NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL: EL SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA. SINAMBA

José Manuel MOREIRA
Servicio de Evaluación de Recursos Naturales
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

RESUMEN

Con una superficie similar a la de Portugal (87.200 km^2) y siendo la región más meridional de Europa, Andalucía se caracteriza por presentar una variabilidad natural y socioeconómica de extraordinarios contrastes. Como región de historia milenaria, la intensa utilización humana del territorio ha conllevado la aparición de múltiples problemáticas de incidencia ambiental, que se han visto aceleradas en los últimos años, y que amenazan la preservación de los recursos naturales de la región, como son la erosión, los incendios forestales, la contaminación de los suelos, las aguas y la atmósfera, la degradación del paisaje,...

Respondiendo al triple reto de la heterogeneidad, dispersión e inadaptación de la información clásica a las nuevas necesidades de la gestión del medio ambiente, desde su constitución, la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, trabaja en la formación y desarrollo de un sistema de información que responda a las necesidades actuales de la planificación del desarrollo y gestión de los recursos naturales de la región. Se trata de un instrumento que responde a los esquemas de los Sistemas de Información Geográfica, integrando bases de datos georreferenciados (usos del suelo, clima, datos socioeconómicos, datos relativos a la emisión e inmisión de la contaminación, etc.), información gráfica o visual (cartografía, imágenes fotográficas, etc.) e información obtenida por medio de la teledetección espacial, con un amplio abanico de posibilidades de tratamientos relacionados.

En el SinambA, nombre abreviado del Sistema de información ambiental de Andalucía, se pretende acumular, de forma sistemática, el máximo nivel de conocimiento del medio, que en cada momento pueda obtenerse, manteniendo y ampliando sus bases de datos, alimentadas por fuentes de diverso origen, y sometiendo las mismas a continuos procesos de depuración.

El SinambA, tras diez años de andadura, se caracteriza, hoy en día, por ser un sistema operativo que ha consolidado los siguientes elementos:

- Confección de bases de datos, alfanuméricos y georreferenciados, sobre los principales recursos naturales, sistema productivo, modo de vida y calidad ambiental de la región, acomodados a los estándares europeos definidos por *CORINE* (Sistema de Información Ambiental equivalente a nivel de la Unión Europea).

- Conformación y desarrollo de la arquitectura informática (elementos hardware y del software necesarios para el tratamiento de la información).

- Desarrollo de las técnicas de tratamiento digital de las imágenes de satélite.

- Definición de niveles coherentes de manejo de la información generada e integrada en el Sistema.

Este último aspecto es de trascendental importancia para comprender el funcionamiento del SinambA, ya que en él existe un nivel de información referido a toda Andalucía, con posibilidad de uso en escalas de reconocimiento (escala menor que 1:100.000), otro a nivel de semidetalle (escala 1:50.000), y finalmente un nivel de detalle (escala mayor que 1:10.000) restringido a espacios de especial interés ambiental.

INTRODUCCIÓN

Desde hace pocos años la sociedad comienza a asumir una nueva visión de sus relaciones con el medio que la rodea, no ya desde una perspectiva de excepción, como cuando se producen catástrofes provocadas por el hombre, o posicionamientos ecologistas extremos, sino desde una posición global que afecta desde las más pequeñas cosas, como consumir productos "naturales", hasta las más generales, como la preocupación por fenómenos de cambios climáticos en la tierra, subidas del nivel del mar, contaminación marina, etc.

Se podría decir, incluso, que "el Medio Ambiente" está de moda en la sociedad, habiendo pasado, en poco más de un decenio, de una situación en que éste no existía oficialmente, a otra en la que los programas políticos han asumido la preocupación social medioambiental. Esta misma moda ambientalista recorre las universidades y las empresas, que ofrecen formación y gabinetes destinados a esta nueva disciplina que, además, promete como objeto de inversión hacia el futuro.

Todo ello es así, evidentemente, porque la sociedad ha tomado conciencia, al fin, de que el problema de la supervivencia de nuestro planeta y sus especies es nuestro problema, pero además y, sobre todo, porque los agentes económicos han empezado a observar cómo el deterioro del Medio Ambiente conlleva un deterioro en los resultados económicos del proceso productivo cada vez a más corto plazo. Hay que añadir que el Medio Ambiente ha entrado también en el proceso de producción dando lugar a posibilidades de inversión que generan beneficios y proporcionan una buena imagen.

