's y RMT's) ordenados siguiendo la misma nomenclatura y numeración de la fase anterior, y en las siguientes columnas, la tipificación que se ha efectuado como consecuencia del estudio de cada uno de ellos.

MODELO: FASE 2 (INTERMEDIO)

Elementos de Información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Análisis de Requerimientos: Technical Requirements System (TRS's) & Requirements Manag. Technical (RMT's)	Naturaleza		Amplitud		Nivel	Escala	Posic.	Proc.
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colectivas				
	Absolut.	Relativos	Absolut.	Relativos	Absolutación	Medidas	Interf.	Estad.
1.1.- Funcionalidad Sistema (RMT's TE-7.1)								
1.1.1.- Señalizaciones.		X		X				X
1.1.2.- Serv. Suplementarios.	X				X	X	X	X
1.1.3.- Tarifación.			X		X	X	X	X
1.1.4.- Medidas / Estadísticas.			X		X	X	X	X
1.1.5.- Gestión dinámica de Red.	X				X	X	X	X
1.1.6.- Comandos y Administración.	X			X	X	X	X	X
1.1.7.- Conexiones EDCP/X25.	X		X		X	X	X	X
1.1.8.- Red. Enrutamiento.	X				X	X	X	X
1.1.9.- Servicios Generales.	X			X	X	X	X	X
1.1.10.- WAC / BCG.	X			X	X	X	X	X
1.1.11.- Aplicaciones PC.		X	X		X	X	X	X
1.1.12.- Pruebas (TTM, LT, etc.)		X	X	X	X	X	X	X
1.1.13.- Miscellaneous.	X		X		X	X	X	X
1.2.- Funcionalidad del Sistema (TRS's TE-7.1)								
1.2.1.- Especificaciones. Requisitos Técnicos GDR.	X				X	X	X	X
1.2.2.- Especif. RT de elaboración Fich. Estadísticos		X			X	X	X	X
1.2.3.- Especif. Req. Técnicos. Calidad de Servicio.		X			X	X	X	X
1.2.4.- Espec. Req. Téc. Conexión Centros Explotación.	X		X		X	X	X	X
1.2.5.- Especif. Generales de Telef. (PUSI).		X	X		X	X	X	X
1.2.6.- Especific General de Telef.	X	X	X		X	X	X	X
1.2.7.- Tratamiento llamadas maliciosas.	X			X	X	X	X	X
1.2.8.- Especif. nuevas señalizaciones CC/MFE.	X	X	X		X	X	X	X
1.2.9.- Enlaces con señalización asociada a canal dig.	X		X		X	X	X	X
1.2.10.- Call Pick UP.	X		X		X	X	X	X
1.2.11.- Especif. interfunc. PUT/MFE.		X	X		X	X	X	X
1.2.12.- Generic Keypad for the support of SS.TE.7.1.		X	X		X	X	X	X
1.2.13.- Intrusion.	X			X	X	X	X	X
1.2.14.- Línea directa sin marcación.	X		X		X	X	X	X
1.2.15.- Aviso local regular automática.	X		X		X	X	X	X
1.2.16.- Marcación abreviada.	X		X		X	X	X	X
1.2.17.- Restricción de tráfico originado.	X			X	X	X	X	X
1.2.18.- Interfuncionamiento de usuarios RDSI.	X			X	X	X	X	X
1.2.19.- Private Numbering Plan.		X		X	X	X	X	X

MODELO: FASE 2 (INTERMEDIO)

Elementos de Información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Análisis de Requerimientos: Technical Requirements System (TRS's) & Requirements Manag. Technical (RMT's)	Naturaleza		Amplitud		Nivel	Escala	Posic.	Proc.
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colectivas				
	Absolut.	Relativos	Absolut.	Relativos	Absolutación	Medidas	Interf.	Estad.
1.2.20.- Priority to attendant.	X			X		X	X	X
1.2.21.- TRS Line Hunting.		X	X	X		X	X	X
1.2.22.- Queue Service.		X			X	X	X	X
1.2.23.- TRS Call Transfer.	X				X	X	X	X
1.2.24.- Corriente llamada personalizada.	X		X		X	X	X	X
1.2.25.- Serv. suplementarios. Contest. punto a punto.	X				X	X	X	X
1.2.26.- TRS Administration.		X			X	X	X	X
1.2.27.- Application Document for WAC.	X			X	X	X	X	X
1.2.28.- TRS Attendant.		X			X	X	X	X
1.2.29.- TRS-ISP-WAC-TAP.	X		X		X	X	X	X
1.2.30.- Camp on busy.	X		X		X	X	X	X
1.2.31.- TRS General Incoming Call Forwarding on Replay.	X				X	X	X	X
1.2.32.- TRS night Service.		X	X	X		X	X	X
1.2.33.- TRS Serial Call.	X		X		X	X	X	X
1.2.34.- TRS Attendant Recall Replay.		X			X	X	X	X
1.2.35.- Interacciones de Serv. analógicos.	X			X	X	X	X	X
1.2.36.- WAC SS Interactions TE-7.1.	X			X	X	X	X	X
1.2.37.- Especif. Wide Area Centrex.		X			X	X	X	X
1.2.38.- Serv. Suplementarios RDSI.	X				X	X	X	X
1.2.39.- Abbreviations Address ISDN-SS.	X		X		X	X	X	X
1.2.40.- Fixed Destination Call ISDN.	X			X	X	X	X	X
1.2.41.- Alarm Call ISDN-SS.	X		X		X	X	X	X
1.2.42.- Outgoing Call Barring ISDN-SS.	X		X		X	X	X	X
1.2.43.- TRS. Interfuncionamiento PUT/PUSI.		X			X	X	X	X
1.2.44.- TRS. Interface PUSI/MFE.		X			X	X	X	X
1.2.45.- TRS ITF/WAC/ATT Signaling.		X	X		X	X	X	X
1.3.- Funcionalidad Sistema (TRS's TE-7.2)								
1.3.1.- Nuevos Objetos comandos estadísticos.		X		X		X	X	X
1.3.2.- Listado Usuarios CTX/Facilidades SS.		X			X	X	X	X
1.3.3.- Display Configuration "Grupo Abonados".		X			X	X	X	X
1.3.4.- Despertador Centralizado.	X		X		X	X	X	X
1.3.5.- SS de lectura. Cont. tarificación.		X			X	X	X	X
1.3.6.- Intertex V9.	X		X		X	X	X	X
1.3.7.- Nuevos Objetos. Ficheros GDR.		X		X	X	X	X	X

MODELO: FASE 2 (INTERMEDIO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Análisis de Requerimientos: Technical Requirements System (TRS's) & Requirements Manag. Technical (RMT's)	Naturaleza		Amplitud		Nivel	Escala	Posic.	Proc.
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colectivas				
	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	de	de	de	de
1.3.8.- Display Data and Control configuration.		X						X
1.3.9.- Interferencia PCR/CCT.			X					X
1.3.10.- Tarifación Detallada. Usuarios.			X					X
1.3.11.- Señalización Registro 2:6.	X							X
1.3.12.- Ampliación Plan de Numeración.	X							X
1.3.13.- Subscriber Services at trunk level.		X						X
1.3.14.- Introducción NSC.	X							X
1.3.15.- Tarifación Detallada Abonados.			X					X
1.3.16.- Alarma Micros Sobrecarga.			X					X
1.3.17.- Servicio Centralizado de aviso.	X							X
1.3.18.- Tratamiento de razones de impedido.	X							X
1.3.19.- Tonos y locuciones.		X						X
1.3.20.- Interfuncionamiento V1/RDSI.	X							X
1.3.21.- Identificación de núms. llamado y llamante.	X							X
1.4.- Funcionalidad Sistema (TRS's TE-7.3).								
1.4.1.- Called Numbering Translation.	X							X
1.4.2.- Traducción SE local.	X							X
1.4.3.- Nuevas facilidades en PDLA.		X	X					X
1.4.4.- Nuevo ORJ para display Reloj.	X		X					X
1.4.5.- Serv. Suplem. consulta y transferencia.	X				X			X
1.4.6.- Serv. Suplem. llamada en espera.	X				X			X
1.4.7.- Interfaz V.5.1/V5.2.		X						X
1.4.8.- Señalización CAS.	X		X					X
1.4.9.- Señalización CLAS.	X		X					X
1.4.10.- Lectura de contador llamadas.			X	X				X
1.4.11.- Introducción de la MCUC.	X			X				X
1.4.12.- Ampliación a 60.000 enlaces.	X			X				X
1.4.13.- Inclusión hasta 1024 TKG's.	X			X				X
1.4.14.- Interfaz acceso básico.	X	X						X
1.4.15.- ARCU.	X				X			X
1.4.16.- Aumento número de ficheros DIT.	X				X			X
2.1.- Servicios Suplementarios para Ab. Analógicos.								
2.1.1.- Homemeter.		X		X				X
2.1.2.- Coinbox.		X		X				X

MODELO: FASE 2 (INTERMEDIO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Análisis de Requerimientos: Technical Requirements System (TRS's) & Requirements Manag. Technical (RMT's)	Naturaleza		Amplitud		Nivel	Escala	Posic.	Proc.
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colectivas				
	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	de	de	de	de
2.1.3.- Distinctive Ringing.	X		X					X
2.1.4.- Do no disturb.	X		X					X
2.1.5.- Abbreviated Addres.	X		X					X
2.1.6.- Call Waiting.	X			X				X
2.1.7.- Three party services.	X			X				X
2.1.8.- Fixed destination call immediated.	X			X				X
2.1.9.- Fixed destination call delayed.	X			X				X
2.1.10.- Alarm call immediate.	X			X				X
2.1.11.- Alarm call permanent.	X			X				X
2.1.12.- Call forwarding variable.	X			X				X
2.1.13.- Call forwarding busy.		X		X				X
2.1.14.- Call forwarding no replay.		X		X				X
2.1.15.- Total Outgoing call barring.			X					X
2.1.16.- Absenty numbering.	X			X				X
2.1.17.- Number Changing.	X			X				X
2.1.18.- Intercommunication Local.		X		X				X
2.1.19.- Installer Ringing back.		X		X				X
2.1.20.- Terminating call not answer.	X			X				X
2.1.21.- Oral Charging Information.	X			X				X
2.1.22.- Interceptions.		X		X				X
2.2.- Servicios Suplementarios (ISDN-RDSI) Independ.				X				X
2.2.1.- Calling line identifications.	X			X				X
2.2.2.- Calling line restrict.	X			X				X
2.2.3.- Correct line identification.	X			X				X
2.2.4.- Correct line restrict.	X			X				X
2.2.5.- Subaddressing.		X		X				X
2.2.6.- Direct Dialing In.	X		X					X
2.2.7.- Multiple Subscriber Numbering.		X		X				X
2.2.8.- Terminal Portability.	X			X				X
2.2.9.- Terminating Call not answer.	X			X				X
2.2.10.- Credit Limit.		X		X				X
2.2.11.- Installer Ring back new.	X			X				X
2.3.- Servicios Suplementarios RDSI (V1-ISDN).								
2.3.1.- Advice of charge.	X		X					X

MODELO: FASE 2 (INTERMEDIO)

Elementos de información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Análisis de Requerimientos: Technical Requireriments System (TRS's) & Requireriments Manag. Technical (RMT's)	Naturaleza		Amplitud				Nivel		Escala			Posic.		Proc.	
	Calitativa	Cuantitativa	Individuales		Colectivos		de		de			Investigación			
	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	Medios	Intern.	Extern.	Intern.	Extern.	Intern.	Extern.
2.3.2.- Call Waiting.	X				X			X		X		X		X	
2.3.3.- Closed User Group.		X					X		X		X		X		X
2.3.4.- Call forwarding variable.	X		X					X		X		X		X	
2.3.5.- Malicious Call Identification.	X			X				X		X		X		X	
2.3.6.- User to user signalling.		X			X			X		X		X		X	
2.3.7.- Fixed destination call.		X				X		X		X		X		X	
2.3.8.- Outgoing call barring.	X			X				X		X		X		X	
2.3.9.- Alarm call casual.	X			X				X		X		X		X	
2.3.10.- Alarm call permanent.	X			X				X		X		X		X	
2.4.- Servicios Suplementarios RDSI (V2-ISDN).															
2.4.1.- Advice of charge.		X		X				X		X		X		X	
2.4.2.- Call Waiting.	X			X				X		X		X		X	
2.4.3.- Call Hold.	X			X				X		X		X		X	
2.4.4.- Closed User Group.		X						X		X		X		X	
2.4.5.- Call forwarding busy.	X			X				X		X		X		X	
2.4.6.- Three party services.		X				X		X		X		X		X	
2.4.7.- User to user.		X				X		X		X		X		X	
2.4.8.- Abbreviated Address.	X			X				X		X		X		X	
2.4.9.- Fixed destination call.		X		X				X		X		X		X	
2.4.10.- Outgoing call barring.	X			X				X		X		X		X	
2.5.- Servicios Suplement para PABX. (Dig/Anal/Agrup)															
2.5.1.- Direct dialing	X						X		X		X		X		X
2.5.2.- Calling line identification.	X						X		X		X		X		X
2.5.3.- Correct line present.	X						X		X		X		X		X
2.5.4.- Subaddressing.		X					X		X		X		X		X
2.5.5.- Closed user group.		X					X		X		X		X		X
2.5.6.- Intercepting calls.	X			X				X		X		X		X	
2.5.7.- Limit of credit.		X		X				X		X		X		X	
2.5.8.- Teletarifcation.	X			X				X		X		X		X	
2.5.9.- Alarm Call.	X			X				X		X		X		X	
2.5.10.- Oral charg. distant inform.	X			X				X		X		X		X	
2.5.11.- Outgoing call barring.	X			X				X		X		X		X	
2.5.12.- Abbreviated address.	X			X				X		X		X		X	
2.5.13.- Absentee.	X			X				X		X		X		X	

MODELO: FASE 2 (INTERMEDIO)

Elementos de información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Análisis de Requerimientos: Technical Requireriments System (TRS's) & Requireriments Manag. Technical (RMT's)	Naturaleza		Amplitud				Nivel		Escala			Posic.		Proc.											
	Calitativa	Cuantitativa	Individuales		Colectivos		de		de			Investigación													
	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	Absolut.	Relativas	Medios	Intern.	Extern.	Intern.	Extern.	Intern.	Extern.										
2.5.14.- Without Charging as calling.		X			X			X		X		X		X											
2.5.15.- Hometer.		X			X			X		X		X		X											
2.5.16.- Call forwarding unconditional.	X				X			X		X		X		X											
2.5.17.- Call forwarding busy.	X				X			X		X		X		X											
2.5.18.- Changed Number.		X			X			X		X		X		X											
2.5.19.- Dónt disturb local.	X			X				X		X		X		X											
2.5.20.- Teletax.		X		X				X		X		X		X											
2.6.- Servicios Suplementarios de Usuarios BCG.																									
2.6.1.- Prioridad de acceso operadora.	X				X			X		X		X		X											
2.6.2.- Captura de llamadas.	X				X			X		X		X		X											
2.6.3.- Intervención en lladas establecidas.	X				X			X		X		X		X											
2.6.4.- Transferecia de llamadas.	X				X			X		X		X		X											
2.6.5.- Grupo de líneas con servicio de salto.		X			X			X		X		X		X											
2.6.6.- Desvío diferido general.	X				X			X		X		X		X											
2.6.7.- Encolamiento de llamadas.	X				X			X		X		X		X											
2.7.- Servicios Suplementarios de Operador.																									
2.7.1.- Servicios horarios (nocturnos)	X				X			X		X		X		X											
2.7.2.- Llamadas en serie.		X			X			X		X		X		X											
2.7.3.- Re llamada por no contestación.	X				X			X		X		X		X											
2.7.4.- Conexión de espera.	X			X				X		X		X		X											
2.7.5.- Inform tarif. de lladas asistidas.		X			X			X		X		X		X											
TOTALES (TRS's + RMT's) = 180.	109	48	23	29	38	18	15	19	12	17	19	13	59	75	41	5	76	58	33	13	57	97	22	4	
			71		85			46		49				180			180					154		26	
		180			131			180		49													180		
Porcentaje (%)	60,3	20,7	17,8	16,1	21,1	10	8,4	10,1	6,7	10,6	7,7	8,1	11,7	22,2	7,6	42,2	102,2	10,1	7,7	11,1	51,9	12,2	2,2		
Porcentaje (%)		100	39,5		47,2			26,5		27,3				100			100					85,6		14,4	
Porcentaje (%)														100			100					100			

El “*método*” seguido para la tipificación de los e.i., –como se hizo en la fase anterior–, se han utilizado *criterios generalistas*, que lo expliquen no desde el punto de vista estrictamente telefónico-informático sino para que pueda ser aplicado a cualquier otro contexto⁶.

Los resultados obtenidos de la tipificación de los TRS's y RMT's se pueden resumir en:

⇒ 1º.- Por lo que se refiere a la cuantía de los e.i. utilizados como datos de ENTRADA entendemos que pueden calificarse de “pocos” (son en total 180, lo que representa un 0'7% del total de datos utilizados en todo el proceso de análisis), pero *son datos de alta cualificación y contenido de información*.

⇒ 2º.- Según su “naturaleza” los e.i. utilizados es aprox. un 60% de “*variables cualitativas*” frente a un 40% de “*variables cuantitativas*”, predominando dentro de estas las de carácter “*discreto*” (aprox. un 27% del 40% anterior) lo cual nos indica que estamos aún en una fase de análisis de contenidos sin llegar todavía a explicitar con detalle los mismos.

⇒ 3º.- Por lo que respecta a la “*amplitud*”, se observa que predominan las variables “*individuales*” y en especial las de carácter “*absoluto*”. En la fase de análisis precedente, se utilizó mas predominantemente las variables “*colectivas*” ya que los

⁶ A título de ejemplo se indican a continuación cuales han sido los criterios seguidos para tipificar el e.i. recogido como: “1.1.5.- *Gestión dinámica de Red*” del cuadro anterior: En primer lugar, comenzaremos señalando que esta facilidad del Sistema consiste en adecuar las vías de conmutación dentro del mismo, para que se produzca la comunicación mas fluida entre los distintos puntos de interconexión de la red. Pues bien, los criterios generalistas seguidos para calificarla han sido: a).- En cuanto a su “*naturaleza*” es “*cualitativa*” por cuanto se eligen los caminos o vías de conmutación atendiendo a la naturaleza del tráfico, es decir, a las características del tipo de llamadas que se producen en el nodo de conmutación. b).- Por la “*amplitud*”, es considerada “*colectiva estructural*” por cuanto se produce sobre un grupo o conjunto de elementos y se refiere a las características de un subconjunto de los mismos. c).- Por el “*nivel de abstracción*”, es “*intermedia*” por cuanto representa aspectos parciales de los elementos, es decir, no considera el contenido de la información, sino solamente su tipo. d).- Por el “*carácter de las escalas de medición*”, se ha considerado “*de intervalo*” por cuanto se lleva a cabo la elección de la vía para la comunicación atendiendo a un orden entre las distintas vías que pueden presentarse y a las distintas ocupaciones y tipo de tráfico en ese momento. e).- En cuanto a la “*posición en el proceso de investigación*”, se considera “*interna*” por cuanto forma parte esencial de la función que tiene encomendado el Sistema (cursar tráfico de voz y datos), y es además “*dependiente*” por cuanto se explica en función de la naturaleza y las características del tráfico existente en el elemento de conmutación en un momento dado.

contenidos que recogían eran de carácter global, que generalmente afectaban a colectivos o grupos de elementos. Aquí sin embargo, se realiza un análisis mas detallado de dichos elementos lo que hace que se focalice la atención principalmente sobre las características propias de cada uno de ellos a fin de ir concretando su función en el sistema.

⇒ 4º.- En cuanto al "*nivel de abstracción*" se observa que predominan los e.i. de tipo "*intermedio*" (con aprox. un 42% del total), lo cual además de caracterizar a esta fase determinan su función, ya que las "variables intermedias", expresan dimensiones y aspectos de los e.i. mas concretos.

⇒ 5º.- Por lo que se refiere a la "*escala de medición*", vemos que predominan las variables de carácter "*nominal*". Ello se debe a que, en esta fase de estudio se atiende más a definir y diferenciar los elementos generales del sistema, –a fin de que queden todos incluidos–, que a su ordenación por clases o categorías que se llevará a cabo en fases de análisis posteriores.

⇒ 6º.- Finalmente, si atendemos a la "*posición en el proceso de investigación*", encontramos que las variables "*internas*" o "*endógenas*" predominan claramente sobre las "*externas*" o "*exógenas*". Ello parece lógico si se piensa, que lo que importa en esta fase es la inclusión de contenidos, es decir, que entren todos los elementos que puedan tener un papel relevante en el funcionamiento del sistema. Por tanto las "variables exógenas" que aparecen (son un 15% aprox. del total) son simplemente continuación de las encontradas en la fase anterior.

4.2.3.- ELEMENTOS DE INFORMACIÓN DE LA FASE: 3 (EMPÍRICA).-

Atendiendo a la tipificación de fases efectuada en el capítulo anterior, ésta ha sido calificada como **EMPÍRICA** en base a las siguientes características que presenta:

- Recoge los e.i. de “diseño detallado”, que atendiendo a su concreción de contenido entra ya específicamente en todas las cuestiones que atañen al sistema. Por tanto se manejan en ella elementos perfectamente medibles, valorables y observables, es decir, que pueden ser tratados *empíricamente*.

- Es la fase del proceso en la que se realiza la *especificación* de los elementos del sistema, y por tanto, debe de llevarse a cabo la definición concreta y completa de todos ellos.

- Además, en esta fase, *deben aflorar “todas”* las variables intervinientes, (tanto “internas” o “endógenas” como las “externas” o “exógenas”). De la profundidad del análisis efectuado dependerá la calidad del sistema desarrollado.

= > En cuanto a las *informaciones* utilizadas como ENTRADA para esta fase, se encuentran recogidos en los siguientes documentos:

- Funtional Units Request (FUR´s), y
- Features Database System (FDS´s),

Los cuales contienen a su vez los siguientes documentos (son informaciones de carácter complejo y de distinta naturaleza y contenido que han de ser tratados para su estudio de forma separada):

- > *Módulos (Descripción)*. Son los programas o unidades funcionales del sistema, es decir, son los elementos lógicos que llevan a cabo las funciones que debe cumplir el sistema. Con carácter general, pueden definirse como los elementos (materiales o inmateriales) que realizan las tareas o funciones para las cuales fue creado el sistema.

- > *Relaciones de Datos (Genéricas)*. Son los e.i. que contienen las características (variables y datos) que definen el sistema, proporcionando a los anteriores (módulos) la información necesaria para su funcionamiento.

-> *Escenarios (Interfaces gráficas entre módulos)*. Proporcionan una información gráfica, muy sencilla de manejar pero con gran densidad de información, acerca de las interrelaciones que existen entre los distintos módulos (unidades funcionales del sistema) en los distintos procesos de funcionamiento del mismo.

-> *Test del Sistema (Pruebas globales)*. Contienen los distintos chequeos y pruebas a que hay que someterle para verificar su correcto funcionamiento, antes y durante su puesta en servicio. Estos documentos, que aquí son considerados con carácter general (se indican solamente las funciones y facilidades del sistema que hay que probar), serán desarrollados en fases posteriores, expandiendo cada uno de ellos en los “casos de prueba” que sean necesarios, para asegurar que todas las formas de funcionamiento que puedan producirse en el sistema han sido probadas.

-> *Otros Documentos (Varios)*. Se engloban aquí el resto de documentos de distinta naturaleza que también se producen en esta fase de análisis, y que por simplicidad se han englobado en un solo grupo, aunque asumiendo la heterogeneidad existente entre ellos.

Una vez extraída la información de los documentos generados en la fase anterior se han obtenido los siguientes e.i. para su análisis en esta fase del proceso:

- Módulos (Descripción): **1172 módulos**. Extraídos a partir del documento System Builder donde se recogen los elementos funcionales del sistema.

- Relaciones de Datos (Genéricas): **220 Rel. Genéricas**. Extraídas de las Notas de Cambio o “Especificaciones de Diseño” y que son manejadas para funciones genéricas del sistema.

- Escenarios (Interfaces gráficas entre unidades funcionales): **196**. Son enumerados en los distintos TRS´s y RMT´s de la fase anterior y manejadas en las “especificaciones de diseño” para concretar las interrelaciones entre los módulos del sistema.

- Test del Sistema (Globales): **152**. Son enumerados en los TRS´s y RMT´s con carácter genérico.

- Otros documentos (varios): **257**. Son extraídos de distinta documentación del sistema.

A la vista del número de los e.i. a estudiar en esta fase del proceso (son en total en torno a 2000), y dada además la heterogeneidad de los mismos, no es posible como se ha hecho en otras fases realizar un estudio tan detenido y detallado de cada uno de ellos. Es por esto, por lo que se ha optado por tomar una *muestra suficientemente significativa* a través de la cual poder obtener las conclusiones pertinentes.

Teniendo en cuenta esto, y siguiendo las indicaciones del Prof. Azorín Poch⁷, entendemos que para el caso que nos ocupa debe ser elegido un “*muestreo estratificado para poblaciones finitas*”, ya que este tipo de muestreo -en palabras del prof. Azorín- “debe ser elegido para aquellos casos en que se quieran mejorar las estimaciones obtenidas mediante el previo agrupamiento de los elementos (de carácter heterogéneo) mas parecidos entre sí, dividiendo la población total en subpoblaciones o estratos, dentro de cada uno de los cuales se haga una selección aleatoria simple”.

En cuanto al tamaño de la muestra para los diferentes estratos, es decir, la “*afijación*” de la misma, se puede hacer de varias formas: repartir por igual la muestra entre todos los estratos (afijación uniforme), distribuir la muestra proporcionalmente al número de elementos de cada estrato (afijación proporcional) o bien hacer el reparto proporcional al número de elementos y a la desviación estándar de cada estrato (afijación óptima). A pesar de que este último procedimiento parece en principio el mas adecuado, requiere de informaciones estadísticas previas de la población a estudiar, extremo este que no poseemos en nuestro caso, y por tanto, -y de acuerdo con el prof. Azorín-, se ha decidido adoptar el sistema de afijación proporcional.

El cálculo del tamaño de la muestra, se hará por tanto siguiendo la siguiente expresión⁸:

$$n = \frac{\sum_{h=1}^n \frac{W_h^2}{w_h} \cdot s^2_h}{\left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{\sum w_h \cdot s^2_h}{N} \right)} \quad (1)$$

⁷ Ver: Curso de Muestreo y Aplicaciones. Francisco Azorín Poch. Ed. Aguilar. Madrid, 1972, en las págs: 14 y siguientes.

- Ver además: Muestreo de poblaciones finitas aplicado al diseño de modelos. J.L. Sánchez Crespo. Ed. INLE. Madrid, 1976 en las págs.: 8 y siguientes.

⁸ Opus citado Prof. Azorín , en págs: 126 y siguientes.

donde necesitamos conocer:

- 1.- Los tamaños de los distintos estratos: N_1, N_2, \dots, N_n . Siendo N la suma de todos ellos.
A partir de ellos se puede obtener: $W_h = N_h / N$ de cada uno de ellos.
- 2.- La precisión prefijada para la muestra y representada por el error máximo admisible "e".
- 3.- El grado de seguridad o confianza representado por el coeficiente "k".
- 4.- La variabilidad de cada estrato, representada por la cuasivarianza estratal s_h^2 , y
- 5.- El peso: $w_h = n_h / n$, correspondiente a cada uno de los estratos de la muestra.

En nuestro caso, y dado que la población a estudiar es de carácter finito (tamaño inferior a 100.000 elementos), se utilizará una expresión alternativa pero obtenida a partir de la anterior⁹, como la siguiente:

$$n = \left(\sum W_h^2 \frac{N_h}{N_h - 1} \cdot \frac{P_h \cdot Q_h}{w_h} \right) / \left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{1}{N^2} \sum \frac{N_h^2}{N_h - 1} P_h \cdot Q_h \right) \quad (2)$$

o bien, admitiendo la aproximación de que: $N_h / (N_h - 1)$ es aprox. igual a 1, se obtiene:

$$n = \left(\sum W_h^2 \frac{P_h Q_h}{w_h} \right) / \left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{\sum W_h P_h Q_h}{N} \right) \quad \text{para } h = \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (3)$$

Expresión en la que:

- 1.- $W_h = N_h / N$: Tamaño proporcional de los estratos.
- 2.- P_h y Q_h : Varianzas asignadas a cada estrato en función de las características propias del mismo. Debe cumplirse que la suma de ambos en porcentaje ha de ser igual a 100.
- 3.- $w_h = n_h / n$: El peso correspondiente a cada estrato de la muestra.
- 4.- e^2 : Precisión prefijada, y que representa el error máximo admisible. En nuestro caso consideraremos: $e^2 = 0'01$.

⁹ Fuente: Tables of Statisticians. Arkin y Colintin. Recogido por el Prof. Sánchez Crespo en el opus citado anteriormente.

5.- k : Grado de seguridad o confianza de la muestra. En nuestro caso consideraremos un margen de confianza de: 2 o , es decir: $k = 2$, lo cual asegura un intervalo de confianza del 95'5%¹⁰.

6.- N : Tamaño de la población. Será igual a la suma de las poblaciones de cada uno de los estratos.

Haciendo aplicación de la expresión (3) anterior a nuestro caso concreto se tiene:

$$\begin{aligned} 1^{\circ}.- \quad w_1 &= 1172 / 1997 = 0'59 ; & w_2 &= 220 / 1997 = 0'11 ; \\ w_3 &= 196 / 1997 = 0'10 ; & w_4 &= 152 / 1997 = 0'08 ; \\ w_5 &= 257 / 1997 = 0'12 ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^{\circ}.- \quad P_1 &= 0'40 ; P_2 = 0'40 ; P_3 = 0'30 ; P_4 = 0'60 ; P_5 = 0'50 ; \\ Q_1 &= 0'60 ; Q_2 = 0'60 ; Q_3 = 0'70 ; Q_4 = 0'40 ; Q_5 = 0'50 ; \end{aligned}$$

Nota: Varianzas estimadas en función de la naturaleza y variabilidad atribuida a los elementos de información de cada estrato.

3°.- El peso correspondiente a cada estrato de la muestra w_h será igual al tamaño unitario de los estratos W_h , puesto que se ha elegido el método de afijación proporcional.

Por tanto:

$$w_1 = 0'59 ; w_2 = 0'11 ; w_3 = 0'10 ; w_4 = 0'08 ; w_5 = 0'12 ;$$

4°.- Precisión de la muestra prefijada: $e^2 = 0'01$.

5°.- Grado de seguridad para el intervalo de confianza establecido: $k = 2$.

6°.- Tamaño de la población:

$$N = 1172 + 220 + 196 + 152 + 257 = 1997.$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} n &= \left(\sum W_h^2 \frac{P_h Q_h}{w_h} \right) / \left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{\sum W_h P_h Q_h}{N} \right) = \\ &= (0'59 \cdot 0'40 \cdot 0'60 + 0'11 \cdot 0'40 \cdot 0'60 + 0'10 \cdot 0'30 \cdot 0'70 + 0'08 \cdot 0'60 \cdot 0'40 + 0'12 \cdot 0'50 \cdot 0'50) / (0'01 \\ &+ (\text{suma anterior})/1997) = 90'94 \cong 91 \text{ elementos de muestra.} \end{aligned}$$

¹⁰ Idem nota anterior.

Que corresponden a unos tamaños de muestras de:

- 1.- Módulos (Descripción): $w_1 = 91 \cdot 0'59 = 54$ Módulos.
- 2.- Relaciones de Datos genéricas: $w_2 = 91 \cdot 0'11 = 10$ Relaciones.
- 3.- Escenarios (Interfaces módulos): $w_3 = 91 \cdot 0'10 = 9$ Escenarios.
- 4.- T. del Sistema (Globales): $w_4 = 91 \cdot 0'08 = 7$ T. de Sistema.
- 5.- Otros Documentos: $w_5 = 91 \cdot 0'12 = 11$ Documentos.

En base a los tamaños de muestra calculados, se realizará un cuadro de tipificación de e.i. similar al utilizado en las fases anteriores, pero en este caso, –y atendiendo a la distinta naturaleza de los mismos–, dividido en los “cinco” apartados o estratos anteriormente señalados. El cuadro que sigue: TIPIFM31, representa esta tipificación:

MODELO: FASE 3 (EMPIRICO)

Elementos de Información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información (FUR's y FDS's) Agrupados por Estratos: (Según su naturaleza)	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala de Medición	Posic. Proc. Investigación	
	Calidad	Cuantitativa	Individuales	Colect.			Intern.	Extern.
			Absolut.	Relat.				
1º. Módulos (Descripción)								
MLO-IN-SUP-DATA-HDLR.		X	X			X		X
MLO-IN-LDC.			X		X	X		X
MLO-IN-SERVICE-SAMPLIN.	X			X		X		X
MLO-HDLR-ISDN-INF-TEXT.	X			X	X	X	X	X
MLO-SPC-SCHEDULER.	X		X		X	X		X
MLO-ISS-V2-SIGN-ENTY.		X	X			X		X
MLO-HDLR-ORJ.	X				X	X		X
MLO-QUALITY-SUPPORT-ORJ.		X		X		X		X
MLO-LONG-TIME-MET.		X		X		X	X	X
MLO-PARM-TARIFF.	X				X	X	X	X
MLO-CREDIT-LIMIT.		X		X		X	X	X
MLO-SUPERV-ACTION.	X		X		X	X		X
MLO-ROUTE-DATA-HDLR.	X				X	X	X	X
MLO-ISCM-RSIG.	X		X			X	X	X
MLO-SIG-CS-CAS.	X		X			X	X	X
MLO-SUBS-DATA-TASK.		X		X		X	X	X
MLO-MEET-ME-CONFERENCE.		X		X		X	X	X
MLO-ONDEM-DATA-ORJ.	X			X		X	X	X
MLO-SUP-MNGR.	X		X		X	X		X
MLO-INT-POWER-SUPPLY.		X		X		X	X	X
*MLO-HDLR-ANAL-GROUP.		X		X		X	X	X
MLO-SUBS-MODULE-DH.	X				X	X	X	X
MLO-SUPERV-LST-HDLR.		X		X		X	X	X
MLO-TASK-CELL-ACCESS.	X		X		X	X	X	X
MLO-IRSU-OBC-DH.	X		X		X	X	X	X
MLO-ASIGN-CAS.	X			X		X	X	X
MLO-CHARG-SUPERVISION.		X	X		X	X	X	X
MLO-SUBS-CTRL.	X		X		X	X	X	X
MLO-LINE-PROF-DIAL-TASK.		X			X	X	X	X

MODELO: FASE 3 (EMPIRICO)

Elementos de Información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información (FUR's y FDS's) Agrupados por Estratos: (Según su naturaleza)	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala de Medición	Posic. Proc. Investigación	
	Calidad	Cuantitativa	Individuales	Colect.			Intern.	Extern.
			Absolut.	Relat.				
MLO-PUBLIC-COLECTOR.		X	X			X	X	X
MLO-HDLR-RTIBL-TABLES.	X				X	X	X	X
MLO-FILE-ADMINISTRATION.	X			X		X	X	X
MLO-DISK-DIRECTORY-ADM.		X	X			X	X	X
MLO-HDLE-RTE-COMPANY		X		X		X	X	X
MLO-MEASURES-RECOVERY.	X				X	X	X	X
MLO-CATEGORY-TREE-CC.	X			X		X	X	X
MLO-IN-OP-LOCAL-HDLR.		X	X			X	X	X
MLO-BCG-EXT-DATA-SUP-AP.		X	X	X		X	X	X
MLO-DET-BILL-LIST-HDLR.		X		X		X	X	X
MLO-CRC-SSM.	X			X		X	X	X
MLO-SIG-CS-FMM.		X		X		X	X	X
MLO-TAX-LAYAUTER.		X		X		X	X	X
MLO-DEST-DGT-PREP.	X				X	X	X	X
MLO-DATA-DRIVEN-FORMAT.	X		X			X	X	X
MLO-HDLR-SUBS-CATEGORIES.		X	X	X		X	X	X
MLO-BCM-COMMUNIC-FACILITIES.		X		X		X	X	X
MLO-HDLR-TRKGROUPS-DATA.	X				X	X	X	X
MLO-BCG-ROUTING-SUPERV.		X	X		X	X	X	X
MLO-SERVICE-LCD-DATA-INT.	X				X	X	X	X
MLO-PROT-CDE.	X				X	X	X	X
MLO-ARCU-SAM-INTER-COL.		X			X	X	X	X
MLO-ARCU-TEX.		X	X			X	X	X
MLO-RINGING-LINES-GROUP.	X		X	X		X	X	X
MLO-ALARM-CALL-SERVICES.	X				X	X	X	X

MODELO: FASE 3 (EMPIRICO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información (FUR's y FDS's) Agrupados por Estratos (Según su naturaleza)	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala de Medición	Posic. Proc. Investig.																	
	Cantidad	Cuantitativos	Individuales	Colect.																				
			Absolut.	Relat.			Intern.	Extern.																
TOTALES = 54 Módulos	26	18	6	12	6	4	6	2	2	14	5	3	16	23	12	3	22	16	12	4	18	30	6	2
	54		32		22		54		54		46		8		54									
Porcentaje (%)	26.0	18.0	6.0	12.0	6.0	4.0	6.0	2.0	2.0	14.0	5.0	3.0	16.0	23.0	12.0	3.0	22.0	16.0	12.0	4.0	18.0	30.0	6.0	2.0
Porcentaje (%)	51.8	48.2	40.7	18.6	40.7	100	100	85.2	14.8															
Porcentaje (%)	100		59.3		40.7		100		100		100		100		100									
					100																			

MODELO: FASE 3 (EMPIRICO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información (FUR's y FDS's) Agrupados por Estratos (Según su naturaleza)	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala de Medición	Posic. Proc. Investig.																									
	Cantidad	Cuantitativos	Individuales	Colect.																												
			Absolut.	Relat.			Intern.	Extern.																								
2° - Relaciones y Datos Genéricos.																																
R-SIROC-CAPP (CT71GR01)		X																														
R-GDR-RTE (CT71GR02)	X		X																													
R-N7-FILE (CT71ME02)		X	X																													
R-MISC-PTN. (CT71ME03)		X																														
R-DCD-OBJ (CT71ME04)	X																															
R-CD-CE-NM (CT71ME05)		X																														
R-EA-DN-TR. (CT71OR04)		X																														
R-PABX-CDE. (CT71OR09)	X																															
R-XLT-LEN-EN. (CT71TS02)			X	X																												
R-EZ-TH-TR. (CT72SE01)	X																															
TOTALES = 10 Relaciones de Datos Genéricas	4	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	2	1	4	3	2	1	3	5	1	1							
	10		6		4		3		10		10		8		2		10															
Porcentaje (%)	40	50	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	30	40	20	10	40	30	20	10	30	50	10	10							
Porcentaje (%)	40	60	40	30	30	100	100	80	20																							
Porcentaje (%)	100		70		30		100		100		100		100		100																	
					100																											

Para confirmar la *correspondencia* que existe entre los documentos empleados como e.i. de ENTRADA en una fase y los generados en ella como e.i. de SALIDA que serán utilizados en la fase siguiente, en el Anexo: 4.02 se recoge el cuadro TIPIFM32, donde se indica como en las "Especificaciones de Diseño" generadas como e.i. de SALIDA para la fase: 4 siguiente, son referenciados los FUR's y FDS's utilizados como e.i. de ENTRADA en la presente fase: 3. Se comprueba así, como la información utilizada/generada en las diferentes fases que componen la metodología propuesta en este trabajo, tiene una continuidad documental perfectamente seguible a través de los e.i. que documentan el proceso completo.

A continuación se pasan a estudiar los resultados obtenidos del análisis y tipificación de los e.i. correspondientes a esta fase recogidos en el cuadro TIPIFM31 anterior. El estudio se va a realizar en forma estratificada, es decir para cada uno de los distintos tipos e.i. indicados, dada la distinta naturaleza, formato, etc, que presentan.

⇒ Comenzaremos por el estudio de los *Módulos (Descripción)*:

- En cuanto a la "*naturaleza*" de estos e.i. vemos que se tienen en cuenta (con un porcentaje resultante equilibrado) tanto las "variables cualitativas" (que representan lo que hay que hacer para cumplir las funciones del sistema), como las "variables cuantitativas" (que representan cómo y a partir de qué informaciones hay que hacer dichas funciones).

- En lo que se refiere a la "*amplitud*" predominan las "variables individuales" frente a las "variables colectivas", por cuanto se fijan ya en esta fase del proceso, qué funciones "concretas" (individuales) debe realizar cada módulo.

- En cuanto al "*nivel de abstracción*" tienen aparición principalmente aún las "variables generales y las intermedias" ya que para estos e.i. (módulos), aún no se ha llegado al nivel de concreción en que estarán en la última fase de realización de funciones (codificación de los módulos) que será analizada mas adelante.

- Por la misma razón anterior, en la “*escala de medición*” siguen predominando las variables “nominales” y “ordinales” frente a las de mayor concreción.

- Por último, atendiendo a la “*posición en el proceso de investigación*” se mantienen las del análisis efectuado en las fases anteriores, la participación de las variables “externas” o “endógenas” –que como ya se ha indicado–, son las que determinan el índice de calidad del estudio efectuado en el sistema.

⇒ En las *Relaciones de Datos (Genéricas)*, vemos que lo mas relevante en cuanto a su “*naturaleza*” es que predominan las variables “cuantitativas” frente a las “cualitativas”, por cuanto estos e.i. proporcionan a los anteriores (módulos) los valores que deben manejar para llevar a cabo sus funciones.

En cuanto a su “*amplitud*” vemos que predominan también las “individuales” frente a las “colectivas”, y ello es debido a que en general las “relaciones” representan datos concretos del sistema y por tanto en la mayor parte de los casos se refieren a aspectos concretos del mismo.

Por último, en cuanto a la “*posición en el proceso de investigación*” vemos que predominan las variables “internas” o “endógenas” y en especial las “independientes” por las razones aducidas mas arriba.

⇒ En lo que se refiere a los *Escenarios*, se puede apreciar que, según su “*naturaleza*” predominan las variables “cualitativas” frente a las “cuantitativas” debido precisamente a que estos documentos ponen en interrelación las distintas funciones (cualidades) del sistema, y en cuanto al nivel de “*amplitud*” tienen mas peso las variables “colectivas” que las “individuales”, y en especial las “globales” por la razón antedicha. Por lo que se refiere al “*nivel de abstracción*” predominan la variables “generales”, por cuanto lo que importa en este caso es ver como se relacionan los elementos globales en el funcionamiento del sistema y no en qué forma concreta lo hacen. La misma razón puede argumentarse en lo referente a las “*escalas de medición*”.

⇒ Los documentos de *Pruebas Globales* hacen especial incidencia en las variables “cualitativas” frente a las “cuantitativas”, y ello es así por cuanto lo que importa ahora es señalar lo que hay que probar en el sistema y el cómo se hará y con qué medios o parámetros será determinado mas adelante cuando sean realizados los casos de pruebas para cada función concreta del sistema. Predominan también las variables “individuales” frente a las “colectivas” ya que lo que se está especificando son las funciones concretas del sistema a probar. Y por último en cuanto a la “*posición en el proceso de investigación*”, predominan las variables “internas” frente a las variables “externas” ya que de lo que se trata fundamentalmente es de probar que funcionan correctamente las funciones y facilidades concretas para las que el sistema ha sido creado.

⇒ Finalmente, en lo referente a *Otros Documentos*, y debido precisamente a su distinta naturaleza y estructura, no nos parece procedente comentar detenidamente los porcentajes de participación de cada tipo de variable, y únicamente destacar la importancia de su inclusión en esta fase de estudio por cuanto van a ser de gran ayuda como elementos de información para las fases posteriores que restan aún en el proceso.

4.2.4.- ELEMENTOS DE INFORMACIÓN DE LA FASE: 4 (CONCRETA).-

Según la tipificación de fases efectuada en el capítulo anterior, la correspondiente a esta etapa puede calificarse como CONCRETA en base a las siguientes características que presenta:

- En primer lugar el *alto grado de definición* de los elementos de información que utiliza, ya que son en definitiva los que van a contener los elementos (materiales y de información) del sistema.

- De otro lado, se concretan ya, las variables y datos *que van a constituir el sistema*.

- También hay que constatar que *afloran* ya de forma específica, tanto las variables “*endógenas*” como las “*exógenas*”. Las primeras como parte integrante del sistema, y las segundas en la medida que pueden influir en él, modificando, determinando o alterando su normal funcionamiento.

Las características que poseen los e.i. utilizados como entrada, denominadas “Especificaciones de Diseño” (nombre genérico dado a las “Notas de Cambio”), son las siguientes:

- Se trata de una información “*muy específica*”, pues no hay que olvidar que en estos documentos debe contenerse toda la información necesaria para poder acometer la realización concreta de los elementos materiales e inmateriales que componen el sistema.

- Además se trata de una información “*relacional*” por cuanto pone en contacto los elementos materiales (módulos o parte material del sistema) con los elementos de información utilizados en esta fase (variables y datos), estableciendo además el modo en como deben llevarse a cabo tales relaciones (de mera consulta, modificación, etc.). En cualquier caso, en esta fase debe quedar suficientemente especificado qué elementos materiales van a acceder a qué elementos de información, y en qué forma, y en qué momentos, y finalmente con qué motivos, es decir qué acción van a realizar sobre ellos.

- Finalmente, a partir de estos e.i. (CR's) se va a producir una información “*muy descriptiva*”, por cuanto la documentación a producir será suficientemente extensa y

precisa para que la siguiente fase del proceso no presente dudas en cuanto a la realización material de los elementos constituyentes del sistema.

=> En lo referente a la *información* manejada como ENTRADA ya hemos señalado que está constituida por las “Especificaciones de Diseño” o “Notas de Cambio” que se encuentran recogidas en los documentos siguientes:

1º.- Change Request Requeriments (CR's). Se encuentran almacenados en las bases de datos del Sistema de Conmutación Digital de Alcatel-1000 S12.

Con los siguientes contenidos (documentos):

- Requerimientos de Diseño del Sistema.
- Requerimientos de Diseño del Build TE-7.1.
- Requerimientos de Diseño del Build TE-7.2.
- Requerimientos de Diseño de otros Builds implantados.

2º.- Especificaciones asumidas por el Comité de Cambios SW para la implementación de los diseños realizados.

3º.- Documentos índice (por Build's) de las Especificaciones de Diseño.

Todos los documentos señalados fueron extraídos de la edición existente a fecha: Septiembre de 1996. (finalización de la fase de D.D. anterior).

Siguiendo los criterios de tipificación establecidos y haciendo uso de la documentación señalada anteriormente se ha confeccionado el cuadro recogido en las páginas siguientes, en el que en su primera columna se han colocado las distintas “Especificaciones de Diseño” ordenadas por Builds –sucesivas versiones del sistema–, para el que fueron creados (TE71, TE72, otros) y según el subsistema a que pertenecen. En las siguientes columnas, y siguiendo el criterio utilizado en las fases anteriores, se han tipificado desde el punto de vista generalista todos y cada uno de los elementos de información.

