

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/312890892>

# Integración Dinámica y Digital de Cartas para la Producción de Mapas de Grandes Regiones

Conference Paper · November 2002

---

CITATIONS

3

READS

27

## 1 author:



[Gabriel Asato](#)

Servicio Geológico Minero Argentino

47 PUBLICATIONS 33 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

## Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Geospatial data management techniques [View project](#)



Ecosystems for Innovation. Technology Adoption Process for South America [View project](#)

## **Integración Dinámica y Digital de Cartas para la Producción de Mapas de Grandes Regiones**

**Carlos Gabriel Asato**

Servicio Geológico Minero Argentino  
Av. Julio A. Roca 651, p8 of1  
Buenos Aires  
ARGENTINA.  
[gasat@secind.mecon.gov.ar](mailto:gasat@secind.mecon.gov.ar)

Palabras Clave: GIS, Sistemas Institucionales de Información Geográfica, Cartografía digital, Administración GIS, Mapas temáticos, Integración Cartográfica.

### **ABSTRACT**

People who works with digital map technology expect to handle data taken from digital sheets as a continuous map or for making larger maps with smaller scales. Geographical data integration and map generalization involves a series of techniques and tasks where data, work procedures and people have to be specially prepared and coordinated, in order to obtain spatially and thematically consistent maps. Hardware and software also have to be tuned in order to manage a huge amount of data, information digitised by different operators, and data taken from different maps. The purpose of this paper is to discuss different criteria about geographical integration of different maps at smaller scales and how that techniques were used for making the 1:750.000 geological Santa Cruz province map from Argentina.

### **RESUMEN**

La producción cartográfica digital prevee la reutilización de la información contenida en los mapas, ya sean en forma de un mapa continuo o integrada en mapas regionales de menor escala. Dentro de este contexto la generación de este tipo de mapas obliga a que la digitalización y edición de datos se distribuya entre numerosos técnicos, lo cual hace necesario contar con un buen sistema de procedimientos y control a fin de coordinar las tareas. Por otro lado el trabajo en grandes regiones trae como consecuencia el manejo de gran cantidad de cartas levantadas en diferentes épocas, con distintas proyecciones y tal vez con criterios de levantamiento e ingreso de datos disímiles. En otro de sus aspectos obliga a definir metodologías informáticas especiales de manejo de archivos y de generalización de datos. En este trabajo se discuten los elementos que deben ser tenidos en cuenta para la integración de datos de diferentes cartas en mapas regionales y se expone como aplicación de estos criterios el mapa a escala 1:750.000 de la provincia de Santa Cruz, Argentina.

### **1. INTRODUCCION**

La realización de mapas de grandes regiones a partir de la generalización de mapas de mayor escala conlleva una serie de dificultades técnicas, tales como la definición de las metodologías de generalización, la administración y coordinación de trabajos de digitalización y edición, el control de numerosos archivos digitales, el balanceo de las tareas de procesamiento con la capacidad de computación actual, y el desarrollo de métodos de despliegue de gran cantidad de información.

En este caso específico, la realización del mapa geológico regional de la provincia de Santa Cruz, Argentina, se realizó a partir de 27 cartas geológicas digitalizadas a escala 1:250.000, las cuales fueron integradas en un solo mapa a escala 1:750.000.

A diferencia de las metodologías de digitalización tradicionales que, se basan en la integración "física" de varios archivos en uno solo, esta metodología permite la integración dinámica y distribuida de los archivos digitales 1:250.000 de manera que, a partir de la información dispuesta en cartas separadas y bajo

la supervisión de distintos digitalizadores, pueda obtenerse un mapa regional con toda la información integrada, en las distintas etapas de desarrollo de los trabajos.

De esta manera, se logra que el trabajo de los digitalizadores, en cierto aspectos, se realice en forma independiente, de modo tal que la digitalización, las correcciones y observaciones de cada una de las cartas corre bajo responsabilidad de cada uno de los operadores.

Desde el punto de vista informático, la distribución y organización de la información en cartas separadas facilitó el manejo de los datos, ya que la carga de procesamiento de la computadora también se distribuyó en el tratamiento de los archivos de menor volumen. Si bien un tipo de metodología similar de tratamiento de datos es provista por software comercial existente, este tiene el inconveniente de ser muy rígido en sus estructuras de datos y además suele necesitar de un entrenamiento y configuración de equipamiento especial que suele resultar muy oneroso.

La integración cartográfica se logra en primer lugar definiendo a la hoja cartográfica o carta como unidad de captura y manejo de información. Luego, se revisa y normaliza la información, se definen los criterios de generalización y agregación de datos, y se coordina la información de hojas adyacentes desde el punto de vista temático y de las proyecciones de manera tal de obtener un mapa con una representación coherente a la escala 1:750.000. Como última etapa, el archivo gráfico obtenido con el SIG es procesado y embellecido con un programa de edición gráfica.

## **2. ESTRUCTURA DEL GRUPO DE TRABAJO**

La definición de los perfiles profesionales del grupo de trabajo formó parte importante del diseño y desarrollo del proyecto. El grupo de trabajo fue integrado por un desarrollador y administrador SIG, dos geólogos especialistas en cartografía geológica regional, cuatro digitalizadores de datos geológicos y dos editores de cartografía digital topográfica, uno de estos últimos especialista en representaciones cartográficas.