Frente a esta nueva orientación podemos preguntarmos qué conocemos en mayor profundidad de ese difuso concepto que llamamos Medio Ambiente. Cuáles son sus elementos y las herramientas necesarias para su análisis. En este sentido, las construcciones teóricas de esta disciplina se fundamentan en la unión de otras muchas disciplinas, las cuales, interrelacionadas, permiten realizar un análisis convencional de ese todo que es el Medio Ambiente. No obstante, los niveles de profundización en el conocimiento de los problemas ambientales siguen manteniéndose en un estadío aún lejano al de la preocupación social actual.

Ello se debe a que no se ha hecho un análisis relativo a cuáles son las necesidades de información a generar y cómo debe de crearse esa información para poder comprender en profundidad los problemas medioambientales, sino que se han extrapolado procedimientos y formas de otras disciplinas sin la necesaria readaptación a las peculiaridades básicas de esta nueva disciplina: la importancia del espacio, del tiempo y la absoluta interrelación, en estas dos dimensiones, de variables y parámetros físicos y socioeconómicos.

Por consiguiente, si consideramos la información como un "poder" para actuar sobre un objeto o medio, podemos decir que ese poder en la actualidad es bastante deficiente, ya que las escasas herramientas de conocimiento que proporciona no son aún acordes con el objeto de análisis. Son numerosos los ejemplos que podrían citarse, pero baste uno sencillo. Una marisma es un medio natural extraordinariamente complicado al ser una interfase marítimo-terrestre. El análisis convencional que, desde el punto de vista espacial, se realiza de él es el de una cartografía en la que (al mayor nivel de detalle) sólo aparecerán algunos caños y puntos acotados de altimetría. Con esta información difícilmente podremos llegar a conocer cómo funciona hídricamente este espacio, cómo se producirán las concentraciones de contaminación o biomasa, etc. En el extremo opuesto, la misma cartografía convencional, para zonas urbanas, sí tiene establecidas sus normas de análisis para poder actuar definiendo el parcelario urbano, la altura de la edificación, el viario e incluso árboles aislados. Es preciso, pues, definir cuáles son las variables básicas a contemplar desde un punto de vista ambiental, que no tienen por qué ser prolongación de disciplinas preexistentes.

No obstante estos planteamientos no implican que la información existente no sea de utilidad, pero sí que debe de ser revisada y reestructurada para solucionar algunos de los problemas de la información, que podrían resumirse en:

- Heterogeneidad: la información útil para la gestión del medio ambiente es generada por diferentes organismos con diversos métodos. Es necesario homogeneizar y homologar la información.

- Dispersión: la información existente debe buscarse entre muchos documentos difícilmente controlables. Por ejemplo, mapas, tesis, libros,...

- Inadaptación de la información "clásica" a las nuevas necesidades de la gestión del medio ambiente. Falta de referencia espacial adecuada en la información temática y se carece de una única base cartográfica a la que referir la información.

Dos nuevos instrumentos tecnológicos nacidos en los años 60, y en expansión en la actualidad, permiten vislumbrar una solución rápida y eficaz a esta problemática. Se trata de los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) y de la Teledetección espacial. Ambos suponen no sólo herramientas para el manejo en ordenador de información, sino una nueva filosofía que afecta a las condiciones en que dicha información debe generarse para poder ser utilizada en el espacio.

En este sentido, un S.I.G. es un conjunto de programas de ordenador que permiten grabar, manipular, analizar y modelizar información referida al espacio, constituyendo su característica esencial el definir las relaciones "topológicas" entre una variable espacial y todo lo que la rodea. Estos Sistemas contemplan el mundo real segmentado en "capas" de información homogénea (temática) que pueden superponerse en el espacio y el tiempo. La teledetección espacial es, igualmente, una tecnología de percepción remota de la realidad física mediante sensores situados en satélites capaces de escrutar los objetos terrestres en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético.

Esta nueva tecnología está revolucionando los procedimientos de observación de nuestro planeta, aportando a los métodos convencionales una serie de ventajas:

- Una visión sintética, integrada y uniforme de la superficie terrestre.