MODELO: FASE 4 (CONCRETO)

Elementos de información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Especificaciones de Diseño (Notas de Cambio) Agrupadas por Subsistemas	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala de Numeración	Pres. Pres. Investigación
	Colectivo	Cuantitativo	Indivisible	Colectivo			
			Absolut.	Relat.			
A1.- BUILD TE-7.1.							
A1.- Abonados gran capacidad (BCG)							
Extension profiles BCG delivery (CT71BC01)	X				X	X	X
A2.- Conexión a EDCP/X25.							
File transfer between S12 and EDCP (CT71ED01)		X			X		X
Interactive Man-machine Communications (CT71ED02)		X		X		X	X
A3.- Gestión Dinámica de Red.							
GDR módulo ADA. (CT71GR01)		X			X		X
ORJ's de GDR (CT71GR02)		X		X		X	X
A4.- Medidas Estadísticas.							
Medidas Estadísticas (General) (CT71ME01)		X		X		X	X
Ficheros de medidas estadísticas N.7. (CT71ME02)		X		X		X	X
Ficheros de medidas estadíst. (misceláneos) (CT71ME03)		X	X			X	X
Ficheros de contad. de disp/concentr. (CT71ME04)		X		X		X	X
Observe CPU-LOAD Carga CE's (CT71ME05)		X	X	X		X	X
Traductor de medidas de calidad de servicio (CT71ME06)		X		X		X	X
A5.- Organos Misceláneos.							
Pruebas ATME (CT71MS01)		X		X		X	X
Locuciones a través del bus de tonos. (CT71MS02)		X		X		X	X
Nuevas causas de impedimentos (CT71MS03)		X		X		X	X
Pruebas BER/BLER de enlaces CAS. (CT71MS04)		X	X			X	X
Installer ring back (CT71MS05)		X		X		X	X
Impactos introducción IN en red. (CT71MS06)		X			X	X	X
Ficheros locuciones para módulos DIAM (CT71MS07)		X		X		X	X
A6.- Comunicaciones H-M.							
Command Handling for restrictions (CT71OR02)		X		X		X	X
Lista de num. sociales (CT71OR03)		X		X		X	X

Especificaciones de Diseño (Notas de Cambio) Agrupadas por Subsistemas	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala de Numeración	Pres. Pres. Investigación
	Colectivo	Cuantitativo	Indivisible	Colectivo			
			Absolut.	Relat.			
ORJ's Misceláneos (CT71OR04)		X			X	X	X
Comandos planificados (CT71OR05)		X			X	X	X
Monólogos reducidos (CT71OR06)		X			X	X	X
Comandos enlaces DID's y Rutas. (CT71OR07)		X		X		X	X
Administración de abonados (CT71OR08)		X		X		X	X
Administración de Centralitas (CT71OR09)		X		X		X	X
Comandos de Pated. (CT71OR10)		X		X		X	X
Solución comandos RSU-EXT-ORJ. (CT71OR11)		X		X		X	X
A7.- Gestión Red - Enrutamientos.							
Implementación de PABX in dialing. (CT71RD01)		X		X		X	X
Aplicación del prefijo P+ (CT71RD02)		X		X		X	X
Enrutamiento múltiple para prefijos concretos (CT71RD03)		X	X			X	X
Asociación de líneas analógicas (CT71RD04)		X			X	X	X
ORJ's CDE para cambio de numeración (CT71RD05)		X		X		X	X
Implementación de Rutas TWIn. (CT71RD08)		X		X		X	X
A8.- Servicios Generales de Explotación.							
Impactos en señalización. Est. de lin. y enlaces (CT71SE01)		X			X	X	X
Exchange explotación AIDSEC. (CT71SE02)		X		X		X	X
Llamada dirigida (CT71SE03)		X		X		X	X
Registro de Señalización (CT71SE04)		X			X	X	X
Liberación forzada para línea abonado. (CT71SE05)		X	X			X	X
Traducciones LEN/EN/DN. (CT71SE06)		X			X	X	X
Contestador automático en red (CAR) (CT71SE07)		X		X		X	X
Retención e inform. llamadas a S.E. (CT71SE08)		X	X	X		X	X
Listado de facilidades a abon. públicos (CT71SE09)		X			X	X	X
A9.- Señalizaciones.							
Llamada básica en ISDN (CT71SG01)		X			X	X	X
Implementación del PUT. (CT71SG02)		X		X		X	X
ISDN User part (ISUP) (CT71SG03)		X		X		X	X
Interworking CAS/PUT/PUSI (CT71SG04)		X		X		X	X

MODELO: FASE 4 (CONCRETO)

Elementos de información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Especificaciones de Diseño (Notas de Cambio) Agrupadas por Subsistemas	Naturales		Amplias		Mód.	Escala	Prest. Pres.		
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colect.					
					Absolut.	Relat.	Abstracción	Medios	Intern.
Enlaces digitales CAS (CT71SG05)		X	X	X			X	X	X
Señalización de abon. analógico (CT71SG06)		X	X	X			X	X	X
Señalización SOCOTEL (CT71SG07)		X	X	X			X	X	X
Mezclas de abon. anal/abon. digit. en MOD. (CT71SG08)	X				X	X		X	X
Interfuncionamiento RDSI (CT71SG10)		X			X		X	X	X
Identificación abon. llante. (CT71SG11)		X	X	X			X	X	X
ISCM FW Delivery. (CT71SG13)		X	X	X			X	X	X
SOCOTEL MFE COD. 2/5 Y 2/6. (CT71SG14)		X			X		X	X	X
Delivery módulos señalizaciones (CT71SG15)	X				X	X	X	X	X
Delivery módulos SEC's y MT. (CT71SG16)	X				X	X	X	X	X
A10.- Servicios Suplementarios:									
Serv. Suplementario de ISDN (CT71SS01)		X			X		X		X
Serv. Suplementario de ISDN (cont.) (CT71SS02)		X			X		X		X
Serv. Suplementario de ISDN (cont.) (CT71SS03)		X			X		X		X
Serv. Suplementario de ISDN (cont) (CT71SS04)		X			X		X		X
Intercambiador local (CT71SS05)	X			X			X		X
Llamada maliciosa (CT71SS06)	X		X	X			X		X
Llamada en espera. Abon. analógicos (CT71SS07)		X	X	X			X		X
Three party line (CT71SS08)		X			X		X		X
Ser. de despertador local (CT71SS09)		X	X	X			X		X
Serv. Suplement. Subs. Control (CT71SS10)		X			X	X	X		X
Desvíos (CT71SS11)	X				X	X	X		X
Corriente llamada personalizada. (CT71SS12)		X	X	X			X		X
Marcación abreviada (CT71SS13)		X	X	X			X		X
BCG Call- Pick-up Suply Service. (CT71SS14)		X	X	X			X		X
Tratamiento lim. analóg. asociadas. (CT71SS15)		X	X	X			X		X
Attendants Restriction Services. (CT71SS16)	X				X	X	X		X
ISDN user instructions (CT71SS17)	X				X	X	X		X
BCG Camp on busy (CT71SS18)		X	X	X			X		X
Ser. numeros cambiados (CT71SS19)		X	X	X			X		X
Abon. ausente. (CT71SS20)		X	X	X			X		X
Abon. moroso (CT71SS21)	X			X			X		X

Especificaciones de Diseño (Notas de Cambio) Agrupadas por Subsistemas	Naturales		Amplias		Mód.	Escala	Prest. Pres.		
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colect.					
					Absolut.	Relat.	Abstracción	Medios	Intern.
B).- BUILD TE-7.2.									
B1.- Abonados Gran Capacidad:									
ORJ's para BCG. (CT72BC01)	X		X				X	X	X
B2.- Conexión EDCP/ X25:									
Impacto conexión EDCP-NSC. (CT72ED01)		X			X		X		X
Transferencia ficheros a NSC. (CT72ED02)		X			X		X		X
NSC- Tarificación detallada. (CT72ED03)		X			X		X		X
NLDF-CMD-HNDL en var. ZQ. (CT72ED04)	X				X		X		X
B3.- Gestión Dinámica de Red:									
Nuevas entidades y objetos GDR. (CT72GR01)	X		X				X		X
B4.- Medidas Estadísticas:									
Nuevas medidas estadísticas Fichero N/ (CT72ME01)		X	X				X		X
Funcionalidad completa CRC (CT72ME02)		X		X			X		X
Redelivery modulo fichero N/ (CT72ME03)	X			X			X		X
Redelivery modulos dispersión (CT72ME04)	X			X			X		X
Alarma de MP en sobrecarga (CT72ME05)		X	X	X			X	X	X
Redelivery modulos ficheros estadísticos (CT72ME06)	X			X			X		X
Modulos estadísticos en var. ZQ. (CT72ME07)		X	X				X		X
Redelivery modulos ficheros miscelaneos (CT72ME08)	X			X			X		X
Redelivery mods. estadísticas previas. (CT72ME09)	X			X			X		X
B5.- Miscelaneos:									
Centros remotos (CT72MS01)		X	X				X		X
Redelivery lectura de código (CT72MS02)	X				X		X		X
Actualización fecha en start-up. (CT72MS03)		X	X				X		X
Introducción de mnemónicos bastidor. (CT72MS04)		X		X			X		X
Paquete de emergencia (CT72MS05)	X		X				X		X
Inhibir salida informes operador (CT72MS06)	X		X				X	X	X

MODELO: FASE 4 (CONCRETO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Especificaciones de Diseño (Notas de Cambio) Agrupadas por Subsistemas	Naturaleza		Amplitud		Nivel	Código	Punto, Pres.
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colect.			
					Absoluta	Relat.	Absctracción
B10.- Tarifificación:							
Formatos de tarificación detallada. (CT72TR01)	X				X		X
Supervisión ficheros de tarificación (CT72TR02)		X		X		X	X
Redelivery NDFM por CR. (CT72TR03)		X	X			X	X
Redelivery DISP.CHANGE-TARIFF (CT72TR04)		X	X			X	X
Nuevos formatos tarif. detallada. (CT72TR05)	X			X		X	X
División de revenues. (CT72TR06)		X		X		X	X
Redelivery lect. código (CT72TR07)	X			X		X	X
B11.- Trunk Testing / Line Testing:							
Impactos introducción PDLA (CT72TS01)		X	X			X	X
TTM: Introducción requisitos (CT72TS02)		X		X		X	X
Módulos build URU-2 (CT72TS03)	X			X		X	X
LT: Tratamiento PRA's y enlaces CAS. (CT72TS04)		X	X			X	X
Redelivery módulos PDLA (CT72TS05)	X				X	X	X
B12.- Cambios versión Plus:							
Nuevo plan PW Rel-Common. (CT72PME01)	X		X			X	X
Módulos impactados por V5.1. (CT72PMS01)		X		X		X	X
Impacto area comandos (CT72POR01)		X		X		X	X
Intercepción por líneas V5 (CT72POR02)		X		X		X	X
Implement protocol V-5.1 (CT72PSG01)		X			X	X	X
C).- OTROS BUILDS IMPACTADOS.							
Servicios suplementarios ISDN. (CR-0194)	X				X		X
Intercomunicador local (CR-0205)	X			X		X	X
Desvios a otros servicios locales (CR-0206)		X		X		X	X
Tratamiento líneas analógicas asociadas. (CR-0210)		X	X			X	X
AMA-FILE-FORMATER para enlaces dig. (CM720054)	X				X	X	X

Especificaciones de Diseño (Notas de Cambio) Agrupadas por Subsistemas	Naturaleza		Amplitud		Nivel	Código	Punto, Pres.																		
	Cualitativa	Cuantitativa	Individuales	Colect.																					
					Absoluta	Relat.	Absctracción	Relación	Interna	Externa															
Display change tariff tables (CM720056)		X			X	X	X																		
PDLA New functionalities (CM720058)	X				X	X	X																		
Alarmas en sobrecarga (CL20ME01)		X		X		X	X																		
Observación de serv. de abonado (CL20OR03)		X	X			X	X																		
Redelivery módulos de dispersión (CL20OR04)	X				X	X	X																		
Identificación num. llamado y especiales. (CL21RD01)	X		X			X	X																		
Identif. num. conectados y ausentes (CL21RD02)	X		X			X	X																		
Servicio de traducción para abon. especiales (CL21RD04)		X	X			X	X																		
Interfuncionam. accesos abs. IBERCOM. (CL21SG04)		X			X	X	X																		
Transferencias PUT/PUSI eb Mp SACE. (CL21SS06)		X			X	X	X																		
Modificaciones de servicios de aviso previo (CL21SS08)	X			X		X	X																		
Lectura de contadores de tarificación. (CL21TS02)		X			X	X	X																		
Supervisión de la tarif. detallada. (CL21TS03)		X			X	X	X																		
Intercepción para lin. v5. (CL22OR04)		X	X			X	X																		
Implementación de protocolos para V5. CAING05)	X				X	X	X																		
Supervisión de formatos de tarificación. (CAINTR01)		X			X	X	X																		
Supervisión copia de ficheros de tarificación (CAINTR02)		X	X			X	X																		
Nueva funcionalidad de NDFM (CAINTR03)		X			X	X	X																		
Inform. operador para Dispi-Change-Tarif. (CAINTR04)	X		X			X	X																		
Impactos introd PDLA en abon. especiales. (CAINTS03)		X		X		X	X																		
Tratamiento de PRA's en enlaces salida. (CAINTS04)		X	X			X	X																		
TOTALES = 205 Elementos analizados.	61	96	48	30	28	23	18	22	11	30	22	23	39	50	60	56	29	58	64	52	65	105	28	7	
		205		130		75		205		205		205		170		35									
						205																			
Porcentaje (%)	29,8	47,9	24,4	14,4	11,6	7,8	10,7	5,2	10,0	10,7	11,3	10,3	24,9	27,9	34,3	27,9	14,3	27,9	32,9	32,9	32,9	32,9	16,7	16,7	16,7
Porcentaje (%)	29,8	70,2	39,5	23,9	36,3	100	100	100	100	100	100	100	100	82,9	17,1										
Porcentaje (%)	100		63,4		36,6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

En los párrafos que siguen, se intenta explicar sucintamente las consecuencias que pueden extraerse de los resultados obtenidos:

⇒ 1º.- En primer lugar, y por lo que se refiere a la cuantía de los e.i. que se manejan en la presente fase de estudio como informaciones de ENTRADA podrían calificarse como “medios”, ya que, además de las 205 “Especificaciones de Diseño” analizadas hay que añadir los elementos de información ya obtenidos de fases anteriores, como son: módulos (descripción), relaciones de datos genéricas, escenarios de funcionalidad, pruebas del sistema, y otros documentos relevantes recogidos en los FUR's y FDS's. Ello hace que estos documentos (Especificaciones de Diseño), que aglutinan esta gran cantidad de información se caracterice en términos generales por ser una información “muy específica”. Esto queda evidenciado al analizar su “*naturaleza*” ya que como vemos, hay un 70% de variables “cuantitativas” frente a un aprox. 30% de variables “cualitativas”, lo cual significa que se ha profundizado ya mucho mas en el estudio de ellas, considerando ya no solamente la necesidad y utilidad, sino también en qué medida, en qué momentos, y en qué cuantía, van a ser utilizadas y no solamente el para qué, cuestión que ya fue fijada en las fases de análisis anteriores.

Además, y dentro de las variables “cuantitativas”, tienen un mayor peso las “discretas” frente a las “continuas” (alrededor de un 48% frente a un 22% respectivamente), lo que confirma la idea de que se ha ido mas a la concreción del detalle (fijando cifras y ratios concretos) que hace que el sistema se vaya perfilando en sus últimos detalles. En todo caso lo que si queda claro es que existe un mayor nivel de detalle y concreción que en las fases precedentes que es la idea principal que caracteriza a esta fase de análisis.

⇒ 2º.- En cuanto a la “*amplitud*” de los elementos de información utilizados vemos que se ha perfilado ya de forma relevante las variables “individuales” frente a las “colectivas” (aprox. un 63% de las primeras frente a un 37% de las segundas). Una explicación plausible que puede darse, es que las “variables individuales” vienen a recoger la información de las funciones específicas o concretas que ha de cumplir el sistema, es decir, analizadas una a una con independencia de las demás, mientras que las

variables “colectivas” recogen la información de aquellos requerimientos conjuntos o globales que ha de cumplir el sistema, es decir, analizado éste en su totalidad y no en sus partes específicas. Esta explicación se pone aún mas de manifiesto si observamos como en el caso de las variables “individuales” predominan las de carácter “absoluto” frente a las “relativas” (aprox. un 40% frente a un 24% respectivamente), lo cual significa que se analizan las variables en sí mismas y no comparándolas con otras del sistema, mientras que en el caso de las variables “colectivas” predominan las de carácter “analítico”, es decir, aquellas que se refieren a cuestiones de carácter específico del sistema.

⇒ 3º.- Por lo que se refiere al “*nivel de abstracción*”, se observa que predominan en especial las variables “empíricas” (cerca de un 30% del total) seguidas de las “concretas” e “intermedias” (un 27% y un 24% respectivamente). La explicación que cabe en este caso, es que, dado que estamos en una fase de análisis muy detallado se tiende a la especificación “numérica” y “concreta” de los e.i. (variables, datos, etc) utilizados.

Nótese además, que en esta cuarta fase del proceso de análisis y desarrollo del sistema, se va a llevar a cabo la realización de los elementos materiales e inmateriales del mismo, y por tanto, el nivel de concreción en cuanto a las dimensiones, ratios, márgenes, tolerancias y cualquier otro concepto susceptible de evaluación debe de ser concretado y definido en términos precisos.

⇒ 4º.- En cuanto a las “*escalas de medición*” vemos que predominan fundamentalmente las variables de “intervalo” seguidas de las “ordinales” y “de razón” (con el 33%, 27% y 26% respectivamente). La explicación inmediata es, –como ya se ha indicado–, el grado de concreción de los elementos de información utilizados.

⇒ 5º.- Finalmente, por lo que se refiere a la “*posición en el proceso de investigación*” se aprecia que predominan las “internas” o “endógenas” sobre las “externas” o “exógenas” (son caso un 83% frente al 17% respectivamente). Ello es así porque cuando se realiza el estudio de cualquier sistema la atención se centra principalmente en aquellas variables que consideramos mas relevantes o necesarias para su funcionamiento.

Sin embargo, es importante destacar que están presentes en un porcentaje apreciable también estas variables “exógenas” (cerca de un 4% del total las “externas no relevantes”), lo cual indica que el nivel de estudio y análisis del sistema se ha llevado a cabo en profundidad. La calidad del mismo dependerá en buena medida de aquellas condiciones o eventos extraordinarios o poco frecuentes que se hayan previsto, y que si bien es improbable su aparición, en caso de producirse afectarán de forma mas o menos grave a su funcionamiento.

4.2.5.- ELEMENTOS DE INFORMACIÓN DE FASE: 5 (EXHAUSTIVA).-

Según la descripción efectuada en el capítulo anterior, a esta fase del proceso le corresponde la calificación de **EXHAUSTIVA**, y ello en base a las siguientes “características” que presenta:

- El nivel de utilización de los elementos materiales y de información que utiliza es “*muy extenso*” pudiendo calificarse de “*exhaustivo*” por cuanto son manejados, no solamente los elementos generados en la fase precedente sino también aquellos creados en fases anteriores del proceso para ser utilizados en ésta. Además, todos los elementos (materiales y de información) son usados en todas sus modalidades y variantes (incluso en aquellas que signifiquen un funcionamiento anormal del sistema).

- El número de elementos utilizados también es *máximo* ya que intervienen en el mismo, tanto las variables “cualitativas” como las “cuantitativas” y también tanto las “endógenas” como las “exógenas” al sistema.

- Serán también chequeados y tenidos en cuenta, todos los e.i. de SALIDA que aporta el sistema, tanto los que se refieran a su normal funcionamiento (informes) como aquellos que hagan referencia a las anomalías que presenten (mensajes de errores, alarmas, etc.).

- Es también en esta fase del proceso donde son realizadas el conjunto exhaustivo de pruebas, que darán lugar, en caso de resultar positivas, a la validación del sistema, así como también al proceso de chequeo sistemático del mismo a lo largo de su ciclo de vida.

- Finalmente, es preciso también señalar que es en esta última fase del proceso de análisis y desarrollo donde se llevan a cabo los “retrofits” del sistema, es decir, que aquellos fallos que son encontrados en las pruebas de funcionamiento (y denunciados documentalmente mediante los “reparos al sistema”) deben ser estudiados y corregidos, afectando en algunos casos a fases anteriores del proceso, lo cual producirá sin duda nuevos costes en tiempo, materiales y humanos. Estos procesos de “retrofits” y sus

consecuencias e impactos en el sistema desarrollado, serán estudiados en profundidad en el siguiente capítulo.

Por lo que se refiere a los e.i. utilizados como ENTRADA para realizar las tareas de "Comprobación de Contenidos y Resultados" (Module Test y Pruebas Finales) propias de esta fase, se encuentran recogidas principalmente en los siguientes documentos:

- *Módulos codificados*. Son los programas o unidades funcionales del sistema y representan los elementos (materiales e inmateriales), de cuyo funcionamiento depende el sistema creado. A su vez estas unidades funcionales están subdivididas en otros elementos funcionales imbricados en ellos que se conocen como "procedures" (procedimientos o subrutinas), que son aquellas que realizan las tareas concretas de la función global en la que están integradas. El número de ellas será variable dentro de cada módulo, siendo mayor el de aquellos que tengan asignadas funciones mas complejas en el sistema.

- *Relaciones y Dominios*. En el modelo que estamos tomando como referencia, en estos e.i. se contienen todas las variables y datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema con arreglo al siguiente criterio:

-- *Relaciones*: Cada una de ellas es un conjunto de e.i. homogéneos que son utilizados por una o varias unidades funcionales para realizar sus tareas. Cada relación contiene a su vez un determinado número de e.i. llamados "dominios" cuyo significado se explica a continuación.

-- *Dominios*: Es cada uno de los e.i. de que se compone una "relación" y representa el contenido de un determinado dato o variable componente del sistema. Se accede a él a través de la relación que lo contiene.

En términos generales el conjunto de relaciones y dominios se podrían traducir como el conjunto de elementos de información (documentos, tablas, listas, conocimientos específicos, etc.) componentes del sistema.

- *Informes*. Son cada uno de los e.i. emitidos por el sistema ya sea de forma manual o automática, que aportan al gestor del mismo información sobre el funcionamiento del sistema. En cuanto a su naturaleza, se trata de e.i. de distintos tipos

(documentos, tablas, indicadores, etc.). Sus características y contenidos son diseñados de acuerdo con las características peculiares de la información que aportan al sistema.

- *Mensajes de Errores y Alarmas*. Son aquellos e.i. que dan noticia del funcionamiento anómalo del sistema en alguna de sus funciones. Se producen por lo general de forma automática, o bien a solicitud periódica o esporádica del operador o gestor del sistema. En cuanto a su composición son e.i. de distinta naturaleza, pero en todo caso adaptados a las necesidades del sistema, o a la eventualidad o emergencia que desean cubrir, o para la que fueron creados.

- *Pruebas Finales del Sistema*. Son aquellos documentos que recogen los distintos tipos de pruebas a que hay que someter al sistema desarrollado para su validación. El nombre anterior se refiere al conjunto global, o grupos de ellas a realizar en cada uno de los subsistemas componentes, pero a su vez, cada una de ellas se subdivide en los denominados "Casos de Prueba" que son los que recogen de forma particularizada y exhaustiva las pruebas concretas a pasar a cada una de sus unidades funcionales. Su nomenclatura generalista sería: "Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema" y su carácter el mismo que el señalado anteriormente.

- *Otros Documentos*. Debido a la naturaleza compleja del sistema que estamos utilizando como referencia, así como también, de la posible complejidad del sistema de otros ámbitos que se trate de desarrollar, pueden surgir otros tipos de documentos o e.i. específicos que es difícil encuadrarlos en los grupos anteriores. Sin embargo, tampoco procede hacer una enumeración prolija de todos ellos, máxime teniendo en cuenta que por su propia naturaleza son específicos para cada sistema. Es por ello por lo que han sido recogidos todos ellos en este grupo no sin reconocer de antemano la naturaleza heterogénea de los mismos.

= > Una vez enumerados los e.i. utilizados como ENTRADA en esta última fase del proceso, y antes de proceder a su tipificación, vamos a señalar las fuentes de *información* de los que han sido extraídos:

- Para los módulos codificados:

- System Build TE-7.4.: Versión 4.3 del LCMS de Junio de 1998.

- Descripción de módulos codificados utilizados para el análisis en la muestra tomada (cada uno de ellos en su última versión realizada en los años 1997 y 1998).
- Para las Relaciones y Dominios:
 - Estructura de Datos EC-7.4. Ed.: 01 de Agosto de 1996.
- Para los Informes:
 - Manual de Operación 9.2 - Guía de Informes de Salida.
- Para los Mensajes de Errores y Alarmas:
 - Diccionario de Errores y Alarmas. Índice. Ed: Abril, 1997.
- Para las Pruebas Finales y Casos de Prueba:
 - Test List de las funciones del sistema. Ed.: Mayo de 1998. Para el análisis concreto de la muestra tomada: Test List MWS-CAR (Contestador Automático en Red).

El número de documentos o e.i. utilizados para el proceso de análisis y tipificación de variables y datos son los siguientes:

1º.- Módulos Codificados => **1.172** módulos.

* Procedures (Existe una media de 6 a 8 proc. en cada módulo), por tanto
Aprox.: **8.200** Procedimientos.

2º.- Relaciones => **2.450** relaciones.

* Dominios (aprox. 9 dominios por relación), => Aprox. **22.100** doms.
Relaciones + Dominios => **24.550** Elementos (datos y variabs).

3º.- Informes => **870** Documentos.

4º.- Mensajes de Errores y Alarmas => Aprox.: **460** e.i.

5º.- Pruebas Finales => **152** Pruebas Genéricas.

* Casos de Prueba (Se considera que cada prueba global genera una media de 35 casos de pruebas unitarias) => Aprox.: **5.320** Test Cases.

6º.- Otros Documentos => Aprox.: **1.700** Documentos (Elem. de inf. varios)

Total de Elementos de Información utilizados => **41.100** items.

Dado el enorme número de e.i. que han sido utilizados en la presente fase del proceso, y teniendo en cuenta además la heterogeneidad de los mismos, vamos a proceder en la misma forma que se hizo en la tercera fase anterior, es decir, *elegiremos una muestra suficientemente representativa*, y siguiendo los mismos criterios descritos entonces, se procederá a la tipificación concreta de los elementos elegidos. Como en aquel caso, una vez determinado el número de elementos componentes de la muestra, serán seleccionados de la población total al azar, para cada uno de los estratos intervinientes, y la afijación de cada uno de ellos, se hará como en aquel, siguiendo el sistema de *afijación proporcional*.

Así, el cálculo del tamaño de la muestra se hará por medio de la siguiente expresión:

$$n = \frac{\sum_{h=1}^n \frac{W_h^2}{w_h} \cdot P_h Q_h}{\left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{\sum W_h \cdot P_h Q_h}{N} \right)} \quad (1)$$

Expresión en la que:

1.- $W_h = N_h / N$: Tamaño proporcional de los estratos. En el presente modelo:

$$W_1 = 8200/41100 = 0'20 ; W_2 = 24550/41100 = 0'60 ; W_3 = 870/41100 = 0'02 ; \\ W_4 = 460/41100 = 0'01 ; W_5 = 5320/41100 = 0'13 ; W_6 = 1700/41100 = 0'04 ;$$

2.- P_h y Q_h : Representan las varianzas asignadas a cada estrato en función de las características propias del mismo. Debe cumplirse que la suma de ambos en porcentaje ha de ser igual a 100. Para este modelo, y teniendo en cuenta los documentos que constituyen cada estrato:

$$P_1 = 0'40 ; P_2 = 0'40 ; P_3 = 0'30 ; P_4 = 0'30 ; P_5 = 0'60 ; P_6 = 0'50 ; \\ Q_1 = 0'60 ; Q_2 = 0'60 ; Q_3 = 0'70 ; Q_4 = 0'70 ; Q_5 = 0'40 ; Q_6 = 0'50 ;$$

3.- $w_h = n_h / n$: El peso correspondiente a cada estrato de la muestra. Como la afijación es proporcional coincide con el peso de los estratos en el total de la población, es decir:

$$w_1 = 0'20 ; w_2 = 0'60 ; w_3 = 0'02 ; w_4 = 0'01 ; w_5 = 0'13 ; w_6 = 0'04 ;$$

4.- e^2 : Precisión prefijada, y que representa el error máximo admisible. En el presente modelo, y teniendo en cuenta el número de e.i. y la naturaleza de los mismos se ha estimado como un grado de precisión aceptable de la población: $e = 0'05$ (el 5% máximo de error) lo cual hace: $e^2 = 0'0025$.

5.- k : Grado de seguridad o confianza de la muestra. Como en el caso del modelo-fase: 3, se considera un margen de confianza de: 2 o , es decir: $k = 2$, lo cual asegura un intervalo de confianza del 95'5%¹¹.

6.- N : Tamaño de la población. Será igual a la suma de las poblaciones de cada uno de los estratos. es decir:

$$N = 8.200 + 24.550 + 870 + 460 + 5.320 + 1.700 + = 41.100 \text{ elementos.}$$

Teniendo en cuenta todo esto y aplicando la expresión siguiente tendremos:

$$n = \left(\sum W_h^2 \frac{P_h Q_h}{w_h} \right) / \left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{\sum W_h P_h Q_h}{N} \right) =$$

$$= (0'2 \cdot 0'4 \cdot 0'6 + 0'6 \cdot 0'4 \cdot 0'6 + 0'02 \cdot 0'3 \cdot 0'7 + 0'01 \cdot 0'3 \cdot 0'7 + 0'13 \cdot 0'6 \cdot 0'4 + 0'04 \cdot 0'5 \cdot 0'5) /$$

$$/(0'0025/4 + \text{suma anterior}/41100) = 379'7 \cong 380 \text{ elementos de muestra.}$$

Distribuidos de la siguiente forma:

1º.- Módulos Codificados	= > $w_1 = 380 \cdot 0'20 = 75$.
2º.- Relaciones + Dominios	= > $w_2 = 380 \cdot 0'60 = 228$.
3º.- Informes	= > $w_3 = 380 \cdot 0'02 = 8$.
4º.- Mens. de Error y Alarm	= > $w_4 = 380 \cdot 0'01 = 4$.
5º.- Prbas Finales (Casos de Prba)	= > $w_5 = 380 \cdot 0'13 = 50$.
6º.- Otros Documentos	= > $w_6 = 380 \cdot 0'04 = 15$.
Total de e.i.:	= > 380 items (e.i.).

Con arreglo a estos tamaños de muestras, se ha realizado el siguiente cuadro TIPIFM51, donde como se aprecia se han dividido la muestra total por los distintos estratos que se presentan, analizándose por separado las características de cada uno de ellos.

MODELO: FASE 5 (EXHAUSTIVO)

Elementos de Información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala	Punto de Investigación
	Cualitativa	Cuantitativa	Indefinidas	Definidas			
			Abstrcto	Concrto			
1º.- Módulos Codificados:							
MLO-IN-SUP-DATA HDLR		X		X		X	X
MLO-IN-TT-LOCAL-HDLR	X			X		X	X
MLO-LOCAL-UPDATE-CTRL	X			X		X	X
MLO-IN-CRC-UNPACK		X		X		X	X
MLO-PNP-TRANSLATOR		X		X		X	X
MLO-AUX-RES-TCE-ALLOC	X			X		X	X
MLO-OS-FUNCT-MNGR		X		X		X	X
MLO-HDLR-N7-MTP		X		X		X	X
MLO-MDF-TEST-ORJ	X			X		X	X
MLO-AMA-FILE-FORMATER		X		X		X	X
MLO-DEBUG-MONITOR	X		X	X		X	X
MLO-SLAVE-PATCH-MONITOR		X		X		X	X
MLO-HDLR-SSCP-ROUTING		X		X		X	X
MLO-INTERM-ALARM-HDLR	X			X		X	X
MLO-IRSU-LCR-DH-SSM	X			X		X	X
MLO-OBCI-CTRL-E		X		X		X	X
MLO-DISPL-TEL-STATE	X		X	X		X	X
MLO-MNG-LTEST-TRUNK		X		X		X	X
MLO-TK-DATA-HDLR	X			X		X	X
MLO-ROUTE-DATA-HDLR	X			X		X	X
MLO-HDLR-N7-DEF-PARM		X		X		X	X

MODELO: FASE 5 (EXHAUSTIVO)

Elementos de Información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Naturaleza		Amplitud		Nivel de Abstracción	Escala	Punto de Investigación
	Cualitativa	Cuantitativa	Indefinidas	Definidas			
			Abstrcto	Concrto			
MLO-CRC-TRANSL-HDLR	X			X		X	X
MLO-OSI-DIR-CMD		X		X		X	X
MLO-TASK-DISK-FILE-MNGR		X		X		X	X
MLO-NTUP-TCDE-SSM	X			X		X	X
.....							
.....							
.....							
.....							
TOTALES = 75 Módulos analizados.	18	26	15	10	5	10	10
		40		20		25	
		75		45		30	
				75		75	
Porcentaje (%)	46.7	88.9	20	13.3	6.7	13.3	13.3
Porcentaje (%)	46.7	88.9	26.7	13.3		40	100
Porcentaje (%)		100		60		100	100

MODELO: FASE 5 (EXHAUSTIVO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Nombres:		Amplitud:		Nivel de Abstracción	Escala de Medición	Punto. Pres. Investigaciones Internas Externas
	Cualitativo	Cuantitativo	Individuales:				
			Absoluto	Relativo			
2°.- Relaciones y Dominios:							
R-BCE-CLASS	X		X		X		X
D-LCE-ID		X		X		X	X
D-SUB-EXCHANGE		X			X	X	X
D-CE-FUN	X			X		X	X
D-SBL-TIPE		X	X		X		X
R-GLS-SW.			X		X	X	X
D-LCE-I		X		X		X	X
D-LPT-NBR.	X			X		X	X
D-DLS-PFL		X	X		X		X
D-STATUS.		X		X		X	X
R-LDSH-GROUP.			X		X	X	X
D-GP-PTR1.		X	X		X	X	X
D-GP-SIZE.		X		X		X	X
D-LHSR-IDX.	X		X		X	X	X
D-LHSR-CTRL.		X		X	X	X	X
R-LDIR.	X				X		X
D-RID.		X		X		X	X
D-NUM-PART.		X		X	X	X	X
D-OFF-RIAP		X			X	X	X
D-FILE-ID.	X			X		X	X

MODELO: FASE 5 (EXHAUSTIVO)

Elementos de información (ENTRADA)
 Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Nombres:		Amplitud:		Nivel de Abstracción	Escala de Medición	Punto. Pres. Investigaciones Internas Externas
	Cualitativo	Cuantitativo	Individuales:				
			Absoluto	Relativo			
R-COT-G.	X				X	X	X
D-LCE-ID		X	X			X	X
D-SEL-INC	X				X	X	X
.....							
.....							
.....							
.....							
TOTALES = 228 Relaciones y Dominios analizados.	62	30	52	146	92	72	228
				228			228
					164	64	228
							187
							41
Porcentaje (%)	25.9	12.3	22.8	100	72.4	28.6	100
Porcentaje (%)	25.9	12.3	22.8	100	72.4	28.6	100
Porcentaje (%)	100		71.9	100	28.1	100	100

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Naturaleza:		Amplitud:		Nivel:		Escala:		Punto Pres.	
	Operación	Cuentas Neg.	Individuales	Colección	de	de	de	de	Interno	Externo
			Abstr.	Relat.	Abstracción					
3°. Informes:										
RRN-061: VISUALIZAR DATOS MEDIDAS CARGA.		X			X		X		X	X
RRN-0098: ADMINISTRACIÓN DE ENRUTAMIENTO.	X				X		X		X	X
RRN-0278: GESTIÓN DE RED.	X			X		X		X	X	X
RRN-0334: ADMON. DE BASE DE DATOS.		X	X			X		X	X	X
RRN-0508: RUTINAS DE SERV. PERIFERICOS.		X	X			X	X	X	X	X
RRN-0759: ADMON. DE TARIFICACIÓN.		X	X	X			X	X	X	X
RRN-0918: ESTADO DE LA CONF. DEL RIM.	X				X		X	X	X	X
RRN-1105: PRBA. ENLACES AUTOM/GLOBAL.	X			X		X		X		X
TOTALES = 8 Informes analizados.	4	2	2	1	0	0	1	1	0	2
	8	4	1	2	5	8	8	6	2	
Porcentaje (%)	50	50	25	25	62.5	100	100	75	25	
Porcentaje (%)	100	100	75	100	62.5	100	100	75	25	

4°. Mensajes de Error y Alarmas:										
ERT-19: CLASE RANGE.		X			X		X		X	X
ERT-33: APPL.CREATE.		X			X		X		X	X
ERT-74: ABN-OVERL-TERM.		X		X			X		X	X
ERT-112: COMMAND-REJECT		X				X	X		X	X
TOTALES = 4 Mens. error y Alarm. analizados.	0	1	3	1	0	1	1	0	1	1
	4	4	3	2	1	4	4	3	4	
Porcentaje (%)	0	25	75	50	25	100	100	75	100	
Porcentaje (%)	0	100	75	50	25	100	100	75	100	

5°. Pruebas Finales (Casos de prueba):										
CPR-0101: Activación del CAR con rechazo.		X	X				X		X	X
CPR-0103: Llamada al servidor con rechazo.	X				X		X		X	X
CPR-0108: Código de interrogación incorrecto.		X	X				X		X	X
CPR-0110: Marcaje al CAR incorrecto.		X	X		X		X		X	X
CPR-0115: Servidor activado doblemente.		X	X				X		X	X
CPR-0201: Servidor no recibe dígitos.	X					X	X		X	X
CPR-0205: Servidor recibe exceso de dígitos.		X				X	X		X	X
CPR-0210: Servidor recibe otra llamada entrante.	X				X		X		X	X
CPR-0215: Servidor no saca mensaje.	X	X		X			X		X	X
CPR-0220: Servidor no contesta llamada.	X		X				X	X	X	X
TOTALES = 50 Casos de prueba analizados.	22	18	10	10	8	1	1	3	6	12
	50	28	19	10	21	50	50	40	10	
Porcentaje (%)	44	56	38	20	42	100	100	80	20	
Porcentaje (%)	44	56	38	20	42	100	100	80	20	

MODELO: FASE 5 (EXHAUSTIVO)

Elementos de información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Naturaleza		Amplitud		Mens. de Abstracción	Ciclo de Mediciones	Poco. Prb. Investigadas	
	Cualitativa	Cuantitativa	Indicadores	Relat.				
			Absolut.	Relat.	Colect.	Abstracción	Medic.	Intern.
6°.- Otros Documentos (informes de Fallos):								
FM1350: Prueba de diagnóstico.	X		X			X	X	X
FM1462: No pasa prueba manual.		X			X		X	X
FM1505: Comando MD-HW_EXT no funciona.		X	X			X		X
FM1511: Activación operadora: *39#.	X			X		X		X
FM1517: Identificación llamada maliciosa.	X				X		X	X
FM1535: Abonados clase de ERSU.	X				X	X	X	X
FM1555: Call Return. Vence temporización.		X			X	X	X	X
FM1605: Manejo desvíos inmediatos abonados.		X	X			X	X	X
FM1621: Llamada desviada por no respuesta.		X		X		X	X	X
FM1627: Cadencia de ringing en desvíos.	X				X	X	X	X
FM1639: Abonado RDSI no activo.		X	X			X	X	X
FM1663: Tiempo de recarga de DIAM.	X			X		X	X	X
FM1673: Cambio locución ab. ausente.	X	X			X	X	X	X
FM1690: Documentación.	X				X	X	X	X
FM1733: Llamada 7 cifras incorrecta.		X			X	X	X	X
TOTALES = 15 Inf. de fallos analizados.	7	5	3	2	1	1	1	2
		8	4	4	3	2	2	2
		15		8	7	15	15	10
								5
Porcentaje (%)	46,7	33,3	20	26,7	13,3	13,3	100	66,7
Porcentaje (%)	46,7	33,3	26,7	26,7	13,3	100	100	100
Porcentaje (%)	100		33,3	44,4	100	100	100	100

MODELO: FASE 5 (EXHAUSTIVO)

Elementos de información (ENTRADA)
Valoración de las características de los e.i.

Elementos Funcionales y de Información: Especificaciones de Control y Pruebas del Sistema	Naturaleza		Amplitud		Mens. de Abstracción	Ciclo de Mediciones	Poco. Prb. Investigadas	
	Cualitativa	Cuantitativa	Indicadores	Relat.				
			Absolut.	Relat.	Colect.	Abstracción	Medic.	Intern.
Resumen Total:								
1°.- Módulos Codificados --> 75.	35	25	15	10	5	5	10	10
2°.- Relaciones y Dominios --> 228.	82	93	53	38	40	14	30	25
3°.- Informes --> 8	4	2	2	1	0	0	1	1
4°.- Mens. Error y Alarm. --> 4	0	1	3	1	0	0	1	1
5°.- Prbas Finales (Casos Prbs) --> 50.	22	18	10	10	8	1	4	5
6°.- Otros Document. --> 15.	7	5	3	2	1	1	1	2
Total Elem. de inform. analizados --> 380.	160	164	88	82	54	25	47	55
		230	137	115	48	41	75	100
		380		252	128	380	380	305
				380				380
Porcentaje (%)	39,4	37,9	22,7	16	14	5,5	12	14
Porcentaje (%)	39,4	60,6	36	30,3	33,7	100	100	80,3
Porcentaje (%)	100		66,3	33,7	100	100	100	100

Como se ha señalado anteriormente, dada la naturaleza heterogénea de los e.i. (documentos, informes, casos de prueba, etc) manejados en esta última fase del proceso, es difícil extraer conclusiones globales acerca de sus características. Esta dificultad se ve así mismo incrementada por el hecho de que se trata de la última fase del proceso de análisis y por tanto los e.i. utilizados en ella se hallan íntimamente relacionados con el sistema que se está desarrollando, por lo que alguna de las conclusiones extraídas serán muy particularizadas para este.

No obstante, y como en definitiva el propósito que se persigue es el de extraer conclusiones generalistas, vamos a apuntar algunas de las características genéricas que presentan estos e.i., si bien el análisis que se efectuará será estratificado. Examinando separadamente cada uno de dichos estratos se tiene:

1º.- *Módulos Codificados*: En un enfoque generalista estos e.i. serían llamados “Elementos funcionales del sistema” (materiales e inmateriales) y las características mas relevantes que presentan son:

- Son elementos (materiales e inmateriales) en los cuales se sustenta el sistema para realizar sus funciones u objetivos que le han sido asignados. En cuanto a su “naturaleza”, se aprecia una preponderancia ligeramente superior (aprox. 53% frente al 47%) de las variables “cuantitativas” con respecto a las “cualitativas”. Ello es consecuencia de que la utilización de tales elementos se hace en esta fase en forma concreta y material, teniendo por tanto que valorar, no solamente su utilización en el momento adecuado sino su correcto uso valorado empíricamente.

- Respecto a la “amplitud”, tienen especial relevancia las variables “individuales” frente a las “colectivas” (aprox. un 60% y 40% respectivamente), por la misma razón apuntada anteriormente.

- Por su “posición en el proceso investigador”, se ve que, aún predominando las variables “internas” o “endógenas” (aprox. un 79%), tienen también una importante aparición las variables “externas” o “exógenas” al proceso. Como se ha dicho anteriormente, de la participación de estas variables condiciona en buena medida la calidad del sistema.

2°.- *Relaciones y Dominios*: Según el enfoque generalista, estos e.i. son llamados: “Elementos específicos de información del sistema”, estando constituidos por las variables y datos utilizadas por los elementos anteriores. Cumplen la función de aportar toda la información necesaria para que puedan actuar adecuadamente todos los “elementos funcionales” del sistema. Su soporte físico puede ser material (documentos, tablas, archivos magnéticos, ópticos, papel, etc.) o inmaterial (bases de datos informatizadas, transmisiones verbales en forma de órdenes, conocimientos específicos propios de una determinada unidad funcional, etc.), y las características mas relevantes que presentan son:

Con relación a su “*naturaleza*”, prevalecen las variables “cuantitativas” sobre las “cualitativas” (aprox. un 64% frente a un 36% respectivamente), lo cual se explica por el hecho de que estos e.i. no solamente informan sobre los elementos materiales que deben intervenir en el proceso sino también en qué medida y bajo qué condiciones o parámetros han de trabajar (cuestiones todas ellas de carácter empírico y cuantitativo).

- En cuanto a su “*amplitud*” predominan las variables “individuales” frente a las “colectivas” (aprox. un 72% frente a un 28% respectivamente), siendo así por cuanto se refieren a cuestiones particulares de las tareas asignadas a los elementos funcionales.

- Finalmente por la “*posición en el proceso de investigación*” tienen especial relevancia las variables “internas” o “endógenas” frente a las “externas” o “exógenas”. No obstante, hay que señalar el hecho de haber utilizado un porcentaje relevante (hasta un 18% del total), lo que conlleva una preocupación importante por el analista para proteger al sistema frente a anomalías o eventualidades previsibles -o menos previsibles- que puedan suceder a lo largo de su ciclo de vida.

3°.- *Informes*: Son documentos de distinta naturaleza en los que se recoge la marcha en la funcionalidad del sistema, teniendo una aparición periódica o esporádica dependiendo de su contenido, importancia o función dentro del mismo. Su soporte puede ser también de distinta naturaleza según su frecuencia, utilización, o forma de almacenamiento, de la información que aportan. Este es uno de los e.i. donde es mas

difícil analizar las características que presenta, debido a la diversidad de ellos que pueden darse en la práctica, y también, por el hecho de que por lo general, suelen estar adaptados a las características propias del sistema para el que aportan información. Las características más relevantes que presentan son las siguientes:

- En primer lugar, por su amplitud “amplitud” predominan las variables “colectivas” frente a las “individuales” (aprox. un 63% frente a un 37% respectivamente), lo cual puede explicarse por el hecho de que, los informes que se generan generalmente hacen referencia a determinados eventos que relacionan varias funciones del sistema, o bien, que la funcionalidad de determinados elementos se explica por su interrelación con otros. En cualquier caso, por lo general, estos informes suelen ser de naturaleza global abarcando varias funciones o e.i. del sistema.

- Otra característica relevante se refiere a la “posición en el proceso de investigación”, apreciando que si bien predominan las variables “internas” o “endógenas” (aprox. el 75% del total), sin embargo suben en porcentaje los informes de las variables “externas” o “endógenas” (se ha incrementado hasta el 25%). Se explica por el hecho de que, algunos de los informes producidos se deben a malfunciones del sistema en las que participan los elementos “exógenos” del mismo.

4º.- *Mensajes de errores y Alarmas*: Estos e.i. recogen las distintas anomalías detectadas ya sea automática o manualmente por el sistema. A partir de ellos se establecerán las medidas oportunas (automáticas o decididas por el operador) para la corrección del malfuncionamiento detectado. También como en el caso anterior, es difícil establecer normas generalistas en cuanto a las características que deben presentar, ya que se hallan íntimamente relacionados con un sistema concreto. Siguiendo la idea de generalización se pueden apuntar las siguientes observaciones:

- En primer lugar, hay que señalar que han sido muy pocos los elementos analizados (en la muestra obtenida para este estrato solamente aparecieron cuatro elementos a estudiar), pero no obstante se aprecia que por su “naturaleza” son eminentemente “cuantitativas” y además de carácter “continuo”, es decir, se pone de manifiesto que las anomalías a que se refieren se producen en elementos concretos cuyo

funcionamiento se encuentra fuera del entorno o intervalo para el que fueron creados y además se realiza una supervisión continua sobre los mismos.