- La repetitividad en la observación de un mismo lugar (actualmente cada media hora en satélites meteorológicos y cada 16 días en satélites de reconocimiento de recursos naturales).

- La calidad geométrica que, a través de tratamientos informáticos, permite actualizar cartografías topográficas y temáticas automáticamente.

- La enorme riqueza de información sobre un mismo objeto, al ser registrado su comportamiento en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético.

1. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA

Desde su constitución, la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía trabaja en la formación y desarrollo de un Sistema de Información que responda a las necesidades actuales de la planificación del desarrollo y gestión de los recursos naturales de la región. Se trata de un instrumento que responde a los esquemas de los Sistemas de Información Geográfica, integrando bases de datos georreferenciados (usos del suelos, clima, datos socioeconómicos, datos relativos a la emisión e inmisión de la contaminación, etc.), información gráfica o visual (cartografía, imágenes fotográficas...), e información obtenida por medio de la teledetección, con un amplio abanico de posibilidades de tratamientos relacionados.

En el SinambA, nombre abreviado del Sistema de Información Ambiental de Andalucía, se pretende acumular, de forma sistemática, el máximo nivel de conocimiento del medio que en cada momento pueda obtenerse, manteniendo y ampliando sus bases de datos, alimentadas por fuentes de diverso origen, y sometiendo las mismas a continuos procesos de depuración y ampliación. La información que pueda extraerse de la interpretación de las imágenes teledetectadas es una fuente potentísima para esta tarea de depuración, ampliación y corrección de la información obtenida por procedimientos convencionales.

La interrelación global entre todos los soportes, elementos informativos y el equipo pluridisciplinar que lo ha diseñado y explota (informáticos, geógrafos, ingenieros, físicos, economistas, etc...) es la principal garantía de su eficacia como apoyo a los procesos de tomas de decisión. Su funcionamiento, como sistema capaz de simular distintas y complejas situaciones de la vida real, permitirá la evaluación de políticas o actuaciones susceptibles de incidir sobre el medio, como también de la aplicación de normas e instrumentos legales de gran importancia, como pueden ser la evaluación de impactos ambientales para la autorización de actividades, los programas de promoción de áreas desfavorecidas, el seguimiento y evaluación de los déficits medioambientales de la región, etc.

El SinambA ha cubierto ya una primera fase de desarrollo que ha estado centrada en las siguientes líneas principales:

1. Confección de bases de datos, alfanuméricos y georreferenciados, sobre los principales recursos naturales (relieve, suelo, clima, agua, uso y vegetación actual).

2. Confección de bases de datos, alfanuméricos y georreferenciados, sobre la estructura socioeconómica de la región, a escala municipal.

3. Confección de bases de datos, alfanuméricos y georreferenciados, sobre la carga contaminante que pesa sobre la región, diferenciando la carga de emisión de la estructura socioproductiva y la capacidad de inmisión de diversos agentes (salud humana, flora y fauna, edificaciones, recursos naturales, etc..) que se han seleccionado.

4. Conformación y desarrollo de la arquitectura informática (elementos de hardware y del software necesarios para el tratamiento de la información procesada).

5. Desarrollo de las técnicas de tratamiento digital de las imágenes de satélite.

6. Definición de niveles coherentes de manejo de la información generada e integrada en el Sistema.

Este último aspecto es de trascendental importancia para comprender el funcionamiento del SinambA, ya que en él existe un nivel de información referido a toda Andalucía, con posibilidad de uso en escalas de reconocimiento (menores o igual a 1:100.000) y un nivel de detalle (escala escala mayor o igual a 1:10.000) restringido a espacios de especial interés ambiental.

En definitiva, el SinambA se configura como un modelo complejo de simulación-predicción que supera interpretaciones parciales de la realidad, en las que se han basado los modelos tradicionales de las ciencias sociales y naturales. Ello supone un avance en el estudio y evaluación de los problemas al conjugar todos los campos temáticos (biología, geología, economía, sociología...) a la hora de enjuiciar y valorar situaciones y perspectivas futuras, alejándose de las formas unívocas y restrictivas al uso.

El conjunto de bases de datos relacionados y georreferenciados que conforman el SinambA, va más allá de ser una mera recopilación de información, configurándose como un modelo interdisciplinario capaz de dar respuestas a cuestiones tanto explicativas de la realidad, como orientativas de futuras actuaciones de agentes públicos y privados. Preguntas como ¿cuáles son los puntos más graves de contaminación de un río y por qué causas?, ¿cuál es el costo económico de mantener esa carga contaminante sobre determinada cuenca hidrográfica?, ¿qué zonas del territorio presentan mayores riesgos de erosión y cuáles son los daños ocasionados a consecuencia de ello en la agricultura, en la capacidad hídrica y, por tanto, energética?, ¿dónde se localizan y de qué tipo son las industrias más contaminantes?, ¿qué criterios habrán de tenerse en consideración en la toma de decisiones sobre autorizaciones o evaluaciones de los impactos de determinadas actividades (turística, industrial, etc...)?, podrán ser respondidas por el Sistema de Información Ambiental, de forma que las decisiones que diariamente se plantean en ejecución de una estrategia de desarrollo y crecimiento económico, sean acordes y racionales con un nuevo planteamiento de coherencia y respeto con el territorio y sus recursos.

2. APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE ANDALUCÍA

El SinambA, como todo Sistema de Información Geográfica, es un sistema de bases de datos para manejo de datos digitalizados espaciales y temáticos de muy diversa índole. Sus aplicaciones fundamentales se dirigen a facilitar la evaluación, gestión y planificación de los recursos naturales y socioeconómicos asistida por ordenador. Estas aplicaciones pueden ser múltiples, derivándose de los componentes esenciales del Sistema. Permite la introducción de información en forma de tablas o mapas. Ello da lugar a la generación de un archivo de datos interrelacionados, los cuales pueden ser consultados a través de diversos periféricos de ordenador. Pero el Sistema dispone también de herramientas de análisis y manipulación para la generación de modelos de evaluación y/o gestión de la información. Finalmente, es posible obtener salidas gráficas, cartográficas y listados de informaciones simples o agrupadas.

Los datos introducidos en el Sistema son, normalmente, datos temáticos y espaciales derivados de una combinación de mapas existentes, fotografías aéreas y tratamientos realizados sobre imágenes obtenidas por sensores remotos. Con el subsistema de manejo de datos y el de análisis se pueden establecer procedimientos especiales para generar informaciones derivadas, como, por ejemplo: cuáles son las mejores tierras para realizar una repoblación forestal con una especie determinada. Con el subsistema de salidas de datos se pueden obtener informes en forma tabular o cartográfica de los fenómenos a estudiar. Por otra parte, como la recopilación de información en que se basa el Sistema queda rápidamente obsoleta, es necesario proceder a la actualización periódica del mismo, con nuevos datos espaciales y temáticos. Los sensores remotos, situados a bordo de satélites son las fuentes más eficaces para este tipo de actualizaciones, pudiendo ser empleados, sus datos, en combinación con otros elaborados de forma convencional y derivar aplicaciones de evaluación, control y seguimiento que pueden tener múltiples finalidades.

De este modo, el SinambA se constituye en un Sistema con capacidad de simulación, al objeto de ofrecer soluciones prácticas a problemas complejos de la gestión ambiental.

Las aplicaciones potenciales del Sistema son tan numerosas, como variadas. Algunos ejemplos de las mismas pueden ser las siguientes:

- Producción de cartografía, básica, temática, o de imágenes de satélite, siempre con amplias posibilidades de tratamiento, incluyendo la combinación entre ambos tipos de representación.

- Inventarios de usos, generales o específicos.

- Cálculos geográficos.

- Producción de informes especializados, y actualizados, para estudios, proyectos u otros fines que lo requieran.

- Detección y seguimiento de fenómenos o procesos físicos, naturales o artificiales (dinámica litoral, dispersión de contaminantes, incendios forestales, inundaciones y otros episodios catastróficos, cambios de usos, control de plagas y enfermedades vegetales, surgencias de agua en el mar,...).

- Pronóstico de producciones agrícolas o forestales.

- Evaluaciones de capacidad de uso de los recursos.

- Evaluaciones de calidad, impactos, o costes ambientales.

De esta forma, el SinambA permite simular la compleja realidad de la naturaleza, incluida la propia acción humana, segmentándola en múltiples aspectos homogéneos que facilitan su comprensión y, por tanto, la planificación de las intervenciones necesarias en aras del desarrollo socioeconómico y de la protección de la naturaleza.