- En segundo lugar, en lo referente a su “amplitud”, tienen prevalencia las variables “individuales” frente a las “colectivas” por cuanto es mas probable, - y al mismo tiempo preferible-, que el malfuncionamiento o anomalías producidas se deban o aparezcan en elementos aislados del sistema y no afecten, -o afecten lo menos posible-, a un conjunto o grupo de ellos. No obstante lo anterior, hay que prever también la existencia de errores o elementos de alarma para colectivos o grupos de elementos funcionales que trabajen o actuen conjunta o coordinadamente a fin de evitar situaciones de mal funcionamiento que en caso de producirse afectarán mas gravemente al sistema, que la malfunción de un elemento aislado.

- Finalmente, en cuanto a la “*posición en el proceso de investigación*”, han aumentado los errores y alarmas debidos a las variables “externas” o “exógenas” (han crecido hasta el 25%), lo cual puede explicarse por el hecho de que es precisamente en estas variables menos analizadas por no considerarlas de importancia relevante en el proceso donde pueden producirse con mayor probabilidad los errores y alarmas debidos a anomalías no contempladas en el estudio del sistema. Sin embargo, prevalecen los errores debidos a variables “internas” o “endógenas”, dado que en definitiva son estas, las que están sometidas a mas intensos chequeos ya sea de forma continua o periódicamente.

5º.- *Pruebas Finales. Casos de Prueba:* Son aquellos e.i. que especifican los diferentes procedimientos establecidos en el sistema para comprobar el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los elementos funcionales del mismo. Respecto a observaciones que se pueden extraer del estudio realizado (50 elementos) se pueden señalar las siguientes:

- Según la “*naturaleza*” de las variables, tienen participación tanto las “cualitativas” como las “cuantitativas”, si bien estas últimas tienen un peso ligeramente superior a las anteriores (aprox. un 56% sobre un 44%) lo cual significa que, a la hora de evaluar los casos de prueba a establecer, priman tanto la participación de elementos

funcionales intervinientes, como los rangos y niveles en los que su actuación debe producirse.

- De otro lado, según su "*amplitud*", vemos que se hace especial incidencia en las variables "individuales" frente a las "colectivas", lo cual se explica por el hecho de que al establecer los distintos casos de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del sistema, en primer lugar se prueban los elementos funcionales aisladamente, y solo cuando han sido chequeados estos, se pasa en fases posteriores a comprobar el correcto funcionamiento de grupos de elementos funcionales trabajando conjuntamente. No obstante lo anterior, vemos que el número de pruebas de carácter colectivo es importante (alcanza el 42% del total), lo cual denota la preocupación del analista por el correcto funcionamiento del sistema en condiciones de plena capacidad operativa.

- Otra cuestión relevante a señalar, respecto a la "*posición en el proceso de investigación*" es el hecho de que priman las pruebas sobre variables "internas" o "endógenas" frente a las "externas" o "exógenas" (aprox. un 80% frente a un 20%) lo cual denota la especial preocupación del analista de comprobar que los elementos fundamentales que componen el sistema funcionan adecuadamente. Hacemos hincapié sin embargo, que un 20% de dichas pruebas están dedicadas a chequear el comportamiento del sistema en condiciones anómalas o de difícil aparición, circunstancia esta que pone de manifiesto la preocupación por la calidad del mismo.

- Finalmente, en lo relativo al "*nivel de abstracción*" y "*escalas de medición*" se aprecia que priman las variables de carácter "empírico", "de intervalo", y "de razón" lo que denota que lo que se trata de chequear es el comportamiento de las distintas unidades funcionales, dentro de los márgenes o ratios para los que fueron creados.

6°.- *Otros Documentos*: Si hacer el análisis de las características de los e.i. intervinientes en los documentos estudiados hasta aquí ha sido en algunas ocasiones difícil, se hace mas difícil aún llevarla a cabo en este estrato muestral, dado que como se ha dicho, son elementos de naturaleza muy heterogénea y muy adaptados para el sistema concreto para el que están creados. No obstante lo anterior, y con el fin de dar una orientación al analista con la que acometer esta fase de estudio, extraeremos algunas

observaciones que nos han parecido mas relevantes (15 documentos analizados). Concretamente los e.i. estudiados –por no haber sido tratados en otros estratos–, son los documentos referentes a los fallos detectados en el sistema durante el transcurso de las pruebas internas antes de su entrega al cliente. El estudio que se hace aquí, se refiere especialmente a las características y peculiaridades que presentan, desde el punto de vista documental y no de su contenido, es decir, se hace incidencia en la normalización de los documentos que denuncian el fallo, puesto que el análisis de su contenido en profundidad, se hará posteriormente en el capítulo siguiente. Teniendo en cuenta esto, se pueden realizar las siguientes observaciones:

- Por su “*naturaleza*” vemos que aunque existen tanto las variables “cualitativas” como las “cuantitativas” priman estas segundas (un 53%), lo cual confirma que se trata de documentos específicamente diseñados para denunciar malfunciones del sistema, puestas de manifiesto a través de medidas (discretas o continuas) y del establecimiento de ratios que definen el funcionamiento correcto.

- Según su “*amplitud*”, están parejos los porcentajes de participación entre las variables “individuales” frente a las “colectivas” (con aprox. 54% versus 46% respectivamente), si bien priman las primeras. Ello se debe al hecho de que la denuncia o localización de los fallos producidos en el sistema se hacen en principio sobre elementos concretos del mismo, aún cuando al analizar la causa del fallo o malfuncionamiento se descubra que ha sido debido, o bien han intervenido de forma directa o indirecta otros elementos del sistema.

- Finalmente, en cuanto a la “*posición en el proceso de investigación*” se pone claramente de manifiesto el crecimiento que han tenido respecto de otras fases anteriores y otros tipos de e.i. las variables “externas” o “exógenas”. Ello se debe a que es en esta última fase (en la que se producen los informes de fallos que estamos analizando), donde afloran aquellos comportamientos del sistema que no se han tenido en cuenta durante su desarrollo.

4.3.- EXTENSIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS E.I. DEL SISTEMA DE REFERENCIA A OTROS SISTEMAS.-

Como se indicó en la introducción, uno de los objetivos perseguidos en el presente trabajo es, *facilitar al analista la estructura (naturaleza y tipología) de los e.i. intervinientes en cada una de las fases de análisis y desarrollo de un sistema*, de acuerdo con la metodología aquí propuesta.

En definitiva, lo que se persigue es ayudar al analista o grupo de expertos que estén desarrollando un nuevo sistema, –siguiendo esta metodología–, aportándoles la estructura que deberían tener los e.i. que sean seleccionados y utilizados a lo largo del proceso, para *garantizar que los elementos finalmente contenidos en el sistema desarrollado le permitan cumplir fielmente con los objetivos o fines para los que fue creado*.

Para ello, nos basamos en el *principio de analogía* entre sistemas, –ya descrito con detalle en el primer capítulo–, y en virtud del cual se pueden trasladar las características genéricas de un sistema ya conocido, a otros semejantes pertenecientes a otros ámbitos, sin merma de los resultados perseguidos. Con ello, se pretende aprovechar la experiencia ya conseguida en un campo de aplicación concreto, a otros ámbitos de estudio quizá menos conocidos por el analista.

A lo largo del presente capítulo se han ido analizando y tipificando los e.i. utilizados/generados en el sistema tomado como modelo de referencia para cada una de sus fases de desarrollo. Ello ha dado como resultado su estructura (naturaleza y tipología), expresada en forma de porcentajes de utilización para cada clase y tipo de e.i., lo cual nos aporta una idea bastante concreta de la naturaleza de los mismos.

Los resultados obtenidos se presentan como resumen en el cuadro TIPIFIC4.R01, los cuales se proponen como convenientes o recomendables a utilizar, en el desarrollo de otros sistemas de características similares al de referencia.

Los porcentajes de utilización que aparecen en el cuadro, pueden variar en alguna medida como consecuencia de los errores detectados en el sistema al realizar las pruebas finales del mismo en sus últimas fases. Las consecuencias de tales variaciones en la estructura de los e.i. usados en el sistema, son estudiadas con detalle en el próximo capítulo.

Dado que se trata de un cuadro resumen, solamente se han indicado los dos primeros niveles clasificatorios, –según aparece en el cuadro de clasificación de e.i. del epígrafe 4.1–. El cuadro resumen es el siguiente:

PARTICIPACIÓN EN % DE LOS E.I. UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE REFERENCIA.

(TIIFIC4.R01)

CRITERIOS CLASIFICATORIOS DE LOS E.I.	MOD-FASE 1		MOD-FASE 2		MOD-FASE 3		MOD-FASE 4		MOD-FASE 5	
	PRIMER NIVEL	SEG.DO NIVEL								
SEGÚN SU NATURALEZA										
CUALITATIVAS:	78'6		60'5		51'6		29'8		39'4	
CUANTITATIVAS:	21'4		39'5		48'4		70'2		60'6	
DISCRETAS		14'3		26'7		32'9		47'8		37'9
CONTÍNUAS		7'1		12'8		15'4		22'4		22'7
SEGÚN SU AMPLITUD										
INDIVIDUALES	38'2		72'8		58'2		63'4		66'3	
ABSOLUTAS		19'2		47'2		34'1		39'5		36'0
RELATIVAS		19'0		25'6		24'1		23'9		30'3
COLECTIVAS	61'8		27'3		41'8		36'6		33'7	
ANALÍTICAS		28'6		9'5		19'8		14'6		12'1
GLOBALES		23'4		10'6		14'3		10'7		10'8
ESTRUCTURALES		9'6		7'2		7'7		11'2		10'8
SEGUN SU NIVEL ABSTRACCIÓN										
GENERALES	45'2		32'8		31'8		19'2		20'8	
INTERMÉDIAS	11'9		41'7		39'7		24'3		36'8	
EMPÍRICAS	23'8		22'8		20'8		29'2		25'3	
CONCRETAS	19'1		2'8		7'7		27'3		17'1	
SEGÚN SU ESCALA DE MEDICIÓN										
NOMINAL	26'2		42'2		40'7		14'1		16'6	
ORDINAL	42'9		32'2		28'6		27'3		37'4	
INTERVALO	11'9		18'3		21'9		33'2		30'0	
RAZÓN	19'0		7'2		8'8		25'4		16'0	
SEGÚN SU POS. PROC. INVESTIG.										
INTERNAS	76'2		85'6		83'5		82'9		80'3	
DEPENDIENTES		45'2		31'7		30'8		31'7		29'7
INDEPENDIENTES		31'0		53'9		52'7		51'2		50'6
EXTERNAS	23'8		14'4		16'5		17'1		19'7	
RELEVANTES		21'4		12'2		12'1		13'7		12'1
IRRELEVANTES		2'4		2'2		4'4		3'4		7'6

4.4.- CONSECUENCIAS EXTRAÍDAS DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.-

Una vez descrita la metodología que se propone para el análisis y desarrollo de sistemas complejos, vamos a ocuparnos seguidamente en el análisis de algunas de las consecuencias que pueden derivarse de su aplicación.

El estudio de ellas se va a orientar desde una doble perspectiva:

1ª.- De un lado, las consecuencias que pueden extraerse de la propia metodología propuesta, es decir, de *cómo va evolucionando el proceso de análisis y desarrollo del sistema* siguiendo las características de las diferentes fases de que se compone, (apartado: 4.4.1);

2ª.- De otro lado, analizando *la evolución de la estructura (naturaleza y tipología) de los elementos de información* que van siendo utilizados/generados a lo largo del proceso (apartado: 4.4.2).

Se trata por tanto de un análisis transversal del proceso seguido en el desarrollo del sistema de referencia, para establecer consecuencias respecto a su evolución desde sus comienzos, –materializados en la definición de los requerimientos que debe cumplir–, hasta su conclusión con la entrega del producto terminado al cliente.

El propósito que se persigue es dar una orientación al analista, o grupo de expertos que desarrollen un nuevo sistema, –lo mas amplia y eficiente que sea posible–, a fin de que puedan conocer como debe avanzar el proceso de análisis y desarrollo del mismo, a medida que se van realizando las correspondientes fases de que se compone.

4.4.1.- CONSECUENCIAS OBTENIDAS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO SECUENCIAL EN FASES DE DESARROLLO.-

Modelizar un proceso o conjunto de actividades a realizar para la consecución de un fin (ya sea un sistema, producto, o cualquier otro bien o servicio de naturaleza material o inmaterial), resulta en algunas ocasiones extremadamente difícil.

En el caso que nos ocupa, la dificultad radica en dos aspectos básicamente:

a).- En primer lugar, en tratar de recoger en un esquema lógico, secuencial, y procurando sea lo mas sencillo posible, el conjunto de actividades de distinta naturaleza, magnitud y especificidad que han sido necesarias para el desarrollo del sistema tomado como referencia, –ya que ello supone un conocimiento previo y en profundidad del mismo–, y al tiempo un gran esfuerzo de simplificación y concreción de actividades y funciones realizadas.

b).- En segundo lugar, y una vez esquematizado el proceso de desarrollo anterior, extrapolarlo a un ámbito generalista, teniendo en cuenta al mismo tiempo las tendencias actuales en cuanto a metodologías de análisis y desarrollo de sistemas.

Ambos aspectos han quedado resueltos, –y esperamos suficientemente desarrollados–, en el capítulo tercero. Los siguientes epígrafes se ocupan de poner de manifiesto, como mediante la aplicación de la metodología propuesta para el análisis y desarrollo de sistemas complejos, se va profundizando en el conocimiento del mismo, y concretando en las sucesivas fases de estudio sus elementos materiales y de información.

Haciendo un resumen de contenidos y funciones de las diferentes fases del proceso se puede construir el siguiente cuadro: CONCLUS7.001, donde quedan indicadas las distintas fases que lo componen, las características de los e.i. utilizados tanto en la ENTRADA como los producidos a la SALIDA, las funciones que se realizan en cada fase y el tipo de documentos producidos.

= FASES DEL PROCESO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO COMPLETO =

(CONCLUS7.001)

Modelo-Fase. N#: Nombre (Descripción)	Tipos de E. de Información que utiliza. (Características)	ENTRADA	SALIDA	Funciones que realiza:	Documentos que produce (Enfoque Generalista)
1 => GENERAL. Análisis de Contenidos.	<ul style="list-style-type: none"> * Diversos. * Cuasiespecificados. * Homogeneizados. * Sistemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Muy Cualificados. * Abstractos. * De mucho contenido. * Muy Diversos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Diversos. * Cuasiespecificados. * Homogeneizados. * Sistemáticos. 	Analizar las necesidades y peticiones de contenidos que han de recogerse en el sistema hecho para la aplicación que se esté desarrollando. Definir, especificando su contenido los diferentes elementos globales de la aplicación, así como las interrelaciones existentes entre ellos y los procedimientos de comprobación de que las necesidades y peticiones de la misma son cumplidas por el producto final.	=> Facilidades, Prestaciones y Servicios del Sistema. => Adendum de Nuevas Facilidades y Servicios. => Requerimientos Técnicos del Sistema. => Requerimientos de Manejo y Funcionamiento.
2 => INTERMEDIO. Definición de Elementos Integrantes	<ul style="list-style-type: none"> * Diversos. * Cuasiespecificados. * Homogeneizados. * Sistemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Diversos. * Cuasiespecificados. * Homogeneizados. * Sistemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Especificados. * Diversos. * Gráficos. * Estandarizados. 	Diseñar a partir de las especificaciones de contenidos de la fase anterior, los diferentes elementos constitutivos del sistema. Especificar con el mayor rigor posible, todos los elementos que lo componen así como el intercambio de información entre ellos. Especificación de las operaciones de comprobación que validen la aplicación.	=> Unidades Funcionales: Elementos materiales e inmateriales de funcionalidad del sistema. => Representación gráfica de funciones y procedimientos. => Base de datos funcional. => Pruebas del sistema. => Otros documentos.
3 => EMPÍRICO. Diseño de elementos y definición interrelación.	<ul style="list-style-type: none"> * Especificados. * Diversos. * Gráficos. * Estandarizados. 	<ul style="list-style-type: none"> * Especificados. * Diversos. * Gráficos. * Estandarizados. 	<ul style="list-style-type: none"> * Muy especificados. * Relacionales. * Descriptivos. 	Realizar hasta su completamiento los elementos materiales y de información constituyentes del sistema. Realizar los documentos y especificaciones de control y mantenimiento de la aplicación. Fijar los e.i. que serán utilizados por el sistema en su ciclo de vida.	=> Especificaciones de diseño del sistema.
4 => CONCRETO. Realización elementos materiales y de información.	<ul style="list-style-type: none"> * Muy especificados. * Relacionales. * Descriptivos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Altamente especificados. * Cuantitativos (Medibles). * Muy concretos. * Informativos. * Operativos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Altamente especificados. * Cuantitativos (Medibles). * Muy concretos. * Informativos. * Operativos. 	Comprobar que los distintos elementos materiales y de información componentes del sistema cumplen con las necesidades y peticiones de contenidos especificados en la fase primera. Detectar y corregir los posibles errores encontrados en la aplicación, promoviendo las medidas para su no aparición en el futuro.	=> Especificaciones de diseño del sistema.
5 => EXHAUSTIVO. Comprobación de Contenidos y Resultados.	<ul style="list-style-type: none"> * Altamente especificados. * Cuantitativos (Medibles). * Muy concretos. * Informativos. * Operativos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Todos los de entrada + * Recursivos. * Explicativos (naturaleza de los defectos). * Instructivos (Educan para nuevos diseños de sistemas). * Finales (Culminan el diseño del sistema). 	<ul style="list-style-type: none"> * Todos los de entrada + * Recursivos. * Explicativos (naturaleza de los defectos). * Instructivos (Educan para nuevos diseños de sistemas). * Finales (Culminan el diseño del sistema). 	Comprobar que los distintos elementos materiales y de información componentes del sistema cumplen con las necesidades y peticiones de contenidos especificados en la fase primera. Detectar y corregir los posibles errores encontrados en la aplicación, promoviendo las medidas para su no aparición en el futuro.	=> Elementos funcionales del sistema (materiales inmateriales y humanos). => Elementos de información del sistema (variables, datos). => Especificaciones de control y pruebas.

Analizando el cuadro anterior vemos que en su segunda columna puede apreciarse como las características genéricas de los e.i. que son utilizados en las diferentes fases del proceso van transformándose, pasando de documentos “muy cualificados”, es decir con un gran contenido de información, a documentos “muy especificados”, es decir con una descripción de los e.i. muy detallada, recogiendo información muy precisa sobre todas y cada uno de los elementos (materiales y de información), que componen el sistema. También puede observarse, como la información necesaria para el desarrollo del sistema se va detallando a medida que transcurre el proceso en sus sucesivas fases, transformándose en una información mas homogeneizada (sistematizada con arreglo a las normas establecidas), al tiempo que se va haciendo mas explícita (aparecen documentos gráficos -escenarios-, que aclaran las relaciones existentes entre las diferentes unidades funcionales componentes del sistema), y finalmente, se va produciendo también una asignación formal y mas detallada entre las unidades funcionales y los e.i. del sistema (variables y datos), en cuanto al momento, forma y acciones que van a realizarse sobre éstos en su normal funcionamiento.

En la siguiente columna del cuadro puede apreciarse así mismo como las funciones ejercidas por las diferentes fases del proceso se van concretando sobre el análisis de los elementos específicos del sistema, pasando de un estudio general sobre las necesidades y peticiones de contenido del nuevo sistema a desarrollar, –hecho en las primeras fases del proceso–, a la realización completa de los elementos constituyentes del mismo, junto con los documentos y especificaciones para su control y mantenimiento, y los distintos recursos a utilizar por el sistema, en cuanto a medidas, pruebas, revisiones, auditorias, etc., para conseguir que el sistema a lo largo de su ciclo de vida se mantenga en las condiciones previamente fijadas, en cuanto al nivel de calidad y correcto funcionamiento.

Otro tanto puede decirse respecto a los documentos (que contienen las especificaciones del sistema), y que se van generando a lo largo de su proceso de análisis y desarrollo. En efecto, en la última columna del cuadro anterior se observa como los documentos integrantes de cada fase producidos a la salida de la misma, se van haciendo

mas concretos y específicos en función de su contenido, es decir, de los elementos del sistema que tratan de especificar, al tiempo que se normalizan en una estructura mas homogénea para facilitar así su almacenamiento y manejo posterior, por los analistas primero y por el personal de mantenimiento posteriormente. Cabe señalar además, que este último aspecto de la normalización y almacenamiento de la información es de trascendental importancia para el proceso de desarrollo, ya que de ello depende el que la información que vaya siendo necesitada a lo largo de las diferentes fases del proceso de análisis, se encuentre disponible y fácilmente accesible para su consulta y uso por los que lo precisen.

Como resumen de todo lo anterior, podemos apuntar que a lo largo del proceso de análisis y desarrollo del sistema, y en sus sucesivas fases, se va consiguiendo en el sistema a desarrollar una concreción y especificación mas detallada, tanto en los elementos que lo componen, como en los documentos que lo generan y soportan su contenido, para llegar desde unas ideas generales en cuanto a los contenidos o funciones que debe suministrar el sistema, hasta una especificación concreta y detallada respecto a los elementos funcionales y de información que lo componen –y que harán posible su funcionamiento correcto–, así como de sus formas de uso y mantenimiento.

EXPANSIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN.-

La metodología de análisis y desarrollo de sistemas propuesta, va dirigida a facilitar el estudio en profundidad de los elementos constituyentes del mismo para el cumplimiento de sus funciones. Dicho estudio en profundidad es realizado a través de una serie de fases consecutivas, –cada una de las cuales se apoya en la anterior–, y conlleva que cada uno de los e.i. (variables, datos, documentos, informes, gráficos, etc.) producidos en la fase de análisis y desarrollo anterior, al ser estudiados nuevamente con una óptica mas detallista, dé lugar a la producción de nuevos e.i. que serán utilizados en las fases siguientes.

Cuestión importante para el analista será por tanto conocer, –aunque sea de forma aproximada–, la evolución de la expansión que tiene lugar en los e.i. durante el proceso

de análisis y desarrollo del sistema. Tal proceso de expansión no es homogéneo a lo largo del desarrollo de todas las fases, sino que en determinados modelos-fase, y debido a las funciones específicas que cumple, se produce una expansión de e.i. superior a la obtenida en otras.

En un intento de medir esta evolución en la concreción y detalle de la información que da lugar a la multiplicación de los e.i. a lo largo del proceso, se ha creado el llamado "coeficiente de expansión" de la información, a través del cual se pretende evaluar el grado de expansión que cada e.i. obtenido en la fase anterior genera para la siguiente.

Este proceso de expansión de la información puede apreciarse en el siguiente cuadro:

NIVEL DE EXPANSIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN

Modelo-Fase N#: Nombre	Elementos de Información: (manejados en cada fase)				Nivel de Abstracción (Coef. de Expansión)
	Entrada		Salida		
	Número	% del Total	Número	% del Total	
1: GENERAL	42	0'1	180	0'5	4'3
2: INTERMEDIO	180	0'5	1997	4'7	11'1
3: EMPÍRICO	1997	4'7	2202 ¹²	5'2	1'1
4: CONCRETO	2202	5'2	41100	96'7	18'7
5: EXHAUSTIVO	41100	96'7	42510 ¹³	100	1'1

Analizando los contenidos del cuadro anterior, y en especial los valores de las columnas de los e.i. obtenidos como SALIDA de cada una de las fases del proceso, vemos que la participación de estos frente al total de e.i. utilizados para el desarrollo de todo el sistema va creciendo a lo largo del mismo como consecuencia del efecto multiplicativo que se ha señalado anteriormente. La consecuencia inmediata que puede extraerse de la comparación de dichos porcentajes, es que en las primeras etapas del proceso de análisis

¹² Se incluyen aquí los e.i. de las dos fases anterior puesto que son plenamente utilizados en esta.

¹³ Se incluyen en este apartado los e.i. producidos como consecuencia de los errores encontrados en el sistema y que por las operaciones de "retrofit" son incluidos como nuevos elementos del mismo.

y desarrollo del sistema, los e.i. intervinientes son pocos en número pero con una elevada densidad de información, y posteriormente a medida que se va profundizando en el desarrollo del sistema van siendo mas numerosos pero al mismo tiempo mas concretos y centrados en aspectos mas específicos de la realidad que se está analizando. Sin embargo, este efecto expansivo de los e.i. generados no sigue una tendencia lineal.

Centrándose en los valores obtenidos como e.i. de SALIDA en las distintas fases del análisis, puede observarse como el mayor volumen de expansión a lo largo del mismo se produce en la fase cuarta (que corresponde al Modelo-Fase: 4; de Realización de elementos materiales y de información), lo cual resulta lógico pues como ya quedó explicado en su momento, es en esta fase donde se lleva a cabo el desarrollo y realización material de los elementos componentes del sistema, y por tanto, donde se va a producir la expansión completa del mismo.

Este mayor detalle de conocimiento del sistema que se pone de manifiesto a medida que avanza su análisis en cada fase del proceso, puede ser medido a través del denominado: “*Coficiente de Expansión*” y que puede definirse como: “la relación por cociente existente entre el número de e.i. obtenidos a la SALIDA de cada fase del proceso (como consecuencia de las actividades de estudio, producción de información, etc) y el número de e.i. manejados a la ENTRADA de la correspondiente fase”. Por tanto, puede ser calculado para cada una de las fases del proceso de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Coef. de Expansión} = \frac{\text{Número de e.i. de SALIDA.}}{\text{Número de e.i. de ENTRADA.}} \quad (\text{para cada modelo-fase}).$$

Esta relación determina el factor multiplicador de los e.i. que tiene lugar en todo proceso de análisis como consecuencia de las actividades de estudio y profundización del problema o sistema objeto de estudio. Sin embargo, como ha quedado dicho, tal proceso multiplicador no es homogéneo a lo largo de las diferentes fases que lo componen.

Observando los valores contenidos en la última columna del cuadro, vemos que existen dos fases o momentos del proceso, en los cuales se produce una importante expansión. Nos estamos refiriendo concretamente a la fase segunda (que corresponde al modelo-fase: 2; de Definición de los elementos integrantes del sistema) y a la fase cuarta ya mencionada (correspondiente al modelo-fase: 4; de Realización de los elementos materiales y de información) lo que resulta coherente puesto que, como ya se indicó en el análisis y descripción de las funciones que componen cada fase del proceso, es en estas, donde se lleva a cabo la definición concreta de los elementos materiales y de información constituyentes del sistema desarrollado.

4.4.2.- CONSECUENCIAS OBTENIDAS DEL ANÁLISIS TIPOLÓGICO DE LOS E.I.-

El presente capítulo ha sido dedicado al análisis, clasificación y tipificación de los e.i. utilizados para el desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia. El objetivo perseguido es establecer la naturaleza y tipología de los mismos, representada en forma de porcentajes de participación de cada uno de ellos en las diferentes fases que componen el proceso completo, a fin de poder ofrecer recomendaciones de utilización en la selección de los e.i. necesarios para el desarrollo de sistemas complejos pertenecientes a otros ámbitos.

Nótese que al sugerir los porcentajes de utilización de e.i. recomendados para el nuevo sistema a desarrollar, se indica únicamente su naturaleza y tipología, y no el número de ellos que deben intervenir en todas y cada una de las fases que componen el proceso, lo cual dependerá en todo caso de las decisiones del analista, y de otras cuestiones externas al propio proceso de análisis y desarrollo, como pueden ser los recursos materiales y humanos de que se disponga, el tiempo de desarrollo asignado para el producto o sistema, el coste estimado para el mismo, etc. Por tanto, dado que todas estas cuestiones escapan a nuestro control, *el trabajo se ha focalizado sobre la base de ofrecer la configuración de tipos de e.i. mas idónea* (expresada en porcentajes de participación de cada uno de ellos) *que permita la creación de un sistema carente de errores, o al menos con el mínimo número de ellos*, tanto en su desarrollo como en su posterior funcionamiento a lo largo de su periodo de vida como producto o servicio.

EVOLUCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LOS E.I.-

Siguiendo el esquema de análisis transversal de la información apuntada al comienzo del epígrafe, estudiaremos a continuación las consecuencias que se desprenden de la evolución que tiene lugar en la tipología de los e.i. que son utilizados a lo largo de las distintas fases que componen el proceso. Dicho estudio se va a llevar a cabo para cada una de las cinco características clasificatorias fijadas:

A).- *Según la NATURALEZA.* Recuérdese que atendiendo a esta característica clasificatoria las variables pueden ser: “cualitativas” y “cuantitativas”, y a su vez estas últimas pueden subclasificarse en: “discretas” y “continuas”. Según estos criterios clasificatorios puede construirse el siguiente cuadro:

TIPIFICACIÓN DE LOS E.I. DE ENTRADA SEGÚN SU NATURALEZA.

Modelo-Fase (Denominación)	Participación en % en el proceso de Análisis:				Observaciones
	Cualitativas:	Cuantitativas:		Total	
		Discretas	Continuas		
Mod.-Fase: 1 (GENERAL)	78'6	14'3	7'1	21'4	
Mod.-Fase: 2 (INTERMEDIO)	60'5	26'7	12'8	39'5	
Mod.-Fase: 3 (EMPÍRICO)	51'6	32'9	15'4	48'4	Son resumen de los distintos e.i. (diversos en su naturaleza), que componen este modelo-tipo.
Mod.-Fase: 4 (CONCRETO)	29'8	47'8	22'4	70'2	
Mod.-Fase: 5 (EXHAUSTIVO)	39'4	37'9	22'7	60'6	Idem. del mod.-fase 3 anterior pero con características propias de sus documentos aún mas diversa.

La característica mas relevante que puede destacarse en la evolución de los tipos de e.i. que son utilizados en las diferentes fases del proceso es que las variables “*cuantitativas*” van disminuyendo su porcentaje de participación a medida que se va avanzando y profundizando en el proceso de análisis (pasan del 78’6% hasta el 39’4%) al propio tiempo, las variables “*cuantitativas*” van creciendo en su importancia (pasando del 21’4% inicial hasta el 60’6% en el último modelo-fase). Esto se debe al hecho de que a lo largo del análisis, y a medida que se va profundizando en el estudio de los elementos del sistema se va modificando la óptica con la que se focaliza el análisis. Así, si bien en las primeras fases de estudio lo que importa es que queden incluidas en el mismo todas las variables relevantes del sistema, en las subsiguientes fases, y una vez delimitadas estas, el analista focaliza su atención en los valores que tales variables representan, que son en definitiva las magnitudes que servirán para hacer funcionar y al mismo tiempo facilitar su control.

Se trata como vemos, de un proceso de profundización en el estudio de los problemas lógico, ya que primero se piensa en *¿qué variables?* han de intervenir en la realidad objeto de análisis, y posteriormente *¿en qué cuantía?* deben participar las magnitudes que representan.

B).- Atendiendo a su AMPLITUD. Según la clasificación recogida en el cuadro de tipificación de variables, estas se clasifican en: “*individuales*” y “*colectivas*”, y a su vez las primeras en: “*absolutas*” y “*relativas*”, y las segundas en: “*analíticas*”, “*globales*” y “*estructurales*”. Hay que precisar que, a pesar de que en las tablas que recogen la tipificación de variables según esta clasificación aparecen otras subclases, sin embargo, a fin de realizar un análisis más concreto, solamente han sido consideradas las indicadas aquí. Atendiendo a ello, se ha construido el siguiente cuadro:

TIPIFICACIÓN DE LOS E.I. DE ENTRADA SEGÚN SU AMPLITUD.

Modelo-Fase (Denominación)	Participación en % en el Proceso de Análisis							Observaciones:
	Individuales:			Colectivas:				
	Absolut.	Relativ.	Total	Analic.	Globales	Estruct.	Total	
Mod.-Fase: 1 (GENERAL)	19'2	19'0	38'2	28'6	23'4	9'6	61'8	
Mod.-Fase: 2 (INTERMEDIO)	47'2	25'6	72'8	9'5	10'6	7'2	27'3	
Mod.-Fase: 3 (EMPÍRICO)	34'1	24'1	58'2	19'8	14'3	7'7	41'8	* Idem cuadro anterior.
Mod.-Fase: 4 (CONCRETO)	39'5	23'9	63'4	14'6	10'7	11'2	36'6	
Mod.-Fase: 5 (EXHAUSTIVO)	36'0	30'3	66'3	12'1	10'8	10'8	33'7	* Idem cuadro anterior.

Si bien es difícil extraer conclusiones precisas respecto a la evolución que experimentan los e.i. según esta clasificación a lo largo del proceso, debido principalmente a que los modelos-fase tercero y quinto la naturaleza y características de los documentos que han constituido la base para el estudio de los e.i. es muy diversa en su formato, función y contenido, vamos a señalar empero, algunas de las consecuencias mas relevantes que pueden observarse:

La primera consecuencia que se extrae es que a medida que se va profundizando en el estudio, las "variables individuales" van aumentando en su porcentaje de participación, y en especial en los modelos-fase segundo, cuarto y quinto. El gran aumento que se experimenta en la segunda fase del proceso es debido principalmente a los distintos tipos de elementos que se producen en dicha fase, que como puede apreciarse en el cuadro de "Proceso de intercambio de E.I." indicado anteriormente, son documentos de naturaleza diversa pero muy especializados en su contenido, lo cual hace

que las variables que están incluidas en ellos sean también de naturaleza concreta al referirse a elementos, conceptos o grupos de elementos particularizados.

Por lo que se refiere a las dos últimas fases del proceso, la explicación de su mayor participación es clara, por cuanto el procedimiento seguido en la metodología propuesta, –que persigue la profundización en el estudio de los elementos componentes del sistema–, hace que llegados a estos últimos estadios del análisis, la atención esté focalizada en elementos concretos (individuales) del mismo, y por tanto, las variables y datos que los definan también tengan esta naturaleza.

Otra consecuencia que puede extraerse respecto a las “variables colectivas” es la participación comparativa que tienen las distintas subclases que la componen. En efecto, si se observa en el primer modelo-fase predominan fundamentalmente las variables “analíticas” frente a las “estructurales” (con porcentajes de un 28’6% versus un 9’6% respectivamente), mientras que en las últimas fases del proceso tal porcentaje de participación se va equilibrando (concretamente en el último modelo-fase sus porcentajes de participación son: 12’1%, 10’8% y 10’8% para las “analíticas”, “globales” y “estructurales” respectivamente). Ello es debido, entendemos, a que en los primeros estadios del análisis la atención se focaliza en las características propias de los elementos globales analizados, -cuestión que define a las variables “analíticas” que diferencian unos elementos de otros en función de las características propias que presentan-, mientras que a medida que se va desarrollando y profundizando en el estudio de los mismos se van conociendo sus interrelaciones, dentro de cada unidad funcional, y con los demás elementos componentes del sistema, lo cual hace que puedan establecerse relaciones entre ellos y organizarlos o clasificarlos en subconjuntos o grupos de características similares, que es precisamente la definición de contenido de las variables “globales” y “estructurales”.

En definitiva, lo importante a destacar respecto a esta metodología, no es solamente que se realiza la definición de los elementos componentes del sistema, sino también *la interacción que presenten entre ellos* antes y durante su funcionamiento.

C).- Según su **NIVEL DE ABSTRACCIÓN**. Atendiendo a esta cualidad clasificatoria existen cuatro tipos distintos de variables: “generales”, “intermedias”, “empíricas” y “concretas”, en base a las cuales se han tipificado los diferentes e.i. que intervienen en las distintas fases del proceso de análisis y desarrollo. Recogiendo los valores contenidos en las distintas tablas clasificatorias puede construirse el siguiente cuadro:

TIPIFICACIÓN DE LOS E.I. DE ENTRADA SEGÚN SU NIVEL DE ABSTRACCIÓN.

Modelo-Fase (Denominación)	Participación en % en el Proceso de Análisis:				Observaciones:
	Generales	Intermedias	Empíricas	Concretas	
Mod.-Fase: 1 (GENERAL)	45'2	11'9	23'8	19'1	
Mod.-Fase: 2 (INTERMEDIO)	32'8	41'7	22'8	2'8	
Mod.-Fase: 3 (EMPÍRICO)	31'8	39'7	20'8	7'7	* Idem cuadro anterior.
Mod.-Fase: 4 (CONCRETO)	19'2	24'3	29'2	27'3	
Mod.-Fase: 5 (EXHAUSTIVO)	20'8	36'8	25'3	17'1	* Idem cuadro anterior.

La principal consecuencia que puede extraerse del cuadro anterior es la disminución en el porcentaje de participación de las variables “generales” (pasan de un 45'2% a un 20'8%) a lo largo de la evolución del proceso, en favor de las variables “intermedias” y “empíricas” (especialmente las primeras que pasan de un 11'9% hasta un 36'8% en la última fase). La explicación que puede darse a esto es clara, ya que las variables “generales” por propia definición hacen referencia a aquellas modalidades de variables no directamente medibles, pero que las distinguen de las demás, mientras que las variables “intermedias” y en especial las “empíricas” representan aspectos o dimensiones de los elementos del sistema mas concretos y directamente medibles.

Dado que esta metodología conduce a un conocimiento mas profundo de los elementos componentes del sistema a medida que se avanza en su desarrollo, parece lógico que el analista pase de un estudio mas en amplitud de sus elementos globales, para posteriormente focalizando la atención sobre cada uno de ellos en fases posteriores, se haga un análisis mas pormenorizado que conduzca a delimitar sus medidas, ratios de funcionamiento, máximos y mínimos permitidos etc, que son en definitiva los contenidos de las variables “intermedias” y “empíricas”.

Por lo que se refiere a las variables “concretas”, cuya descripción de contenido se reserva para aquellos e.i. que representan aspectos de la realidad muy definidos o muy concretos, la única conclusión que podemos extraer es que se ha mantenido aproximadamente su porcentaje de participación a lo largo del proceso, y ello puede deberse a que, dado que se refiere a e.i. de características muy definidas, lo único que ha hecho el proceso de análisis es profundizar en su estudio delimitando mas su contenido, pero no dando lugar en su explosión, a la aparición de otros elementos de información que pudieran presentar otras características diferenciadoras, manteniéndose por tanto los mismos elementos de principio a fin, aunque obviamente mejor conocidos y valorados al final del proceso de análisis.

Antes de terminar, ha de hacerse también la salvedad indicada en las clasificaciones anteriores en relación con la diversidad y heterogeneidad de los documentos y e.i. tratados en las fases tercera y quinta correspondientes a los modelos-fase del mismo número.

D).- Según el carácter de las ESCALAS DE MEDICIÓN. Según este aspecto clasificatorio de los e.i. existen hasta cuatro subtipos: “*escala nominal*”, “*escala ordinal*”, “*de intervalo*” y “*de razón*” en base a las cuales se ha realizado la tipificación de los mismos en las cinco fases constitutivas del proceso de análisis y desarrollo. Recogiendo los datos obtenidos en cada una de ellas, se puede construir el siguiente cuadro resumen:

TIPIFICACIÓN DE LOS E.I. DE ENTRADA SEGÚN LA ESCALA DE MEDICIÓN.

Modelo-Fase (Denominación)	Participación en % en el Proceso de Análisis				Observaciones
	Nominal	Ordinal	Intervalo	Razón	
Mod.-Fase: 1 (GENERAL)	26'2	42'9	11'9	19'0	
Mod.-Fase: 2 (INTERMEDIO)	42'2	32'2	18'3	7'2	
Mod.-Fase: 3 (EMPÍRICO)	40'7	28'6	21'9	8'8	* Idem cuadro anterior.
Mod.-Fase: 4 (CONCRETO)	14'1	27'3	33'2	25'4	
Mod.-Fase: 5 (EXHAUSTIVO)	16'6	37'4	30'0	16'0	* Idem cuadro anterior.

El aspecto mas relevante a destacar sea quizá, efectuar la comparación entre la primera y la última fase del mismo. A la vista de los datos consignados en el cuadro anterior puede observarse como en los primeros estadios del estudio (véanse primera y segunda fase especialmente) predomina el tipo de variables de “escala nominal” y “ordinal”, y ello puede deberse al hecho de que en ellas lo que predomina es la distinción entre los distintos elementos globales integrantes del sistema, y en algunas ocasiones por un conocimiento mas preciso se comienza a efectuar las primeras ordenaciones jerárquicas entre ellos, pero focalizando la atención en que entren a formar parte del sistema *“todos”* los elementos globales necesarios para su funcionamiento, a fin de que no se produzcan omisiones que redundarían en lagunas mas amplias en fases posteriores del proceso de análisis. Lo que importa por lo tanto, *es que estén todas las variables relevantes*, ya que su ordenación jerárquica e interrelaciones existentes entre ellas se irá depurando a medida que se avance en el análisis del sistema.

Esta circunstancia parece lógica si acudimos a la definición que se da para estos tipos de variables: “nominales” y “ordinales”. Recuérdese que las “nominales”

comprenden la distinción de las diversas categorías de elementos, pero sin implicar ningún tipo de orden entre ellos, y por su parte las “ordinales” implican ya cierto orden entre las distintas categorías de elementos pero sin fijar aún grados de distancia e importancia entre ellos. Mientras que los dos últimos tipos: “de intervalo” y “de razón” definen ya de una forma clara el orden, los grados de distancia y jerarquías concretas a establecer entre los elementos o grupos de elementos.

A medida que se va profundizando en el desarrollo, y en especial en sus últimas fases, se observa como se ha equilibrado el porcentaje de participación de las variables en el sistema, especialmente en favor de las dos intermedias, lo cual implica que el conjunto de e.i. existentes en el mismo está ya perfectamente conocido y han podido establecerse ordenaciones y jerarquías en base a las funciones que cada uno de ellos cumple en el sistema.

También es preciso destacar el fuerte aumento de participación que tienen las variables “de razón” (que son las mas precisas en el contenido del elemento que definen), en especial en la cuarta fase del proceso (correspondientes al modelo-fase: 4), en la que vemos que alcanza la cuarta parte de las variables intervinientes. Ello puede ser debido, a que es precisamente en esta fase donde “se realizan” los elementos materiales y de información constituyentes del sistema, y por consiguiente, es claro que la información que habrá de tenerse sobre ellos ha de ser máxima, puesto que de ello dependerá que dichos elementos cumplan con todos los requisitos fijados para el sistema, y ello solo se consigue con una información completa de sus características.

E).- Según la POSICIÓN EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN. Atendiendo a este criterio clasificatorio los e.i. pueden ser en una primera división: “internas” o “endógenas” y “externas” o “exógenas” al sistema, y a su vez las primeras se subclasifican en: “dependientes” e “independientes” y las segundas en “relevantes” e “irrelevantes” de acuerdo con las definiciones dadas. Como puede verse esta clasificación de los tipos de variables está orientada fundamentalmente a definir en qué medida participan las mismas en el sistema que se está desarrollando, o si se quiere, qué papel fundamental o accesorio están jugando en el mismo, teniendo en cuenta, que si bien

las variables “*endógenas*” son las implicadas directamente en su funcionamiento y por tanto su presencia es esencial, –ya que sino éste no cumpliría las funciones o requerimientos para los que fue creado–, sin embargo, son las variables “*exógenas*” las que determinan la calidad del mismo, ya que su aparición dentro del proceso de análisis y desarrollo está poniendo de manifiesto que el analista ha previsto casos o eventos de funcionamiento del sistema que, si bien no constituyen parte de su funcionamiento normal, si están previendo causas o efectos de difícil aparición, pero que en caso de producirse, llevarían a anomalías de mayor o menor importancia en el sistema.

Por lo tanto, el que estos tipos de e.i. aparezcan a lo largo del proceso de análisis, e incluso permanezcan posteriormente en el sistema ya desarrollado, implica que el analista no solamente ha tenido en cuenta el funcionamiento normal del mismo, sino que además se ha previsto un conjunto de eventos colaterales de difícil aparición *pero posibles*, que resguardan al mismo frente a las anomalías o deterioros que estos podrían producirle. Resumiendo, son por tanto como hemos tratado de justificar, *las variables que miden la calidad del sistema*.

Sentada la importancia que tiene esta clasificación de las variables, vamos a construir un cuadro que recoja la evolución de las mismas a lo largo del proceso. Tal cuadro es el siguiente:

TIPIFICACIÓN DE LOS E.I. DE ENTRADA SEGÚN SU POSICIÓN EN EL PROCESO.

Modelo-Fase (Denominación)	Internas (Endógenas)			Externas (Exógenas)			Observaciones:
	Depend.	Independ.	Total	Relevant.	Irrelevant.	Total	
Mod.-Fase: 1 (GENERAL)	45'2	31'0	76'2	21'4	2'4	23'8	
Mod.-Fase: 2 (INTERMEDIO)	31'7	53'9	85'6	12'2	2'2	14'4	
Mod.-Fase: 3 (EMPÍRICO)	30'8	52'7	83'5	12'1	4'4	16'5	* Idem cuadro anterior.
Mod.-Fase: 4 (CONCRETO)	31'7	51'2	82'9	13'7	3'4	17'1	
Mod.-Fase: 5 (EXHAUSTIVO)	29'7	50'6	80'3	12'1	7'6	19'7	* Idem cuadro anterior.

A la vista de los datos expresados en el cuadro anterior pueden extraerse las siguientes reflexiones: En primer lugar, entendemos que dada la función que cumplen estas variables dentro del sistema, y que ha sido explicada en los párrafos precedentes, lo que procede es, más que analizar su evolución a lo largo del proceso, establecer consecuencias a partir de sus porcentajes finales que son en definitiva los que nos permitirán realizar el análisis último que puede hacerse del sistema.

En este sentido, y según los datos del cuadro, se aprecia un reparto en la participación de aproximadamente el 80% para las variables "endógenas", dentro de las cuales tienen obviamente un mayor peso las variables "independientes" (aprox. un 51% del total) frente a las variables "dependientes" (que participan con aprox. un 30% del total), lo cual resulta fácil de explicar por cuanto las primeras determinan el funcionamiento aislado de cada uno de los elementos componentes del sistema, mientras que las segundas (dependientes), determinan los comportamientos de las anteriores, o bien, reflejan las interrelaciones existentes entre ellas. En cualquier caso, estas últimas nos sirven para explicar el funcionamiento concreto o anómalo de las primeras, según se

desprende de su definición de funciones. El resto: aprox. 20%, es para las variables “*exógenas*”, dentro de las cuales se pueden distinguir las “*relevantes*” con un aprox. 12% del total y las “*irrelevantes*” con un aprox. 7% del total¹⁴. Tales porcentajes de participación pueden servir, como se ha indicado, a modo de *escala de medición de la calidad del sistema*, si bien habría que establecer previamente (no se ha hecho en el presente trabajo) los ratios que determinen los distintos grados o escalas de calidad.

En todo caso, y lo importante a destacar como resumen, es la función que realiza esta cualidad clasificatoria como garante de la medida de calidad del sistema, al menos desde el punto de vista del proceso de análisis y desarrollo del mismo, ya que en última instancia, los errores pueden producirse por otras circunstancias ajenas al sistema y a su proceso de análisis y desarrollo como se pondrá de manifiesto en el próximo capítulo dedicado al aseguramiento de la calidad.

Con este estudio pormenorizado de los e.i. (variables, datos, documentos, informes, etc), que se ha realizado en los epígrafes anteriores, junto con las conclusiones que se han extraído respecto a su utilización en las sucesivas fases de análisis y desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia y su propuesta de traslación al desarrollo de otros sistemas análogos pertenecientes a otros ámbitos de estudio, puede darse por completado el presente capítulo. Pero, por mucho interés que se haya prestado al realizar todas y cada una de las fases que componen el proceso de análisis y desarrollo del sistema “nunca” se puede llegar a lograr “*un producto absolutamente perfecto*”, sino que obviamente, quedarán defectos residuales o errores de funcionamiento ocultos, que se pondrán de manifiesto en las pruebas de homologación, y en su caso, a lo largo del ciclo de vida del mismo.

Sin embargo, uno de los **objetivos** del presente trabajo es precisamente conseguir que dichos errores o malfunciones del sistema que se esté desarrollando sea el mínimo

¹⁴ Hay que señalar que estos porcentajes de participación de las variables en esta última fase, están en alguna medida distorsionadas puesto que como se indica en la nota de observaciones del cuadro se refiere a un conjunto de e.i. heterogéneos, cada uno de los cuales tiene su participación en porcentajes distinta. Por tanto tales resultados solamente pueden contemplarse desde una óptica aproximativa, y si se quiere operar con resultados mas precisos habrá que acudir a los porcentajes de participación en cada uno de los documentos de los cuales se han extraído los valores medios.

posible, por lo que habrá que estudiar la naturaleza y origen de los producidos a lo largo del desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia, extrayendo las conclusiones que proceda respecto a las causas o motivos que los produjeron. Se podrán entonces, tomar las acciones preventivas oportunas a través de los métodos de corrección o minimización de errores que se proponen en el siguiente capítulo, pudiendo así trasladar las conclusiones que se alcancen, al nuevo sistema objeto de desarrollo.

ANEXO: 4.01.**CLASIFICACIÓN TIPOLÓGICA DE LOS E.I.-**

Dada la importancia que a nuestro juicio tiene la tipificación de los elementos de información manejados en el presente trabajo, y considerando además que la hipótesis que se formula *es que tales e.i. sean de carácter generalista*, es decir, aplicables a los análisis y desarrollos de sistemas pertenecientes a otros ámbitos de estudio, se hace necesario describir, –de la forma mas precisa que se posible–, cada uno de los tipos recogidos en la clasificación.

Entendemos que la información contenida en el sistema tomado como modelo de referencia puede ser considerada desde un punto de vista genérico, y no desde la óptica estrictamente técnica en el que está enmarcado, ya que por tratarse de una aplicación que satisface distintos tipos de necesidades sociales (puesto que en definitiva, los servicios que van a ser analizados dependen de las demandas sociales de distinta índole, tales como: económico-financieras, de información, de comunicación, de entretenimiento, de carácter politico-social, etc), *puede ser considerada como contenidos de información genérica y por tanto extrapolable a otros ámbitos de estudio*, con la misma tipología de las variables aquí utilizadas.

Es por ello por lo que nos vamos a detener a continuación a explicar, e incluso ejemplificar para algunos ámbitos distintos al tomado como referencia, la tipología de las distintas variables. En concreto, los ámbitos de estudio que nos han parecido mas adecuados para llevar a cabo la extrapolación son los siguientes:

- 1º.- El ámbito informático y de las telecomunicaciones.
- 2º.- El ámbito económico-financiero.
- 3º.- El ámbito social, y
- 4º.- El ámbito educativo.

Con ello, y al señalar ejemplos distintos en estos cuatro ámbitos de aplicación, lo que se pretende es dejar claro *el carácter generalista que tiene la clasificación tipológica de e.i. tomada como referencia.*

CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN

TIPOS DE E.I. SEGÚN SU:	SE CLASIFICAN EN:	CON LAS SUBCLASES:	EN LOS SUBTIPOS:
NATURALEZA:	CUALITATIVAS. CUANTITATIVAS:	DISCRETAS. CONTINUAS.	
AMPLITUD:	INDIVIDUALES: COLECTIVAS:	ABSOLUTAS: RELATIVAS: ANALÍTICAS. GLOBALES. ESTRUCTURALES.	DE BASE. DE PERSONALIDAD. DE CONDUCTA. COMPARATIVAS. RELACIONALES. CONTEXTUALES.
NIVEL DE ABSTRACCIÓN:	GENERALES. INTERMEDIAS. EMPÍRICAS. CONCRETAS.		
ESCALA DE MEDICIÓN:	ESCALA NOMINAL. ESCALA ORDINAL. DE INTERVALO. DE RAZÓN.		
POSICIÓN EN PROCESO DE INVESTIGACIÓN:	INTERNAS (ENDÓGENAS): EXTERNAS (EXÓGENAS):	DEPENDIENTES. INDEPENDIENTES. RELEVANTES. IRRELEVANTES.	

Del cuadro anterior se pueden describir los siguiente tipos y clases de e.i.:

A).- Atendiendo a su **NATURALEZA**, se pueden clasificar en:

A.1).- **Cualitativas**: Son aquellas en las que los elementos o grupos de elementos se diferencian unos de otros en función de las características propias que contienen o les hace distintos de los demás elementos o grupos. Son en definitiva características diferenciadoras.

Como ejemplos en los ámbitos citados podemos señalar: 1º.- En el ámbito informático de las telecomunicaciones, los distintos tipos de servicios que pueden ofrecerse, los distintos tipos de abonados, los distintos tipos de enlaces y rutas de encaminamiento, etc.; 2º.- En el ámbito económico-financiero, los distintos tipos de productos que ofrecen las entidades financieras, las distintas entidades financieras, los distintos tipos de clientes, etc.; 3º.- En el ámbito social, los distintos estados civiles, el distinto sexo, el distinto estatus económico, las distintas creencias religiosas, etc.; y finalmente, 4º.- En el ámbito educativo, los distintos tipos de enseñanza, los distintos centros educativos, las distintas asignaturas, etc.

A.2).- **Cuantitativas**: Se caracterizan por presentar un número o quantum de un determinado elemento o grupo de elementos de un conjunto. Como ejemplos pueden citarse: 1º.- En el ámbito inf-telec., el número de enlaces por ruta, el número máximo de abonados de un nodo, el número máximo de dígitos que se admiten en un servicio, el número de redes de conmutación, etc.; 2º.- En el ámbito econ.-financ., el número de oficinas de una entidad bancaria, el número de cuentas, el número de clientes, el número de activos financieros que hay comercializados en el mercado, etc.; 3º.- En el ámbito social, la población de una ciudad o barrio, el número de personas mayores de cierta edad, el número de titulados superiores, el número de médicos existentes en un colectivo, el número de hospitales de la provincia, etc.; 4º.- En el ámbito educativo, el número de alumnos por clase, el número de asignaturas, el número de profesores, el número de centros de enseñanza media, etc.

-> A su vez estas pueden subclasificarse en:

A.2.1).- **Discretas**: Cuando su número puede representarse por un valor entero o existe un lapsus numérico entre ellas. Como ejemplos de los anteriores ámbitos pueden citarse: número de abonados de una central, nº de cuentas de ahorro de una sucursal bancaria, nº de guarderías de un determinado barrio, y nº de alumnos de una clase.

A.2.2).- **Continuas**: Son aquellas que vienen representadas por números reales que pueden tomar infinitos valores entre ellos. Ejemplos a citar podrían ser: el trafico telefónico soportado por una central a lo largo del día, los niveles de cotización de los activos financieros en el mercado secundario, el nivel cultural de una sociedad, las notas atribuidas a alumnos en exámenes, etc.

B).- Atendiendo a la **AMPLITUD**, de las unidades a que se refieren, pueden clasificarse en:

B.1).- **Individuales**: Cuando se refieren a las características de un solo elemento del conjunto o colectivo que se está observando. Ejemplos de estas pueden ser: 1º.- En el ámbito inf.-telec., los servicios contratados por un abonado concreto, las características de un determinado servicio, el tipo de tráfico de un enlace, etc.; 2º.- En el ámbito econ.-financ., las características de un tipo de producto financiero dado, la forma de operar de un banco, nº de oficinas de una entidad bancaria determinada, el tipo de documento que recoge una operación bancaria dada, etc.; 3º.- En el ámbito social, las características atribuidas a un individuo dado, las facilidades que se asignan a un servicio social, el perfil asignado para ejercer un determinado puesto, etc.; 4º.- En el ámbito educativo, el perfil psicológico de un niño, las características que definen una asignatura, los requisitos a reunir para matricularse en un centro, etc.

-> Dentro de estas a su vez pueden ser:

B.1.1).- **Absolutas**: Son aquellas que no implican referencia alguna a otro elemento del grupo. Como ejemplos pueden señalarse: el nº telefónico asignado a un abonado, el nº de c/c. de un cliente de una entidad bancaria dada, la edad, el peso, la estatura, los rasgos psicológicos de un alumno dado, etc.

B.1.2).- **Relativas**: Son las que implican relación con otro elemento o elementos del grupo o colectivo a que pertenece. Como ejemplos pueden citarse: ser el servicio telefónico mas completo de un conjunto dado, ser la ruta con mas tráfico de una central, ser el activo financiero de mayor volumen de transacciones, ser el tipo de cta. de ahorro de mayor rentabilidad, ser el alumno mas pequeño de una clase, ser la asignatura del programa mas extenso del conjunto curricular, ser la persona mayor de un colectivo dado, etc.

-> Dentro de las "absolutas" a su vez pueden ser:

B.1.1.1).- **De Base**: Sitúa a los elementos dentro de la estructura a la que pertenecen configurando su personalidad o características propias. Tienen carácter público y generalmente permanente. Ejemplos de ellas pueden ser: tipo de instituciones o entidades asignadas a una RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), activos financieros de renta fija, seguros de vida, edad o profesión de un individuo o elemento de un grupo, pertenecer o no a una familia numerosa un alumno, etc.

B.1.1.2).- **De Personalidad**: Definen la personalidad del elemento, o la personalidad o particularidad que se le atribuye a la persona que hace uso de dicho elemento. Ejemplos de ellos pueden ser: estar abonado a la red de telefonía móvil, ser un cliente tipo que adquiere activos financieros de alto riesgo, pertenecer a un colectivo de jubilados, ser un alumno de alto coeficiente intelectual, ser una asignatura considerada como muy compleja, pertenecer a un colectivo de personas muy religiosas, etc.

B.1.1.3).- **De Conducta**: Definen el comportamiento conductual de un elemento o individuo asociado a un elemento de un colectivo dado. Ejemplos de ellos pueden ser: tener categoría de centralita telefónica frente a un abonado normal ya que supone generar mas tráfico, ser un activo financiero del que se espera una fuerte demanda dadas las condiciones económico-financieras del momento en el mercado,

ser un alumno de inteligencia preclara que requiera un tipo de enseñanza especializada, tener antecedentes penales, etc.

-> Centrándonos ahora en la clase de “relativas”, estas a su vez pueden ser:

B.1.2.1).- **Comparativas:** Son las que determinan comparaciones entre los distintos elementos de un colectivo. Se distinguen por tanto en su comparación con otro u otros elementos del grupo. Ejemplos de ellas pueden ser: los abonados telefónicos digitales frente a los analógicos, ya que el tipo de servicios a que pueden acceder son diferentes, pertenecer como cliente a una entidad bancaria dada que ofrezca mas y mejores servicios que otras, ser la persona mas alta de un colectivo, ser el alumno que mejores notas obtiene en una asignatura dada, ser el médico de mayor experiencia del departamento clínico de un hospital, etc.

B.1.2.2).- **Relacionales:** Son las que se caracterizan por la relación que tiene un elemento dado dentro del grupo o medio en donde se encuentra. Ejemplos de ellas son: ser un enlace “master” de una ruta dada, ser el activo financiero de mayor cotización a lo largo de un ejercicio de un conjunto dado, ser la entidad financiera que mayores beneficios a obtenido en el periodo, ser el alumno delegado de curso de una clase, ser el representante social de un grupo de vecinos, etc.

B.1.2.3).- **Contextuales:** Son aquellas variables que indican la posición de un elemento o grupo frente a otros que forman parte del colectivo. Son en general difíciles de determinar pues hay que establecer una escala previa de los distintos estratos que componen el colectivo. Ejemplos de ellas pueden ser: recibir un tratamiento especial por ser un abonado perteneciente a una clase elitista, establecer un tratamiento de conservación y mantenimiento especial a un centro de conmutación por encontrarse en una zona urbana determinada, recibir educación en un colegio privado, establecer por parte de una entidad bancaria una relación especial con determinado grupo o tipo de clientes, etc.

B.2).- **Colectivas:** Son aquellas variables que se refieren a las características de un grupo o conjunto de elementos. Ejemplos de ellas pueden ser: 1º.- En el ámbito de la informática y telecomunicaciones, las características que deben cumplir un determinado grupo de enlaces, los datos a aportar en la tarificación detallada, el tipo de numeración asignada a las llamadas internacionales etc.; 2º.- En el ámbito econon.-financ., la normativa que debe seguir un determinado tipo de entidad financiera, el logotipo de una entidad financiera dada, el tipo de productos ofrecido por un agente financiero (por ejemplo una empresa de seguros), etc.; 3º.- En el ámbito social, las características de conducta de un colectivo social dado (p.e. mayores de edad), las pautas de conducta social de los jóvenes, los gustos deportivos de los varones de un colectivo social dado, etc.; 4º.- En el ámbito educativo, las preferencias en actividades deportivas de los alumnos de un colegio, el tipo de lectura preferido por los alumnos mayores de un colegio, el tipo de ropa preferido por los alumnos de sexto curso, etc.

-> Y dentro de estas a su vez pueden ser:

B.2.1).- **Analíticas:** Cuando se fundamentan en las características propias de los elementos. Ejemplos de ellas son: el hardware necesario para soportar el alto tráfico de una ruta, el color de un elemento dentro de un conjunto, la forma especial, etc.

B.2.2).- **Globales:** Cuando se analizan las características propias de un subgrupo del conjunto total de elementos. Ejemplos de ellas pueden ser: los distintos tipos de colores de un panel policromo, las características comunes del conjunto de servicios de una RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), el nivel mínimo a alcanzar en matemáticas por los alumnos de quinto curso, las preferencias de transporte de las personas de la tercera edad, etc.

B.2.3).- **Estructurales:** Son aquellas que se refieren a las características de un subconjunto de elementos perteneciente a un conjunto estructurado (dividido en estratos). Ejemplos de ellas pueden ser: las facilidades de servicios asignadas a las PABX (centralitas de alto tráfico), los servicios ofrecidos por los bancos a las PYMES, las ayudas sociales a discapacitados, las clases de recuperación a los alumnos con deficiencias educativas, etc.

C).- Atendiendo al **NIVEL DE ABSTRACCIÓN**, que se lleve a cabo con las variables, estas se pueden clasificar en:

C.1).- **Generales:** Son aquellas variables que representan conceptos o realidades no inmediatamente medibles empíricamente. Entre ellas podemos citar como ejemplos los siguientes: propensión a usar de la comunicación telefónica en determinados momentos o por ciertas personas, el tener un fuerte carácter o religiosidad, el tener inclinación a dedicar el estudio hacia ciertas asignaturas frente a otras por parte de un alumno, el inclinarse hacia cierta institución financiera o banco para llevar a cabo determinado tipo de transacciones económicas por algunos agentes financieros, etc.

C.2).- **Intermedias:** Son las que expresan dimensiones o aspectos parciales de los elementos y por tanto mas concretos y cercanos a la realidad. No son inmediatamente medibles, pero si previsibles en un rango de cuantía para el que pueden tomarse medidas. Ejemplos de ellas son: el incremento del tráfico telefónico en determinadas épocas del año (como las navidades por ejemplo), el aumento previsible del consumo en épocas de crecimiento económico, el nivel cultural de un grupo social en función de la educación recibida, el número de aprobados en un curso en función de la atención familiar recibida por los alumnos en sus casas, etc.

C.3).- **Empíricas:** Representan aspectos directamente medibles y observables de la realidad objeto de estudio. Suelen representarse cuantificadas en cifras y sirven de base para obtener conclusiones acerca de otras realidades también observables. Ejemplos de ellas en los ámbitos citados pueden ser: el nº de contratos de telefonía móvil realizados por un operador telefónico en un determinado periodo de tiempo, el nº de suscripciones de participación en un Fondo de inversiones llevadas a cabo por una entidad a lo largo del pasado mes, la nota media obtenida por curso entre los alumnos de un centro de enseñanza media, la altura media de los miembros de una comunidad, etc.

C.4).- **Concretas:** Son aquellas variables que representan aspectos de la realidad muy definidos. Son directamente medibles y suelen representarse para su utilización con variables de tipo booleano (recogen solo dos aspectos “si” o “no”). Ejemplos de ellas pueden ser: tener teléfono en el hogar, ser varón en un colectivo, ser o no mayor de edad desde el punto de vista jurídico, ser propietario de un vivienda, tener ordenador persona en el hogar, etc.

D).- Atendiendo al **CARÁCTER DE LAS ESCALAS DE MEDICIÓN**, a su vez pueden clasificarse en los siguientes grupos:

D.1).- **De Escala Nominal:** Son aquellas que distinguen distintas categorías de elementos dentro de un grupo, pero sin implicar ningún orden entre ellas. Es decir, se asume que existen distintos tipos de elementos dentro de un conjunto dado pero no se lleva a cabo ninguna clasificación ni categorización entre ellos. Generalmente suelen ser representados para su utilización como variables alfanuméricas que permiten múltiples nomenclaturas entre distintas clases. Ejemplos de ellas pueden ser: asignación de periféricos a usos de servicios telefónicos, distintas profesiones entre un colectivo social, distintos tipos de indumentaria en el vestido de un grupo de alumnos de un colegio, distintos tipos de PYMES que existen en una economía, distintos tipos de aficiones domesticas entre un colectivo de amas de casa, aficiones a distintos deportes por parte de un colectivo de alumnos de un centro de enseñanza media, etc.

D.2).- **De Escala Ordinal:** Son aquellas variables que representan aspectos de la realidad que además de llevar a cabo una clasificación en categorías de los elementos que componen un conjunto dado, implican un “orden” entre las mismas. Sin embargo, no expresan grados de distancia iguales entre ellas por lo que puede tratarse de categorías heterogéneas a las cuales asignemos distintos grados de importancia. Suelen representarse por medio de variables alfanuméricas en las que el orden entre sus elementos o grupos de elementos se suele asignar numéricamente para así poder fijar prioridades ordinales entre los mismos. Ejemplos de ellas pueden ser: ordenación de rutas telefónicas en función del tráfico existe en una central de conmutación, ordenación de productos financieros en función del número de clientes que acceden a ellos, ordenación logística de las aulas de un centro educativo en función del curso o grupos que se imparta en ellas, ordenación de un grupo social en función de su nivel de estudios, ordenación de un grupo social en tramos de edades, etc.

D.3).- **De Intervalo:** Son aquellas variables que representan realidades observables en las que además de clasificar sus elementos componentes del conjunto y ordenarlos por grupos, suponen grados de distancia iguales entre las distintas categorías, es decir, suponen una clasificación de elementos homogéneos y por tanto con el mismo valor cualitativo entre ellos. Se suelen representar por variables que expresan un rango dentro del cual se hallan los distintos tipos o clases de variables que contiene su definición. Dentro de ellas se pueden citar como ejemplos los siguientes: grados de tarifas telefónicas atendiendo al tipo de llamadas (locales, provinciales, nacionales, internacionales, a servicios especiales, etc), tabla de retenciones salariales a efectos del IRPF, tallas de ropa de los almacenes de una fábrica de

vestidos, tamaño de las oficinas bancarias en función del número de clientes, tallas de botas deportivas en función del tamaño y corpulencia de los alumnos de un centro de enseñanza media, etc.

D.4).- *De Razón*: Son aquellas variables que comprenden conjuntamente todos los aspectos citados anteriormente, es decir, distinguen y dividen sus elementos en categorías, ordenan dichas categorías, expresan una distancia igual entre las mismas (se consideran elementos homogéneos dentro del conjunto), y tienen el mismo origen. Suelen ser las variables especialmente utilizadas para los análisis estadísticos de los resultados obtenidos en una investigación. Ejemplos de ellas podrían ser: variables utilizadas para el análisis de tarificación detallada del tráfico telefónico de un determinado distrito en una ciudad, análisis de las respuestas obtenidas por los alumnos de una clase en un examen, análisis del tipo de transacciones llevadas a cabo por los clientes de una entidad bancaria, análisis del cumplimiento en las entregas de materias primas por los proveedores de una empresa dada, análisis de los comportamientos de voto de un colectivo social dado, etc.

E).- Atendiendo a la **POSICIÓN EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**, las variables o elementos de información se pueden clasificar primariamente en:

E.1).- *Internas o Endógenas*: Son aquellas variables que se considera que forman parte esencial en el proceso de investigación que se está llevando a cabo, es decir, son aquellas variables sin el concurso de las cuales el estudio o análisis de la realidad quedaría incompleto dando lugar por tanto a errores considerables en los resultados obtenidos.

-> Dentro de ellas se puede llevar a cabo una subclasificación en los siguientes subgrupos:

E.1.1).- *Internas Dependientes*: Son aquellas que representan las variables cuya realidad se quiere explicar, es decir, aquellos aspectos o resultados sobre los cuales hay que buscar su motivo o razón de ser. Son en definitiva aquellas variables sobre las cuales se va a obtener conclusiones a las hipótesis formuladas en el proceso de estudio. Ejemplos de ellas pueden ser: asignación del número de enlaces por ruta dependiendo del tráfico telefónico existente en un momento dado, asignación del número de profesores por materias atendiendo al número de alumnos de un centro escolar, asignación del nº de operarios a una cierta tarea en una empresa dependiendo del volumen y complejidad de la misma, asignación del nº de recursos necesarios en una entidad financiera dependiendo del volumen de negocio, asignación del volumen de material escolar necesario en un centro en función del nº de alumnos, etc.

E.1.2).- *Internas Independientes*: Son aquellas que representan las variables explicativas del sistema y cuya influencia en otras variables se pretende descubrir en el proceso de investigación que se está llevando a cabo. De aquí la importancia que tiene su definición y sobre todo su afloramiento en el proceso de análisis. Ejemplos de ellas en los ámbitos de estudio que estamos analizando podrían ser: el número de PABX (centralitas de servicios integrados) existentes en un distrito local, el nº de aulas existentes en un centro escolar, el número de profesores que imparten una determinada materia pedagógica, el precio de las materias primas en el proceso de producción de una empresa, los costes

salariales de un determinado sector industrial, el nº de médicos especialistas de un departamento hospitalario, los recursos económicos disponibles en una economía para invertir en activos financieros, etc.

E.2).- *Externas o Exógenas*: Son aquellas variables, al contrario de las anteriormente analizadas, que si bien no se consideran que forman parte esencial del proceso de investigación, si deben ser contempladas por los efectos directos o indirectos que pueden producir en el sistema. Suelen ser por lo general variables consideradas como aleatorias y por tanto medidas en términos de probabilidad, que en el caso de producirse el evento que recogen producirán efectos de mayor o menor importancia en el sistema dependiendo de su grado de intensidad o de la frecuencia, o de la importancia de su impacto en el resto de las variables.

-> Estas variables se clasifican a su vez atendiendo al grado de importancia que se les considere o bien a la frecuencia o grado de intensidad que se estime de su aparición, y en general son variables que recogen efectos producidos por la naturaleza o incontrolables por el hombre pero de los cuales se conoce su aparición y los efectos negativos sobre el sistema.

-> Atendiendo a estos requerimientos descritos estas variables se pueden a su vez subclasificar en:

E.2.1).- *Externas Relevantes*: Son aquellas que recogen efectos o acontecimientos cuyo impacto en el modelo o sistema analizado se considera importante en caso de producirse. Son eventos que no van a producirse con certeza y por tanto no hay que prever recursos materiales que los soporten, pero si tiene que estar el sistema preparado para en el caso de producirse y utilizando los recursos existentes hacer frente a los efectos a que den lugar en otras variables consideradas como internas o endógenas. Ejemplos de estas en los ámbitos de estudio que estamos considerando podrían ser: caída de tensión en la alimentación de la red eléctrica en un distrito telefónico, epidemia en la población escolar por una enfermedad infantil importante, bajada brusca de los tipos de interés en los mercados extranjeros, terremotos o agentes atmosféricos importantes, contaminación de aguas potables, etc.

E.2.2).- *Externas Irrelevantes*: Son paralelamente a las anteriores, aquellas variables que recogen efectos o acontecimientos imprevisibles (claro está en grado relativo), pero que en caso de producirse conllevarán efectos en el sistema que en principio no se consideran de mucha importancia o relevancia en el mismo. Obviamente tanto en las variables anteriormente analizadas como en estas, la importancia de sus efectos en el sistema en caso de producirse dependerá del análisis subjetivo que haga la persona que está llevando a cabo el estudio, así como del tiempo, el grado o el nivel de detalle que se llegue en el mismo. Como las anteriores son variables que se miden en términos de probabilidad y en las que tanto su frecuencia como los efectos que producen en el sistema se consideran de poca importancia, sin embargo su aparición en un proceso de estudio de un sistema indica la minuciosidad en el grado de análisis que se ha llevado a cabo, y así tanto su número como su cualificación en el conjunto de variables y elementos de información existentes dará medida del nivel de calidad del estudio realizado.

Como ejemplos relevantes de este tipo de variables, -aunque pueden ser como se puede imaginar de muy diversa naturaleza- se podrían señalar las siguientes: que se produzca un boom económico importante en el sistema económico analizado, que se introduzca un virus informático destructor en las unidades software del sistema, que toque la lotería a los profesores de un centro de educación, que se produzca una emigración masiva de los habitantes de un país a otro, que aparezca un activo financiero súbitamente en el mercado de una rentabilidad muy superior a los existentes en el momento, etc. En general, como puede apreciarse son eventos de muy diversa índole y de difícil precisión en cuanto a sus efectos en el sistema aunque no se consideren de grandes efectos o que en algunos casos sus efectos sean positivos para el sistema.

ANEXO: 4.02.**CORRESPONDENCIA ENTRE LOS E.I. DE ENTRADA/SALIDA DE LA FASE: 3.-**

En el cuadro siguiente se puede observar:

→ En la primera columna se indican las “*especificaciones de diseño*” (ordenadas por versiones del sistema) que han sido obtenidos a partir de los documentos producidos en la fase anterior (FUR’s y FDS’s). Así mismo en la segunda y tercera columna se expresan la descripción del contenido de cada “*especificación de diseño*” y los RMT’s y TRS’s que han sido manejados.

→ En la última columna se recogen los items de información (de distinta naturaleza como puede verse) que han sido utilizados como e.i. de entrada. Debido al volumen de información que estos representan, únicamente han sido incluidos los primeros de cada versión del sistema.

Correspondencia entre los E.I. utilizados en la Fase: 3, y los generados para la Fase: 4

Num. de C.R.	Descripción	Documentos referenciados	Items referenciados.
Build IE7.1			
CT71BC01	Extension Profiles BCG Delivery Modules	RMT71181 y RMT71183	GSM S (3) & ESC (3).
CT71ED01	File transfer between S12 exchange and EDGP's	RMT71120 y TRS 3LA2106407	GSM S(2) ESC(2) MSG S(2) REL(2) ERR(2) ARM(2)
CT71ED02	Interactive man-machine comun.between S12-EDGP.	RMT71120 y TRS 3LA2106407	GSM(2) MSG S(6) REL(3) ERR(2) ARM(1)
CT71GR01	Gestión dinámica de red. Módulos ADA.	RMT71080 y RMT71121.	GSM S(3) GOS S(3) ESC(3) MMCI(2) REL(7).
CT71GR02	ORJ's de GDR.	RMT71080 y TRS 3LA2106408	GSM S(3) GOS S(3) ESC(3) MMCI(4) REL(37).
CT71ME01	Medidas estadísticas.	RMT71060, RMT71061, RMT71062	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT71ME02	Fichero de medidas M7.	RMT71121	GSM S(3) ESC(2)MSG S(5) REL (7)
CT71ME03	Fichero de medidas miscelaneo.	RMT71121 y TRS 3LA2106409	GSM S(13) MSG S(2) ESC(2) REL(8)
CT71ME04	Fichero de contadores de dispersión/concentración.	RMT71121 y TRS 3LA26425	GSM S(2) GOS S(2) ESC(2) MSG S(4) REL(13).
CT71ME05	Observe CPU-LOAD. Carga de CE's para GDR.	RMT71082 y TRS3LA2106408	GSM(1) GOS(1) ESC(1) MSG S(2) REL(1).
CT71ME06	Traductor de medidas de calidad de servicio.	RMT71122 y TRS 3LA2106410.	GSM(1) GOS(1) ESC(1) MSG S(2) ERR(2) ALMI(2).
CT71MS01	Pruebas ATME.	RMT71220	GSM S(5) MSG S(1) ESC(4) ERR(1)
CT71MS02	Locuciones dadas a través del bus de tonos.	RMT71221	GSM S(2) ESC(2).
CT71MS03	Nuevas causas de impedimento.	RMT71241	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT71MS04	Pruebas BER/BLER en enlaces CAS.	RMT71222	GSM S(3) ESC(1).
CT71MS05	Installer Ringing Back.	RMT71223	GSM S(5) ESC(1).
CT71MS06	Impactos de la traducción de la IN (Servicio RPV).	RMT71047, RMT71048, RMT71049	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT71MS07	Ficheros de locuciones para módulos DIAM.	TRS 3LA25525, TRS 3LA25516	MSG S(15) (Locuciones)
CT71OR02	Command Handling for Restrictions.	RMT71022	GSM S(3)
CT71OR03	Lista de números sociales.	RMT71022, RMT71043.	GSM S(2) ESC(1).
CT71OR04	ORJ's miscelaneos	RMT71161, RMT71169, RMT71164	GSM S(4) ESC(1) MSG S(2) REL(4).
CT71OR05	Comandos planificados / Alineamiento com. CDE.	RMT71110.	GSM S(15) ESC(1).
CT71OR06	Monólogos reducidos.	RMT71109.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT71OR07	Comandos de enlaces, DIDS y Rutas de enlaces.	RMT71141, RMT71109, RMT71163.	GSM S(6) MSG S(5)
CT71OR08	Administración de abonados.	RMT71041, RMT71042, RMT71101.	GSM S(7) ESC(1) MSG(1).
CT71OR09	Administración de centralitas.	RMT71003, RMT71140, RMT71147.	GSM S(9) GOS(1) ESC(6) MSG S(6) REL(5)
CT71OR10	Comandos de PATED.	RMT71083, RMT71084, RMT71148	GSM S(6) ESC(2) MSG S(6) REL(1).
CT71OR11	Comando RSU-EXT-ORJ'S (Solución problemas).	RMT71085.	GSM S(2) MSG S(2)
CT71RD01	Implementación de PABX'S Inditaling.	RMT71140.	GSM S(2) ESC(1)
CT71RD02	Aplicación del prefijo provincial.	RMT71141.	GSM S(2)
CT71RD03	Enrutamiento múltiple para un prefijo.	RMT71142.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT71RD04	Asociación de líneas analógicas.	RMT71144.	GSM S(6) ESC(1) MSG S(3) ERR(1).
CT71RD05	ORJ's CDE para cambio de numeración.	RMT71146.	GSM S(2) ESC(1) MSG S(2)
CT71RD08	Implementación de rutas TWIN.	RMT71145.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT71SE01	Impacto en señaliz. por visualización estado líneas.	RMT71163.	GSM S(1)

Correspondencia entre los E.I. utilizados en la Fase: 3, y los generados para la Fase: 4

Num. de C.R.	Descripción	Doc. referenciados	Items referenciados.
CT71SE02	Exchange exploitation AIDS Service.	RMT71161.	GSM'S(12).
CT71TR01	Display Change. Tariff Tables.	RMT71106	GSM'S(2) ESC(1) MSG(1).
CT71TR02	AMA-FILE FORMATER for TE71.	RMT71045, RMT71042.	GSM (1)
CT71TS01	Introducción del DEN en LINE-TXLATION.	RMT71165.	GSM'S(2) ESC(1) MSG(1) ERRI(1) ALMI(1).
CT71TS02	LEN-EN-LEN TRANSLATION.	RMT71180.	GSM(2) ESC(1) ERRI(1) ALMI(1).
CT71TS03	PDLA. Nuevas funcionalidades y mejoras.	RMT71221.	GSM'S(2) ESC(1) REL(4).
CT71TS04	Definición de Sinónimos para tipos medidas ITTM.	RMT71222.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
...
...
...
...
Build TE7.2			
CT72BC01	ORJ's para BCG	RMT72302, RMT72194.	GSM'S(6) MSG'S(3) REL(2).
CT72ED01	Impactos en conexiones por EDCP.	RMT72313, RMT72314.	GSM'S(3) ESC(1) ERRI(1) ALMI(1) REL(1).
CT72ED02	Impactos introducción de la NSC en transf. ficheros.	RMT72313.	GSM'S(9) ESC(4) MSG'S(5).
CT72ED03	NSC-Tarifificación Detallada OM-SCHEDULLER).	RMT72314.	GSM'S(2) ESC(2) ERRI(2) MSG'S(2) REL(4).
CT72ED04	Posibilitar ZQ en fast-rebuild.	RMT72316	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72GR01	Nuevas entidades y objetos en ficheros GDR.	RMT72301, RMT72307.	GSM'S(2) MSG'S(2) REL(7).
CT72ME01	Centros remotos.	RMT72123.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72ME02	Funcionalidad completa del CRC-TRANSLATOR.	RMT72122.	GSM'S(2) MSG(1) REL(1)
CT72ME03	Redelivery de módulos ficheros estadísticos.	RMT72121.	GSM'S(4) ESC(1) MSG(2).
CT72ME04	Redelivery módulos ficheros dispersión.	RMT72124	GSM'S(3) MSG'S(2) ALMI(2)
CT72ME05	Alarma de micros en sobrecarga.	RMT72130.	GSM'S(2) ESC(1) MSG(1) ALMI(1).
CT72ME06	Redelivery módulos GDR.	RMT72121.	GSM'S(4) MSG'S(4).
CT72ME07	Proceso para identificación central.	RMT72081.	GSM'S(2).
CT72ME08	Introducción nuevos parámetros activar alarmas.	RMT72083.	GSM'S(2) MSG'S(3) ESC(2).
CT72ME09	Introducción nuevos parámetros modify-alarm.	RMT72084.	GSM'S(2) MSG(1) ESC(2).
CT72MS01	Solución a los reparos de Centros Remotos.	RMT72254	GSM'S(2)
CT72MS02	Redelivery módulos para full-funcionality.	RMT72259	GSM'S(4) ESC(3).
CT72MS03	Actualización fecha y hora en System-Start-Up.	RMT72401.	GSM'S(2) MMCI(1) ESC(1).
CT72MS04	Introducción Mnemónicos para bastidores.	RMT72402.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72MS05	Paquete SW de emergencia.	RMT72106.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72MS06	Permitir prioridad salida de informes por operador.	RMT72403	GSM'S(2) ESC(1)
CT72MS07	Redelivery módulos ficheros miscelaneos.	RMT72121.	REL(1)
CT72MS08	Redelivery módulos ficheros de alarmas.	RMT72121.	GSM(2) ESC(2)
CT72MS09	Nuevos parámetros alarm-exception.	RMT72083.	GSM'S(3) MSG(1) REL(2).
CT72OR01	Visualización de TDC's.	RMT72308.	GSM'S(2) REL(4)

Correspondencia entre los E.I. utilizados en la Fase: 3, y los generados para la Fase: 4

Núm. de C.R.	Descripción	Documto referenciados	Items referenciados.
CT72OR02	Comandos manejo despertador centralizado.	RMT72022, RMT72304.	GSM'S(6) ESC(1) MSG(1) ALMI(1)
CT72OR03	Extensiones CENTREX para nuevos servicios.	RMT72302, RMT72194.	GSM'S(2) ESC(2) MSG(1)
CT72OR04	Visualización de config.abonados para estadísticas.	RMT72303.	GSM'S(7) ESC(1) MSG'S(2) ERRI(1).
CT72OR05	Comandos de abonados analógicos.	RMT72121.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72OR06	Administración de abonados y centralitas.	TRS 3LA06365.	GSM'S(10) ESC(1) MSG'S(4).
CT72OR07	Comandos para Packet-Switching.	RMT72314.	GSM'S(2) ESC(1) MSG(1)
CT72OR08	Supervisión en el entorno de red.	RMT72108.	GSM'S(2) ESC(1) MSG(1) ERRI(1).
CT72OR09	Tratamiento del subgrupo de PABX'S Multiarea.	RMT72140.	GSM'S(9) REL(6).
CT72OR10	Tarificación por enlace entrante.	RMT72048.	GSM'S(2)
CT72OR11	Redelivery módulos estado dispositivos.	RMT72108	GSM'S(2) ESC(1) MSG(1)
CT72OR12	Umbral para llamadas INTAIBERCOM.	RMT72140.	GSM(1) REL(2).
CT72OR13	Categorías de abon. Tarifcados (Teléfono modular).	RMT72301.	GSM'S(10) REL(2) MSG'S(3).
CT72OR14	Actualización de relaciones Dist-Backed.	RMT72180.	GSM'S(9) ALMI'S(3).
CT72OR15	Análisis de comandos BCG.	RMT72181	ESC(3).
CT72OR16	Servicio de ayuda a la explotación.	RMT72182.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72OR17	Categorías de abonados para red privada virtual.	RMT72114	GSM'S(1) MSG'S(5) ESC(2) DOCS(1).
CT72OR18	Interfuncionamiento HCCM-IPTM.	RMT72130.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72OR19	Intercepción de funciones relacionadas líneas V-5.	RMT72131.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72OR20	Cambio de señalización CASy display NATADDR.	RMT72180.	GSM'S(1) MSG'S(1).
CT72OR21	Conversión IRSU->MINIRSU.	RMT72100.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72OR22	Traducción de líneas para abonados V-5.	RMT72131.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CT72SE01	Servicio de traducción para servicios especiales.	RMT72100.	GSM'S(8) MSG'S(4) REL(2).
CT72SE02	Entregas con Quality delivery.	RMT72040	GSM'S(5) MSG'S(2).
CT72SG01	Señalización del servicio de despertador.	RMT72304.	GSM'S(4) ESC(3).
CT72SG02	Tratamientos líneas PCR (Sin terminal telefónico).	RMT72309.	GSM'S(4) ESC(2).
CT72SG03	Señalización registro MFE 2/6.	RMT72311.	GSM'S(6).
CT72SG04	Identificación del número llamante.	RMT72180.	GSM'S(10) MSG'S(2) REL(2).
CT72SG05	Interfuncionamiento anexo V-1.	RMT72190.	GSM'S(5) ESC(4) MSG'S(1) ERRI'S(2).
CT72SG06	Desvios a serv. locales.	RMT72312.	GSM'S(3) ESC(2).
CT72SG07	Modificaciones por quality delivery.	RMT72186.	GSM'S(5) ESC(1) MSG'S(2).
CT72SG08	Identificación nuevos abonados.	RMT72195.	GSM'S(4) ESC(1) ALMI(1).
.....			
.....			
.....			
.....			

Correspondencia entre los E.I. utilizados en la Fase: 3, y los generados para la Fase: 4

Núm. de C.F.	Descripción	Docu. referenciados	Items referenciados.
Otros Builds			
CR#00194	Servicios suplementarios ISDN.	RMT71149	GSM'S(3) ESC(1) MSG'S(2) REL(3).
CR#00205	Intercomunicador local (abonados digitales)	RMT71150	GSM(1) MSG(1).
CR#00206	Desvios a otros servicios locales.	RMT71152	GSM'S(1) MSG'S(2).
CR#00210	Tratamiento líneas analógicas asociadas.	RMT71153	GSM'S(2) ESC(1) REL(1).
CM720054	Ama-File-Formater para enlaces digitales.	RMT72130	GSM'S(1) ESC(1)
CM720056	Display Changed Tariff Tables.	RMT72131.	GSM'S(1) MSG'S(1).
CM720058	PDLA. New funcionalities.	RMT72135.	GSM'S(1) MSG'S(3).
CL20ME01	Alarmas en sobrecarga.	RMT72310.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CL200R03	Observación de servicios de abonado.	RMT72311.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CL200R04	Redelivery módulos dispersión.	RMT2182.	GSM'S(2) ESC(1) REL(1)
CL21RD01	Identificación número llamado y especiales.	RMT71100.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CL21RD02	Identificación números conectados y ausentes.	RMT71100.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CL21RD04	Servicio traducción para abonados especiales.	RMT71108.	GSM'S(2) ESC(1).
CL21SG04	Interfuncionamiento accesos abonados IBERCOM.	RMT71110.	GSM'S(2) ESC(1).
CL21SS06	Transferencias PUT/PUSI en micros SACE.	RMT71113.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CL21SS08	Modificaciones en servicios de aviso prévio.	RMT71180.	GSM'S(2) MMCI(1)
CL21TS02	Lectura de contadores de tarificación.	RMT71183.	GSM'S(1) ESC(1).
CL21TS03	Supervisión de la Tarificación detallada.	RMT71185.	GSM'S(1) ESC(2).
CL220R04	Intercepción para líneas V-5.	RMT72130.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CAINSG05	Implementación de protocolos V-5.	RMT71135.	GSM'S(1) MSG'S(1) ESC(1).
CAINTR01	Supervisión de formatos de tarificación	RMT71140.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CAINTR02	Supervisión copia de ficheros de tarificación.	RMT71141.	GSM'S(1) ESC(1)
CAINTR03	Nueva funcionalidad de NDMF	RMT71141.	GSM'S(1) MSG'S(1).
CAINTR04	Información operador para display	RMT72135.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CAINTS03	Impactos introducción PDLA.	RMT72183.	Solo describe funcionamiento. No incluye items.
CAINTS04	Tratamiento de PRA's en enlaces de salida.	RMT72190.	GSM'S(2) ESC(1)
		RMT72154.	GSM'S(2) MSG'S(1).

CAPÍTULO: 5.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL SISTEMA.

CAPÍTULO: 5.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL SISTEMA.

“La gestión de la calidad total (GCT) es esencialmente el desarrollo de una ideología, una filosofía –una forma de vida y una forma de trabajar–, y unos métodos y acciones diseñados para satisfacer al cliente por medio de mejoras continuas”.

Paul JAMES.
International School of Economics.
Rotterdam, 1997.

5.0.- INTRODUCCIÓN.-

El presente capítulo está dedicado al estudio de la calidad del sistema. Partiendo del proceso seguido para el análisis y desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia, se analizan los errores que se han detectado en las pruebas finales y de homologación del producto, considerando aspectos tales como: naturaleza del error, tipología de los e.i. impactados, fase del proceso en la que se produjo, importancia o gravedad del mismo, etc. Con las consecuencias extraídas de dicho estudio, se proponen una serie de métodos para su corrección y futura desaparición, que se concretan en modelos de corrección y optimización de errores, indicando para cada uno de ellos los criterios adoptados, y las ventajas e inconvenientes que presenta su aplicación. Como conclusión, se propone que las correcciones y mejoras efectuadas para la anulación de errores y defectos en el desarrollo del sistema de referencia, así como de las metodologías propuestas para su disminución, puedan ser trasladadas a los procesos de análisis y desarrollo de otros sistemas análogos a desarrollar según la metodología descrita en este trabajo.

Préviamente, y para justificar la necesidad de la gestión de la calidad en todo tipo de productos, –y en particular en el desarrollo de sistemas–, se incluyen unos epígrafes introductorios donde se pone de manifiesto la importancia de la calidad, su aplicación a los sistemas, y otras circunstancias de carácter general, metodológicos y normativos, que son de aplicación en la gestión de la calidad. Así mismo, se detallan los órganos, formas, procedimientos, criterios, etc, seguidos en la prevención y corrección de errores en el sistema de referencia, y a partir de los cuales se han extraído las conclusiones cuyo traslado se propone al desarrollo de sistemas complejos análogos en otros ámbitos de aplicación.

5.1.- LA CALIDAD: CONCEPTO. FACTORES. MÉTODOS DE CONTROL. NORMALIZACIÓN. SU APLICACIÓN EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS.-

El desarrollo de la calidad en productos y servicios ha tenido su mayor auge en estos últimos años. Ello no quiere decir que anteriormente no se persiguiese esta cualidad tanto por parte de los productores como de los consumidores, sino que es en estos tiempos mas recientes cuando el concepto *calidad* ha tomado un interés sistemático y generalizado produciendo los cambios que observamos en la sociedad actual. Este desarrollo, apunta P. James¹ “no se atribuye solamente a un grupo de personas, sino a la práctica de las estrategias tomadas por las empresas para satisfacer las necesidades y deseos de la sociedad lo que nos ha traído a la actual era de la calidad”. Se trata por tanto de una aspiración global de toda la sociedad y no solamente del deseo de unos pocos.

El objetivo de consecución de la calidad viene corroborado por la mayoría de los autores y analistas dedicados a estos temas, así Pérez-Fdez, J.A. señala²: “como consecuencia natural de la globalización de los mercados en la mayor parte de los sectores de actividad, aumentan sensiblemente la competencia y oportunidades para el

¹ Ver: “Gestión de la Calidad Total”. Autor: Paul James. De.: Prentice Hall. Madrid, 1997. Pág.: 28.

cliente. El cliente se convierte así en el gran protagonista de la vida de las empresas demandando cada vez con mayor intensidad productos y servicios de *calidad* en los términos que él la entiende y percibe”. y mas adelante continúa: “la gran diferencia radica en que estamos pasando de una economía de *producción* propia de una época ya pasada en la que el principal objetivo era el crecimiento del mercado, a otra de *calidad* en la cual los clientes eligen los mejores productos”.

Apoyando la necesidad que representa la calidad para las empresas productoras de bienes y servicios, Barba, E, señala³: “el éxito de una empresa en el mercado depende cada vez mas, no solo del precio de sus productos, sino de la calidad de los mismos”, y continúa: “las empresas que por su gestión son calificadas como *excelentes*, se caracterizan por su empeño en la búsqueda de la calidad y de la fiabilidad de sus productos. La calidad será en un futuro cercano, el campo donde se mida la competitividad de las empresas”. Por tanto las empresas y organizaciones tanto públicas como privadas, dedicadas al suministro de bienes y servicios deben estar ampliamente concienciadas de la importancia de la calidad de sus productos.

En el mismo sentido se manifiesta Llorens, F.J.⁴ cuando indica que: “la calidad se ha convertido en un factor imprescindible para la continuidad a largo plazo de la empresa” ... “es el medio fundamental para mejorar los beneficios y asegurar su competitividad y permanencia en el mercado”, enfocando ahora esta cualidad desde el punto de vista de las empresas productoras de los bienes y servicios.

Es por ello, por lo que muchos profesionales y expertos han dedicado sus esfuerzos a la mejora de la calidad de productos y servicios dentro y fuera de las organizaciones empresariales. De todos ellos, aquellos que mas han influido en la creación de técnicas y normas que hoy se siguen en los procesos de creación y evaluación de la calidad son los que a continuación se señalan⁵, indicando muy brevemente el enfoque y orientación de sus principales aportaciones:

² Ver opus cit. pag.: 23 y siguientes.