Cita bibliográfica:

MOREIRA, J.M. *1994. Nuevas Tecnologías en el análisis y gestión del medio natural. El Sistema de información ambiental de Andalucía. SinambA. Jornadas Técnicas sobre S.I.G. y Teledetección aplicados a la ordenación del territorio y el medio ambiente. Victoria Gasteiz, 21-24 Noviembre 1994.*

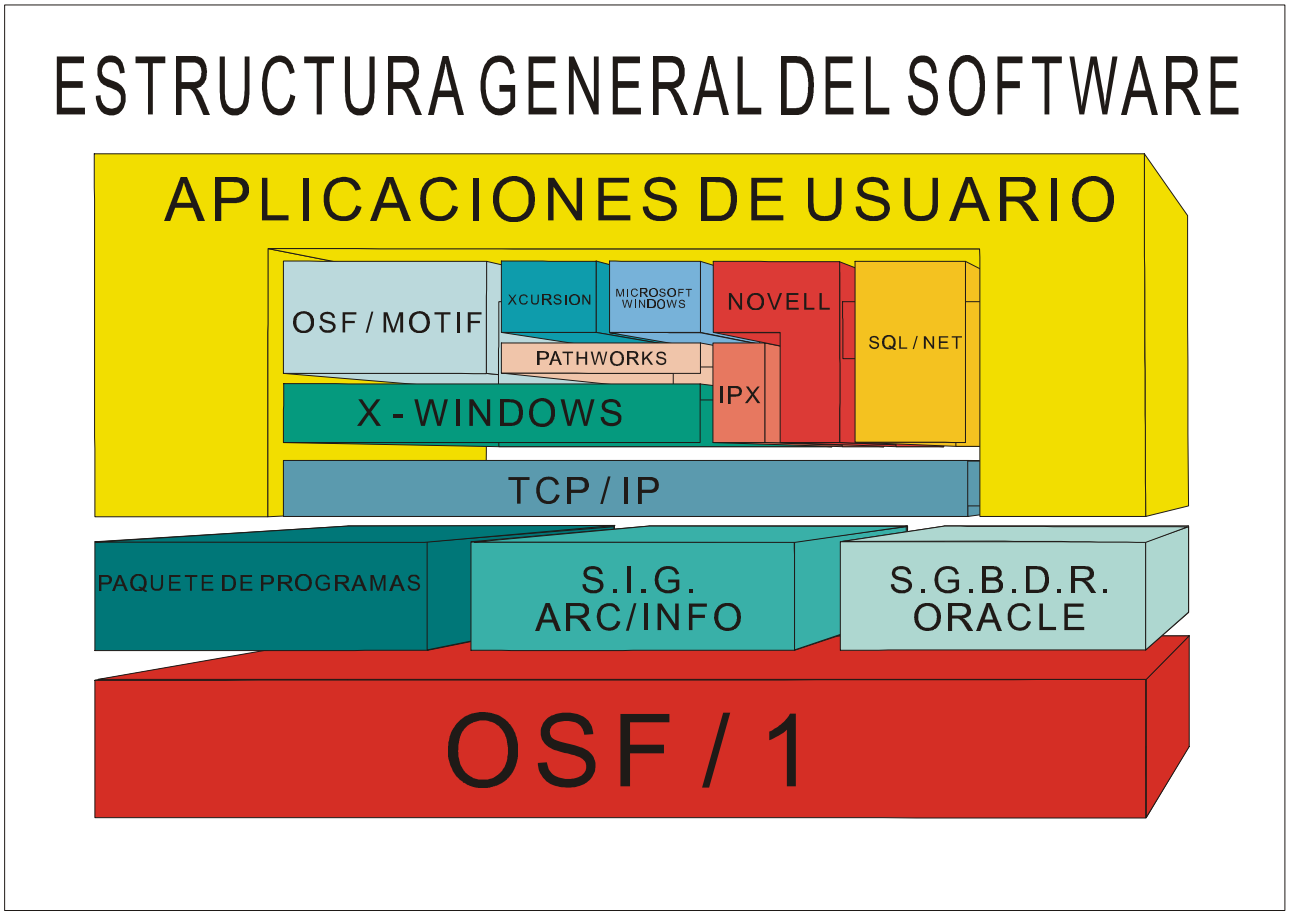
ESTRUCTURA GENERAL DEL SOFTWARE
APLICACIONES DE USUARIO
OSF / MOTIF
XCURSION
MICROSOFT WINDOWS
NOVELL
SQL / NET
PATHWORKS
IPX
X - WINDOWS
TCP / IP
PAQUETE DE PROGRAMAS
S.I.G. ARC/INFO
S.G.B.D.R. ORACLE
OSF / 1

Figura 1.