³ Ver: “La excelencia en el proceso de desarrollo de nuevos productos” De.: EADA Gestión. Barcelona, 1993. Pag.: 119.

⁴ Ver: “Calidad Total: Fundamentos e Implantación”. Autores: Llorens Montes, F.J. y Fuentes Fuentes, M. De.: Pirámide. Madrid, 1999. Pag.: 13.

⁵ Ver: James, P. Opus cit. pag.: 46 y siguientes.

– *Adecuación para el uso*: Para Jurán⁶, “la opinión del usuario es la que indica que la calidad está en el uso del producto o servicio”. Se trata como vemos, de una orientación claramente decantada hacia el cliente a la hora de determinar la calidad del producto o servicio, por lo que los fabricantes se muestran remisos a su utilización y prefieren una conformidad más controlada por las especificaciones del producto y no por las opiniones de los usuarios.

– *Los catorce puntos de la calidad*: A Deming⁷ se le conoce dentro de estos ámbitos por su “teoría de los catorce puntos”, y basa el control de la misma en procedimientos de control estadístico. Sin entrar a enumerar cuál es el contenido de dichos puntos, señalaremos que su acción se dirige hacia la “adecuación al objetivo” con una orientación también decantada hacia el cliente.

– *Las dimensiones de la Calidad*: Desarrollada por el prof. Garvin⁸ de la Escuela de Negocios de Harvard, centra su atención en la consecución de lo que él denomina las dimensiones de la calidad: fiabilidad, conformidad, durabilidad, utilidad, estética y calidad percibida. Esta óptica requiere por su diversidad múltiples dimensiones para la consecución de la calidad hasta sus últimos significados.

– *Conformidad con las necesidades*: Defendida por Crosby⁹, describe un punto de vista en el que el coste de dirigir un programa de calidad en una organización puede ser más compensatorio con las ganancias económicas de clientes satisfechos”. Para llevarlo a cabo desarrolló lo que él llamó los “cinco absolutos de la calidad”, cuya filosofía se funda en una mentalidad de conformidad que queda interrumpida si el diseño del producto o servicio es incorrecto o no sirve con eficacia a las necesidades del cliente. Para su cumplimiento establece un *plan de calidad* compuesto de catorce puntos al igual que el anteriormente apuntado de Deming.

– *Involucrar a todo el personal en la calidad*: Para Ishikawa¹⁰, que comenzó sus trabajos en la gestión de calidad a través del control estadístico de la misma, se le asocia hoy en día al objetivo de involucrar a todo el personal (tanto de fabricación como de uso de los productos), en el desarrollo de la calidad y no solo a la dirección de las organizaciones fabricantes. Su principal

⁶ Juran, J. “Quality Planning and Analysis” Ed.: Mc. Graw-Hill, NY, 1993.

y “Quality Control Handbook” Ed.: Mc. Graw-Hill, NY, 1974.

⁷ Deming, A. “Quality, Productivity and Competitive Position”. MIT, 1982.

⁸ Garvin, A. “Quality on the line”. Harvard Business Review, 1983.

⁹ Citado por James, P. Opus cit. pag.: 53.

¹⁰ Ishikawa, K. “What is Total Quality Control. The Japanese Way”. Prentice-Hall, 1985.

aportación fue la utilización de las “siete herramientas estadísticas de calidad” con aplicación cada una de ellas a las diferentes fases del ciclo de vida de un producto.

– *Satisfacción del cliente a bajo coste*: Feigenbaum¹¹, ingeniero dedicado al control de la calidad, la definió como: “un eficaz sistema de integrar el desarrollo, su mantenimiento y los esfuerzos de los diferentes grupos de una organización para mejorarla, y así permitir que la producción y los servicios se realicen en los niveles más económicos que permitan la satisfacción del cliente”. Es una orientación de la calidad decantada hacia el proveedor.

– *Eficacia en la calidad del diseño*: La principal aportación de Taguchi¹², radica en los métodos empleados, que están enfocados hacia el cálculo de los costes que ocasionaría la no satisfacción de los objetivos marcados en el producto o servicio. En este sentido desarrolló lo que él llamaba la “función de pérdida”, donde se calcula la reducción de calidad como distancia del valor obtenido desde el objetivo al producto o servicio final. Para la consecución de la calidad total propone una metodología compuesta de tres fases: diseño del sistema, relación de los parámetros y diseño de tolerancias.

LOS ENFOQUES DE LA CALIDAD: A partir de las teorías e ideas expresadas por los autores anteriores, se pueden establecer lo que se conoce como los *fundamentos de la calidad*, que podrían resumirse en los siguientes enfoques:

– *Enfoque trascendente*: Para Garvin¹³: “la calidad es una simple y no analizable propiedad que aprendemos a reconocer solo a través de la experiencia”, es algo que no es tangible pero que se reconoce instantáneamente, pudiendo diferir con el tiempo en relación a una misma cosa, es decir, se toma en este caso a la calidad como un *sentido personal*. En la misma línea se manifiesta Pirsig¹⁴, para el que: “la calidad no es mente ni materia, no se puede definir, cada uno sabe lo que es”, es decir que la calidad es algo totalmente personal y escapa de una definición concreta del concepto.

– *Enfoque basado en el producto*: Se basa en una estrategia de diseño focalizada en el producto, de manera que la calidad de éste es medible y está *determinada por una variable*

¹¹ Tomado de la cita hecha por Japes, P.. Opus cit. pag.: 57.

¹² Taguchi, Y. “Robust Quality”. Harvard Business Review, 1990.

¹³ Cita tomada de James, P. Opus cit. pag.: 63.

¹⁴ Idem anterior. Opus cit. pag.: 63.

precisa y cuantificable,¹⁵ de manera que las diferencias de calidad reflejan las diferencias en la cuantía de uno o varios ingredientes que debería haber poseído el producto final.

– *Enfoque basado en el usuario*: Se sustenta en la premisa de que la calidad solamente determina el usuario del producto o servicio. Se considera según esta óptica que los consumidores individuales tienen diferentes gustos y necesidades, y los productores que mejor satisfacen sus preferencias son considerados como los que poseen una mayor calidad percibida.

– *Enfoque basado en la fabricación*: Sigue las orientaciones de Crosby que enfoca la calidad desde la óptica de la conformidad con los requisitos. Según este enfoque, –donde los procesos de ingeniería y fabricación son especialmente considerados–, las especificaciones y parámetros del producto deben orientar las estrategias de fabricación, que deben asegurar las mínimas desviaciones del modelo estandar.

– *Enfoque basado en el valor*: Según esta óptica –defendida por Garvin, A–, la base del concepto calidad radica en la comprensión psicológica del significado *valor*. Según este autor, la calidad se correlaciona con el precio del producto. Este enfoque está hoy entroncado en la sociedad occidental y mucha gente define la calidad en términos de precio, sin embargo produce paradojas que no son fáciles de resolver por los profesionales del marketing de productos.

Además de los enfoques generales de la calidad apuntados en los párrafos anteriores, otros autores han tratado de condensar los fundamentos de la calidad centrándose en las *cualidades* que debe cumplir. Tal es el caso de Reeves y Bednar¹⁶ para los cuales la calidad se puede resumir en los siguientes cuatro *valores*:

- Calidad es excelencia.
- Calidad es valor intrínseco.
- Calidad es conformidad con las especificaciones.
- Calidad es igualar o exceder las expectativas de los clientes.

Estos valores que debe cumplir la calidad según Reeves y Bednar se pueden estudiar desde una doble perspectiva dependiendo del enfoque que se adopte:

– *Calidad Objetiva*: Es un enfoque aseptico basado en la medición y verificación del producto o servicio obtenido y su comparación con un estandar dado. Las desviaciones con respecto a éste determinan el grado de calidad del producto o servicio.

¹⁵ Este enfoque coincide con el dado por Garvin, A.

– *Calidad Subjetiva*: Se basa en la evaluación de las personas, es decir, es un nivel de abstracción personal mas que un atributo específico del producto. Recoge aquellas metodologías de control de calidad que se basan en la percepción que del producto o servicio tiene el cliente o usuario del mismo, y sirven de base para futuras adaptaciones.

LOS FACTORES DE LA CALIDAD: Para poder evaluar la calidad de un producto o servicio, es necesario disponer de unos índices o referentes a partir de los cuales podamos fundamentar nuestras observaciones y decisiones a cerca de los mismos. En este sentido Garvin¹⁷, ha apuntado ocho factores que considera son los que afectan a las opiniones del sujeto que debe decidir sobre la calidad de un producto o servicio y que este autor denomina como *dimensiones de la calidad*. A continuación se describen muy brevemente, indicando su contenido y características principales. Hay que tener en cuenta además que estas dimensiones aunque bastante diferentes, pueden sin embargo estar interrelacionadas entre si, y además su importancia es diferente dependiendo del producto o servicio que se esté evaluando. Tales factores son:

– *Actuación*: Incluye las “principales características” del producto o servicio. Condiciona la calidad a la aplicación de los aspectos basados en el producto y en el usuario.

– *Características*: Se refiere a las “características secundarias” que completan el funcionamiento básico del producto. Ofrecen un conjunto de atributos adicionales que contribuyen a completar el paquete entero que compra el cliente.

– *Fiabilidad*: Es la cualidad del producto o servicio para comportarse según lo esperado durante un periodo específico de tiempo. Está en línea con el enfoque de calidad dado por Jurán y es mensurable utilizan para ello el tiempo medio del primer fallo, o el tiempo medio entre fallos, aunque se pueden utilizar otros procedimientos de medida.

– *Conformidad*: Es el nivel al que llega un producto diseñado para satisfacer la normativa existente. Hoy se considera como el tema central en la gestión de la calidad. Es la base para la

¹⁶ Citados por Llorens, F.J. en opus cit anterior pag.: 23 y 24.

¹⁷ Harvard Review, 1983. Tomado de James, P. Opus cit. pag.: 66 y siguientes.

aplicación de las normas de calidad tales como las ISO-9000. Es un factor muy utilizado en la cultura japonesa de la gestión de la calidad.

– *Durabilidad*: Es la medida de la vida del producto. Existen problemas para su definición, ya que por ejemplo, en los servicios es escasa por lo general. La durabilidad está íntimamente relacionada con la fiabilidad y conlleva la fidelidad del cliente hacia el producto.

– *Utilidad*: Es la habilidad de ofrecer al usuario una reanudación en el patrón normal de trabajo, lo que significa: rapidez de servicio, disponibilidad, coste mas bajo, etc. Está íntimamente relacionado con los factores de fiabilidad y actuación, siendo una dimensión claramente visible para el usuario del producto o servicio, por lo que en los últimos tiempos se le ha prestado mucha atención.

– *Estética*: Refleja la respuesta o reacción del usuario de un producto ante características del mismo tales como: tacto, gusto, olfato, vista oído, etc. Es de naturaleza individual, y refleja un juicio personal. A pesar de su naturaleza eminentemente subjetiva tiene una dimensión poderosa y puede llegar a reflejar normas de grupo o tendencias de uso como ocurre por ejemplo en la moda.

– *Calidad percibida*: Recoge la noción que los consumidores de un producto tienen sobre las características totales del mismo. Esta información ha aumentado últimamente a causa del trato directo con el proveedor, y la aparición de productos similares, lo que les otorga a los usuarios una medida sobre lo que evaluar.

LOS MÉTODOS DE CONTROL DE LA CALIDAD: De todo lo anterior se desprende que la *calidad* es un concepto complejo y difícil de definir y por consiguiente de evaluar. Sin embargo, a medida que esta cualidad de los productos y servicios va tomando cuerpo e importancia en la sociedad, ha sido necesario crear métodos, normas y procedimientos que fuesen capaces de establecer medidas para la misma. En este sentido puede decirse que los criterios que han guiado las metodologías para el control de la calidad, han evolucionado con arreglo a las siguientes etapas:

- Calidad mediante inspección.
- Control estadístico de la calidad.
- El aseguramiento de la calidad.
- La calidad como estrategia competitiva.

Actualmente, y como se ha indicado en los párrafos introductorios, la calidad es observada por las empresas y productores de bienes y servicios como un elemento de excelencia que las coloque en una situación preferente frente a sus competidores, por lo que las metodologías y actuaciones en materia de calidad van enfocadas en este sentido.

Pues bien, la primera medida que habría que tomar en materia de calidad por parte de las empresas será la de *su evaluación*, es decir, el análisis del producto o servicio obtenido frente a los estándares que se consideran como óptimos. Esta primera etapa se conoce como *diagnóstico de la calidad*, y es como se ha dicho, la primera medida a tomar en la implantación de cualquier sistema moderno de gestión de la calidad.

El *diagnóstico de la calidad* puede definirse como¹⁸: “el examen metódico de las prácticas y medios dispuestos por la empresa para evaluar y mejorar la calidad de sus productos o servicios”. Según Llorens y Fuentes¹⁹, existen tres procedimientos de evaluar la calidad de un producto o servicio:

- Evaluación de la calidad externa → Realizada por el cliente o usuario.
- Evaluación de la calidad interna → Realizada por la propia organización.
- Evaluación de los costes de calidad → Basado en el enfoque de Jurán²⁰.

En el presente trabajo, la evaluación de la calidad del sistema obtenido o desarrollado a partir de la metodología de análisis propuesta estará focalizada en los dos primeros criterios indicados, ya que se realizará en forma interna a través de la metodología de análisis y corrección de errores establecida al efecto, –y que será descrita con detalle mas adelante–, y al mismo tiempo estará influenciada por las opiniones y reclamaciones efectuadas por el cliente en las fases de pruebas finales de homologación del producto.

Pero para realizar tal evaluación, se requiere de unos determinados *métodos de control* en el desarrollo del producto o sistema. En este sentido Llorens, F.J. indica que²¹: “la función de control en los productos obtenidos por la empresa al igual que en

¹⁸ Ver: Lorens, F.J. y Fuentes, M. Opus cit. pag.: 75.

¹⁹ Opus cit. pag.: 76 y siguientes.

²⁰ Ver: “Jurán y el liderazgo para la calidad”. Ed.: Diaz Santos. Madrid, 1990

“Jurán y la planificación de la calidad”. Ed.: Diaz Santos. Madrid, 1990

²¹ Ver opus cit. pag.: 104.

cualquier sistema abierto implica verificar que todo se efectúa de acuerdo al programa previamente adoptado y a los principios de calidad admitidos”.

Más concretamente, refiriéndose al control de la calidad dentro del ámbito del diseño, la Asociación de Industria de Navarra (AIN) señala que²²: “*el control de la calidad en el diseño es el proceso mediante el cual se mejora la calidad del producto mediante la evaluación sistemática del proceso*”, y continúa: “consiste básicamente en la comprobación formal, de acuerdo con un método determinado, realizada por personas que no están directamente asociadas al desarrollo del mismo, pero que tienen gran experiencia y responsabilidad sobre el diseño, fabricación y ciclo de vida del producto”. Se pone así de manifiesto, en qué consiste el concepto de calidad en el diseño y cómo debe realizarse.

En este sentido, AIN señala que los *elementos claves* para realizar una “Revisión de diseño” con la máxima eficacia han de ser:

– *Formal*: La “revisión de diseño” ha de ser realizada de manera *formal*, es decir, se trata de una evaluación controlada y organizada, cuyos resultados y procedimientos quedan registrados y archivados.

– *Sistemática*: La “revisión de diseño” se rige por formas y procedimientos establecidos, y afecta a todos los elementos materiales e inmateriales que componen el producto o sistema.

– *Específica*: Es llevada a cabo por personas con amplia experiencia y conocimiento de las áreas funcionales intervinientes en el diseño, pero no relacionadas directamente con el desarrollo del producto, con lo que se asegura una visión nueva e imparcial que favorece la calidad del mismo.

Se indican además cuáles son las *fases* que deben seguirse en la “Revisión formal de diseño”, que a juicio de los autores, deben ser²³:

1º.- *Revisión conceptual o preliminar*.- Debe realizarse antes de comenzar el diseño propiamente dicho del producto o sistema, y consiste en comprobar que las

²² Ver: “La calidad en el área de diseño”. Asociación de la Industria de Navarra (AIN). De.: Diaz Santos, S.A. Madrid, 1991. Pag.: 33.

²³ Opus cit. pag.: 34.

especificaciones o requisitos del mismo están en concordancia con los deseos del cliente, necesidades del mercado, normativa vigente, etc.

2º.- *Revisión intermedia*.- Se realiza a lo largo de las diferentes fases que constituyen el diseño completo del producto o sistema, mediante las pruebas, chequeos, auditorias, etc. que previamente hayan sido establecidas.

3º.- *Revisión final*.- Se realiza cuando el diseño se da por finalizado y antes de comenzar la fabricación del producto.

4º.- *Revisiones de homologación*.-Son las que tienen lugar, –en ocasiones conjuntamente con el cliente o usuario final–, a la finalización del producto acabado, y tienen como misión comprobar que el mismo se ajusta a los fines u objetivos para los que fue creado.

Todas las fases citadas pueden producir “retrofits”, es decir, vueltas atrás del diseño y fabricación del producto o sistema. En el apartado siguiente se expone de forma detallada, como se han seguido estas pautas en el aseguramiento de la calidad²⁴ en el desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia, extrayendo conclusiones que puedan ser trasladables a otros desarrollos de sistemas de ámbitos distintos siguiendo los objetivos planteados en este trabajo.

LA NORMALIZACIÓN EN EL CONTROL DE LA CALIDAD: “La NORMALIZACIÓN tiene como objeto unificar criterios respecto a determinadas materias de tal forma que se utilice un lenguaje común en un campo de actividad determinado”²⁵.

Los ORGANISMOS que fijan y persiguen el cumplimiento de las normativas que afectan a la calidad de productos son:

- El Organismo Internacional de Normalización: International Organization for Standardization (1947) → ISO.
- El Centro Europeo de Normalización (1961) → CEN.

²⁴ El término “aseguramiento de la calidad” según la normativa ISO-9000 es: “El conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar una confianza adecuada de que un determinado producto satisfará las exigencias de calidad establecidas”.

²⁵ Ver: F. Llorens. Opus cit. pag.: 220.

- El C.E. de Normalización en materia Electrónica (1975) → CENELEC.
- AENOR (1986) perteneciente al M^o de Industria y Energía.

En cuanto a la **NORMATIVA** actualmente vigente y por la que se rigen los distintos organismos para el control de la calidad son:

- *Norma ISO-9000*: Gestión de calidad y normas de aseguramiento de la calidad: Guía para la selección y uso.
- *Norma ISO-9001*: Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio de productos.
- *Norma ISO-9002*: Modelo de aseguramiento de la calidad en la producción e instalación.
- *Norma ISO-9003*: Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y ensayos finales.
- *Norma ISO-9004.1*: Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad: Directrices.
- *Norma ISO-9004.2*: Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad: Guía para los servicios.

LA CALIDAD EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS.- Siempre que se realiza el desarrollo de un sistema, cualquiera que sea su ámbito de aplicación, y por completo y exhaustivo que haya sido su discurso y el volumen de recursos aplicados, no puede garantizarse *a priori* que se haya generado un producto o sistema que sea plenamente perfecto, es decir, ausente de errores a lo largo del ciclo de vida para el que fue diseñado. En efecto, por cuantiosos y específicos que hayan sido los recursos empleados (tanto materiales como humanos), como extensa haya sido la duración del proceso de análisis y exhaustivas las pruebas efectuadas sobre el sistema, nunca puede asegurarse que en determinadas condiciones especiales -no previstas obviamente por el analista- el sistema se comporte en forma diferente a la considerada como correcta.

Sin embargo, las administraciones tanto públicas como privadas responsables de estos productos están cada vez más interesadas en que los bienes y servicios utilizados por la sociedad en general, *tengan unos mínimos niveles de calidad* previamente establecidos²⁶. Esta exigencia social que cada día va cobrando mayor fuerza en nuestras sociedades hace que los órganos que prestan tales servicios (tanto públicos como privados) exijan a su vez de sus proveedores que los productos por ellos diseñados alcancen tales niveles de calidad actualmente normalizados y controlados por organismos a tal efecto creados²⁷.

Por el otro lado, es decir, por parte de los productores de tales bienes (sistemas o servicios en general), dichas exigencias de productos con calidad efectuadas por sus clientes, ha hecho que se intensifiquen los recursos empleados en las operaciones de prueba de sus productos para asegurar tales niveles de calidad y fiabilidad de los mismos. En este sentido puede asegurarse sin temor a error, que actualmente las empresas o administraciones en general no escatiman los esfuerzos y gastos en general que vayan dirigidos a las actividades de pruebas y chequeos exhaustivos encaminadas a asegurar la calidad de sus productos.

Pues bien, *dado que el objetivo de asegurar el mínimo número de errores en el análisis y desarrollo de sistemas es uno de los propósitos de este trabajo*, el presente capítulo está dedicado a estudiar los tipos de errores que se han producido en el desarrollo del sistema tomado como modelo de referencia, y del análisis de los mismos

²⁶ Ver: "Gestión de calidad orientada a Procesos", de: Pérez-Frdez, J.A. Ed.: ESIC. Madrid, 1999, donde en su presentación se señala: "el aumento del nivel de vida, la mayor disponibilidad de recursos, el incremento de la información, la progresiva toma de conciencia por parte de los consumidores, de su posición y de sus derechos, los adelantos tecnológicos, la competencia creciente entre las empresas y organizaciones, la mundialización de la economía, la acción de vigilancia y control de los poderes públicos, etc. crean un entorno en el que la calidad tiende a apreciarse cada vez más. Las empresas advierten en la calidad y en los programas y metodologías que a ella conducen una vía imprescindible hacia el desarrollo, rentabilidad y crecimiento, favoreciendo el éxito de sus productos, la reducción de sus costes, y la eficacia de su funcionamiento".

²⁷ En estos últimos tiempos ha sido desarrollado todo un conjunto de normativas en torno a la calidad, existiendo organismos a nivel nacional e internacional que se encargan de emitir las mismas al tiempo que se hacen garantes de su cumplimiento para certificar el nivel de calidad de los productos inspeccionados. Ver a este respecto el epígrafe dedicado a la normalización en el control de calidad del apartado anterior.

poder extraer conclusiones que sean de aplicación al modelo de análisis aquí propuesto, para el cumplimiento de dicho objetivo²⁸.

Para ello vamos a hacer en primer lugar, un breve análisis de cuales son las causas y la tipología de los errores que normalmente se producen en los desarrollos de sistemas, para posteriormente poder trasladar las conclusiones establecidas al modelo de análisis propuesto en el presente trabajo. A ello dedicaremos el siguiente apartado.

5.2.- LOS ERRORES EN EL SISTEMA DE REFERENCIA: IDENTIFICACIÓN, CAUSAS Y TIPIFICACIÓN.-

La preocupación asumida por las empresas, -anteriormente apuntada- en producir sistemas ausentes de errores (o con un número mínimo de ellos, para estar dentro del rango establecido por las normas de calidad vigentes), ha hecho que se creen departamentos y órganos cuya principal función es la de crear procedimientos, normas, y la documentación necesaria para garantizar los niveles de calidad exigidos por los clientes.

En este sentido, algunos organismos como AIN (Asociación de la Industria de Navarra), han creado metodologías orientadas al análisis de fallos y aseguramiento de la calidad en sistemas. Tal es el caso de AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos), que según su propia definición²⁹: *“es un método inductivo de análisis de la seguridad o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, utilizando para ello el estudio sistemático de las causas y consecuencias de los fallos que pueden afectar a sus elementos”*.

Los principales *objetivos* que se propone AMFE son³⁰:

²⁸ Como señala el prof.: Barba, E. (opus cit. pag.: 14): “dentro del ámbito de la implantación de un sistema, un aspecto fundamental es el Control del Proyecto que permite asegurar la calidad del producto final en base a controlar la *calidad del diseño* mediante sucesivas revisiones del proyecto, previstas a lo largo del proceso de desarrollo”.

²⁹ Ver: “La calidad en el Area de Diseño” (AIN). Pag.: 45.

³⁰ Opus cit. Pag.: 46.

- a).- Analizar las consecuencias de los fallos que pueden afectar a un producto o sistema.
- b).- Identificar los modos de fallo que tengan consecuencias importantes respecto a los criterios previamente establecidos.
- c).- Precisar para cada fallo los medios o procedimientos de detección.
- d).- Poner en evidencia los fallos, divulgando la información de los mismos.

Las personas o analistas encargadas del AMFE deben investigar cuáles son las *causas posibles* de cada modo de fallo, y determinar³¹:

- > Cuáles son los medios de *identificar* el fallo.
- > Cuáles son las *acciones correctoras* posibles y necesarias.

5.2.1.- IDENTIFICACIÓN, CAUSAS Y ACCIONES CORRECTIVAS DE LOS ERRORES DEL SISTEMA.-

Siguiendo las pautas y otras recomendaciones, sugeridas por organismos dedicados al control de la calidad, en el sistema que se ha utilizado como modelo de referencia, fue creado un departamento funcional de carácter específico –SPI Overview: Problem Management–, encargado de proveer los procedimientos, normas y procesos necesarios para asegurar dicha calidad³². El procedimiento creado por este departamento funcional, es conocido con el nombre de “*Root and Cause Analysis. Defect Prevention*”³³. (Análisis de las raíces y causas de los errores. Prevención de defectos en el Sistema), y del que vamos a extraer los aspectos mas relevantes para este trabajo:

³¹ Opus cit. Pag.: 47.

³² Existen diversos manuales que tratan del establecimiento y seguimiento de las normas de calidad, unos de carácter general y otros de carácter específico con aplicación a un sector o tipo de productos concreto (según se ha visto en apatados anteriores al hablar de la normativa que rige la calidad), pero para el propósito de este trabajo seguiremos las específicas creadas para el sistema tomado como modelo de referencia, y recogidas en el SPI Overview.

³³ Documentación tomada del SPI Overview (System Process Improvement). Procedimiento general establecido para asegurar la calidad del Sistema A_1000_S12 en marzo de 1997.

⇒ 1º.- En primer lugar, para llevar a cabo el análisis de errores se tomaron un conjunto de elementos de información de ENTRADA o “inputs” a través de los cuales poder obtener la información necesaria para poder analizar y tipificar los defectos. Tal información de entrada proveniente del Problem Management³⁴ se documentó en los denominados “Problem Reports” y “Fault Reports” que recogen de forma detallada los síntomas y características de los errores encontrados y denunciados tanto por los clientes como por los propios “testers” del sistema al efectuar las pruebas finales o de homologación del mismo.

Además, los miembros designados para tal función de calidad del sistema, crearon un conjunto de normas y procedimientos específicos dirigidos a la prevención de tales defectos. Tales actividades se conocen con el nombre de “*Proposed Actions for Defect Prevention*” y surgieron como consecuencia del análisis de los errores estudiados.

A partir de tales informaciones utilizadas como “inputs” se realizaron las siguientes acciones como SALIDA u “outputs”:

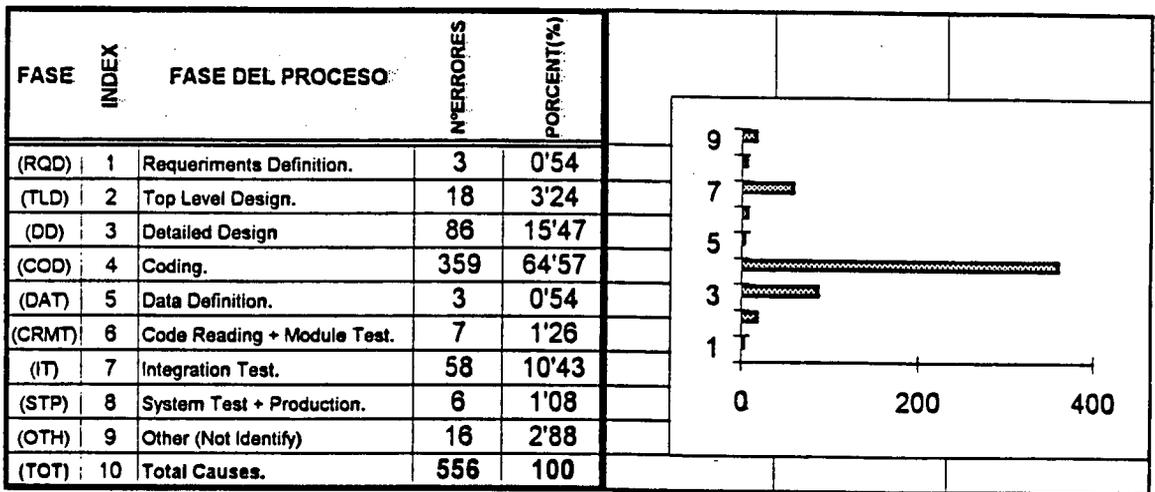
- Clasificación de defectos encontrados.
- Estadísticas de tipos de defectos para su análisis y acciones preventivas.
- Establecimiento de reports periódicos de RCA.
- Planes de priorización de acciones correctivas.
- Reports periódicos de progresos en la consecución del objetivo de ausencia de errores.

Centrándonos en los aspectos de clasificación, tipificación y estadísticas de defectos encontrados que son los que mas nos interesan para el presente trabajo, a continuación se muestran los resultados obtenidos del estudio previo realizado para determinar “*las fases del proceso de desarrollo donde fueron introducidos los errores en el sistema*”, es decir, el momento en el cual fue cometida la falta que dio lugar al posterior error detectado en las pruebas finales del sistema³⁵:

³⁴ Departamento funcional citado anteriormente, creado para organizar, manejar y controlar los errores y defectos encontrados en el sistema, así como de realizar las acciones correctivas oportunas para que tales errores no se repitan en futuros desarrollos.

³⁵ El cuadro de errores expuesto ha sido tomado del documento SPI, anteriormente citado, con modificaciones de elaboración propia para adaptarlo al presente trabajo.

PRODUCCIÓN DE ERRORES SEGÚN FASE DEL PROCESO



Como puede apreciarse en el cuadro anterior de los 556 defectos analizados, los mayores porcentajes corresponden a las fases de desarrollo: 3 (Detailed Design) y sobre todo la núm. 4 (Coding), lo cual resulta lógico puesto que basándonos en lo dicho en capítulos anteriores, es precisamente en estas fases donde se produce la mayor parte de la realización tanto material (funciones y procedimientos del sistema) como inmaterial (fijación de variables y datos que van a ser utilizados) de los elementos componentes del sistema.

Si hacemos una traslación de tales resultados al modelo descrito en el presente trabajo (ver capítulo tercero), podemos decir que tales fases se corresponden con los Modelos-Fase: 3 y 4, denominados aquí como MOD-FASE 3: Diseño de Elementos y Definición de Interrelaciones, y MOD-FASE 4: Relación de Elementos Materiales y Fijación de los Elementos de Información (Realización de los Elementos Materiales y de Información) cuyos contenidos se corresponden con los anteriormente citados, y efectivamente tales fases coinciden también aquí con aquellas en las que se diseñan y realizan los elementos materiales e inmateriales del sistema.

Otra conclusión que puede extraerse a partir del análisis de los defectos estudiados es la *“identificación de las causas o acciones que han dado lugar a que se hayan introducido tales errores en el sistema”*.

Desde esta óptica se ha elaborado el cuadro que se expone a continuación³⁶, en el que pueden apreciarse las diferentes causas a las que se les atribuyen los errores, junto con el número y porcentaje de los mismos asignados a cada una de ellas:

CAUSAS DE ERRORES EN EL PROCESO DE ANÁLISIS

INDEX	Detalle Causa del Error	NºERRORES	PORCENTAJE
1	Falta de Conocimientos Sistema.	90	28'5
2	No considerar todos casos posibles.	104	32'9
3	Mal entendimiento Requer. Cliente.	2	0'6
4	Defect. Comunicac. entre Analistas.	16	5'1
5	Disminución Tiempo de Análisis.	85	26'9
6	Mala asignación tareas trabajo.	6	1'9
7	Otras Causas no especificadas.	13	4'1
8	Total Causas.	316	100

En el cuadro anterior puede apreciarse como de los 316 defectos analizados, las causas principales atribuidas a la aparición de los mismos en el sistema son las siguientes:

- *No considerar todos los casos posibles*: Esto quiere decir que en el análisis efectuado para realizar las funciones que debe cumplir el sistema o la elección de los elementos de información necesarios para analizarlas no se ha contemplado toda la casuística posible, es decir, todas las eventualidades que dicha función debía cubrir, por lo cual al probar el sistema en su globalidad han aparecido casos y eventos no tenidos en cuenta en el análisis y diseño.

³⁶ Tomado del documento SPI anteriormente citado con elaboración propia de adaptación al presente trabajo.

Esta, puede decirse, es una de las causas principales de origen de defectos en todo sistema y se debe principalmente a la precipitación en el estudio del mismo, o a no haber seguido la metodología de análisis escrupulosamente.

- *Falta de conocimientos del sistema*: Esta segunda causa importante de producción de errores es autoexplicativa. En efecto, para acometer el proceso de análisis de un sistema hay que tener unos conocimientos previos lo mas profundos posibles acerca del mismo *-know how-* que son adquiridos por la práctica de análisis y diseños de sistemas anteriores pertenecientes al mismo ámbito de estudio, o a otros campos de conocimiento similares al que se está desarrollando.

En este sentido, hay que señalar que si bien la metodología que se introduce en el presente trabajo (o cualquier otra que se pudiera utilizar), es de gran ayuda para el análisis de sistemas, es preciso también tener conocimientos previos lo mas profundos posibles de la materia o ámbito en la que el sistema se va a desenvolver. Obviamente la calidad del producto o sistema desarrollado estará en razón directa de la calidad y cantidad de conocimientos específicos sobre la materia que posea el analista, aunque no sea esta la única variable a considerar, por cuanto los medios materiales dedicados y el tiempo invertido en dicho análisis, también son elementos imprescindibles para la consecución de los objetivos marcados.

- *Exceso de trabajo y Reducción del tiempo de análisis*: Esta tercera causa es también importante a la hora de evaluar las circunstancias que llevan a introducir errores en el sistema y viene a ser una continuación o complemento de la anteriormente analizada, es decir, forma parte del conjunto de premisas a fijar al comienzo del desarrollo de un sistema. Habrá de tenerse en cuenta como se decía en el capítulo introductorio que la calidad del producto o sistema generado depende en buena parte del compromiso: coste/calidad que se fije al comienzo del análisis. Sin embargo, como ya se ha indicado en párrafos anteriores, actualmente la sociedad está especialmente preocupada por la calidad de los productos y sistemas lo cual hace que en muchas ocasiones sean sacrificadas otras variables u objetivos en favor de la calidad, en la idea de que tal producto, servicio o sistema tenga permanencia temporal en el mercado o en la sociedad a la que va destinado.

Pues bien, después de analizar estas tres causas principales de errores que tienen lugar en el análisis y desarrollo de sistemas, puede decirse que son perfectamente trasladables y asumibles en la metodología de análisis y desarrollo de sistemas que se describe en el presente trabajo, por lo que pueden ser tomadas aquí también como propios.

⇒ 2º.- A partir del análisis del origen de los errores estudiados en el apartado anterior, se han creado y puesto en práctica, un conjunto de medidas encaminadas a asegurar la calidad del sistema, que en definitiva es el objetivo principal. De dicho conjunto de medidas conocidas con el nombre de *System Quality Assurance (SQA)*, destacamos a continuación las más relevantes para nuestro estudio:

A).- En primer lugar, en cuanto a los “*objetivos*” a cumplir por el SQA hay que destacar los siguientes:

- *La calidad significa: presencia en el mercado*, lo cual puede traducirse en que los sistemas con calidad son preferentemente demandados por la sociedad respecto a otros que resulten alternativos.

- *La calidad debe ser la primera prioridad*, que está en línea con lo que anteriormente se ha señalado del interés que empresas y organismos públicos y privados han puesto en la consecución de este objetivo.

- *La calidad debe ser construida*, lo cual significa que el nivel de calidad de un producto o sistema no viene dada de por sí, sino que hay que tomar las medidas oportunas en forma de recursos materiales e inmateriales que sean capaces de crearla.

- *La calidad requiere de metodologías específicas*, este último aspecto pone de manifiesto que para la obtención de un nivel de calidad en un sistema es preciso establecer procedimientos y metodologías encaminadas a su consecución. La metodología que se está describiendo en el presente trabajo viene a cubrir, al menos en parte, este requerimiento.

B).- Por otro lado para asegurar la calidad, hay que realizar un conjunto de “*actividades*”³⁷, de las cuales pueden señalarse como mas relevantes las siguientes:

- Verificación: en forma de revisiones, inspecciones, pruebas, etc. que aseguren que los elementos (materiales e inmateriales) producidos en cada fase del proceso conllevan los niveles de calidad requeridos.

- Pruebas específicas: realizadas al final del proceso de análisis del producto o sistema en forma de prbas. de integración, prbas de sistemas, prbas de cualificación o validación, etc. que aseguren que todos y cada uno de los elementos que constituyan el producto final cumplan todas las funciones para las que fueron creados.

- Auditorias: es decir, inspecciones concretas y periódicas realizadas a lo largo de la vida del producto y que sirvan para acreditar el mantenimiento de la calidad en los niveles inicialmente establecidos a lo largo del ciclo de vida del sistema o producto en uso por parte de la sociedad.

- Actividades generales de aseguramiento de la calidad: como un soporte continuo a realizar durante el desarrollo del sistema y posteriormente en el ciclo de vida del mismo y que se materializarán en forma de: creación y seguimiento de normas que velen por la calidad del producto (RCA), establecimiento de grupos de trabajo que persigan y hagan cumplir la normativa (PM), reuniones y reports de seguimiento de la misma, etc.

C).- Y finalmente cabe preguntarse: *¿cuales son los objetivos que se esperan conseguir de tales reglas?*. Entre otras, el grupo de trabajo destaca como mas importantes las siguientes:

1º.- *Mejorar el conocimiento* que actualmente se tiene de los momentos, fases y causas de producción de errores, a fin de poder *establecer criterios* que eviten su inclusión en el futuro.

2º.- *Poder detectar los errores producidos e introducidos* en el sistema *en las fases mas tempranas del proceso* a fin de que los mismos no se propaguen en fases

³⁷ Según indica Pérez_fdez, J.A. (opus cit. pag. 30): “la calidad no es un valor añadido a un producto, sino que ha de conseguirse mediante una metodología de gestión adecuada”, y continúa: “la calidad se gestiona mediante técnicas de uso regular, acompañadas de una metodología adecuada y de herramientas específicas”.

posteriores. En efecto, como estamos describiendo, esta metodología es de carácter progresivo, de tal forma que los elementos de información producidos o generados en una fase son utilizados como e.i. de entrada para la fase siguiente, lo cual significa que un error producido y no detectado en la etapa anterior va a generar con un efecto multiplicador nuevos errores en las fases subsiguientes, y es por ello por lo que *es de especial importancia su detección en las fases mas tempranas posibles.*

3º.- *Mejoras en el control de las desviaciones*, lo cual significa que determinados riesgos que puedan ser conocidos de antemano sean seguidos y medidos con prontitud a lo largo del proceso de análisis a fin de detectar las desviaciones con respecto a la funcionalidad correcta, y así poder *implementar las acciones preventivas adecuadas* para su corrección.

4º.- *Permanente comunicación* con el cliente o usuarios finales del sistema a todo lo largo del análisis y desarrollo del mismo, a fin de poder detectar las posibles desviaciones en cuanto a los requerimientos pedidos por estos lo antes posible y que tales interpretaciones incorrectas no se propaguen en forma de errores en el sistema.

5º.- *Establecimiento de reglas* para las inspecciones, lo cual significa que las mismas deben ser:

- * Planeadas previamente y perfectamente documentadas en cuanto a su ejecución.
- * Los resultados deben ser certificados por el responsable de las mismas.
- * Los participantes (de uno y otro lado), que realicen la inspección deben de estar de acuerdo con los resultados obtenidos en la misma.
- * Como consecuencia de la inspección deben resultar los reportes y métricas necesarias para obtener las oportunas conclusiones.
- * Tales inspecciones deben ser realizadas a todo lo largo del proceso de análisis, es decir, en las diferentes fases del mismo.

Una vez analizados los orígenes, causas y acciones correctivas que pueden implementarse para minimizar los errores del sistema, vamos a estudiar a continuación la tipificación de los mismos siguiendo las mismas pautas y criterios que se han utilizado al analizar la tipología y clasificación de los e.i. utilizados en los distintos modelos-fase

descritos en el capítulo anterior, a este fin se realizará un estudio pormenorizado de los defectos encontrados y denunciados tanto por las áreas de cualificación y pruebas finales del sistema internas o pertenecientes al grupo de desarrollo del mismo, como los descubiertos por el cliente o usuario final en las pruebas de homologación previas a la aceptación del sistema.

5.2.2.- TIPIFICACIÓN DE LOS ERRORES DEL SISTEMA.-

Como se hizo en el capítulo anterior al analizar las características de los elementos de información utilizados en cada una de las fases del proceso de análisis y desarrollo del sistema, tipificándolos para cada uno de los modelos-fase en que eran utilizados, vamos a realizar a continuación una clasificación y tipificación de los defectos encontrados en el sistema tomado como modelo de referencia, al realizar las correspondientes pruebas y chequeos a lo largo del proceso de desarrollo del mismo.

En este caso, es si cabe mas importante esta clasificación, por cuanto de su análisis podremos deducir las desviaciones que sobre el sistema ideal se han producido con respecto a los elementos de información utilizados. Es decir, el propósito que se persigue es el siguiente: con los e.i. (variables, datos, etc.) que han sido utilizados en las diferentes fases que componen el proceso de análisis y que están representadas en los distintos modelos-fase en que han sido utilizados, se ha desarrollado un producto o sistema que sometido a las pruebas de calidad correspondientes (tanto a lo largo del proceso en sus diferentes fases, como a la finalización del mismo en las pruebas finales de integración y de homologación del sistema por parte del cliente) ha generado un determinado número de errores. Obviamente estos errores o defectos del sistema han sido producidos por una mala utilización de los elementos de información que fueron seleccionados (por parte de las funciones del sistema que las utilizan), o bien por una incorrecta utilización de los mismos (por que sean insuficientes o estén mal definidos).

Este segundo aspecto señalado es el que más nos interesa y en el que nos detendremos a analizar mas detalladamente.

En efecto, si una vez analizada la tipología de los diferentes errores o defectos encontrados en el sistema, –con los criterios generalistas utilizados a lo largo del presente trabajo–, encontramos que un gran número de errores se encuentran acumulados sobre un determinado tipo de variable, *ello denotará que ésta no ha sido suficientemente tenida en cuenta a lo largo del proceso de análisis y desarrollo del sistema*, ya sea por carencia de la misma o bien por insuficiente tratamiento, lo cual debe conducir necesariamente a *una modificación en cuanto a su presencia o participación en el proceso*.

Pero éste análisis, en el caso de los defectos o errores del sistema, se hace mas complejo, puesto que habrá de tenerse en cuenta no solamente la tipología de la variable o dato que ha dado lugar al error, sino también la fase del proceso en la que se ha producido, y ello por las siguientes razones:

a).- En primer lugar, porque los porcentajes de participación de los distintos tipos de elementos de información utilizados en las diferentes fases (modelos-fase) del proceso son distintos, y por tanto *las posibles correcciones a realizar habrá que hacerlas en la fase impactada* y por consiguiente deberá introducirse también en el estudio información acerca del modelo-fase afectado para así poder establecer la relación: tipo de variables afectada y modelo-fase que la utiliza.

b).- Y por otro lado, hay que tener muy en cuenta que cualquier error o defecto cometido a lo largo del proceso de análisis en la utilización de un e.i. *es tanto mas grave cuanto mas tempranamente se haya introducido en el mismo*, es decir, dado que como ya se ha apuntado en los capítulos anteriores, los e.i. generados en una fase por el análisis de la información efectuado en el correspondiente modelo-fase, constituyen e.i. de entrada a la siguiente, un error en la generación o utilización de una variable o dato se va a propagar a lo largo de las siguientes fases del proceso, razón por la cual se llevan a cabo chequeos de calidad desde las fases mas tempranas del mismo, y en realidad se deben realizar desde su comienzo a la salida de la primera fase³⁸. Es por ello, por lo que se le ha tenido también en cuenta en el análisis efectuado de los defectos del sistema la

³⁸ Ver a este respecto, las diferentes y sucesivas Revisiones de Diseño apuntadas por AIN. Opus cit. pag.:34.

“fase mas temprana” en la que debería haber sido detectado el mismo para evitar, –por medio de las acciones correctivas pertinentes–, su posterior propagación a otros e.i. generados en fases de análisis subsiguientes³⁹.

c).- Finalmente ha detenerse en cuenta también *la importancia subjetiva que puede asignarse al error encontrado*⁴⁰. Esto puede explicarse de la siguiente forma: no cabe duda de que todo sistema o producto es desarrollado con unos fines determinados o para cumplir unos objetivos concretos, por lo tanto, es natural que los defectos que se encuentren en el mismo no todos ellos sean de la misma importancia. Sin embargo a la hora de asignar cual es la importancia o gravedad de un error del sistema pueden existir *distintos criterios* ya que en definitiva se trata de una cuestión principalmente subjetiva.

En efecto, si es el analista que ha desarrollado el sistema el que efectúa tal clasificación, no cabe duda de que la importancia o prioridad de los errores será asignada en función del daño o perjuicio que pueda ocasionar al sistema en su funcionamiento o a su proceso de desarrollo. Se abstraerá por tanto de cuestiones externas y se centrará para realizar la calificación de los errores en el conocimiento profundo que tiene sobre el sistema en su conjunto. Sin embargo, si es el cliente o usuario final del sistema el que tiene que calificar la importancia o gravedad de los errores del mismo, estará movido por otros condicionantes o variables, distintos de los puramente científicos o técnicos que han guiado para su realización al analista. Nos estamos refiriendo concretamente a aquellos aspectos de carácter económico, político, social, etc. que pueden tener para éste mas importancia que los meramente técnicos de funcionamiento del producto o sistema, pero que sin embargo, no cabe duda de que dichos criterios influyen en muchas ocasiones de una forma notable en el proceso de desarrollo y posterior funcionamiento del sistema en su ciclo de vida.

Es por ello, por lo que también en el análisis de defectos se han contemplado este tipo de razones que serán utilizados (como se verá mas adelante), como criterios a

³⁹ Según AIN. Opus cit. pag.:21 y siguientes: “Los errores de calidad mas graves son aquellos que se producen en las primeras etapas del proceso de desarrollo del producto”.

⁴⁰ Este aspecto también es contemplado por el programa de Análisis de Fallos y defectos AMFE antes apuntado, indicando su importancia de cara al producto y al cliente. Ver opus cit, pag.: 49 y 53.

considerar a la hora de apuntar una metodología para asegurar la optimización de errores, y en definitiva la minimización de los mismos.

Una vez sentadas las consideraciones que han sido tenidas en cuenta a la hora de analizar los defectos del sistema, vamos a pasar al estudio pormenorizado de los elementos de información utilizados en esta fase del análisis y que son denominados como "*Fault Reports*" o "*Informes de Fallo*". En este tipo de documentos se recoge, no solamente el fallo o error encontrado en el sistema, y al elemento (material o inmaterial) al que afecta, sino también un conjunto numeroso de informaciones acerca de: cómo y cuándo se ha producido el fallo, bajo qué circunstancias, a qué otras variables afecta, en qué fase ha sido detectado, cuál es la importancia asignada dentro del proceso, qué elementos han sido implicados, etc. Por consiguiente el análisis que se ha hecho de los mismos, ha sido teniendo en cuenta todas estas consideraciones.