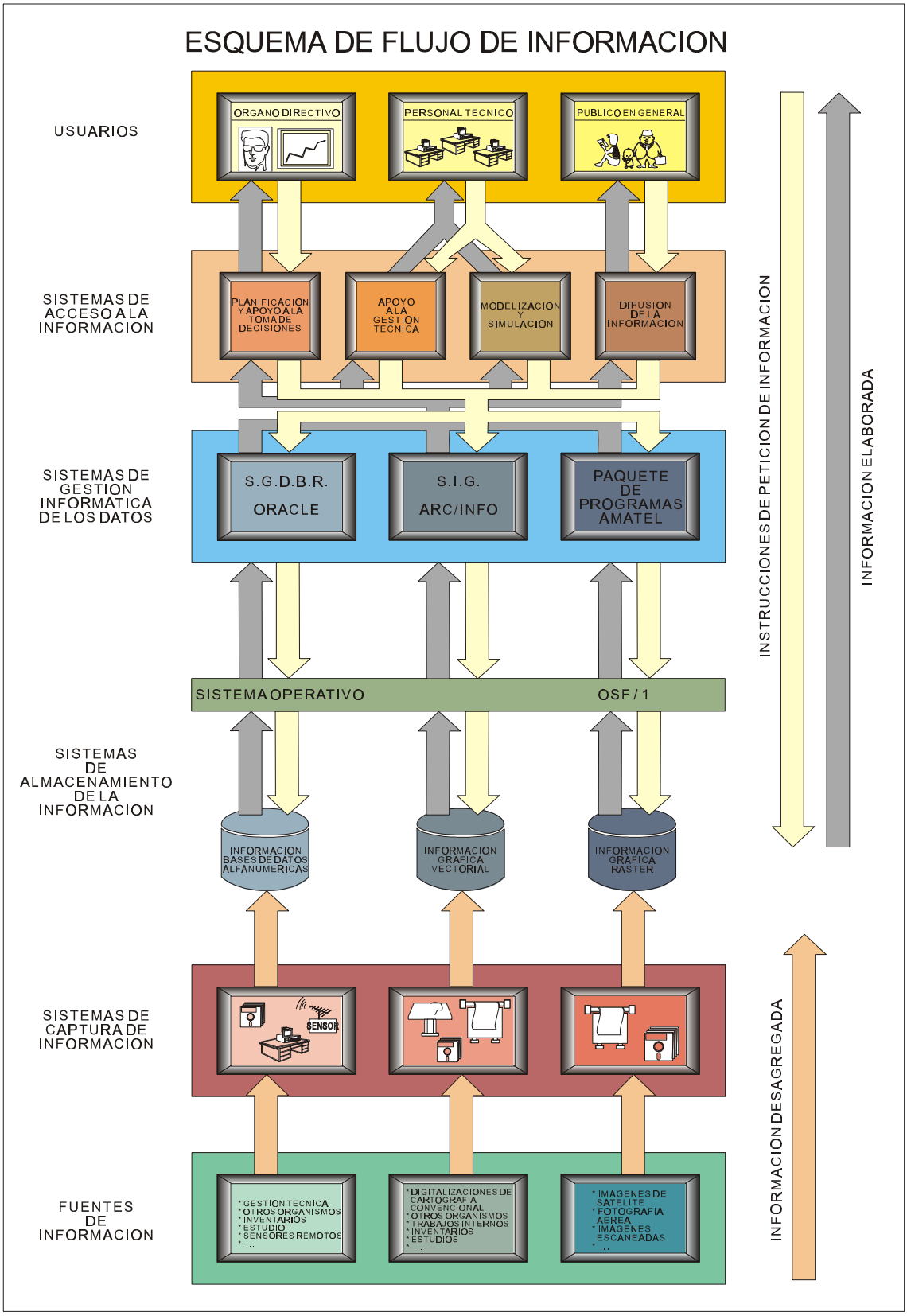
ESQUEMA DE FLUJO DE INFORMACION
USUARIOS
ORGANO DIRECTIVO
PERSONAL TECNICO
PUBLICO EN GENERAL
SISTEMAS DE ACCESO A LA INFORMACION
PLANIFICACION Y APOYO A LA TOMA DE DECISIONES
APOYO A LA GESTION TECNICA
MODELIZACION Y SIMULACION
DIFUSION DE LA INFORMACION
SISTEMAS DE GESTION INFORMATICA DE LOS DATOS
S.G.D.B.R. ORACLE
S.I.G. ARC/INFO
PAQUETE DE PROGRAMAS AMATEL
SISTEMA OPERATIVO
OSF / 1
SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACION
INFORMACION BASES DE DATOS ALFANUMERICAS
INFORMACION GRAFICA VECTORIAL
INFORMACION GRAFICA RASTER
SISTEMAS DE CAPTURA DE INFORMACION
SENSOR
FUENTES DE INFORMACION
* GESTION TECNICA
* OTROS ORGANISMOS
* INVENTARIOS
* ESTUDIO
* SENSORES REMOTOS
* ...
* DIGITALIZACIONES DE CARTOGRAFIA CONVENCIONAL
* OTROS ORGANISMOS
* TRABAJOS INTERNOS
* INVENTARIOS
* ESTUDIOS
* ...
* IMAGENES DE SATELITE
* FOTOGRAFIA AEREA
* IMAGENES ESCANEADAS
* ...
INSTRUCCIONES DE PETICION DE INFORMACION
INFORMACION ELABORADA
INFORMACION DESAGREGADA