Para realizar el análisis de los errores del sistema de referencia se ha manejado la siguiente documentación:

- > System Process Improvement Overview (SPI Course).
A-1000-S12 System. SSD Madrid. Ed.: Marzo-Abril de 1997.
En especial los capítulos 6 y 8 dedicados a RCA Defect Prevention (Root and Cause Analysis) y SQA and Inspection (System Quality Assurance) respectivamente.
- > Root and Cause Analysis TE.7.2 Complaints. Presentación del proceso de errores. De.: Diciembre de 1995.
- > A-1000-S12. Mantenimiento del Producto. Ed.: Noviembre de 1994.
- > Root and Cause Analysis Working Group. Short Term Process and Quality. Ed.: Octubre de 1995.
- > Root and Cause Analysis. Methodology. Ed.: Noviembre de 1995.
- > S12 Fault Records Standard. Description and Use. Ed.: Diciembre de 1997.
- > Problem Management Improvement. Ed.: Junio de 1997.
- > Failure Records. S12 Office PM. Training. Ed.: Diciembre de 1996.

- > Problem Management Description. A-Telecom. Ed.: Octubre de 1996.
- > Status of Fault Reports. Project: TE-7.2. Ed.: Marzo de 1998.
- > Otras documentaciones anejas a las anteriormente señaladas.

Utilizando como base la documentación indicada anteriormente, y siguiendo los criterios fijados en párrafos anteriores, se ha construido el cuadro que figura en las páginas siguientes y en el cual es preciso realizar previamente las siguientes aclaraciones:

A).- Del documento “Status of Fault Reports. Project: TE-7.2” señalado anteriormente se han extraído los contenidos de los defectos detectados y documentados en el sistema hasta la fecha señalada en su edición en que se dio por finalizada la homologación del producto. Al hacer el recuento de los errores encontrados se contabilizaron un total de *1410 items*, cada uno de los cuales recoge toda la información relativa a un defecto concreto. Sin embargo, y como se hizo en el estudio de los e.i. de determinados modelos del capítulo anterior, dado que su cuantía es relativamente numerosa, el estudio pormenorizado de tales defectos detectados y documentados representaría un trabajo muy costoso, –ya que como se ha indicado anteriormente el número de elementos a analizar sería de 1410 junto con su documentación asociada–, lo cual representa un gran volumen de documentos a analizar.

Es por ello por lo que siguiendo las indicaciones del prof.: Azorín Poch⁴¹, cuando ocurren tales circunstancias se deben seguir los siguientes criterios: “una vez establecidas las características de la población a observar y fijados el grado de precisión requerido, hay que decidir cual es el tamaño de la muestra a observar con detenimiento, a fin de que los resultados no sean es exceso costosos e imprecisos”. Atendiendo a estas razones, el citado autor señala como tamaño mínimo de la muestra el que viene dado por la siguiente expresión:

$$n = \frac{Nk^2S^2}{Ne^2 + k^2S^2}$$

donde: N = Tamaño de la población finita.

k = La desviación correspondiente al coeficiente de confianza P_k y que tratándose de una población como la estudiada tomaremos el valor de $K = 3$.

S^2 = Es la cuasivarianza poblacional. Tomaremos como valor medio: $S^2 = 500$, que corresponde a un nivel de confianza de 3σ para universos de población finita.

e = Error absoluto. En el presente caso se considerará ≤ 10 para un coeficiente de confianza del 90%.

En base a todos estos datos, tendremos que el tamaño de la muestra que se va a utilizar en este caso será de:

$$n = (1410 \cdot 9 \cdot 500) / (1410 \cdot 100 + 9 \cdot 500) = 43,7 \cong 44 \text{ elementos.}$$

Tales elementos de información, y como se ha hecho en casos anteriores, serán elegidos al azar entre todos los constituyentes de la población total.

B).- Por lo que se refiere al contenido del cuadro hay que señalar lo siguiente:

- Las columnas referentes a la "valoración de las características de los elementos de información" tienen la misma descripción y contenido que el utilizado en los cuadros construidos para tipificar las variables y datos utilizados en los diferentes modelos-fase recogidos en el capítulo anterior, por consiguiente para la explicación de su contenido nos remitimos a aquellas páginas.

- Es en las cuatro primeras columnas, agrupadas con el nombre genérico de "*Clasificación de los tipos de errores*", donde nos detendremos en su explicación:

a).- *Por el tipo u origen del error (OE).*- Lo que se quiere indicar aquí es el momento o la fase del proceso en la que el error fue detectado, es decir, su origen de

⁴¹ Opus citado de este autor. Pags.: 96 y siguientes. Ver también para esta materia: "Tamaño de muestreo con utilización de tablas" recogido en la obra del prof.: Sierra Bravo en pags.: 226 y siguientes.

aparición durante el análisis y desarrollo del sistema. Esta clasificación se subdivide a su vez en las siguientes categorías:

- REQ: Requeriments Definition (RQ).
- TLD: Top Level Design (TL).
- DD: Detail Design.
- COD: Coding Phase (CD).
- DAT: Data Definition (DT).
- CR: Code Reading.
- MT: Module Test.
- IT: Integration Test.
- ST: System Test.
- AT: Acceptance Test.
- VT: Verification Test.
- CA: Customer Acceptance.
- PRD: Production (PR).
- DOC: Customer Documentation (DO).
- OTH: Others (OT).

Entendemos que cada una de las categorías así como las abreviaturas empleadas son autoexplicativas y como vemos (siguiendo el proceso de desarrollo del modelo tomado como referencia indicado en el capítulo tercero) siguen un orden creciente según el flujo con el que se va realizando el proceso de análisis, y cada una de ellas representa las distintas fases de desarrollo del sistema señaladas.

b).- *Por la fase mas temprana de detección del error (FT).*- En esta columna se indica cual debería haber sido (obviamente a juicio del que realiza el análisis del error, que por otro lado se supone experta en el sistema analizado), la fase en que dicho error debería haber sido detectado para no generar por propagación errores en fases de análisis posteriores.

Siguiendo este criterio, se puede a su vez subclasificar en las siguientes subcategorías:

- RQD: Requeriments Review (RQ).

- TLD: Top Level Design Review (TL).
- DD: Detail Design Review.
- CR: Code Reading.
- MT: Module Test.
- IT: Integration Test.
- ST: System Test.
- AT: Acceptance Test.
- VT: Verification Test.
- CA: Customer Acceptance Test.
- PRD: Production Test (PR).
- OTH: Others (OT).

Como puede apreciarse estas categorías son un subconjunto de las señaladas en el apartado anterior, y representan los distintos momentos en que a lo largo del proceso son efectuados chequeos y comprobaciones -en definitiva pruebas de calidad- para ir validando paulatinamente el grado de bondad del mismo, es decir, la ausencia de errores en el producto final.

c).- *Por el modelo-fase al que afectan (MTIP).*- Se indican en esta columna los distintos tipos de modelos implicados en correlación con la fase en que ha sido detectado el defecto recogido en el apartado "a)." anterior, es decir, se traslada el momento en que ha sido detectado el defecto en el modelo utilizado como referencia en este trabajo a su instante homólogo siguiendo el criterio de modelización por fases que ha sido utilizado en esta tesis para poder así extraer conclusiones propias o referentes al proceso de análisis aquí expuesto. No es necesario resaltar que han sido seguidos los mismos criterios de análisis que los utilizados para evaluar los errores en el sistema tomado como referencia.

d).- *Por la prioridad o importancia asignada al error (PC).*- Esta columna recoge la apreciación, -en todo caso subjetiva-, de la importancia que el error o defecto detectado y documentado tiene para el sistema, y entendiéndose que es necesario incluirlo en el análisis de defectos que se está efectuando, por cuanto puede ser utilizado como criterio o característica relevante o de importancia, cuando se plantean los criterios o prioridades a seguir para la minimización de errores.

Como se ha dicho anteriormente, éste es un criterio eminentemente subjetivo puesto que depende de la persona que lo realice. En efecto, si el estudio para la priorización de errores la realiza el analista que ha intervenido en el proceso de desarrollo, dará mas importancia a aquellos defectos que impliquen a su juicio situaciones graves o peligrosas para el sistema o que afecten a órganos o elementos (materiales y de información) que sean considerados vitales o que puedan producir degeneración funcional a lo largo del tiempo, aún cuando para el profano o persona que no conozca en profundidad el sistema, tales defectos puedan carecer de importancia. Sin embargo, si la calificación de la gravedad del defecto ha de hacerla otra persona ajena al desarrollo del sistema, seguramente influirán en su decisión cuestiones de índole económica, política, social, etc. que condicionarán la fijación de la prioridad del defecto. A pesar de esto, este criterio ha de ser tenido en cuenta, pues en ocasiones pueden primar este tipo de motivos frente a los puramente técnicos o científicos, lo cual hará que la decisión final de minimización de errores o defectos del sistema se oriente hacia ellos.

En el estudio realizado se han contemplado *tres grados* de importancia en la magnitud del error (en este caso fijados por el usuario final del sistema), lo que da lugar al establecimiento de tres tipos de prioridades en el manejo de su solución. Obviamente, el establecimiento de tales prioridades está ligado a determinados tipos de elementos de información, lo cual va a condicionar el establecimiento de grados de importancia entre las mismas puesto que se hará mas hincapié a la hora de las correcciones o del establecimiento de chequeos o pruebas a lo largo del proceso, –especialmente sobre ellas–, a costa de desviar la atención sobre otros tipos de variables que desde el punto de vista técnico o científico pudieran ser mas relevantes.

Teniendo en cuenta estos criterios para valorar los contenidos de los elementos de información (Fault Reports) utilizados en esta fase del análisis, se ha construido el cuadro CONRES11.E06 que figura en las páginas siguientes y de cuyo contenido nos vamos a ocupar a continuación:

El análisis de los e.i. representativos de los defectos del sistema y su tipificación, *se ha realizado siguiendo criterios generalistas*, al igual que se hizo cuando se estudiaron los e.i. de los distintos modelos del capítulo anterior. Las reflexiones que se suscitan acerca de los resultados obtenidos, es decir, de los porcentajes de participación de cada tipo serán realizadas mas adelante, cuando se expongan los criterios que se han utilizado para formular los modelos de optimización de errores, y por consiguiente en lo referente a las características de los e.i. (variables, datos, etc) que se han visto impactadas o implicadas en los errores detectados en las distintas pruebas efectuadas al sistema, nos remitimos a aquellas páginas.

Sin embargo, si nos vamos a detener aquí a analizar brevemente los resultados obtenidos de la información contenida en las cuatro primeras columnas del cuadro:

A).- *Por el tipo u origen del error (OE).*- Como se indicó, se recoge aquí el momento o la fase del proceso en que el error fue detectado con los siguientes resultados:

Mnemónico	Descripción de la fase de Detección del Error.	Nº de Errores	Porcentaje(%)
RQD	Requeriments Definition.	2	4'5
TLD	Top Level Design.	2	4'5
DD	Detailed Design.	3	6'8
COD	Coding.	6	13'6
DAT	Data Definition.	3	6'8
CR	Code Reading.	4	9'1
MT	Module Test.	8	18'2
IT	Integration Test.	12	27'3
ST	System Test.	0	0
AT	Acceptance Test.	1	2'3
VT	Verification Test.	2	4'5
CA	Customer Accept.	1	2'3
PRD	Production.	0	0
DOC	Customer Documentation.	0	0
OTH	Others.	0	0
TOTAL	TOTAL ERRORES ANALIZADOS.	44	100

Del cuadro anterior pueden extraerse las siguientes *conclusiones*:

En primer lugar, las fases en las que son detectadas mas errores del sistema son: Integration Test (27'3%), Module Test (18'2%), Coding (13'6%) y finalmente Code Reading (9'1%), lo cual resulta lógico ya que en el caso de las dos primeras, son actividades que están específicamente creadas para detectar los errores introducidos en el sistema (la primera de ellas actuando sobre un determinado grupo de módulos que realizan una cierta función, y la segunda sobre un módulo específico al que se le prueba exhaustivamente); y en el caso de las dos últimas, por cuanto se hallan íntimamente relacionadas con las variables y datos últimos del sistema, ya que recuérdese según se indicó en capítulos anteriores, es en esta fase donde se lleva a cabo la realización de los elementos materiales e inmateriales del sistema. En el último caso el Code Reading está dedicado a efectuar una lectura de código para detectar aquellos errores que no se pueden reconocer automáticamente, puesto que se refieren al concepto o filosofía del sistema que únicamente se pueden poner de manifiesto por medio de la intervención del analista.

B).- *Por la fase mas temprana de detección del error (FT).*- Se recoge aquí cual debería haber sido, a juicio del que realiza el análisis, la fase en que dicho error debería haber sido detectado para evitar así la propagación del mismo a fases posteriores del proceso. En el cuadro siguiente, se recogen los resultados obtenidos del análisis:

Mnemónico	Descripción de la fase mas temprana del Error.	Nº de Errores	Porcentaje(%)
RQD	Requeriments Review.	2	4'5
TLD	Top Level Design Review.	7	15'9
DD	Detailed Design Review.	10	22'7
CR	Code Reading.	13	29'5
MT	Module Test.	9	20'5
IT	Integration Test.	0	0
ST	System Test.	0	0
AT	Acceptance Test.	1	2'3
VT	Verification Test.	2	4'5
CA	Customer Accept.	0	0
PRD	Production Test.	0	0
OTH	Others.	0	0
TOTAL	TOTAL ERRORES ANALIZADOS.	44	100

A la vista de los resultados anteriores, se pueden realizar las siguientes reflexiones:

Como se aprecia, la mayor parte de los juicios de valor respecto al momento en el que deberían haber sido detectados los errores, se focalizan en las primeras fases del proceso ya que como vemos los mayores porcentajes se encuentran en: Code reading (29'5%), Detail Design Review (22'7%), Module Test (20'5%) y finalmente Top Level Design Review (15'9%), lo cual pone de manifiesto la inquietud por parte del analista en detectar los errores lo antes posible para que estos no se propaguen por el sistema en fases subsiguientes, tal como se indicaba anteriormente. De hecho, centrándonos en los porcentajes de las últimas fases vemos que son prácticamente nulos, lo cual viene a reforzar la idea anterior. Como se describirá mas adelante, este será un criterio a tener en cuenta al formular los modelos de optimización o si se quiere minimización de errores del proceso.

C).- *Por el Modelo-Fase al que afectan (MTIP).*- Esta columna nos da información acerca de los distintos tipos de modelos implicados en correlación con la fase en que ha sido detectado el defecto recogido en la columna "A" anterior. La tabla que se muestra a continuación nos da idea de los porcentajes de participación de cada uno de ellos en el conjunto de errores que ha sido analizado:

<u>Modelo-Fase:</u>	<u>Característica que lo Define:</u>	<u>Nº Errores:</u>	<u>Porcentaje(%):</u>
MOD-FAS: 1	GENERAL	2	4'5
MOD-FAS: 2	INTERMEDIO	8	18'2
MOD-FAS: 3	EMPÍRICO	10	22'7
MOD-FAS: 4	CONCRETO	12	27'3
MOD-FAS: 5	EXHAUSTIVO	12	27'3
-----	-----	-----	-----
TOTAL:	Total e.i. analizados:	44	100

Estos porcentajes indican el peso que los errores encontrados en el sistema tienen sobre las distintas fases de desarrollo del mismo, y como vemos se van incrementando a medida que transcurren las mismas. De ello se pueden extraer dos conclusiones:

1^a.- En primer lugar, es lógico que el mayor número de errores aparezca en aquellas fases en las que los controles del producto son más exhaustivos por cuanto son actividades que van directamente enfocadas al descubrimiento y corrección de defectos en el sistema, y es precisamente en estas fases últimas donde tales controles son más intensivos tanto en número como en profundidad de análisis.

2^a.- En segundo lugar, porque en estas fases últimas es donde se manejan el mayor número de elementos de información (variables, datos, etc) que componen el sistema, y por tanto el riesgo de cometer errores en ellas es también más probable. Además, en estas fases últimas, debe utilizarse e interpretarse la información generada en las fases anteriores, lo cual representa también una fuente adicional de generación de defectos.

Por la importancia que esta información aporta para la optimización del número de errores del sistema también será utilizada más adelante en los modelos de corrección de errores que serán formulados.

D).- *Por la prioridad o importancia asignada al error (PC).*- Esta columna indica la apreciación que la gravedad del error o defecto detectado tienen para el sistema, y como ya se ha señalado anteriormente se trata de una clasificación especialmente subjetiva ya que depende de la persona, grupo social o entidad que la realice, y de las premisas que ésta imponga. En el cuadro que estamos analizando, se ha recogido la apreciación efectuada por el cliente o usuario último del sistema, obtenida a partir de la clasificación hecha por él mismo, en los documentos "Fault Reports" siguiendo la siguiente escala de gravedad o importancia:

PRIOR: 1 > PRIOR: 2 > PRIOR: 3.

Siguiendo esta clasificación se ha obtenido la siguiente tabla:

Prioridad asignada al Error:	Nº Errores encontrados:	Porcentaje (%):
PRIORIDAD: 1	12	27'3
PRIORIDAD: 2	19	43'2
PRIORIDAD: 3	13	29'5
TOTAL:	44	100

Como vemos los resultados son aleatorios, y tal como hemos dicho están sujetos a los criterios utilizados por la persona que lo realiza, pero dada su importancia, y sobre todo si es el criterio impuesto al sistema que se esté analizando, puede ser utilizado como base para formular un método de optimización de errores. Es por ello por lo que, como se describe mas adelante, ha sido tomado como referencia para definir uno de los modelos de optimización descritos.

5.3.- LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL DESARROLLO DE NUEVOS SISTEMAS.-

Uno de los *objetivos* que se pretenden conseguir con este trabajo, es disponer de una metodología adecuada, y definir una tipología de elementos de información a utilizar en ella, *que conduzca al desarrollo de un sistema que contenga el mínimo número de errores posible*, es decir, que se adapte lo mas fielmente posible a los requerimientos o fines para los que fue creado. Por consiguiente, el presente epígrafe viene a cubrir aquellos aspectos que tratan de los métodos y criterios que pueden ser propuestos para ser utilizados en la consecución de dicho objetivo.

5.3.1.- CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.-

Como se apuntó al comienzo del capítulo, por cuantiosos que hayan sido los recursos empleados durante el proceso de análisis y desarrollo de un sistema, y aunque los procedimientos utilizados para realizarlo hayan estado ajustados a una metodología concreta, no puede afirmarse *a priori* que el producto o sistema obtenido esté ausente de errores, es decir, sea *perfecto* en el sentido mas absoluto del término.

Esto es así, por cuanto el grado de calidad obtenido para el producto final no solamente depende del cumplimiento de las metodologías adecuadas para su desarrollo, sino que también influyen en el mismo otras circunstancias externas e internas al mismo, que hacen que necesariamente se introduzcan errores en su proceso de análisis y desarrollo. Sin embargo, hoy en día es un tema de trascendental importancia el que los productos de uso por la sociedad (sistemas, bienes, servicios, etc), se ajusten a unos cánones de calidad normalizados y regulados en su cumplimiento por organismos competentes, que hace que los productores de dichos bienes y servicios dediquen buena parte de sus recursos a satisfacer esta demanda social. Por tanto, actualmente se han

desarrollado numerosos procedimientos encaminados a eliminar (o en su caso, a reducir hasta los límites admisibles por la normativa de calidad vigente para el producto en cuestión) los errores del sistema desarrollado.

Tales errores pueden tener su origen *por circunstancias externas al método de análisis empleado*, –en la tabla CONRES02.E06 se describen algunas de las causas de error que no son imputables al propio proceso de desarrollo, sino a otras circunstancias externas al mismo pero que en todo caso habrán de subsanarse para conseguir el grado de calidad exigido al producto–. En este sentido, se han ido implementando en los últimos tiempos una serie de procedimientos de aplicación a los sistemas, cuyo objetivo fundamental es la prevención de errores en su desarrollo. Dentro de ellos podríamos destacar algunos de los tratados en este trabajo como el SQA (System Quality Assurance) o el RCA (Root and Cause Analysis), que tienen como finalidad el que, por medio de: auditorías, revisiones, verificaciones, pruebas específicas, etc, se consiga el objetivo de eliminación de defectos en el sistema, y cuyas pautas de implantación pueden ser de aplicación a otros sistemas complejos a desarrollar.

Centrados en los errores propios del proceso, es decir aquellos que se producen como consecuencia de una aplicación incompleta o defectuosa de la metodología descrita en el presente trabajo, mediante una tipificación de los mismos, –siguiendo los mismos criterios que fueron utilizados en el capítulo cuarto al tipificar los e.i. componentes del sistema–, se puede concluir si en un determinado tipo de variable, dato o e.i. en general, inciden con mayor abundancia los errores encontrados en el sistema. Ello significa que tal tipo de e.i. habría sido mal utilizado o bien deficientemente usado, es decir, que por no haber participado suficientemente en el proceso de análisis y desarrollo ha dado lugar a la generación de errores en el sistema.

Determinados, –por medio de la tipificación de los errores encontrados–, aquellos tipos de e.i. con mayor incidencia de errores, se podrán acometer las actividades preventivas necesarias para su corrección, y sobre todo, para su prevención en futuros desarrollos.

Pero además, existen otras componentes de error que es necesario estudiar. Nos estamos refiriendo en primer lugar, al momento o fase del proceso en que el error ha

sido introducido en el desarrollo del sistema, dado que como ya se indicó anteriormente, un error o defecto incorporado al sistema en fases tempranas de su desarrollo en un e.i. utilizado en ellas, va a producir por el efecto multiplicador que implica la metodología descrita, nuevos errores en e.i. de fases posteriores generados a partir de este. Es por ello, por lo que la atención en la detección de errores debe estar focalizada sobre las primeras fases del proceso, si bien las auditorias, revisiones, prbas específicas, etc, deben ser realizadas a todo lo largo del mismo, así como a su conclusión.

Otro componente que condiciona en gran medida las acciones preventivas para la corrección de errores, es la gravedad o importancia asignada al mismo. No pueden ser tratados todos los errores con el mismo grado de atención, dado que unos pueden producir graves deficiencias en el sistema, mientras que otros pueden ser fácilmente tolerados o incluso autocorregidos por el mismo en el caso de que se produzcan.

Como *resumen* de todo lo anterior, podemos extraer como principales *conclusiones* en materia de prevenir y corregir errores en el proceso de análisis y desarrollo de nuevos sistemas, las siguientes:

= > Incidir en la naturaleza de los e.i. a tratar en las diferentes fases del proceso, procurando que la tipología de los mismos sea la adecuada en porcentaje de participación de cada una de ellas.

= > Establecer controles de verificación tales como: revisiones, auditorias, pruebas específicas, etc, en todas y cada una de las fases del proceso de análisis, pero en especial, en las mas tempranas, por el efecto multiplicador que implica el método de análisis y las consecuencias en coste que tienen a lo largo del mismo.

= > Realizar una asignación de prioridades en la gravedad de los errores racional, entendiendo por tal aquella que vaya dirigida a que la importancia de los mismos sea la que tengan para el sistema en su conjunto, y no que estén orientadas por otros tipos de intereses.

= > Dedicar los elementos materiales y humanos que sean necesarios para la consecución de este objetivo primordial en el proceso de desarrollo de sistemas, puesto

que no basta con la aplicación de una metodología adecuada, sino que hay que asegurar el cumplimiento de la misma a lo largo de todas las fases que componen el proceso.

5.3.2.- MÉTODOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ERRORES.-

Centrados en los errores producidos por la mala o deficiente utilización de las variables y e.i. en el sistema, son varios los métodos o criterios que pueden ser formulados para conseguir su optimización⁴², En el presente trabajo, han sido seleccionados aquellos que por su naturaleza, forma de ejecución o criterios utilizados, nos han parecido mas adecuados al tipo de variables que son utilizados en el sistema, y a los fines que se persiguen.

Teniendo en cuenta esto, vamos a describir a continuación los diferentes *métodos de optimización de errores propuestos*, estudiando para cada uno de ellos, los criterios y la metodología analítica y matemática en los que se basan, y las ventajas e inconvenientes que presenta a nuestro juicio su utilización, dependiendo de los condicionantes externos o internos que sirven de base para su aplicación en la optimización de defectos del sistema.

1º.- MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN INTERVINIENTES EN LOS ERRORES.-

Este método de minimización de errores se sustenta en la idea de que, si un determinado tipo de e.i. (variable, dato, etc) aparece frecuentemente en los errores detectados en el sistema (documentación recogida de los Fault Reports), puede pensarse que es debido a que su peso en el sistema (porcentaje de participación en el mismo a lo largo de las distintas fases del proceso de análisis), no es el correcto y debería aparecer en un número mas elevado, o bien que el tratamiento que se ha hecho del mismo no es el

⁴² Vease entre otros los siguientes manuales:

- Introducción a la Investigación Operativa. Autores: F.S. Hillier y G.J. Lieberman. Stanford University. Ed.: McGraw-Hill. México-1989. En especial los Capítulos 1 y 2 introductorios de la obra./....

adecuado a la función o motivo para el que fue creado⁴³. En cualquier caso, el *criterio seguido* se fundamenta en que si el porcentaje de aparición de este tipo de variable en los defectos del sistema es superior al porcentaje de utilización de la misma en los diferentes modelos-fase que constituyen el proceso de análisis y desarrollo completo del sistema, habría que tomar una *acción correctiva* sobre la misma, incrementando su participación en la medida que proceda dependiendo claro está, de la importancia de la magnitud porcentual en que aparezca en los defectos.

Como puede deducirse, a la vista del razonamiento anterior, ésta es una metodología de optimización de errores eminentemente práctica por cuanto se focaliza directamente en aquellos tipos de variables que presentan los problemas, olvidándose de otras cuestiones de carácter analítico. Es por tanto un método directo de corrección de errores, pero que precisamente por su sencillez de manejo y por su fácil comprensión hace que su utilización puede ser preferido frente a otros criterios para la consecución de la minimización de defectos del sistema.

En base a los principios señalados en los párrafos anteriores, se ha construido el cuadro que figura en la página siguiente, cuyo contenido será explicado a continuación:

- Linear Programming in Single and Multiple Objective System. Author: J.P. Ignizio. Pennsylvania State University. Ed.: Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. N.J.-1982. En especial Capt.: 1 - Introduction.

⁴³ Ver a este respecto el apartado décimo de los procedimientos de trabajo para el control de la calidad del proyecto, apuntada por Barba, E. Opus cit, pag.: 122 y siguientes.

**TABLA DE CORRECCIÓN DE PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE LOS TIPOS DE VARIABLES,
EN LOS DISTINTOS MODELOS-FASE DEL PROCESO DE ANÁLISIS.**

(Conres12.e06)

Tipos de Variables (Modelos-Fase)			MOD-FASE: 1			MOD-FASE: 2			MOD-FASE: 3			MOD-FASE: 4			MOD-FASE: 5		
			%Inicial	Correc.	%Final												
Naturaleza:	Cualitat.		78'6	D	77'2	60'5	D	57'8	51'6	D	47'5	29'8	A	33'7	39'4	D	37'7
	Cuantitat.	Discretas	14'3	A	15'2	26'7	A	28'5	32'9	A	35'9	47'8	D	44'4	37'9	D	36'4
		Continuas	7'1	A	7'6	12'8	A	13'7	15'4	A	16'6	22'4	D	21'9	22'7	A	25'9
Amplitud:	Individual.	Absolutas	19'2	A	19'5	47'2	D	45'2	34'1	I	34'1	39'5	D	36'8	36	D	32'9
		Relativas	19'0	A	19'3	25'6	D	24'9	24'1	D	23'1	23'9	D	22'4	30'3	D	28'9
	Colectivas		61'8	D	61'2	27'3	A	29'9	41'8	A	42'8	36'6	A	40'8	33'7	A	38'2
Nivel de Abstracción:	Generales		45'2	D	44'6	32'8	D	32'3	31'8	D	31'2	19'2	D	18'8	20'8	D	20'1
	Intermed.		11'9	A	12'1	41'7	D	39'9	39'7	D	37'3	24'3	A	27'2	36'8	D	33'8
	Empíricas		23'8	A	24'1	22'8	A	24'5	20'8	A	22'8	29'2	D	27'7	25'3	A	27'7
	Concretas		19'1	A	19'2	2'8	A	3'3	7'7	A	8'7	27'3	D	26'3	17'1	A	18'4
Escalas de Medición:	Nominal		26'2	D	25'9	42'2	D	41'1	40'7	D	39'2	14'1	A	15'9	16'6	A	17'2
	Ordinal		43	D	42'4	32'2	D	31'1	28'6	D	27'3	27'3	I	27'3	37'4	D	34'3
	Intervalo		11'9	D	11'8	18'3	A	19'9	21'9	A	23'9	33'2	D	31'7	30'0	A	32'3
	Razón		19'0	A	19'9	7'2	A	7'8	8'8	A	9'6	25'4	D	25'1	16'0	A	16'2
Pos. Proc. Investig.:	Int. Depen.		45'2	D	44'5	31'7	A	33'1	30'8	A	33'6	31'7	A	34'8	29'7	A	32'8
	Int. Indep.		31'0	A	31'5	53'9	D	51'8	52'7	D	48'9	51'2	D	46'5	50'6	D	46'9
	Ext. Relev.		21'4	A	21'7	12'2	A	12'8	12'1	A	13'1	13'7	A	14'9	12'1	A	12'9
	Ext. Irrelev.		2'4	D	2'3	2'2	A	2'3	4'4	I	4'4	3'4	A	3'8	7'6	D	7'4

En la primera columna se han indicado los distintos tipos de variables que han sido empleados para clasificar los e.i. manejados por los modelos-fase utilizados a lo largo del proceso. Al objeto de no ser excesivamente prolijos en el análisis, solamente se han indicado los tipos de variables mas relevantes, agrupados en las distintas clases ya indicadas siguiendo la clasificación efectuada por el profesor Sierra Bravo, y cuya descripción pormenorizada fue efectuada en el capítulo cuarto.

En las siguientes cinco columnas se han recogido los datos correspondientes a cada uno de los modelos-fase para cada una de las variables. A su vez, cada una de estas columnas principales agrupa las siguientes informaciones:

a).- En la primera se indica el porcentaje de participación que la variable referida tiene en el modelo-fase que se esté analizando, y por consiguiente es una mera transcripción de los resultados obtenidos para el correspondiente modelo-fase en las tablas que figuran en el capítulo anterior.

b).- En la segunda columna se indica por medio de abreviaturas creemos suficientemente autoexplicativas (**A** significa aumentar; **D** indica disminuir; **I** se emplea para dejar igual porcentaje) el tipo de corrección a efectuar en el porcentaje de participación en el modelo-fase para la variable analizada, con arreglo a los siguientes criterios:

1º.- Si el porcentaje de participación de dicha variable en los errores detectados en el sistema es superior al porcentaje en el que la misma participa en el proceso de análisis (para el modelo-fase estudiado) se entiende que su utilización es inadecuada y debe reforzarse o bien aumentar en número su participación pues su carencia está generando defectos en el sistema. Se realizará por consiguiente, una corrección al alza (**A**) en su porcentaje de participación teniendo en cuenta la cuantía de la misma en los errores (magnitud que es extraída del resumen final del cuadro CONRES11.E06 que figura en páginas anteriores), y del peso que el modelo-fase que se esté estudiando, tiene en los errores que han sido analizados (esta información se obtiene de la tabla indicada en el apartado (C) del epígrafe anterior de errores por modelo y tipo).

De ésto se desprende que el algoritmo a utilizar será:

$$\boxed{\text{Algoritmo de corrección}} = \boxed{\text{Porcentaje de participación de la variable en los errores analizados (Expresado en tanto por uno).}} \times \boxed{\text{Peso que tiene el modelo-fase al que afecta en los Errores analizados}}$$

Con el valor así obtenido, se incrementará en una unidad y será utilizado como factor multiplicativo del porcentaje inicial que aparece en la columna anterior para así obtener el porcentaje corregido de participación definitiva de dicha variable en el modelo-fase estudiado.

2°.- Si el porcentaje de participación de la variable estudiada en los errores analizados es inferior al porcentaje de participación de la misma en el modelo-fase que se está analizando puede significar que esté excesivamente dimensionada en cuanto a su utilización en el sistema y por tanto procede una corrección a la baja (D) en su aparición, siguiendo criterios análogos a los utilizados en el apartado anterior. En este caso la corrección se efectuará en la forma siguiente:

Con el valor obtenido del algoritmo de corrección indicado anteriormente y cambiado de signo, se le sumará una unidad con lo que obtendremos un valor < 1 , que se utilizará en este caso como factor corrector para modificar a la baja el porcentaje que figure en la columna anterior.

3°.- Finalmente, si el porcentaje de aparición de la variable estudiada en los errores es sensiblemente igual (entiéndase aproximadamente el mismo) al porcentaje en que aparece ésta en el modelo-fase analizado (I) no se efectuará ninguna corrección sobre la misma.

Después de las correcciones en porcentajes anteriormente señalados, pueden producirse desajusten en cuanto al valor total (100%) que se deben cumplir en cada caso. Tales desviaciones (en todo caso pequeñas), serán reajustadas por prorrateo entre los porcentajes de participación de las distintas variables (clase y tipo) que se esté estudiando.

De todo lo dicho se desprende que, a pesar de ser un modelo de optimización de errores sencillo y directo en su aplicación, tiene en cuenta los distintos pesos o participaciones de las variables, y por tanto de su utilización, pueden indicarse las siguientes:

VENTAJAS: - Es un método directo para la corrección de errores y fácil de implementar obteniéndose directamente el porcentaje final en que han de utilizarse los distintos tipos de variables en cada uno de los modelos-fase para minimizar (¿eliminar?) los errores del sistema.

- Es fácil de explicar su aplicación a personas ajenas al sistema, o que no tengan conocimientos profundos del mismo.

- Es un método recursivo, es decir, puede ser utilizado repetidamente en distintos desarrollos de sistemas dentro del mismo ámbito de aplicación para ir afinando el proceso por sucesivas reiteraciones que conduzcan a un número mínimo de errores ya inevitables.

INCONVENIENTES: - El principal inconveniente es que no se puede considerar que sea una metodología estrictamente científica, ni basada en los modelos de optimización usados comúnmente en el ámbito económico.

- No tiene en cuenta la gravedad del error (expresado por las prioridades asignadas), ni tampoco las acciones correctivas a realizar para evitar su aparición haciendo los chequeos y pruebas oportunas en fases anteriores a su aparición, ya que únicamente tiene en cuenta el momento en que se detecta el error recogido de los documentos Fault Report.

2º.- MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN DE ERRORES EN FUNCIÓN DE LAS PRUEBAS A REALIZAR EN CADA FASE DEL PROCESO.-

El presente método de optimización de errores, se fundamenta en el hecho de que aquellos elementos del sistema que mas problemas presenten, es decir sobre aquellos en que mas incidan los errores, deben ser mas intensamente probados, revisados, chequeados, auditados, etc. Este principio, –que es compartido por la generalidad de los

analistas de sistemas—, implica que las acciones de pruebas, revisiones, etc, que sean efectuadas para asegurar la calidad del mismo hasta los niveles exigidos, *deben focalizarse principalmente sobre aquellos elementos (materiales e inmateriales) del sistema en que la experiencia de ensayos anteriores haya determinado que incide en ellos un mayor número de errores*⁴⁴.

De lo anterior se desprende que esta metodología de optimización de errores está basada en el principio de tomar acciones preventivas (realizar pruebas, revisiones, chequeos, etc), durante el proceso de desarrollo del sistema, es decir, a lo largo de las distintas fases que lo componen, y a la terminación del mismo para dar la calificación definitiva al producto final. Es por ello, por lo que como veremos a lo largo del presente epígrafe, el conjunto de pruebas que el analista haya decidido realizar se repartirán a lo largo del proceso en función de dos criterios: a).- el primero, el de tener en cuenta que los errores producidos en fase temprana se propagan a lo largo de las subsiguientes fases con efectos multiplicativos y por tanto hemos de asignar mas peso a aquellos defectos que según el criterio del analista se hayan producido en las primeras fases del desarrollo; y b).- el segundo, se refiere a la prioridad o gravedad asignada a los errores encontrados por la persona que haya hecho el análisis de los mismos, entendiendo que aquellos de mayor gravedad para el sistema deben tener un tratamiento preferente, y por consiguiente se les debe asignar un mayor peso o importancia en el uso que se haga de ellos.

En resumen, puede decirse que este método de optimización de errores centra su eficacia en la idea de que una mayor incidencia en las pruebas, revisiones etc, sobre aquellos elementos que producen mas errores, tenderá con su aplicación a la disminución de los mismos.

Por otro lado, es importante señalar que este método de optimización no es incompatible con el resto de los métodos que se están describiendo en este capítulo, puesto que como se ha dicho, incide únicamente en la composición de las pruebas a realizar sobre el sistema, pero no en la tipología de las variables que componen el mismo, que es la materia sobre la que inciden el resto de los métodos, por lo que puede

⁴⁴ Ver a este respecto las recomendaciones y acciones correctivas apuntadas por AIN en el seguimiento del AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos). Opus cit. pag.: 57 y siguientes.

ser considerado como compatible con estos, y es mas, podría decirse que debería utilizarse *complementariamente* con alguno de ellos.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, se ha creado el cuadro CONRES13.E06, que figura en la página siguiente y donde se han recogido todas las variables relevantes que van a intervenir en el modelo líneal que se ha creado para la optimización de errores según el presente método, y que será descrito mas adelante.

Centrándose en el contenido del cuadro anterior puede señalarse lo siguiente:

- En la primera columna se indican los distintos tipos de elementos de información (variables, datos, etc) que han sido manejados en el análisis de los errores (recopilados de los documentos Fault Reports y de la tabla CORES11.E06 antes citados).

- En las siguientes cinco columnas se expresan para cada uno de los modelos-fase manejados, los errores que han sido encontrados en cada uno de ellos, subclasificados por la prioridad o importancia asignada por el analista a los mismos (atendiendo a las tres grados ya descritos: PRIOR.: 1; PRIOR.: 2; Y PRIOR.: 3). Todos estos datos han sido obtenidos del cuadro anteriormente citado que ha sido incluido y descrito en páginas anteriores.

- Además se indica para cada tipo de variable el número de apariciones en cada modelo-fase y el número total de ellas indicándose también su participación porcentual en el número de errores total. Estas informaciones aparecen en las dos últimas columnas de la tabla.

A fin de poder construir la función objetivo (que proporcionará tras su cálculo la tipología de pruebas a realizar para optimizar el número de errores), se ha realizado también a partir del cuadro anterior la siguiente tabla, en la que se expresan las distintas prioridades de los errores encontrados (indicados en filas) para cada uno de los modelos-fase intervinientes en el proceso (indicados en columnas). La tabla que recoge estos datos CONRES14.006, es la siguiente:

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE ERRORES POR MODELOS Y PRIORIDADES

PRIORIDADES MODELOS	PRIOR.:1		PRIOR.:2		PRIOR.:3		TOTAL	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Nº Total	%Total
Mod-Fase: 1	2	4'5	0	0	0	0	2	4'5
Mod-Fase: 2	7	15'9	1	2'3	0	0	8	18'2
Mod-Fase: 3	2	4'6	7	15'9	1	2'3	10	22'7
Mod-Fase: 4	1	2'3	8	18'2	3	6'8	12	27'3
Mod-Fase: 5	0	0	3	6'8	9	20'4	12	27'3
TOTAL:	12	27'3	19	43'2	13	29'5	44	100

CONRES14.006

Atendiendo a las informaciones y criterios indicados en párrafos anteriores se ha formulado el siguiente *modelo de programación lineal* que tiene como principal objetivo la minimización de errores, siguiendo el principio de establecer procedimientos de pruebas, revisiones, auditorías, etc, a lo largo del proceso y a su finalización como se señaló en su fundamentación:

= > *Función Objetivo:*

$$\begin{aligned} \text{Minimizar: } Z = & (3 \cdot P_{11} + 2 \cdot P_{21} + 1 \cdot P_{31}) \cdot 5 + \\ & + (3 \cdot P_{12} + 2 \cdot P_{22} + 1 \cdot P_{32}) \cdot 4 + \\ & + (3 \cdot P_{13} + 2 \cdot P_{23} + 1 \cdot P_{33}) \cdot 3 + \\ & + (3 \cdot P_{14} + 2 \cdot P_{24} + 1 \cdot P_{34}) \cdot 2 + \\ & + (3 \cdot P_{15} + 2 \cdot P_{25} + 1 \cdot P_{35}) \cdot 1. \end{aligned}$$

= > *Restricciones funcionales:*

Clase 1 ^a (Naturaleza):	$a_{11} \cdot x_{11} + a_{12} \cdot x_{12} + \dots + a_{1n} \cdot x_{1n} \leq A_{11}.$
Clase 2 ^a (Amplitud):	$a_{21} \cdot x_{21} + a_{22} \cdot x_{22} + \dots + a_{2n} \cdot x_{2n} \leq A_{22}.$
Clase 3 ^a (Niv. Abstr.):	$a_{31} \cdot x_{31} + a_{32} \cdot x_{32} + \dots + a_{3n} \cdot x_{3n} \leq A_{33}.$
Clase 4 ^a (Esc. Medic.):	$a_{41} \cdot x_{41} + a_{42} \cdot x_{42} + \dots + a_{4n} \cdot x_{4n} \leq A_{44}.$
Clase 5 ^a (Pos. Proc. Inv.):	$a_{51} \cdot x_{51} + a_{52} \cdot x_{52} + \dots + a_{5n} \cdot x_{5n} \leq A_{55}.$

= > *Restricciones de no negatividad:*

$$x_{ij} \geq 0.$$

Como puede apreciarse el modelo formulado contiene las variables relevantes que son objeto de optimización con arreglo a los siguientes criterios:

1º.- *La función objetivo (Z) a minimizar*; se compone de cinco sumandos (uno por cada modelo-fase que componen el proceso), y cada uno afectado por un coeficiente que va en orden decreciente según la importancia asignada al modelo-fase. Así, el primer monomio dedicado a los errores producidos en la primera fase del proceso (modelo-

fase:1), se le asigna el mayor coeficiente dado que como ya se ha indicado anteriormente, los errores producidos en esta fase tienen mayor gravedad por cuanto su propagación a fases posteriores puede multiplicar el número de errores en el sistema. Consecutivamente se han ido asignando los coeficientes en orden decreciente (del cuatro hasta el uno) para los sucesivos pesos de los modelos-fase subsiguientes.

La segunda componente de la función objetivo, es la prioridad asignada a los errores por el analista o persona encargada de estudiarlos, en cada una de las fases del proceso. En este sentido, para cada uno de los modelos se han incluido los porcentajes de error para cada una de las prioridades, afectadas además por un coeficiente que es mayor dependiendo de la importancia asignada al error (3 para los errores de prioridad 1ª; 2 para los de prioridad 2ª, y 1 para los de prioridad 3ª). Los porcentajes que figuran en la función objetivo para cada uno de los modelos han sido tomados del cuadro CONRES14.006 de modelos/prioridades señalado anteriormente.

Como resumen puede decirse, que en la función objetivo (Z) han sido tenidos en cuenta tanto la importancia asignada a los errores (definida por sus prioridades), como el momento en que se han producido (asignando pesos distintos dependiendo del modelo-fase al que afectan), con lo que estimamos han sido recogidos los principales criterios en que se fundamentaba la minimización de errores en este método.

2º.- En lo referente a las *Restricciones funcionales* se componen como vemos de cinco inequaciones con el siguiente contenido:

- Cada una de ellas está dedicada a una determinada clase de variables en las que se han tipificado los elementos de información del sistema que, siguiendo el cuadro CONRES13.E06 van desde la clasificación atendiendo a su *naturaleza* hasta su clasificación atendiendo a la *posición en el proceso de investigación*. En cada una de ellas nos encontramos las siguientes magnitudes:

-> Coeficientes a_{ij} = Representan la inversa de los porcentajes de participación (expresado en tanto por uno) en los errores de la variables-tipo x_{ij} . Tales porcentajes son extraídos de la última columna del cuadro anteriormente indicado, y se emplean en su valor inverso para así dar mas peso a aquellas variables-tipo cuya participación en los errores es mayor, con lo que en la solución final

asignada al modelo tales variables tendrán mas participación, o si se quiere intervendrán mas en las pruebas, que aquellas otras que hayan dado lugar a menor número de errores.

- > Variables x_{ij} = Representan para cada uno de los tipos de variables el número óptimo en el que deben de participar en las distintas pruebas, revisiones, chequeos, etc, que se lleven a cabo en el sistema. Obviamente su participación deberá ser tanto mayor, cuanto mayor haya sido también su participación en los errores encontrados, siguiendo el principio que guía esta metodología de minimización de errores. En caso de no fijar el número de pruebas total a realizar, representarán el porcentaje de participación en las mismas para cada variable.
- > Coeficientes A_{ij} = Representan el número de pruebas a realizar en el sistema y se asignan para cada una de las clases de variables con arreglo al siguiente criterio:

$$A_{ij} = \text{Núm. prbas. totales} * \% \text{Errores modelo-fase sobre el total.}$$

El primer factor puede ser determinado *a priori* por el analista fijando el número de pruebas a realizar dependiendo de la importancia o magnitud del sistema, o bien se puede dejar como una variable abierta, y entonces cada una de las inecuaciones que forman las restricciones figurará un porcentaje del total de ellas a realizar. El segundo factor representa la incidencia que los fallos han tenido en los distintos modelos-fase a fin de graduar el número de pruebas a realizar en cada uno de ellos en función de la magnitud de errores producidos en el mismo.

La asignación de estos porcentajes a cada uno de los coeficientes A_{ij} se hará a criterio del analista, bien porque quiera profundizar en las pruebas de una determinada clase de variables, o bien atendiendo a la importancia o a la preponderancia que estas tengan en cada uno de los modelos.

La distribución del número total de pruebas a realizar en las diferentes fases del sistema se hará también a juicio del analista, aunque lo mas racional sería distribuirlos proporcionalmente en función del porcentaje de errores que han sido encontrados en cada uno de las fases según el cuadro CORES14.006 anterior.

3°.- Finalmente, las *Restricciones de no negatividad* expresan que los porcentajes de participación de las diferentes variables tipo no pueden ser negativos en ningún caso pues no tendrían sentido desde el punto de vista de las pruebas del sistema.

De lo anterior se desprende que esta metodología de optimización de errores *se focaliza en tratar de minimizar los mismos por acciones preventivas* que se materializan en la realización de pruebas, revisiones, chequeos, auditorias, etc, a lo largo del proceso y a su terminación, poniendo especial énfasis al momento en que se produce el error (fase donde se ha detectado), y a la importancia que se le asigna al mismo (prioridad designada por el analista o usuario del sistema), y por tanto presenta las siguientes:

VENTAJAS: - Es un método de optimización de errores complementario, es decir, no excluyente a cualquiera de los otros modelos de optimización recogidos en el presente trabajo, por cuanto no incide en la tipología de las variables y datos que componen el sistema sino en el proceso de pruebas a realizar en función de los errores obtenidos al verificar su correcto funcionamiento.

- No obliga a determinar de antemano el número de pruebas y revisiones a realizar, sino que solamente indica el porcentaje de participación en las mismas de las distintas variables-tipo en función de su participación en los errores y del momento en que se hayan producido.

INCONVENIENTES: - No incide en el análisis de las variables solo en el proceso de pruebas a realizar, lo cual hace presuponer que focalizando la atención únicamente en la metodología de pruebas a realizar sobre el sistema se llegará a la eliminación -o en su caso minoración- de los errores del mismo.

- Deja a criterio del analista o responsable de la calidad del sistema el establecer el número de pruebas a realizar, así como su distribución a lo largo del proceso de análisis en las diferentes fases que lo componen, lo cual si bien debe hacerse siguiendo criterios ortodoxos, no deja de ser una decisión subjetiva.

- Se establece como variable de decisión para la optimización de los errores, la clasificación de importancia o gravedad de los mismos según su prioridad (recuérdese que esta variable forma parte de la función objetivo a minimizar), lo cual es también un

criterio subjetivo pues como ya se ha dicho depende de la persona que se realice dicha clasificación en prioridades de los errores (analista, cliente, usuario final) será diferente, y por tanto los resultados obtenidos con el método serán también distintos.

3º.- MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN DE ERRORES POR AJUSTE EN LA TIPOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN INTERVINIENTES EN EL SISTEMA.-

Este tercer modelo de optimización de errores que va a describirse a continuación como alternativa de uso al objetivo general de minimización de errores en el sistema, está basado en el principio de que durante el proceso de análisis y desarrollo se deben utilizar aquellos tipos de e.i. (variables, datos, etc) que den lugar al mínimo número de errores a lo largo de todas las fases que lo componen. Es decir, el razonamiento que ha sido seguido para su implementación es el siguiente:

Con los tipos de variables utilizados, a lo largo de las diferentes fases que componen el proceso de análisis (cuyos porcentajes figuran en los cuadros que recogen la tipología de las variables para los distintos modelos-fase en el capítulo anterior), se ha llegado a obtener un sistema que a través de las diferentes pruebas, revisiones, chequeos, auditorias, etc, que se han realizado sobre el mismo, ha producido un conjunto de errores que son los documentados en los Fault-Reports que han sido indicados en páginas anteriores de este capítulo. Por consiguiente, una acción preventiva que se podría utilizar para próximos desarrollos a fin de minimizar, -o en su caso anular-, el número de ellos sería *incidir sobre aquellos tipos de variables que producen tales errores*, y por tanto la función objetivo a optimizar estaría formada por aquellos tipos de variables implicadas en los defectos, afectadas por el porcentaje de los errores que inciden sobre cada una de ellas. Ello daría lugar a una *reasignación de porcentajes de participación en los tipos de variables que fuera óptima* desde la óptica de la minimización de errores.

Este planteamiento, que a primera vista parece el mas adecuado, puede dar lugar sin embargo a un grave inconveniente. En efecto, puede suceder que sometido el método de programación lineal formulado a partir de estos principios, de lugar a una solución que sea óptima desde el punto de vista exclusivamente matemático, pero que sin embargo, produzca una composición en la tipología de las variables seleccionadas, que sea radicalmente distinta a la inicialmente recogida en el análisis efectuado para las diferentes fases del proceso. En tal caso, entendemos que habría de adoptarse una decisión de ajuste de porcentajes de variables que no fuese correctiva en un alto grado, es decir, que no se apartase radicalmente del estudio previamente realizado.

Tal ajuste podría consistir, por ejemplo, en modificar porcentualmente a la baja o al alza los porcentajes de participación de las variables previamente establecidas con una mayor o menor incidencia dependiendo del grado de desviación que se observe después de la aplicación del método, en forma similar a como se hizo en el primer modelo de optimización de errores descrito en el presente epígrafe, o bien realizar cualquier otro tipo de ajuste que a criterio del analista, –derivado de su experiencia en este tipo de sistemas–, sea mas aconsejable.

Considerando estas premisas, se ha formulado el siguiente *modelo de programación lineal*, cuya descripción de contenido realizaremos a continuación:

= > *Función Objetivo:*

$$\begin{aligned} \text{Minimizar: } Z = & (E_{11} \cdot x_{11} + E_{12} \cdot x_{12} + \dots + E_{1n} \cdot x_{1n}) + \\ & + (E_{21} \cdot x_{21} + E_{22} \cdot x_{22} + \dots + E_{2n} \cdot x_{2n}) + \\ & + (E_{31} \cdot x_{31} + E_{32} \cdot x_{32} + \dots + E_{3n} \cdot x_{3n}) + \\ & + (E_{41} \cdot x_{41} + E_{42} \cdot x_{42} + \dots + E_{4n} \cdot x_{4n}) + \\ & + (E_{51} \cdot x_{51} + E_{52} \cdot x_{52} + \dots + E_{5n} \cdot x_{5n}). \end{aligned}$$

= > *Restricciones funcionales:*

Clase 1^a (Naturaleza): $x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} \leq B_{11}.$

Clase 2^a (Amplitud): $x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} \leq B_{22}.$

Clase 3^a (Niv. Abstr.): $x_{31} + x_{32} + \dots + x_{3n} \leq B_{33}.$

Clase 4^a (Esc. Medic.): $x_{41} + x_{42} + \dots + x_{4n} \leq B_{44}.$

Clase 5^a (Pos. Proc. Inv.): $x_{51} + x_{52} + \dots + x_{5n} \leq B_{55}.$

= > *Restricciones de no negatividad:*

$$x_{ij} \geq 0.$$

La justificación que puede darse acerca de las variables utilizadas en el modelo es la siguiente:

1º.- *La Función Objetivo a minimizar (Z)*, está compuesta por el número de variables a utilizar de cada tipo en cada clase, (según la clasificación efectuada en la tipificación que venimos utilizando en el presente trabajo) afectadas por los errores que sobre ellas han incidido en las pruebas de sistema realizadas, es decir:

-> **Coefficientes:** E_{ij} = Representa los errores totales que sobre la variable-tipo de clase i-ésima y tipo j-ésimo, han sido observados en las pruebas. Su cálculo puede obtenerse de la última columna de la tabla CONRES13.E06, afectando los datos que allí aparecen por el coeficiente que determina el número total de ellos. Recuérdese que la calificación de los tipos de error se ha efectuado sobre una muestra de 44 elementos sobre un total de 1410 defectos encontrados y que

constituyen la población total. Por tanto, los valores anteriormente indicados deben ser afectados por el siguiente coeficiente multiplicador: $1410/44$, obteniendo así el número total de ellos en el sistema para este tipo de variable.

-> Variables: x_{ij} = Representa el número de variables totales de la clase i -ésima y el tipo j -ésimo a emplear en el nuevo sistema a desarrollar. Una vez resuelto el modelo de programación lineal y obtenidos sus valores totales, se repartirá su número entre los distintos modelos tipo que componen el proceso "proporcionalmente" a su número o participación total en el sistema. Esta participación en porcentajes de aparición para cada uno de los modelos tipo puede obtenerse de los distintos cuadros construidos para cada una de las fases en el capítulo cuarto anterior.

2º.- Por lo que se refiere a las *Restricciones funcionales*, se componen como vemos de cinco inecuaciones (en orden a las cinco clasificaciones hechas para tipificar los e.i. en el proceso) y vienen a representar el número máximo que de ellas puede darse en cada uno de los modelos-tipo en que se ha subdividido el proceso de análisis. Estos valores pueden ser tomados del número de e.i. total que componen cada fase del proceso y que figuran en la descripción de los distintos modelos-tipo cuyas variables han sido analizadas en el capítulo anterior. Así sus valores serían los siguientes:

B_{11} = Número total de e.i. utilizados como ENTRADA en el modelo-fase: 1.

B_{22} = Número total de e.i. utilizados como ENTRADA en el modelo-fase: 2.

B_{33} = Número total de e.i. utilizados como ENTRADA en el modelo-fase: 3.

B_{44} = Número total de e.i. utilizados como ENTRADA en el modelo-fase: 4.

B_{55} = Número total de e.i. utilizados como ENTRADA en el modelo-fase: 5.

Las variables x_{ij} intervinientes en el primer miembro de las inecuaciones son las definidas con sus mismos contenidos en el apartado anterior.

3º.- En último lugar, las *Restricciones de no negatividad* expresan que el número de variables intervinientes para cada tipo en el proceso nunca puede ser negativo. Este es un criterio lógico, por cuanto no tiene sentido considerar la utilización negativa de un

determinado tipo de variable ya que en último extremo lo que procedería es su “no utilización” en el proceso de análisis.

De lo indicado anteriormente, puede extraerse que de la utilización de esta metodología para la optimización de los errores del sistema se derivan las siguientes:

VENTAJAS: - Es un método de optimización de errores cuya aplicación incide directamente en la tipología de las variables que deben ser empleadas en el análisis del sistema a lo largo de sus diferentes fases de desarrollo, por lo que puede dar al analista una directriz básica a la hora de determinar los porcentajes de utilización de los diferentes tipos de e.i. (variables, datos, etc.).

- No determina *a priori* el número de variables a utilizar en el sistema, sino que éste es fijado por el analista en función de la importancia o complejidad del mismo y del grado de concreción o calidad que se espere obtener de él. Una vez fijado el número total de e.i. a utilizar se distribuirá proporcionalmente al número de ellos que es utilizado en cada modelo. Obviamente, como se ha indicado desde el comienzo de este trabajo, la calidad del sistema final obtenido estará en razón directa al número de variables utilizado en el análisis, lo cual lleva a definir la relación coste/calidad del producto.

- Es un método sencillo de resolver una vez formulado, por la aplicación directa del método del simplex, y por tanto pueden ser hechos ensayos con su utilización incurriendo en un bajo coste, aún cuando después de analizados los resultados obtenidos, no se lleve a la práctica su aplicación.

INCONVENIENTES: - Los resultados alcanzados tras la aplicación del modelo de programación lineal pueden ser radicalmente dispares con los porcentajes de aplicación de los tipos de variables obtenidos en el análisis del sistema previamente efectuado, con lo que habrá que proceder a ajustar dicha solución matemática a la realidad observada en el sistema, a criterio del analista.

- Únicamente utiliza el número total de errores producido en el sistema sin tener en cuenta su importancia o gravedad ni el momento en que se producen, cuestiones ambas de especial trascendencia según ha quedado expuesto en apartados anteriores.

4º.- MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN DE ERRORES UTILIZANDO LOS MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL POR OBJETIVOS (MODELOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO).-

Algunos de los métodos de optimización de errores descritos anteriormente están basados en la metodología de programación lineal, considerando que actualmente este es uno de los criterios de frecuente aplicación cuando se persigue la búsqueda del óptimo de funciones, tanto por la flexibilidad que permite en la formulación de objetivos -ya que puede emplearse en multitud de problemas de distintos ámbitos y características muy diversas-, como por los métodos desarrollados para su resolución (el método del simplex es el mas conocido), que hacen que su aplicación no sea excesivamente compleja y por tanto de reducido coste su utilización, pudiendo incluso emplearse en determinados casos procedimientos de cálculo automático a través de ordenador.

Sin embargo, dichos métodos, pese a la simplicidad en su formulación y manejo que les hacen atractivos para su empleo, adolecen del inconveniente de que únicamente es tenida en cuenta para la formulación de la función objetivo a optimizar un solo criterio, ya que en uno de ellos la atención se centra en minimizar el número de errores totales a través de intensificar las pruebas sobre aquellas variables que mas incidencia de defectos producen en el sistema, y en otro de los casos, focaliza su atención en minimizar el número de errores totales por medio de la utilización de una determinada composición de los tipos de variables que forman el mismo en sus diferentes fases de análisis. Pero en ambos casos a la hora de establecer los criterios para definir la función objetivo no se han tenido en cuenta cuestiones relevantes tales como el momento en que se producen los errores (en qué fase del proceso de análisis), o la gravedad o importancia de los mismos (medida por la prioridad establecida por el analista o usuario del sistema), o en otros casos causas específicas que produzcan determinados errores, etc; y si se han tenido en cuenta ha sido de forma unitaria y separada pero no conjuntamente.

En los últimos tiempos las técnicas de optimización se han desarrollado de forma importante, dándose entrada a las denominadas "*metodologías de optimización multicriterio*", también conocidas como "*programación lineal por objetivos múltiples*",

que por su importancia y actual relevancia nos parece que pueden ser de aplicación al presente trabajo⁴⁵.

En efecto, los “*modelos de optimización multicriterio*” recogen una metodología de reciente aparición que se caracteriza por perseguir la eficiencia global en el manejo de variables decisionales, y su desarrollo forma parte de la Teoría General de la Decisión y del Análisis de Sistemas. Según E. Ballester⁴⁶, “los modelos multicriterio son mas flexibles que los unicriterio y se pliegan con mas fidelidad a la demanda y a la práctica diaria de las empresas, o de los analistas que trabajan en estos ámbitos”, lo que marca una decidida defensa a la aplicación de estos métodos en la resolución de los problemas de toma de decisión cuando los objetivos a satisfacer son varios.

Una vez justificada su utilización, vamos a ocuparnos del modo en como se lleva a cabo su realización. En el caso de la “programación por objetivos múltiples”, el objetivo único que caracteriza la programación lineal se sustituye por varios objetivos *que tratan de alcanzarse simultaneamente*, estableciendo en el caso de que se estime oportuno las correspondientes prioridades entre ellos, pero tratando de alcanzar la consecución de todos ellos en la medida que lo permita el sistema al que se aplique esta metodología⁴⁷.

La idea básica utilizada en la resolución de estos modelos es establecer una meta numérica específica para cada uno de los objetivos y formular una función objetivo para cada uno de ellos, después se buscará una solución que minimice la suma ponderada de las desviaciones de estas funciones objetivos versus sus metas respectivas. La formulación del modelo puede tratarse de dos formas distintas: “*programación por*

⁴⁵ Ver para la justificación y empleo de estos criterios de optimización los siguientes trabajos:

* Metodología multicriterio en las decisiones empresariales. Autores: E. Ballester y D. Cohen. Universidad Politécnica de Madrid. Revista de Dirección y Organización de empresas. CEPADE. Enero de 1998.

* Economic Optimization by Compromise Programming. Autores: E.Ballester y C.Romero. Journal of Multimedia Decision Análisis. Febrero de 1993.

* Global Programming and Multiple Objective Optimization. Autores: A.Charnes y W.Cooper. European Journal of Operation Research. Enero de 1977.

* Multicriterion Concept of risk under incomplete information. Autores: G.Colson y M.Zeleny. Computers and Operation Research. Julio de 1980.

* Multicriteria Decision Making. Concepts, Techniques and Extension (N.Y.:1985).

⁴⁶ Opus cit. pag.: 46.

⁴⁷ Para mayor detalle sobre la aplicación de esta metodología, puede consultarse el capítulo 8 de la obra: Investigación de Operaciones, cuyos autores son: F.S.Hillier y G.J.Lieberman. Ed.: McGraw-Hill. Mexico.1990. - Ver también para este tema: Linear Programming in Single and Multiple Objective System. de J.P.Ignizio. Ed: Prentice-Hall International Series. London-1982.

objetivos sin prioridades” en la que todos los objetivos a conseguir se les considera de la misma importancia, y la *“programación por objetivos con prioridades”* en la que existe o se establece, una jerarquía de niveles de prioridad para los distintos objetivos a conseguir. Dado que en el caso que nos ocupa este método de optimización ha sido elegido para poder dar prioridades a los distintos criterios utilizados en la minimización de los errores, elegiremos esta segunda formulación para incluirla en el presente trabajo.

Pues bien, para resolver este tipo de modelos multiobjetivos con prioridades existen a su vez dos procedimientos que señalamos a continuación:

a).- *Procedimiento secuencial*: consiste en resolver el programa *completo* de programación lineal mediante una sucesión secuencial de programas simples, es decir, en una primera etapa se persigue la optimización de las metas de primera prioridad por aplicación del método simplex en la forma usual, si la solución óptima que resulta es *única* se adopta de inmediato sin tomar en cuenta el resto de las metas, pero si es *múltiple* como suele suceder en el caso general, se pasa a la segunda etapa agregándose de nuevo el método simplex y repitiendo el mismo proceso para las metas de prioridad mas baja.

b).- *Procedimiento simplificado*: consiste en realizar una pequeña modificación al algoritmo a fin de realizar una sola pasada al método simplex en la segunda y subsiguientes etapas, utilizando en este caso el *“método de la M”*, cuya descripción precisa puede consultarse en la obra de Hillier y Lieberman antes citada.

En base a todo lo anterior, puede formularse el modelo de optimización multiobjetivo como sigue:

= > *Función Objetivo:*

$$\begin{aligned} \text{Minimizar: } Z = & 3 \cdot (E_{11} \cdot x_{11} + E_{12} \cdot x_{12} + \dots + E_{1n} \cdot x_{1n}) + \\ & + (E_{21} \cdot x_{21} + E_{22} \cdot x_{22} + \dots + E_{2n} \cdot x_{2n}) + \\ & + \dots + (E_{51} \cdot x_{51} + E_{52} \cdot x_{52} + \dots + E_{5n} \cdot x_{5n}) + \\ & 2 \cdot (D_{11} \cdot x_{11} + D_{12} \cdot x_{12} + \dots + D_{1n} \cdot x_{1n}) + \\ & + (D_{21} \cdot x_{21} + D_{22} \cdot x_{22} + \dots + D_{2n} \cdot x_{2n}) + \\ & + \dots + (D_{51} \cdot x_{51} + D_{52} \cdot x_{52} + \dots + D_{5n} \cdot x_{5n}) + \\ & 1 \cdot (P_{11} \cdot x_{11} + P_{12} \cdot x_{12} + \dots + P_{1n} \cdot x_{1n}) + \\ & + (P_{21} \cdot x_{21} + P_{22} \cdot x_{22} + \dots + P_{2n} \cdot x_{2n}) + \\ & + \dots + (P_{51} \cdot x_{51} + P_{52} \cdot x_{52} + \dots + P_{5n} \cdot x_{5n}). \end{aligned}$$

= > *Restricciones funcionales:*

Clase 1ª (Naturaleza):	$a_{11} \cdot x_{11} + a_{12} \cdot x_{12} + \dots + a_{1n} \cdot x_{1n} \leq A_{11}.$
Clase 2ª (Amplitud):	$a_{21} \cdot x_{21} + a_{22} \cdot x_{22} + \dots + a_{2n} \cdot x_{2n} \leq A_{22}.$
Clase 3ª (Niv. Abstr.):	$a_{31} \cdot x_{31} + a_{32} \cdot x_{32} + \dots + a_{3n} \cdot x_{3n} \leq A_{33}.$
Clase 4ª (Esc. Medic.):	$a_{41} \cdot x_{41} + a_{42} \cdot x_{42} + \dots + a_{4n} \cdot x_{4n} \leq A_{44}.$
Clase 5ª (Pos. Proc. Inv.):	$a_{51} \cdot x_{51} + a_{52} \cdot x_{52} + \dots + a_{5n} \cdot x_{5n} \leq A_{55}.$

= > *Restricciones de no negatividad:*

$$x_{ij} \geq 0.$$

La formulación anterior contiene las variables relevantes que son objeto de optimización con arreglo a los siguientes criterios:

1º.- La *Función Objetivo a minimizar (Z)*, se compone de las siguientes tres metas u objetivos a conseguir:

-> En primer lugar, minimizar el número de errores totales existentes en el sistema, para lo cual están contenidos los errores totales (E_{ij}) detectados y documentados en cada uno de los cinco modelos que componen el proceso, afectados por el número de

elementos de información (x_{ij}) que son utilizados en cada uno de ellos. Este objetivo se considera como prioritario, ya que lo que se trata de conseguir en definitiva es minimizar el número de errores totales producidos a lo largo del proceso.

-> La segunda condición u objetivo a cumplir, es la minimización de los defectos que se hayan producido en la primera fase del proceso, es decir, detectados en las variables o elementos de información correspondientes al modelo-fase: 1. Este objetivo de segunda prioridad está basado en el criterio, ya apuntado anteriormente como importante, de que no se propaguen en forma multiplicativa tales errores a las fases subsiguientes del proceso, por lo cual cuantos menos errores existan en esta fase, tanto menos se producirán por esta causa en las siguientes por la metodología de diseño empleada. Para ello se han incluido en la función objetivo los coeficientes D_{ij} que representan los errores encontrados en el modelo-fase: 1 para las variables (elementos de información) de la clase i -ésima y el tipo j -ésimo, que afectan a las variables x_{ij} que representan el número de variables de la clase i -ésima y el tipo j -ésimo existentes en dicho modelo.

-> Finalmente, la tercera condición que se impone a la función objetivo a optimizar es que se minimicen los errores de prioridad primera, es decir, los mas graves o importantes detectados en el sistema a juicio del analista o persona que haya efectuado la clasificación de los mismos. Para ello se han incluido los coeficientes P_{ij} que representan el porcentaje de defectos de primera prioridad que han sido encontrados para la variable o elemento de información x_{ij} que son las de la clase i -ésima y el tipo j -ésimo que afectan a las mismas como en el caso anterior.

Para destacar la importancia o prioridad de los tres objetivos señalados, a cada uno de ellos se le afecta de un coeficiente de relevancia que va del 3 al 1, señalando así el énfasis que se asigna en su consecución dentro de la función objetivo a minimizar.

2º.- Por lo que se refiere a las *Restricciones funcionales*, se compone como vemos de cinco inecuaciones con el siguiente contenido:

Cada una de ellas está referida a una determinada clase de variables en las que se han tipificado los elementos de información del sistema, siguiendo el contenido recogido

en la tabla CONRES13.E06 de páginas anteriores. En cada una de ellas se han incluido las siguientes variables y magnitudes:

- > Coeficientes a_{ij} = Representan el mismo valor y contenido que los coeficientes del mismo nombre incluidos en el modelo segundo de optimización descrito en este capítulo.
- > Variables x_{ij} = Representan para cada uno de los tipos de variables los porcentajes de ajustes a realizar (tanto positivos como negativos), sobre los valores iniciales de porcentajes de participación que dichas variables tienen en el modelo. Con ello se asegura que tales modificaciones o ajustes vienen a compensar las desviaciones que producen en el sistema óptimo derivadas de los errores que tales tipos de variables producen en el mismo.
- > Coeficientes A_{ij} = Representan el número máximo de variables que pueden darse en cada uno de los modelos-tipo en que se ha subdividido el proceso de análisis, y pueden ser tomados del número de los e.i. total que componen cada una de las fases del proceso y que figuran en la descripción de los distintos modelos cuyas variables han sido analizadas en el capítulo anterior. Cada variable A_{ij} identificará el número total de e.i. que son utilizados como ENTRADA en cada uno de los modelos-fase (desde el 1 al 5) en orden decreciente.

3º.- Por último la *Restricciones de no negatividad* expresan el hecho de que el número de variables intervinientes en el proceso de análisis para cada tipo no puede ser negativo. Así, el número de variables resultantes de la aplicación del modelo de programación para cada tipo (o bien de porcentajes en el caso de haber utilizado esta unidad), se comparará con las inicialmente asignadas en el proceso de desarrollo y en base a las desviaciones observadas se procederá a realizar los ajustes convenientes, para así determinar los porcentajes finales en que deben participar en el sistema las distintas variables tipo que lo componen.

De lo anteriormente dicho se desprende que de la aplicación de este modelo de optimización de errores, se pueden extraer las siguientes:

VENTAJAS: - Es el método mas completo de los expuestos en este trabajo, pues tiene en cuenta no solamente la minimización total de los errores sino también el momento en que se producen (determinado por el modelo-fase al que afectan) y la relevancia o gravedad de los mismos (determinada por la prioridad fijada por el analista), estableciendo prioridades entre estos objetivos mediante la aplicación del método de programación lineal por objetivos múltiples.

- Los criterios de optimización está focalizados en ajustar (modificando), la participación de las distintas variables-tipo en cada una de las fases del proceso de análisis, con lo cual se está en línea con uno de los objetivos principales del presente trabajo como es el de que se deben proporcionar al analista la tipología de los e.i. a utilizar a lo largo del proceso de análisis.

- Las modificaciones necesarias sobre la composición inicial de los tipos de variables se hacen mediante ajustes al alza o a la baja dependiendo de la incidencia que los errores hayan tenido sobre los distintos tipos de variables que son utilizados en el sistema.

INCONVENIENTES: - En primer lugar, hay que señalar la complejidad que resulta de la aplicación de este método, ya que a pesar de que desde el punto de vista matemático es el que resulta mas conveniente, su utilización requiere de personas y analistas expertas en optimización por objetivos no siempre disponibles, o bien que se disponga de los recursos materiales necesarios para su aplicación.

- También hay que destacar que por tratarse de un procedimiento iterativo y secuencial, la aplicación del método no siempre da lugar a resultados concretos y claramente definibles por lo que su aplicación puede resultar en ocasiones prácticamente imposible de implementar.

- En algunas ocasiones si el sistema a analizar no es de elevada complejidad, es decir de una magnitud importante, no compensa la aplicación de este método pudiendo entonces emplearse cualquiera de los anteriormente señalados, en especial aquellos que están mas focalizados en la eliminación directa de los errores encontrados.

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

RESUMEN DE CONCLUSIONES.-

En los capítulos precedentes, se ha tratado de describir la metodología que se propone para el análisis y desarrollo de sistemas complejos. En la descripción ofrecida, se encuentran implícitas las *conclusiones* que pueden extraerse del trabajo, y que siguiendo los objetivos marcados en su introducción pueden agruparse en:

- Las derivadas de la aplicación del proceso metodológico propuesto.
- Las derivadas de la tipología de los e.i. manejados en el sistema de referencia, cuya traslación se propone al desarrollo de otros sistemas análogos.
- Las derivadas de los errores y defectos cometidos durante su desarrollo, y las medidas correctoras que se proponen para evitarlos.

En un intento de resumir tales resultados y consecuencias, –y siguiendo la misma línea argumental expuesta al presentar los objetivos que se pretendían conseguir en el trabajo–, se exponen a continuación las *CONCLUSIONES* obtenidas:

⇒ 1ª.- Se propone una nueva *metodología para el análisis y desarrollo de sistemas complejos*¹, basada en un estudio secuencial y por fases sucesivas, que contribuya al conocimiento en profundidad de la naturaleza y características que deben tener los elementos componentes del sistema, –en especial los elementos de información (e.i.)–, para que cumpla fielmente con los objetivos o fines para los que fue creado. Tal metodología se sustenta en las siguientes *premisas*:

⇒ 1^a.1.- Se justifica la aplicación de la metodología propuesta para el análisis y desarrollo de otros sistemas de características análogas al sistema tomado como modelo de referencia, –del que ha sido extraída–, pertenecientes a otros ámbitos distintos de éste. La extrapolación, de esta metodología de estudio y desarrollo de sistemas a otros ámbitos, está basada en el *principio de analogía* entre sistemas, expuesta y motivada en el capítulo primero, y mediante el cual puede trasladarse la lógica metodológica seguida para el análisis y desarrollo de unos sistemas complejos a otros de análoga naturaleza, pero pertenecientes a otros ámbitos de estudio.

⇒ 1^a.2.- Se establece un procedimiento de análisis y desarrollo soportado por cinco modelos-fase, –de características y funciones previamente definidas–, y de ejecución sucesiva, cada uno de los cuales utiliza unos determinados e.i. (datos, variables, documentos, informes, etc), como información de ENTRADA, produciendo tras el análisis en profundidad de los mismos y realizando las funciones asignadas a cada modelo-fase, otro conjunto de e.i. (datos, variables, documentos, gráficos, etc.), como información de SALIDA, y en los que los elementos componentes del sistema, aparecen con un contenido mas preciso y detallado.

De esta forma, partiendo de los requisitos u objetivos que ha de cumplir el sistema, –fijados al comienzo del proceso–, se va profundizando en su estudio, a través de las fases sucesivas de que se compone el proceso completo. Para realizarlo, el analista o grupo de expertos componentes del equipo de desarrollo, están ayudados por la metodología propuesta que determina la naturaleza y contenido de los e.i. (documentos, informes, gráficos, datos, variables, etc), a utilizar en cada fase. Como resultado de los trabajos de estudio realizados en cada fase del proceso, dará lugar a la generación como salida, de los e.i. que serán utilizados en la siguiente fase. La última fase del proceso dará como resultado el sistema completamente desarrollado, en todos sus detalles y elementos componentes para su correcto funcionamiento.

¹ Vease la definición que se hace de este concepto en el capítulo primero.

⇒ 1^a.3.- Se establece una *nomenclatura generalista*² para cada una de las cinco fases de análisis y desarrollo de que se compone el proceso, indicando para cada una de ellas:

a).- Su objeto y contenido, así como las funciones concretas que debe cumplir dentro del modelo de análisis y desarrollo propuesto.

b).- Las características de los e.i. que utiliza para realizar tales funciones³.

c).- La tipología de cada uno de los modelos-fase que es fijada en función de la cuantía de los e.i. que utiliza/genera, así como de la naturaleza de los mismos⁴.

⇒ 1^a.4.- Se establece una *denominación genérica* para todos los e.i. que son usados en cada una de las fases del proceso de análisis y desarrollo del sistema, indicando para cada uno de ellos: su descripción, es decir, la forma y características propias del documento, informe, gráfico, etc, de que se trate, así como la función que cumple dentro del procedimiento de análisis completo del sistema; y su contenido, es decir, la naturaleza de la información que aporta del sistema, o que puede extraerse del mismo⁵.

⇒ 2^a.- Se propone la *utilización de una determinada estructura (naturaleza y tipología), de los e.i. intervinientes en cada una de las fases del proceso de análisis y desarrollo del sistema objeto de estudio*, así como de los elementos componentes del mismo a su conclusión. El objetivo es facilitar al analista las características (naturaleza, tipología, cuantía, etc) de los e.i. a usar en cada fase del proceso de análisis, a fin de poder garantizar a su conclusión, que el sistema desarrollado contiene los elementos necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos para los que fue creado. Esta información acerca de las características de los e.i. que debe utilizar en cada fase le permite centrar su atención en el estudio del sistema objeto de análisis y desarrollo, y no en la naturaleza y contenido que deben tener los e.i. que debe manejar, que le viene dada por la metodología propuesta. La tipificación realizada de los e.i., tiene las siguientes *características*:

² Ver cuadro de "Nomenclatura de fases" en el modelo generalista del capítulo tercero.

³ Ver cuadro "Características de los E.I." utilizados para cada modelo-fase del capítulo tercero.

⁴ Ver cuadro "Tipificación de los modelos-fase utilizados en el proceso" del capítulo tercero, y el epígrafe 3.3.2.- Descripción de las fases del proceso de análisis del mismo capítulo.

⇒ 2^a.1.- Se establece una *clasificación tipológica de los e.i.* de carácter genérico, que pueda ser trasladable o utilizable en cualquier otro ámbito de estudio en el que se pueda enmarcar el nuevo sistema objeto de análisis y desarrollo.

Dicha clasificación, atiende a cinco aspectos o características básicas que pueden presentar los e.i. (variables, datos, informes, documentos, etc.), y que son⁶:

- a).- Según su naturaleza.
- b).- Según su amplitud.
- c).- Según su nivel de abstracción.
- d).- Según la escala de medición.
- e).- Según su posición en el proceso de investigación.

Atendiendo a estos cinco criterios clasificatorios⁷, se tipificarán todos los e.i. del sistema de referencia, intervinientes en cada una de las fases de su proceso de análisis, lo que dará como resultado la *estructura tipológica de los e.i. intervinientes en el sistema*, –realizada desde un punto de vista objetivo, es decir, considerando la información genérica contenida en el elemento considerado, y no la información específica que aporta en el sistema de referencia–. Esta tipología de e.i. se propone pueda ser trasladada a los e.i. que hayan de ser manejados en un nuevo sistema a desarrollar. Para confirmar, que esta estructura clasificatoria de e.i. puede ser trasladable del sistema de referencia a otros ámbitos de estudio, se ha ejemplificado para cada tipo de e.i., su aplicación en diferentes campos (informático, económico-financiero, social, educativo, etc.)⁸.

⇒ 2^a.2.- Se realiza la *tipificación de los e.i.* utilizados en cada una de las fases del proceso de análisis descrito, y de acuerdo con los criterios de clasificación tipológica apuntados en el apartado anterior⁹. Esta tipificación, se concreta en forma de clases y porcentajes de utilización de los e.i. del sistema tomado como modelo de referencia, y se proponen como porcentajes de utilización óptimos, – o mas

⁵ Ver cuadro CONCLUS7.001.

⁶ Ver cuadro "Tipificación de los E.I." del capítulo cuarto.

⁷ En el apartado 4.1. del capítulo cuarto se da una explicación justificativa de la elección de esta clasificación de variables frente a otras posibles.

⁸ Ver a este respecto, descripción de tipos de variables y ejemplos en otros ámbitos recogidos en el Anexo: 4.01 del capítulo cuarto.

⁹ Ver los cuadros resumen de valoración de las características de los e.i. (entrada) para cada uno de los modelos-fase del proceso de análisis que se recogen a los largo del capítulo cuarto.

aconsejables—, para establecer la estructura tipológica de los e.i. que deben ser seleccionados en el nuevo sistema a desarrollar. Tal estructura tipológica, puede ser, —si se quiere—, solamente de carácter orientativo si así lo determina el analista, cuya decisión vendrá dada en función de su grado de experiencia en el análisis y desarrollo de sistemas del mismo o similar ámbito del estudiado, o bien del grado de homología o afinidad que estime pueda existir entre el sistema a desarrollar y el tomado como referencia, del cual se han obtenido los resultados.

Asímismo, a la conclusión de cada fase del proceso, se estudian y justifican los resultados obtenidos en la tipificación de los e.i. para cada modelo-fase. Estos resultados, están referidos a los porcentajes de participación para cada clase y tipo de e.i., y atendiendo también, a las funciones que cada modelo-fase debe cumplir en el proceso de análisis completo¹⁰.

⇒ 2^a.3.- Se establece la *expansión de los e.i.* a que da lugar el proceso de análisis y desarrollo de sistemas de acuerdo con la metodología propuesta. Evaluando y comparando el número de e.i. que participan como información de ENTRADA en cada fase del proceso de análisis con el número de e.i. que se producen como información de SALIDA a la conclusión de la misma, se obtiene lo que se denomina “coeficiente de expansión”¹¹ de la información en cada fase del proceso de desarrollo.

En dicho estudio, puede comprobarse como las fases de desarrollo mas expansivas, es decir, aquellas en las que se produce un mayor número de e.i. a partir de los documentos, informes, graficos, etc (e.i. en general), utilizados como información de entrada son: la fase cuarta que se corresponde con el modelo-fase de: “Realización de los elementos materiales y de información” y la fase segunda de: Definición de los elementos integrantes del sistema” lo que resulta coherente, —puesto que como ya se indicó en la descripción de las funciones que se realizan en cada fase del proceso—, es en estas donde

¹⁰ Ver a este respecto los comentarios realizados al finalizar la tipificación de los e.i. para cada una de las fases de estudio y desarrollo del sistema de referencia del capítulo cuarto.

¹¹ El “coeficiente de expansión” se define como la relación por cociente del nº de e.i. obtenidos a la salida de cada fase y el nº de e.i. utilizados como entrada en la misma. Es decir: coef. de expansión = Nº e.i. SALIDA / Nº e.i. de ENTRADA (para cada mod-fase).

se realiza la definición concreta y específica de los elementos materiales y de información componentes del sistema desarrollado¹².

⇒ 2^a.4.- Se establece la *evolución de la tipología de los e.i.* a lo largo del proceso de análisis atendiendo a la clasificación de los e.i. fijada. Se analiza según los cinco criterios clasificatorios definidos, (según su naturaleza, amplitud, nivel de abstracción, escala de medición y función en el proceso), la evolución que tiene a lo largo del proceso completo, el uso que de los distintos tipos de e.i. se hace en cada una de las fases del mismo. Se comprueba, cómo determinados tipos de e.i. tienen una utilización mas destacada en algunas fases que en otras, debido a las funciones que dicha fase cumple dentro del proceso de análisis completo¹³.

⇒ 3^a.- Se proponen un conjunto de *métodos de prevención y corrección de errores* que optimice la utilización de los e.i. a lo largo del proceso de análisis.

A pesar de haber empleado los recursos suficientes (tanto materiales como humanos), y que los procedimientos de análisis hayan estado ajustados a la metodología descrita, no puede afirmarse *a priori* que el sistema desarrollado este ausente de errores. Tales errores, que pueden deberse a distintas circunstancias (internas o externas al propio proceso metodológico), son estudiadas con detalle en el capítulo quinto, proponiéndose así mismo, una serie de métodos para su prevención o corrección, cuya aplicación se deja a elección del analista, en función de las características específicas que presente el sistema objeto de desarrollo. En concreto, los modelos propuestos van focalizados a incidir sobre los siguientes aspectos¹⁴:

- a).- Optimización de la tipología de los e.i. intervinientes en el sistema en función de su porcentaje de participación en cada una de las fases de análisis.
- b).- Optimización de errores en función de las pruebas a realizar en cada fase del proceso.

¹² Para mas detalles ver la "Expansión del contenido de los E.I." recogido en el apartado 4.4.1., del capítulo cuarto.

¹³ Una explicación mas detallada de la utilización que se hace de cada tipo y clase de e.i. para cada mod-fase a lo largo del proceso puede seguirse en el epígrafe de "Evolución de la tipología de los E.I." incluido en el capítulo cuarto. Se justifica además su mayor o menor utilización dentro de cada fase del proceso completo.

¹⁴ Una explicación detallada de estos, así como las ventajas e inconvenientes de su aplicación, puede encontrarse en el correspondiente epígrafe del capítulo quinto.

c).- Optimización de la tipología de los e.i. intervinientes en el proceso de análisis en función de los tipos de errores encontrados en las sucesivas pruebas efectuadas a lo largo del proceso de análisis.

d).- Optimización de los errores utilizando la metodología de programación lineal por objetivos (Modelo de Decisión Multicriterio).

⇒ 3^a.1.- Se establecen los *origenes y causas de los errores producidos en el desarrollo del sistema*, extrayendo consecuencias y estableciendo las acciones correctivas procedentes, y que en este trabajo se concretan en los métodos de optimización de errores apuntados en el epígrafe anterior¹⁵.

⇒ 4^a.- La metodología de análisis y desarrollo de sistemas propuesta, presenta una serie de *características que hacen recomendable su utilización*, y que se han ido exponiendo a lo largo del trabajo. Pueden resumirse en las siguientes:

⇒ 4^a.1.- Permite *focalizar la atención en los elementos constituyentes del nuevo sistema a desarrollar*, y no en la forma o método de cómo extraer o seleccionar los mismos, ya que el analista o grupo de expertos encargados del desarrollo pueden apoyarse en la metodología propuesta.

⇒ 4^a.2.- Induce a *realizar la documentación completa del sistema desarrollado*. En efecto, uno de los inconvenientes o dificultades mas frecuentes en los nuevos desarrollos de sistemas, es que una vez terminado su desarrollo y puesta en servicio, no permitía su correcto mantenimiento posterior, debido a la escasa o nula documentación existente del mismo. Este inconveniente, se ve anulado o disminuido por la aplicación de la metodología propuesta, ya que como se ha descrito, no se puede realizar la fase de análisis siguiente en el proceso, sin disponer de la documentación que soporta los e.i. de la anterior, lo cual contribuye a que todo el sistema quede a su conclusión completamente documentado.

⇒ 4^a.3.- Permite una *mejor planificación de actividades de desarrollo*, ya que al estar definidas de antemano las diferentes fases del mismo, así como las funciones y

¹⁵ Un detalle mas completo sobre las causas u origenes de los errores del sistema así como de las acciones preventivas y correctivas procedentes puede encontrarse en el capítulo quinto.

actividades a realizar en cada una de ellas, facilita el reparto de tareas atendiendo a su extensión, dificultad, y a la disponibilidad de recursos humanos (analistas, diseñadores, especialistas, etc) y materiales (ordenadores, equipos especiales, soporte software, espacios físicos, etc), de que se debe disponer para el desarrollo completo del sistema.

⇒ 4ª.4.- Recomienda la *utilización de determinados tipos y clases de e.i.*, que quizá sin la aplicación de esta metodología no se haría; debido principalmente a la visión sesgada hacia determinado tipo de variables a que suelen inclinarse los expertos en determinados ámbitos de estudio¹⁶.

⇒ 4ª.5.- Facilita la *representación modularizada por funciones del sistema*, mediante: gráficos, tablas, flujos de información, etc. Existen diferentes tipos de documentos manejados durante el desarrollo del sistema, que permiten representar los elementos constituyentes del mismo, de una forma clara y detallada, y al tiempo de mas fácil manejo por los analistas que componen el equipo de desarrollo.

⇒ 4ª.6.- Facilita la *comunicación e intercambio de la información* entre los componentes del equipo de análisis y desarrollo del nuevo sistema. Esta característica, –que puede considerarse como complementaria de la anterior–, significa que, dado que todos los documentos del sistema que soportan la información sobre sus elementos han de estar “normalizados”, se facilita su realización y uso por todos los componentes del equipo de trabajo.

⇒ 4ª.7.- Genera un *modus operandi* o forma de trabajo para todos los componentes del equipo de análisis y desarrollo del sistema, ya que, si es aplicada esta metodología, se obliga a realizar un procedimiento secuencial de trabajo pasando por fases obligadas de análisis, desde los requisitos propuestos que debe cumplir el sistema, hasta su conclusión final, con unas funciones y tareas concretas para cada una de las fases que constituyen el desarrollo completo del mismo¹⁷.

¹⁶ Ver a este respecto la justificación dada en el epígrafe 4.4. del capítulo cuarto.

¹⁷ Para una justificación de las ventajas que motivan la utilización de la presente metodología ver el apartado 4.4. del capítulo cuarto.

NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.

NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.

Cuando se inicia un proceso de estudio sobre una determinada materia o ámbito científico, y a medida que se va profundizando en el mismo, se comprueba como van surgiendo otras variantes o aspectos que no habían sido previstos al comienzo del trabajo, pero que dado el interés que presentan, hace surgir la inquietud de dedicarles nuevos esfuerzos para llegar a conocerlos con mayor precisión. Por tanto, la conclusión de un trabajo de investigación, no produce generalmente el agotamiento del tema o materia tratada, sino que muy al contrario, a medida que se va profundizando en su conocimiento, van surgiendo nuevas líneas de investigación posibles, que sería deseable acometer.

Este es el caso del presente trabajo, ya que una vez decidido su contenido (por darle una forma concreta y homogénea, considerando que aporta suficiente materia para un primer trabajo sobre este tema), se comprobó como algunos aspectos, o partes componentes del mismo, no quedaban suficientemente analizadas, pero que por los motivos antes señalados, se decidió dejar su estudio para otros trabajos posteriores.

Así, en una primera aproximación, –y sin el ánimo de agotar todos los trabajos posteriores que sobre esta materia pudieran acometerse en el futuro–, vamos a señalar a continuación algunas de las nuevas líneas de investigación que podrían ser emprendidas, tratando de concretar en la medida de lo posible, una propuesta de contenido para las mismas:

⇒ *DOCUMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INFORMACIÓN.-*

El contenido de esta nueva línea de trabajo, podría ser doble: por un lado definir concretamente todos y cada uno de los documentos de contenido de la información para cada una de las fases del proceso; y por otro lado, establecer la forma más idónea para recoger dicho contenido. Esto supone, una descripción pormenorizada del “formato”, “soporte físico” (documento de papel, magnético, óptico, etc.), “definición concreta” de los e.i. que contiene, “relaciones” existentes entre los distintos e.i. contenidos, “momento preciso” en el que deben ser obtenidos, etc., de cada uno de los documentos producidos como SALIDA en cada fase del proceso.

⇒ *AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELECCIÓN DE LAS VARIABLES SEGÚN SU TIPOLOGÍA.-*

Uno de los objetivos del presente trabajo es, poder ofrecer al analista de sistemas, además de una metodología para poder realizar el desarrollo de un nuevo sistema de una forma ordenada y sistemática, facilitándole la tipología de los e.i. que han de ser utilizados, para asegurar en la medida de lo posible, la obtención de un sistema carente de errores.

Entendemos que el analista que acomete el análisis y desarrollo de un sistema, tiene la suficiente experiencia como para conocer los tipos de variables, datos y demás e.i. que son manejados comúnmente en ese ámbito concreto, y por lo tanto, lo que se le ofrece es información acerca de la participación en el sistema, de los distintos tipos y clases de e.i. que deben entrar a formar parte del mismo. Pero, ¿qué ocurriría si el proceso de estudio del sistema ha de ser llevado a cabo por un grupo de analistas que no estuvieran suficientemente familiarizados con el ámbito de estudio en el cual se enmarca dicho sistema?

En este caso, la metodología aquí expuesta sería válida, pero a fin de poder ayudar mas ampliamente al analista, se le podría facilitar no solamente los porcentajes de

participación de los distintos tipos de variables, sino también, los e.i. (variables, datos, informes, etc.) específicos a dicho ámbito.

La idea que se intenta desarrollar es que, a la vista de los requerimientos iniciales del sistema, se le pueda ofrecer un conjunto de e.i. a seleccionar para cada una de las fases del desarrollo que sean específicos a la materia objeto de estudio, para que éste, a la vista de los conocimientos propios, poder elegir aquellos que le resulten mas convenientes. Como vemos, se trata de una formulación abierta en la elección de los e.i. que no constriñe las decisiones del analista, pero que sí le facilita el trabajo, complementando la experiencia que pueda poseer sobre el tema objeto de estudio.

Fácilmente se aprecia que esta nueva línea de investigación es muy amplia y conlleva seguramente varios trabajos. Además, y dada la enorme cantidad de variables que habrían de manejarse, habrían de utilizarse procedimientos informáticos específicos, (seguramente algunos de ellos creados en inteligencia artificial con aplicación de lenguajes como LISP y otros), que fueran capaces de, captando los aportes de conocimiento que haga el analista, adaptarlos al nuevo sistema.

⇒ *AUTOMATIZACIÓN "COMPLETA" DEL PROCESO DE ANÁLISIS A PARTIR DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.-*

Se puede considerar sin duda el proyecto mas ambicioso. La idea es desarrollar un sistema, llevando su ejecución en forma totalmente automática, es decir, no solamente realizar automáticamente todo el proceso de análisis y desarrollo completo, sino también, fijar las directrices para la realización de los medios materiales y humanos necesarios para su ejecución y posterior funcionamiento a lo largo de su ciclo de vida.

⇒ *NUEVOS MÉTODOS DE TIPIFICACIÓN DE VARIABLES DISTINTOS A LOS EXPUESTOS EN EL PRESENTE TRABAJO.-*

Como ya se justificó en el capítulo cuarto, la tipificación de e.i. realizada de acuerdo a cinco criterios clasificatorios es la mas idónea de las que fueron consultadas,

puesto que presenta la ventaja de la generalización que se persigue como objetivo en el presente trabajo. No obstante, no se descarta la posibilidad de que se puedan encontrar otras clasificaciones de datos y variables mas eficaz para un determinado ámbito de estudio en el que deseemos hacer aplicación de la metodología aquí descrita.

Tal es el caso por ejemplo, en el caso del desarrollo de un sistema económico-financiero que necesite de unas variables muy específicas (sesgadas principalmente a los aspectos cuantitativos), y en el cual, determinados tipos de variables de las descritas en el presente trabajo no tendrían mucha aplicación, mientras que otras posiblemente requerirían de una mayor profundización en nuevas subclasisficaciones para poder precisar mas su contenido.