Figura 2.

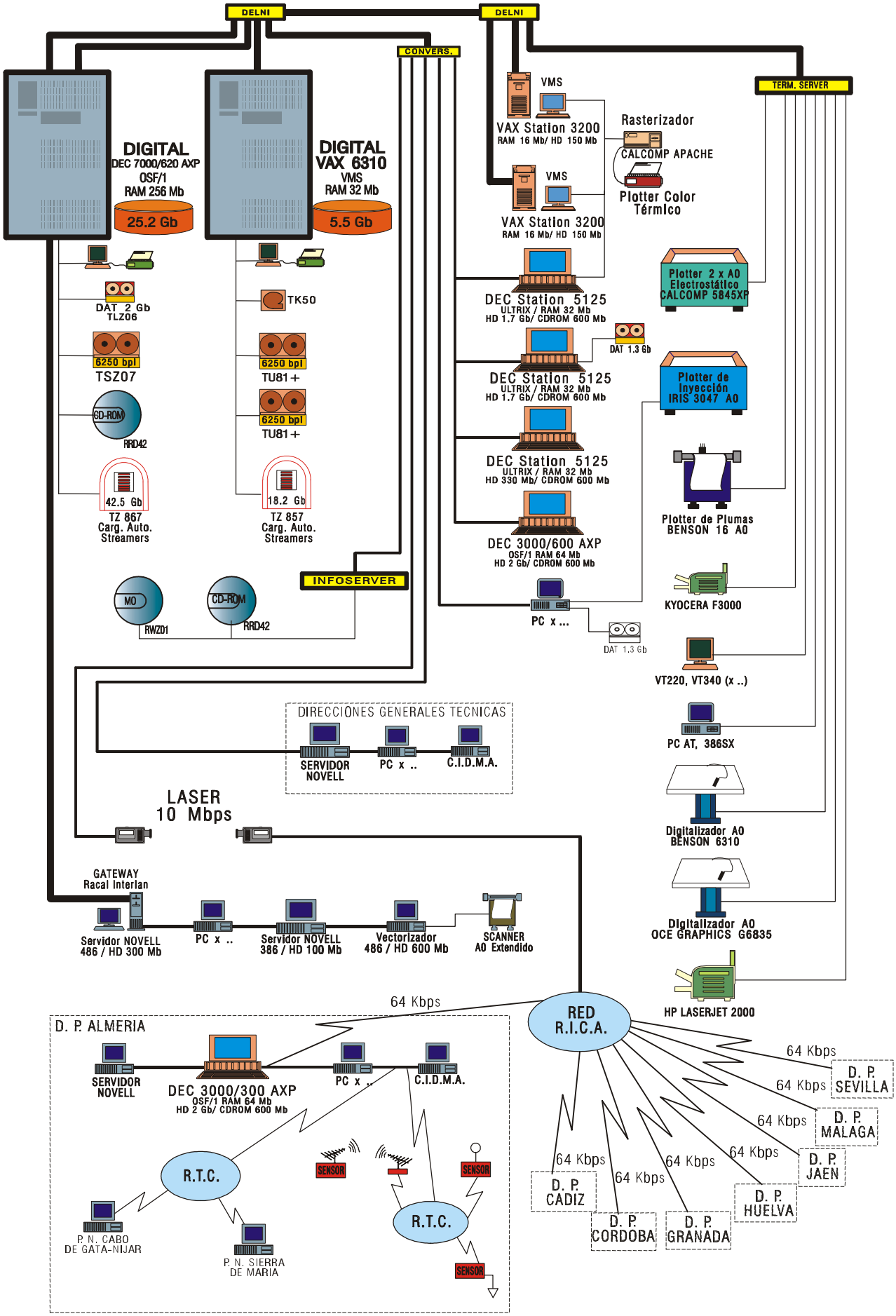
DELNI
DELNI
CONVERS.
TERM. SERVER
DIGITAL
DEC 7000/620 AXP
OSF/1
RAM 256 Mb
25.2 Gb
DIGITAL
VAX 6310
VMS
RAM 32 Mb
5.5 Gb
VMS
VAX Station 3200
RAM 16 Mb/ HD 150 Mb
Rasterizador
CALCOMP APACHE
Plotter Color
Térmico
VMS
VAX Station 3200
RAM 16 Mb/ HD 150 Mb
DAT 2 Gb
TLZ06
TK50
6250 bpi
TSZ07
6250 bpi
TU81+
GD-ROM
RRD42
6250 bpi
TU81+
42.5 Gb
TZ 867
Carg. Auto.
Streamers
18.2 Gb
TZ 857
Carg. Auto.
Streamers
DEC Station 5125
ULTRIX / RAM 32 Mb
HD 1.7 Gb/ CDROM 600 Mb
Plotter 2 x A0
Electrostático
CALCOMP 5845XP
DAT 1.3 Gb
DEC Station 5125
ULTRIX / RAM 32 Mb
HD 1.7 Gb/ CDROM 600 Mb
Plotter de
Inyección
IRIS 3047 A0
DEC Station 5125
ULTRIX / RAM 32 Mb
HD 330 Mb/ CDROM 600 Mb
Plotter de Plumas
BENSON 16 A0
DEC 3000/600 AXP
OSF/1 RAM 64 Mb