⇒ *NUEVOS MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN DE ERRORES PARA SISTEMAS CON GRAN NÚMERO DE E.I.-*

Los métodos de optimización estudiados en distintos manuales para incluir como metodologías de optimización de errores, usan de un número de variables de referencia muy pequeño. Ello puede ser debido, a que si el número de variables utilizadas fuese muy grande, los procesos de optimización descritos serían tan complejos en su aplicación práctica, que los harían prácticamente inviables.

Sin embargo, en algunas ocasiones como la presente, se manejan cientos o incluso miles de variables (en el sistema tomado como modelo de referencia se han manejado en torno a 40.000 e.i.), y por tanto, los métodos de optimización al uso no son de aplicación. Sería por tanto conveniente disponer de una metodología específica, y de aplicación lo mas sencilla posible, que facilitase los procesos de optimización en este tipo de sistemas.

Se abre así una nueva línea de investigación en materia de optimización, que por tratarse de una materia en cierto modo separada del cuerpo de estudio del presente trabajo, no ha sido posible acometer, pero que entendemos se presenta como sumamente atractiva para posteriores estudios.

EPÍLOGO.

EPÍLOGO.

El siglo XX que ahora termina, ha estado repleto de importantes acontecimientos científicos, –incluso se le ha llegado a denominar "El siglo de la ciencia"¹–. Muchos de ellos están íntimamente relacionados con los notables avances sociales que también se han producido en dicho periodo. Este siglo, ha dado lugar además a una nueva modalidad de ciencia, la denominada *tecnociencia*, que se caracteriza por la íntima relación que se ha demostrado existe entre la ciencia y la tecnología².

Una de sus aportaciones más relevantes, ha sido la Teoría General de Sistemas. En ella se recogen distintas tendencias que han dado lugar a nuevos enfoques en el estudio de los problemas complejos³. Estas teorías han tenido importantes aplicaciones en estos últimos tiempos. Ello se debe, –entendiendo–, a que éste enfoque metodológico para el estudio de los problemas tecnocientíficos, ofrece dos perspectivas muy útiles: la primera, es que permite su aplicación a campos de conocimiento muy diversos, –tales como los biológicos, físicos, sociales, empresariales, políticos, etc.–; y la segunda, porque facilita el análisis de los problemas de una forma global, es decir, teniendo en cuenta las múltiples perspectivas que presentan algunos problemas en el mundo real.

Ambas cualidades presentan grandes ventajas para el estudio de algunas cuestiones que actualmente preocupan a la sociedad, ya que, según el primero, –en palabras del prof.: Sánchez Ron⁴–, los avances científicos que se esperan conseguir en el siglo XXI

¹ Así lo titula J.M. Sánchez Ron en su libro del mismo nombre. Ed.: Taurus. Pensamiento. Madrid, 2000.

² De esta forma lo define J. Echeverría en "Introducción a la metodología de la ciencia". Ed.: Cátedra. Teorema. Madrid, 1999.

³ Una recopilación de las distintas tendencias de estas teorías, ha sido efectuada por Bertalanffy, L. en su obra. Algunos de sus libros son citados en la bibliografía.

⁴ Opus citado. Pag.: 301.

irán dirigidos especialmente a aspectos tales como: la biomedicina, el estudio del universo, la física y química de materiales, las telecomunicaciones, y la capacidad de cálculo automático; materias todas ellas, que pueden ser estudiadas aprovechando las ventajas que aporta el *enfoque sistémico*⁵.

En segundo lugar, el poder analizar los problemas complejos desde una óptica global representa una importante ayuda, ya que gran parte de las tendencias de investigación actuales, van encaminadas a observar los fenómenos en su aspecto más complejo. Actualmente, no se observan los problemas mediante una simplificación de los mismos, modelizada en un conjunto de expresiones o algoritmos matemáticos, que si bien permiten su cómodo manejo por la facilidad de su resolución, se apartan bastante de la realidad que tratan de representar. Las nuevas aportaciones científicas, se están orientando en el sentido de observar los objetos reales teniendo en cuenta su complejidad. Tal es el caso del estudio de los fractales⁶, las teorías del caos⁷, y de la lógica borrosa⁸, por citar algunas de las más relevantes. En ellas, se analizan los objetos desde una óptica difusa y compleja, pero que está más ajustada a la forma con la que en realidad se nos presentan.

Las numerosas aplicaciones, –tanto de índole social, científico o técnico–, que han adoptado el *enfoque sistémico* como metodología para su estudio, es lo que nos indujo a realizar este trabajo, que pretende ser una pequeña aportación al análisis de los sistemas complejos. Sin embargo, y debido a la enorme extensión y complejidad que representa el estudio de estos sistemas, somos conscientes de que en un trabajo individual de las dimensiones del presente, no pueden ser cubiertos todos los objetivos que hubieran sido deseables. Algunos aspectos, pueden no haber sido resueltos con la extensión y profundidad que hubiera sido precisa, pero a fin de dar coherencia y homogeneidad al trabajo, se ha estimado que deberían ser acometidos en otros estudios posteriores.

⁵ De hecho, ya se han efectuado muchas aportaciones en campos como la biología, la meteorología, la informática y telecomunicaciones, aplicaciones empresariales y financieras, etc.

⁶ Mandelbrot, B. "La geometría fractal de la naturaleza". Tusquets Editores. Barcelona, 1999.

⁷ Gleick, J. "Caos: La creación de una ciencia" Ed.: Seix Barral. Barcelona, 1994

⁸ Kosko, B. "El futuro borroso, o el cielo en un chip". Ed.: Crítica. Drakontos. Barcelona, 2000.

No obstante, esperamos que los objetivos marcados en su introducción, hayan sido cumplidos a lo largo del trabajo, y concretados en sus conclusiones finales. Nuestra intención ha sido, tratar de explicar una metodología de análisis y desarrollo de sistemas complejos, –desde un enfoque práctico, basado en nuestra experiencia profesional–, intentando así, facilitar al analista el trabajo siempre arduo, que supone el enfrentarse a este tipo de problemas.

Otro tanto puede decirse de la documentación manejada, ya que en alguno de los aspectos tratados con mas concreción en el trabajo, pueden haber quedado informaciones, libros, documentos, autores, etc., no citados o no tratados con la profundidad requerida. No ha sido ésta nuestra intención, pero puede haber ocurrido. Sirva por ello como pretexto, –si procede–, la cita de nuestro insigne sabio D. Santiago Ramón y Cajal, que ya en su madurez, y después de haber juzgado muchos trabajos y estudios escribía:

“Al hojear un libro nuevo echamos de ver, en seguida, si dominamos el asunto, las obras que el autor ha dejado de leer. Y si entre las olvidadas se encuentran algunas de las nuestras, la mortificación del amor propio ensombrece nuestra crítica. Seamos piadosos y comprensivos, y juzguemos al autor por su saber positivo; es decir por lo que aporta, y no por lo que ignora”⁹.

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934)

⁹ De su obra “Charlas de Café”. Ed.: Espasa-Calpe. Madrid, 1956.

GLOSARIO.

GLOSARIO.

01.1.- GLOSARIO DE TÉRMINOS.-

Se relacionan a continuación un conjunto de términos empleados en el presente trabajo, que dada su especificidad en la materia tratada pueda hacer difícil su comprensión. En otras ocasiones, su inclusión en este catálogo es debida a que el término en cuestión tenga un uso diferente del comúnmente empleado en el lenguaje corriente, o bien que sea utilizado en distintas acepciones. También se recogen en este resumen, determinados vocablos de uso frecuente en los medios informáticos, pero que pueden resultar crípticos o de difícil comprensión para quienes no están introducidos en estos entornos de trabajo.

AFINIDAD: Cualidad de afín. Relación entre cosas semejantes. (DUE).

En el presente trabajo se emplea para determinar la semejanza entre sistemas homólogos que nos permita realizar extrapolación de las conclusiones obtenidas en el sistema tomado como modelo de referencia a otros semejantes de ámbitos distintos.

ANALOGÍA: Cualidad de análogo. Relación entre cosas análogas. Ciencia: Relación entre partes u órganos que desempeñan funciones similares pero que tienen un origen distinto (DUE).

En el presente trabajo se asocia al concepto de "similitud" entre sistemas de ámbitos distintos. Así, dos sistemas pueden considerarse similares o análogos cuando las variables del uno son de la misma naturaleza que las del otro, o cuando los valores de las mismas guardan cierto grado de proporcionalidad en determinados momentos relevantes de su funcionamiento.

DATO: 1.- Información de un detalle o circunstancia que sirve para ayudar o formar idea de un asunto. (DUE).

2.- Información dispuesta en forma adecuada para su tratamiento posterior.

3.- *Matemáticas:* Cantidad magnitud o relación conocida con la que se opera para obtener la solución de un problema matemático.

4.- *Informática*: Cualquier valor o elemento de información que es manejado por los programas para realizar la funcionalidad para la que han sido creados.

DATOS “GENÉRICOS” Y “ESPECÍFICOS”: En la acepción en que han sido empleados en el presente trabajo significan:

Los primeros son e.i. que aportan información del sistema de carácter general, siendo por tanto los tipos de e.i. que son utilizados en las primeras fases del proceso de análisis.

Los segundos dan una información mas concreta del e.i. que representan y son por consiguiente los utilizados en las últimas fases del proceso de análisis o en aquellos casos en que se requiere dar una información concreta y detallada sobre una determinada variable o dato.

DESARROLLO: Conjunto de estados sucesivos por los que pasa una acción, un fenómeno o una cosa cualquiera hasta llegar a su madurez. (DUE).

En el presente trabajo, conjunto de actividades a realizar para completar las diferentes fases de estudio que componen la metodología propuesta para el diseño de sistemas complejos.

ELEMENTO DE INFORMACIÓN: Se entiende por tal dentro de este trabajo, todo: documento, archivo, informe, dato, variable, gráfico, grabación en soporte óptico o magnético, comunicación de cualquier tipo (incluso verbal), etc., que tenga un contenido capaz de poder extraer de él una información mas o menos compleja.

Desde este punto de vista, se trata de un concepto muy amplio, por lo que puede ser “extensamente” utilizado en todas las fases del proceso para denominar cualquier elemento material o inmaterial del cual pueda extraerse información.

En algunas partes de este trabajo se representa con las siglas: e.i.

E.I.: Ver Elemento de información.

EMPÍRICO: En general se emplea este término para designar aquellos métodos científicos que están fundados en la observación y la experiencia.

En cuanto a su utilización en el presente trabajo ha sido denominado a un modelo-fase con este nombre por considerar que es en esta fase tercera del proceso en la que tiene lugar la especificación de los distintos componentes del sistema, a partir de su definición en la fase anterior, y por tanto requieren de una elevada experiencia por parte del analista o diseñador que la realice.

EQUIAFINIDAD: Según este principio de especial aplicación en los “sistemas abiertos”: puede llegarse a los mismos resultados partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos.

En el presente trabajo será utilizado para justificar la traslación de conclusiones del estudio de sistemas de unos campos a otros afines. Ver también la acepción de AFINIDAD y ANALOGÍA.

EXTRAPOLAR: 1.- *Matemáticas:* Calcular el valor de una magnitud para valores de la variable que están fuera del intervalo en el que dicha magnitud es conocida.

2.- Aplicar conclusiones obtenidas en un campo o ámbito de estudio a otro.

Esta segunda acepción es la que mas se ajusta a la aplicación que se da a este término en el presente trabajo y en este sentido también podrán utilizarse términos sinónimos como los siguientes según convenga en el contexto que se esté analizando:

a).- **TRASLADAR:** Expresar en otra forma el contenido de un estudio, escrito, discurso, etc, representando una idea semejante a la original.

b).- **TRANSFERIR:** Trasladar el significado de una idea de una acepción o uso a otro diferente.

c).- **TRANSPORTAR:** Llevar ideas o cosas de un sitio a otro sirviéndose para ello de un vehículo o conducto.

FAULT REPORTS: Reportes de Error. Son cada uno de los documentos que recogen todas las circunstancias, elementos intervinientes, causas, efectos, momento de detección, etc., que identifican para su estudio los defectos observados en el sistema durante las actividades de pruebas, chequeos, revisiones, auditorias, etc., que son realizados en el mismo durante y al final de su desarrollo. Son los e.i. a partir de los cuales se ha elaborado el estudio de errores, así como las estrategias establecidas para su corrección y eliminación del sistema. Son estudiadas con detalle en el capítulo sexto.

Ver tambien Problem Report.

GENERALIZAR: Extender a otros ámbitos de estudio las conclusiones que han sido extraídas para uno dado. (DUE).

- En el presente trabajo este concepto se emplea para poner de manifiesto que las conclusiones y consecuencias que sean extraídas del sistema tomado como modelo de referencia puedan ser extrapoladas o extendidas a otros sistemas en otros campos de conocimiento.

HARDWARE (HW): Conjunto de elementos físicos de un equipo informático. (DUE).

En el presente trabajo se denomina así a todo componente electrónico o elemento físico capaz de *soportar* la ejecución de programas informáticos. Constituye la parte física de un sistema de conmutación digital o producto electrónico, y contiene en sus memorias y componentes electrónicos los elementos necesarios para la ejecución de los programas del sistema.

ITEM: Se emplea indistintamente según las siguiente acepciones:

a).- **ELEMENTO DE INFORMACIÓN:** Ver definición propia.

b).- **DATO:** Ver definición propia.

c).- **PUNTO:** 1.- Cada una de las cuestiones o ideas que se puedan proponer para ser desarrolladas en un trabajo o estudio.

2.- Cada apartado o división de un escrito o información que se refiera a una cuestión distinta.

JERARQUIZAR: Acción por la que se establece una organización en categorías de un determinado grupo de elementos o cosas (DUE).

- Aquí este término es utilizado para poner de manifiesto la priorización que existe entre los distintos modelos-fase componentes del proceso de análisis y desarrollo del sistema, ya que el comienzo de las actividades de cada uno de ellos no puede producirse hasta que el anterior no haya concluido, en virtud de que los e.i. que se utilizan como ENTRADA para ejercer su función, son precisamente los e.i. que son generados como SALIDA en el anterior modelo o fase del proceso de análisis.

JUSTIFICAR / JUSTIFICACIÓN: Ser una cosa la causa, motivo o explicación que hace que otra no sea o parezca extraña, inadecuada o inoportuna (DUE).

En el presente trabajo, se emplea para dar crédito a la motivación que nos ha inducido a considerar que las conclusiones que se puedan extraer del sistema tomado como modelo de referencia pueden ser "extrapolables" a otros sistemas de características similares (ver a este respecto la aplicación que se hace en capítulo segundo respecto a la *homología* entre sistemas), que pertenezcan a ámbitos de estudio distintos del técnico-electrónico en el que aquel está enmarcado.

METODOLOGÍA: Manera ordenada o sistemática de hacer una cosa. (DUE). Procedimiento a seguir en la investigación científica o tecnológica para descubrir o desarrollar algún objeto o idea.

MODELO: Según la definición del término: Cosa en la que alguien se fija para hacer otra igual. Arquetipo, muestra, norma prototipo, representación de algo. (DUE).

Según el profesor Sierra Bravo: "Son instrumentos conceptuales que se construyen como ayuda al estudio y comprensión de la realidad", y también: "los modelos son construcciones hipotéticas, con las que se pretende representar un sector de la realidad, a efectos de su estudio, y de verificación de una teoría".

En el presente trabajo este término se usará para referirse a la metodología de análisis seguida para el desarrollo del sistema tomado como *modelo* de referencia, y también a la representación de la metodología aquí propuesta para el análisis y desarrollo de sistemas complejos análogos al tomado como referencia y obtenida a partir de aquel. Asimismo será usado este término para denotar cada una de las "construcciones teóricas" en las que se soporta el proceso de análisis completo del sistema, a fin de diferenciar cada una de las fases sucesivas de estudio que tienen lugar a lo largo del análisis y desarrollo del nuevo sistema.

MODELO-FASE: Son cada una de las *construcciones teóricas* o esquemas analíticos de características propias, –tanto por la función que realizan dentro de todo el proceso de análisis, como por la naturaleza de los e.i. que utiliza y genera–, en los que se soporta el proceso de análisis y desarrollo completo del sistema.

Ver también la acepción del término *modelo* en este glosario.

- MÓDULO:** Elemento combinable con otros con los que forma un conjunto. (D.U.E.).
- Aquí este termino es empleado para designar a cada uno de los elementos funcionales (programa o conjunto de programas o subrutinas) que realizan una determinada actividad o cometido dentro del sistema de referencia. Son por tanto elementos autónomos del mismo que realizan la función que tienen encomendada de forma independiente a partir de unos datos que toma como entrada y produciendo tras su actuación otros datos de salida. La información tanto de entrada como de salida se realiza en forma de mensajes de entrada/salida respectivamente que se intercambian a través de un órgano central de coordinación como es el sistema operativo de la aplicación.
- PROBLEM REPORT:** Documentos en los que se recoge en forma detallada los síntomas y características de los errores encontrados y denunciados tanto por los usuarios finales del sistema como por los agentes que prueban el mismo en las últimas fases del proceso previas a la entrega del producto terminado.
- PROCESO:**
- 1.- Desarrollo o marcha de una cosa. Procedimiento seguido en la marcha o fabricación de un producto (DUE).
 - 2.- *Procedimiento*: Serie de actos u operaciones con las que se hace una cosa.
 - 3.- Método de razonar o "*modus operandi*" de un procedimiento deductivo.
- En el presente trabajo se utiliza en términos genéricos como el conjunto de actividades o procedimientos conducentes al completamiento del análisis y desarrollo de un sistema siguiendo la metodología aquí descrita. También puede ser utilizado para expresar el sucesivo transcurso del estudio de los e.i. que componen el sistema a lo largo de las diferentes fases que componen el análisis del mismo.
- REQUERIMIENTO:** Dé requerir. Recuestar. Acción mediante la cual se pide con autoridad o mediante convencimiento a alguien que haga una cosa. (DUE).
- En el presente trabajo se denominan así cada una de las peticiones del cliente, y recogen las funciones que ha de cubrir el producto demandado por éste.
 - También por extensión, se designa con este término a las nuevas funciones, facilidades o servicios que se le pide que cumpla el sistema o producto, por parte del analista de alto nivel del propio órgano que lleva a cabo su desarrollo.
- RETROFITS:** Se entienden por tales las sucesivas reiteraciones o retornos de un determinado e.i. del sistema a una fase anterior a la que fue producido, como consecuencia de fallos o errores encontrados en ella, para que una vez corregidos pueda volver a reprobarse en las mismas condiciones que cuando fue detectado el defecto. En general puede entenderse como retroceso a una fase anterior en el proceso de análisis descrito en la metodología expuesta en el presente trabajo.
- SEMEJANZA:** Se entiende por tal el parecido o similar. Se dice de las cosas que se parecen o tienen aspectos o partes iguales. (DUE)
- Ver su aplicación para este trabajo en el término AFINIDAD.

SISTEMA:

- 1.- Conjunto ordenado de normas y procedimientos con que funciona o se hace funcionar una cosa.
- 2.- Conjunto organizado de cualquier clase de cosas que se manejan para algo.
- 3.- Composición de medios, métodos y procedimientos que se usan de forma conjunta para realizar una determinada función.

Según todas estas acepciones puede ser considerado este término, dependiendo del contexto donde haya sido usado. Existe además una definición de SISTEMA dada en el capítulo primero para aplicación específica a este trabajo.

SISTEMATIZACIÓN: Acción de organizar una información o cosa con sistema. (DUE).

En el presente trabajo se le da la acepción genérica de organización de un conjunto de elementos (e.i. materiales e inmateriales que componen el sistema), de una forma coherente siguiendo el proceso de análisis que aquí se describe.

SOFTWARE (SW): Conjunto de programas y otros elementos no físicos que se procesan en los equipos informáticos. (DUE).

Dentro de este trabajo se denomina así a la parte lógica de un producto o sistema informático, y comprende el conjunto de programas y datos de cuya ejecución depende la funcionalidad del sistema. Actualmente es la parte mas relevante de los productos informáticos, pudiendo denominarla como la inteligencia del sistema.

TIPIFICACIÓN: Ajustar varias cosas semejantes a un patrón o norma común. Normalizar. Clasificar en diferentes tipos o categorías las cosas (D.U.E.).

- En el presente trabajo esta acepción se utiliza para clasificar atendiendo a diversos criterios los elementos de información (variables, datos, informes, documentos, etc.), intervinientes en las diferentes fases del proceso de análisis en que tiene lugar el desarrollo del sistema objeto de estudio.

- También es empleado este término para diferenciar las características específicas de los distintos modelos que intervienen en las diferentes fases del proceso de análisis y desarrollo del sistema.

**BIBLIOGRAFÍA:
TEXTOS, PUBLICACIONES PERIÓDICAS Y
OTROS DOCUMENTOS.**

BIBLIOGRAFÍA: TEXTOS, PUBLICACIONES PERIÓDICAS Y OTROS DOCUMENTOS.

01.1.- BIBLIOGRAFÍA: TEXTOS, PUBLICACIONES PERIÓDICAS Y OTROS DOCUMENTOS.-

En el presente apartado se citan por orden alfabético de autor los textos, manuales, revistas, documentos, trabajos de tesis, informes, especificaciones, etc, en diferentes soportes (papel, magnéticos, virtual, etc), que han sido utilizados en la realización de los capítulos componentes del trabajo. En algunas ocasiones los textos o documentos citados han sido consultados para realizar comprobaciones o contrastaciones sobre las materias tratadas, y en otras, se han extraído de ellos: datos, criterios, métodos, procedimientos, etc., de utilidad para el contenido del trabajo. En todo caso, en las citas correspondientes se ha indicado su utilización.

BIBLIOGRAFÍA: TEXTOS

- ABRAMSON, N.: *Teoría de la Información y Codificación*. Paraninfo, S.A.. Madrid, 1986.
- ALLEN PAULOS, J.: *Mas allá de los números. Meditaciones de un matemático*.
Tusquets Editores. Barcelona, 1998.
- ARACIL, J.: *Introducción a la Dinámica de Sistemas*. Alianza Editorial. Madrid, 1978.
- ARACIL, J.: *Máquinas, Sistemas y Modelos: Un ensayo sobre Sistémica*.
Alianza Editorial. Madrid, 1986.
- ARACIL, J. Y GORDILLO, F.: *Dinámica de Sistemas*. Ed.: Alianza Universidad. Madrid, 1997.
- ARBONIES, A.L.: *Nuevos enfoques en la innovación de productos para la empresa industrial*.
Ed.: Promoción y Desarrollo. Dpto Foral. Bizcaia, 1991.
- ASOCIACIÓN INDUSTRIA DE NAVARRA (AIN): *La calidad en el área de Diseño*.
Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1991.
- AZORÍN POCH, F.: *Curso de muestreo y aplicaciones*. Aguilar. Madrid, 1967.
- BALBAS, A. Y GIL FANA, J.A.: *Programación matemática*. Ed.: A.C. Madrid, 1987.
- BARBA, E.: *La excelencia en el proceso de desarrollo de nuevos productos*.
Ed.: EADA Gestión. Barcelona, 1993.
- BARNES, J.: *Programing in ADA-95*. Addison Wesley. Essex. England, 1996.
- BATINI, C.; CERI, S Y NAVATHE, S.B.: *Diseño conceptual de Bases de Datos*.
Addison Wesley. Massachusetts (EUA), 1992.

- BERRY, J.L.; BENNET, D. Y BROWN, C.W.: *Calidad de servicio: Una estrategia para Instituciones Financieras*. Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1989.
- BERTALANFFY, LUDWIG VON.: *Perspectivas de la Teoría General de Sistemas*. Alianza Editorial. Madrid, 1992.
- BERTALANFFY, LUDWIG VON.: *Teoría General de los Sistemas*. Ed.: Fondo de Cultura Económica. Madrid, 1993.
- BIJER, W.E. Y HUGHES, T.P.: *The Social Construction of Technological Systems*. Ed.: MIT Press. Cambridge, 1987.
- BORSE, G.J.: *Programación en FORTRAN 77. Informática profesional y universitaria*. Anaya Multimedia, S.A. Madrid, 1989.
- BOUDON, R. Y OTROS.: *Metodologías en las ciencias sociales*. Ed.: Laia. Barcelona, 1973.
- BOX, E.P.; HUNTER, W.G. Y HUNTER, J.S.: *Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos. Análisis de datos y construcción de Modelos*. Reverté, S.A. Barcelona, 1989.
- BOYD, R.: *Meaning and Method*. Ed.: Cambridge University Press. Cambridge, 1990.
- BRAITHWAIT, R.: *La explicación científica*. Ed.: Tecnos. Madrid, 1995.
- BRONCANO, F.: *Nuevas meditaciones sobre la Técnica*. Ed.: Trotta. Madrid, 1995.
- BUCKLEY, W.: *La Sociología y la Teoría moderna de los Sistemas*. Amorrortu Editores. Buenos Aires, 1983.
- CALZADA BUEZA, J.: *Métodos estadísticos para la investigación*. De.: El Autor. Lima (Perú), 1974.
- CÁRDENAS, M.A.: *El enfoque de Sistemas: Estrategias para su implementación*. Ed.: LIMUSA. México, 1978.
- CARIDAD OCERÍN, J.M.: *Análisis de Datos con BMDP*. Paraninfo. Madrid, 1995.

- CELA TRULOCK, J.L.: *Calidad: qué es, como hacerla*. Ed.: Gestión 2000. Madrid, 1996.
- CIAMPA, D. Y MORENO, M.: *Calidad Total. Guía para su implantación*.
Ed.: Addison-Wesley. Delaware (USA), 1993.
- COCHRAN, W.G.: *Técnicas de muestreo*. Ed.: CECSA. México, 1976.
- COLLADO MACHUCA, M.: *Estructura de Datos*. Prentice Hall. Madrid, 1989.
- COURTIER, J.C. Y VACELLE, B.: *La Normalización: Tratado de Calidad Total*.
Ed.: Ciencias de la Educación. Madrid, 1992.
- DAX, P.: *Lenguaje C++*. Paraninfo. Madrid, 1996.
- DELOBEL, J.: *Estructura de Bases de Datos*. McGraw-Hill. Madrid, 1998.
- DEMING, A.: *Quality, Productivity and Competitive Position*. Ed.: M.I.T. USA, 1982.
- ECHEVERRIA, J.: *Introducción a la Metodología de la Ciencia*. Ed.: Cátedra. Madrid, 1999.
- EMERY, J.C.: *Sistemas de planeamiento y control*. Ed.: Ateneo. Buenos Aires, 1977.
- EMERY, J.C.: *Sistemas de Información para la Dirección*. Ed.: Diaz de Santos. Madrid, 1990.
- FEITO, F; MOLINA, A. Y RUIZ MIRAS, J.: *Análisis y Gestión de Datos (Caps 1º y 2º)*.
Universidad de Jaen. Jaen, 1996.
- FELDMAN, M.B. Y KOFFMAN, E.B.: *ADA. Problem Solving and Program Design*.
Addison Wesley Publishin Company. USA, 1991.
- FESTINGER, M. Y KATZ, D.: *Los métodos de investigación en las ciencias sociales*.
Ed.: Paidós. Buenos Aires, 1978.
- FREY, J.H.: *Survey Research in Telephone*. Ed.: Sage. London, 1983.

- FROST, R.: *Bases de Datos y Sistemas Expertos: Ingeniería del Conocimiento*.
Díaz de Santos, S.A. Madrid, 1989.
- GARCÍA GUERRA, A.: *Sistemas Digitales*. Ed.: CERA, S.A. Madrid, 1998.
- GARVIN, D.A.: *Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge*. Ed.: Free Press. N.Y., 1988.
- GLEICK, J.: *Teorías del caos*. Ed.: Seix Barral. Barcelona, 1988.
- GLEICK, J.: *Caos: La creación de una ciencia*. Ed.: Seix Barral. Barcelona, 1994.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. Y LÓPEZ CEREZO, J.A.: *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio de la ciencia y la tecnología*. Ed.: Tecnos. Madrid, 1996.
- GRAWITZ, M.: *Métodos y técnicas en las ciencias sociales*. Ed.: Hispano Europea. Barcelona, 1975.
- GRITZMANN, P; HETTICH, R Y HOST, R.: *Operation Research'91*.
Phisica-Verlag. Trier (Alemania), 1991.
- GUTIERREZ, M.: *Administrar la Calidad: Conceptos administrativos del control de la Calidad Total*.
Ed.: Limusa. México, 1992.
- HAMMER, M Y CHAMPY, J.: *Reingeniería de la Empresa*. Parramón Ediciones. Barcelona, 1994.
- HARMON, R.L. Y PETERSON, L.D.: *Reinventar la Fábrica*. Ed.: CDN. Espasa Calpe. Madrid, 1990.
- HARTLEY, J.: *Simultaneous Engineering*. Industrial Newsletter Ltd. London, 1991.
- HERFEL, W.E.: *Theories and Models in Scientific Processes*. Ed.: Rodopi. Amsterdam, 1995.
- HILLER, F.S. Y LIEBERMAN, G.J.: *Introducción a la Investigación Operativa*. Stanford University.
McGraw-Hill Interamericana. México, 1990.

- IGLESIAS ARGÜELLES, V.: *Tipos de variables y metodología a emplear en la Investigación de Grupos*. Ed.: Reverté. Barcelona, 1994.
- IGNIZIO, JAMES P.: *Linear Programming in Single and Multiple Objective System*. Prentice Hall International Series. London, 1982.
- IRANZO, J.M.: *Sociología de la Ciencia y la Tecnología*. Ed.: CSIC. Madrid, 1995.
- ISHIKAWA, K.: *What's Total Quality Control. The Japanese way*. Prentice Hall International Series. N.Y, 1985.
- ISHIKAWA, K.: *Introducción al control de la Calidad*. Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1994.
- JAMES, P.: *Gestión de la Calidad Total*. Prentice Hall. Madrid, 1997.
- JOHNSON, M.; KAST, L. Y ROSENZWEIG, A.: *Teoría, Integración y Administración de Sistemas*. Ed.: LIMUSA. México, 1973.
- JURAN, J.M.: *Quality Control Handbook*. McGraw Hill. N.Y, 1974.
- JURAN, J.M.: *Juran y el liderazgo para la Calidad*. Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1990.
- JURAN, J.M.: *Juran y la Planificación de la Calidad*. Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1990.
- JURAN, J.M.: *Quality Planing and Analisis*. McGraw Hill. N.Y, 1993.
- JURAN, J.M. Y GRZYNA, F.M.: *Manual de Control de Calidad*. McGraw Hill. Madrid, 1988.
- JURISTO JUZGADO, N.: *Ingeniería del conocimiento*. Ed.: CERA, S.A. Madrid, 2000.
- KLIR, GEORGE J.: *Teoría General de Sistemas. Un enfoque metodológico*. Ed.: I.C.E. Madrid, 1981.
- LAFORE, R.: *Programación en "C"*. Anaya Multimedia, S.A.. Madrid, 1991.

- LAKATOS, I.: *La Metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial. Madrid, 1983.
- LANGFORS, B.: *Teoría de los Sistemas de Información*. Ed.: Ateneo. Buenos Aires, 1976.
- LANGLEY, P.: *Scientific discovery: Computational exploration of the creative processes*. Ed.: MIT Press. Cambridge, 1987.
- LEAL, A; SÁNCHEZ APELLANIZ, Y OTROS.: *Decisiones empresariales con criterios múltiples*. Pirámide. Madrid, 1995.
- LEBART, L.: *Tratamiento estadístico de datos. Métodos y Programas*. Prentice Hall. Londres, 1986.
- LILIENTFELD, R.: *Teoría de Sistemas: Orígenes y aplicaciones en las Ciencias Sociales*. Ed.: Trillas. México, 1984.
- LLORENS MONTES, F.J.: *Medición de la calidad de servicio: Una aproximación a diferentes alternativas*. Universidad de Granada (CEE). Granada, 1996.
- LLORENS MONTES, F.J. Y FUENTES FUENTES, M.: *Calidad Total: Fundamentos e Implantación*. Ed.: Pirámide. Madrid, 1999.
- LUCAS GÓMEZ, A.: *Lenguaje ADA. Sintaxis y Metodología*. Ed.: Paraninfo. Madrid, 1990.
- MANDELBROT, B.: *La geometría fractal en la naturaleza*. Ed.: Tusquets. Barcelona, 1999.
- MARTENS, H.R. Y ALLEN, D.R.: *Introduction to System Theory*. Ed.: Morril. Columbus (USA), 1969.
- MARTIN, JAMES.: *Organización de Bases de Datos*. Prentice Hall International. Madrid, 1977.
- MARTÍNEZ, S Y REQUENA, A.: *Dinámica de Sistemas: Simulación por Ordenador y Modelos*. Alianza Editorial. Madrid, 1986.

- MESAROVICK, M.D.: *System Research and Design. View on General System Theory*.
Ed.: Springer-Verlag. New York, 1968.
- MIRAS, J.: *Elementos de muestreo para poblaciones finitas*. Ed.: INE. Madrid, 1980.
- MC.MILLAN, C. Y GONZÁLEZ, R.F.: *Análisis de Sistemas: Modelos para la toma de decisiones por computador*. Ed.: Trillas. México, 1977.
- MORCILLO ORTEGA, P.: *La Gestión de I+D: Una estrategia para ganar*. Ed.: Pirámide. Madrid, 1989.
- MUÑOZ LÓPEZ, F.: *Estructura de la información. Organización de Ficheros y Datos*.
Ed.: Aguilar. Madrid, 1990.
- NEMHAUSER, G.L.; RINNOY, A.G. Y YU, P.L.: *Optimization: Multiple Criteria Decision Making*.
Ed.: N.H.P&C. North Holland (Amsterdam), 1990.
- OLIVÉ, L.: *Conocimiento, sociedad y realidad*. Ed.: FCE. México, 1988.
- PATRICK, H.W; KLAWS, B Y HORN, P.: *LISP*. Addison Wesley Publishing Company.
New York, 1991.
- PÉREZ-FDEZ DE VELASCO, J.A.: *Gestión de la Calidad orientada a los Procesos*.
Ed.: ESIC. Madrid, 1999.
- PLAZA, C. Y OTROS.: *Telecomunicaciones y tecnologías de la Información*.
Grupo Zeta Editorial. Madrid, 2000.
- QUINTANILLA, M.A.: *Tecnología. Un enfoque filosófico*. Ed.: Fundesco. Madrid, 1989.
- RIOS, S.: *Modelización*. Paraninfo. Madrid, 1995.
- RODRIGUEZ ALMEIDA, M.A.: *Bases de Datos (Cap.: 1º)*. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, 1992.
- ROE, PATRICK R.W.: *Telecomunicaciones para todos: Propuesta para unas comunicaciones accesibles*.
Ed.: FUNDESCO. Madrid, 1996.

- ROUBE, J.; MOÑINO, M. Y RODRIGUEZ, M.: *La Gestión por Procesos*. Ed.: Folio. Barcelona, 1997.
- RUIZ MIRAS, J. Y MOLINA AGUILAR, A.: *Bases de Datos. Diseño y Explotación*.
Universidad de Jaen. Jaen, 1997.
- RUIZ-MOYA PÉREZ, L.: *Métodos estadísticos de investigación*. Ed.: INE. Madrid, 1977.
- SÁNCHEZ-BRAVO CENJOR, A.: *Manual de Estructura de la Información*.
Ed.: CERA, S.A. Madrid, 1999.
- SÁNCHEZ CRESPO, J.L.: *Curso intensivo de muestreo en poblaciones finitas*. Ed.: INE. Madrid, 1980.
- SÁNCHEZ CRESPO, J.L.: *Principios elementales de muestreo y estimación*. Ed.: INE. Madrid, 1971.
- SÁNCHEZ RON, J.M.: *El Siglo de la Ciencia*. Ed.: Taurus (Pensamiento). Madrid, 2000.
- SANTODOMINGO, A.: *Introducción a la Informática en la empresa*. Ariel, S.A.. Barcelona, 1998.
- SCHOMBERGER, R.J.: *Hacia la excelencia en la fabricación*. Ed.: CDN. Espasa Calpe. Madrid, 1991.
- SERI, F. Y VILLALBA, A.: *Fundamentos de Programación Estructurada en TURBO PASCAL*.
Deusto, S.A.. Bilbao, 1991.
- SIERRA BRAVO, R.: *Técnicas de Investigación Social*. Paraninfo, S.A.. Madrid, 1992.
- SIHINKEL, M. Y KASTER, J.: *Programación en CLIPPER-5*.
Addison Wesley Iberoamericana, S.A. Delaware (EUA), 1992.
- STEEN, J.: *Sistemas de Información para la Administración*.
Grupo Editorial Iberoamericana. México, 1990.
- STEWART, I.: *De aquí al infinito. Las matemáticas hoy*. Grijalbo Mondadori. Barcelona, 1998.
- SCHWARTZ, H.: *Sociología cualitativa*. Ed.: Trillas. México, 1984.

- TAMAYO, M.: *El proceso de investigación científica*. Ed.: Limusa. México, 1981.
- THAGARD, P.: *Computational Philosophy of Science*. MIT Press. Cambridge, 1988.
- THOMAS, P.: *Abstract Data Types*. McGraw-Hill. New York, 1993.
- TRISCHLER, W.: *Mejora del valor añadido en los Procesos*. Ed.: Gestión 2000. Barcelona, 1998.
- UDAONDO, M.: *Gestión de la Calidad*. Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1992.
- VANDEVILLE, P.: *Gestión y Control de la Calidad*. Ed.: AENOR. Madrid, 1990.
- VANDEVILLE, P. Y GAMBIER, C.: *La auditoria de la Calidad: Metodología y Técnicas*. Ed.: AENOR. Madrid, 1998.
- VELASCO SÁNCHEZ, J. Y CAMPINS MASRIERA, J.A.: *Gestión de la Calidad (I y II)*. Ed.: Pirámide. Madrid, 1998.
- VILLEN, M. Y FDEZ OLIVA, J.: *Bases de Datos de Economía y Finanzas*. Ed.: FUINCA. Banco Bilbao-Vizcaya. Madrid, 1985.
- WAGNER, HARVEY M.: *Principles of Operation Research*. Prentice Hall International. New Jersey, 1980.
- WEIZENBAUM, J.: *La frontera entre el ordenador y la mente*. Ed.: Pirámide. Madrid, 1977.
- WERTZ, H.: *An Introduction to Programing in LISP*. Masson. Paris, 1985.
- WEST CHURCHMAN.: *El enfoque de Sistemas*. Ed.: DIANA. México, 1976.
- WINSTON, P.H. KLAWS, B Y HORN, P.: *LISP*. Addison Wesley Publishing Company. USA, 1991.
- WOOD, S.: *TURBO PASCAL*. Osborne. McGraw-Hill. México, 1986.
- ZEITHAML, V.A.: *Calidad total en la Gestión de Servicios*. Ed.: Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1993.

BIBLIOGRAFÍA: PUBLICACIONES PERIÓDICAS Y OTROS DOCUMENTOS.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL (R.P.C.): *Ciclo de Vida del Producto*.

Doc. Trabajo: 3LA21 06021-AAAA-DS. Madrid, 27/01/1995.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Change Request Requeriments (CR 's)*.

Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, marzo de 1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Definición de los Procesos Clave*.

Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, 20/10/1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Especificaciones del Sistema. Procesos SW*.

Doc. Trabajo.: 3CL 90000 AAAA ASZA y 3CL 90002 AAAA ASZA. Madrid, 17/05/1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Especif. del Sistema. Diseño SW*.

Doc. Trabajo.: 3CL 90003 AAAA ASZA al 3CL 90139 AAAA ASZA. Madrid, mayo de 1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Estructura de Datos EC-7.4*.

Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, agosto de 1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Problem Management Description*.

Doc. Trabajo. A1000 S12. Release 7. Amberes, octubre de 1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Failure Recorsds. S12 Office PM. Training Metodologies*. A1000 S12. IRPC - Release 7. Amberes, diciembre de 1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Problem Management Improvement*.

Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, junio de 1996.

ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *General Requeriments System*.

Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, enero de 1996.

- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Informes y Mensajes de Errores y Alarmas*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, abril de 1997.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Manual de Operaciones. Guia de Informes de Salida*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, enero de 1997.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Pruebas Finales y Casos de Prueba*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Release 7. Madrid, mayo de 1996.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Requeriments and Management Technical Reports (RMT's)*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, enero a agosto de 1996.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Root and Cause Analysis TE-7.2 Complaints*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Release 7. Madrid, diciembre de 1995.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Root and Cause Analysis TE-7.2 Methodology*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Release 7. Madrid, diciembre de 1995.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Fault Records Standard. Description Use*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Release 7. Madrid, diciembre de 1997.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Servicios Telefónicos de Sistemas Digitales*. Doc. Trabajo. A1000 S12. Madrid, marzo de 1995.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Sistemas de Conmutación Digital*. Doc. Trabajo. A1000 S12.IRPC. Madrid, marzo de 1996.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Technical Requeriments System*. Doc. Trabajo. A1000 S12.IRPC. Release 7. Madrid, marzo de 1996.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Sistemas de Conmutación Digital: Operación y Conservación*. Simposium en Madrid, noviembre de 1996.

- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *SPI Overwiev (System Process Improvement)*. Calidad del Sistema. A1000 S12.IRPC. Madrid, marzo de 1997.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *SPI Overview (SPI Course)*. Calidad del Sistema. A1000 S12.IRPC. Madrid, marzo de 1997.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Status of Fault Reports. Project TE-7.2*. Doc. Trabajo. A1000 S12.IRPC. Madrid, marzo de 1998.
- ALCATEL. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL. (R.P.C.): *Sistem Build TE-7.4 (Version 4.3 LCMS)*. Doc. Trabajo. A1000 S12.IRPC. Madrid, junio de 1998.
- ALUR, N. Y DAVIS, J.R.: *Bases de Datos: Cómo mejorar los RDBMS*. BYTE. Barcelona, mayo de 1997.
- ANDERSEN CONSULTING: *La fábrica del futuro*. Documentos. Madrid, junio de 1990.
- BALLESTERO, E. Y ROMERO, C.: *Economic Optimization by Compromise Programing*. Journal of Multimedia Decision Analisis. N.Y. April, 1993.
- BALLESTERO, E. Y COHEN, C.: *Metodología Multicriterio en las decisiones empresariales*. Revista de Organización y Dirección de Empresas (CEPADE). Madrid, enero 1998.
- CARBALLO, R.: *Sobre la Calidad y el proyecto de empresa*. Capital Humano, nº:63. Madrid, 1994.
- CHARNES, A Y COOPER, W.: *Global programming and Multiple Objective Optimization*. European Journal of Operation Research. Enero, 1977.
- CICLO MESAS REDONDAS.: *Telecomunicaciones y Teleproceso: su impacto en la sociedad*. Telecomunicaciones y Teleproceso. Madrid, junio de 1973.
- COBON, G. Y ZELENY, M.: *Computers and Operation Research*. European Journal of Operation Research. Julio, 1980.

ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS.: *Journal of Mathematical Economics*.

Ejemplares de 1984 a 1993. Amsterdam.

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA FUNCIÓN SOCIAL DE LAS TELECOMUNICACIONES:
Aplicaciones sociales de las Telecomunicaciones. F.D.C. Madrid, mayo de 1973.

FUNDESCO.: *Influencia de las Comunicaciones en la dinámica social*.

Seminario FUNDESCO. Madrid, enero de 1981.

IRACHIETA, J.M.; PRIDA, B. Y ABARCA, C.: *Metodología práctica para el diseño e implantación de Sistemas de calidad según las Normas ISO-9000*. Dirección y Organización de Empresas (UPM) CEPADE. Enero, 2000.

LÓPEZ SÁNCHEZ, J.I. Y CARRETERO DIEZ, J.E.: *La importancia de las técnicas de decisión basadas en la gestión del conocimiento: La ingeniería del conocimiento en España*.

Dirección y Organización de Empresas (UPM) CEPADE. Enero, 2000.

NAVARRO Cid, J.: *Gestión de Organizaciones: Gestión del Caos*.

Dirección y Organización de Empresas (UPM) CEPADE. Enero, 2000.

NOVAKOVICK, P. Y CARROLL, M: *La multimedia, que no cesa*. BYTE. Barcelona, 1997.

OPERATION RESEARCH.: *Operation Research. Orsa Tims Bulletin*.

Ejemplares de 1993 a 1996. Baltimore (Maryland).

ROSENBLATT, A.: *Concurrent Engineering*. IEEE Spectrum. New York. Jun, 1991.

SOCIEDAD DE ESTADISTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA.: *Trabajos de Investigación Operativa*.
Ejemplares de 1986 a 1992. Madrid.

STEIN, R.M.: *Bases de Datos de Objetos*. Binary. Barcelona. Sept. de 1994.

WELSON, J.L.: *RDBMS: Renovar el caparazón*. BYTE. Barcelona. Mayo de 1997.

WESLEY ALLEN, C.: *Simultaneous Engineering: Integrating, Manufacturing and Design*.
S.M.E. Michigan. Sept., 1990.

WHITNEY, D.E.: *La Interpretación del Diseño en la Fabricación*.
Harvard-Deusto Business Review. Jun, 1989.

TESIS DOCTORALES CONSULTADAS (Orden cronológico):

Tesis : El sistema de información en la empresa.

Sistemas y modelos contables de planificación y control.

Autor: Eduardo Bueno Campos.

Madrid, 1971.

Tesis : Las decisiones secuenciales en la empresa: Aplicaciones de la programación dinámica a los sistemas de gestión.

Autor: Leandro Cañivano Calvo.

Madrid, 1971.

Tesis : Sistemas de Información-Decision. Aplicaciones actuariales.

Autor: Jesús María Vegas Asensio.

Madrid, 1973.

Tesis : La simulación de sistemas empresariales: El laboratorio de la ciencia empresarial.

Autor: José Fco. Villar Puente.

Madrid, 1973.

Tesis : El sistema de información en la empresa como sistema de lenguaje.

Autor: Eduardo A. Pérez Saporito.

Madrid, 1980.

Tesis : Costes y precios del riesgo: Aproximación a través de la teoría de los sistemas.

Autor: Angel Vegas Montaner.

Madrid, 1981.

Tesis : La metodología estadística y el proceso de conocimiento.

Autor: Antonio Franco Rodríguez-Lázaro.

Madrid, 1986.

Tesis : Cauces de la racionalidad empresarial a la luz de los sistemas basados en el conocimiento: Un análisis metodológico.

Autor: L. Eugenio Carretero Díaz.

Madrid, 1988.

Tesis : Metodología e implicaciones estratégicas en la implantación de un sistema de información en la organización.

Autor: Cármen Díaz Martín.

Madrid, 1993.

Tesis : Aplicación de los sistemas expertos en el proceso de creación de empresas.

Autor: El-Sayed Megahed.

Madrid, 1993.

Tesis : Organización plurimodular de un servicio integral de calidad en la industria de valores.

Autor: José María Lopez-Arcas Lostated.

Madrid, 1993.

Tesis : Factores determinantes de la calidad percibida:

Influencia en la decisión de compra.

Autor: Sergio Calvo Fernández.

Madrid, 1997.

Tesis : Dualidad y sensibilidad en la programación multiobjetivo.

Aplicaciones a la teoría financiera.

Autor: Adolfo Aparicio Rozas.

Madrid, 1998.