HD 2 Gb/ CDROM 600 Mb
KYOCERA F3000
INFOSERVER
MO
RWZ01
CD-ROM
RRD42
PC x ...
DAT 1.3 Gb
VT220, VT340 (x ..)
DIRECCIONES GENERALES TECNICAS
SERVIDOR
NOVELL
PC x ..
C.I.D.M.A.
PC AT, 386SX
LASER
10 Mbps
Digitalizador A0
BENSON 6310
GATEWAY
Racal Interlan
Servidor NOVELL
486 / HD 300 Mb
PC x ..
Servidor NOVELL
386 / HD 100 Mb
Vectorizador
486 / HD 600 Mb
SCANNER
A0 Extendido
Digitalizador A0
OCE GRAPHICS G6835
HP LASERJET 2000
64 Kbps
RED
R.I.C.A.
D. P. ALMERIA
SERVIDOR
NOVELL
DEC 3000/300 AXP
OSF/1 RAM 64 Mb
HD 2 Gb/ CDROM 600 Mb
PC x ..
C.I.D.M.A.
R.T.C.
SENSOR
SENSOR
R.T.C.
P. N. CABO
DE GATA-NIJAR
P. N. SIERRA
DE MARIA
SENSOR
64 Kbps
D. P.
SEVILLA
64 Kbps
D. P.
MALAGA
64 Kbps
D. P.
JAEN
64 Kbps
D. P.
HUELVA
64 Kbps
D. P.
GRANADA
64 Kbps
D. P.
CORDOBA
64 Kbps
D. P.
CADIZ
64 Kbps

Figura 3.