Las tareas y responsabilidades del personal fueron distribuidas de la siguiente manera:

- Geólogo Especialista en SIG:  
Diseño de la base de datos, diseño de metodología de trabajo digital, generación de programas de producción, estudio de metodologías de almacenamiento de la información y distribución de datos.
- Geólogos Regionalistas  
Generación de nuevas cartas geológicas, actualización e integración de datos geológicos de mapas adyacentes según un criterio geológico regional, selección de colores, y rastras de las rocas y estructuras geológicas, construcción de la columna estratigráfica de la región. Revisión y aprobación del mapa final.
- Cartógrafo  
Definición de criterios de generalización de objetos cartográficos, definición de la toponimia para la nueva escala, proyección de despliegue de los datos, diseño artístico del mapa.
- Digitalizadores  
Digitalización, edición, conversión y revisión de datos siguiendo la Normativa de Digitalización de Cartas Geológicas.

## **3. EQUIPAMIENTO**

Como equipamiento se contó con seis computadoras PC Windows NT 4 con emuladores de terminal X, las cuales se conectan a un servidor de aplicaciones UNIX Sun Enterprise 250, con Arc-Info versión 8, que además centraliza el desarrollo y operación de todos los macros.

Los archivos fueron almacenados, compartidos y respaldados en un servidor de archivos de arquitectura PC con LINUX Red Hat. La conectividad con las PCs se realizó mediante el protocolo SMB

(SAMBA) y con el sistema UNIX mediante NFS, las tareas de respaldo (back-up) se realizaron con macros que se ejecutan automáticamente realizados en shell script.

Los trabajos de edición de archivos gráficos postscript fueron realizados con una PC con Windows NT 4 y Corel-DRAW versión 9.

Para la impresión de los mapas se utilizó un plotter HP 5000 con intérprete postscript y RIP interno, el cual cuenta con varios protocolos de impresión: http, lpd, ftp e impresión a través del print manager de windows.

Todos los componentes anteriormente mencionados se conectaron utilizando una red de 100 mb. Cabe destacar la importancia de contar con una velocidad de red alta, dada la gran cantidad de datos que se transmiten en este tipo de trabajos (fig. 1).

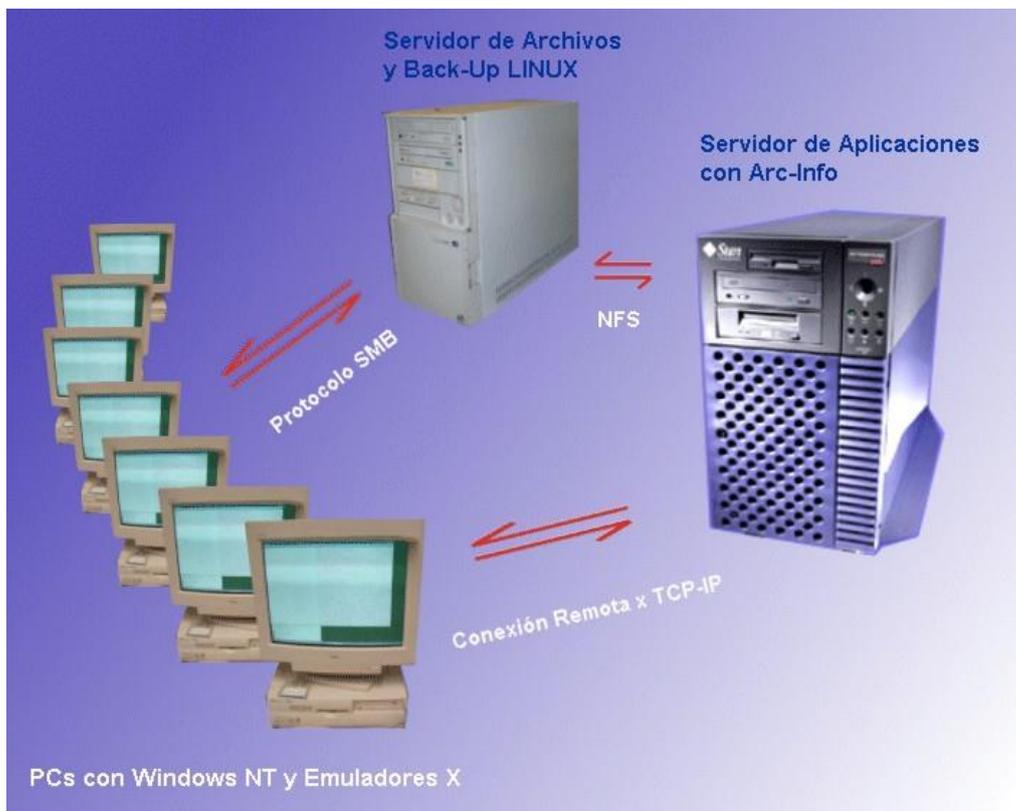


Figura 1 Esquema de la Estructura Informática

#### 4. CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION DIGITAL DE BASE

La información geológica forma parte del Programa de Cartas Geológicas de la República Argentina (Ley Nacional 24.224), actividad que es responsabilidad del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Las cartas geológicas digitales utilizadas, a escala 1:250.000, forman parte de la base de datos de geología regional (Asato et al., 1995); las áreas sin cubrimientos debieron ser digitalizadas especialmente para este proyecto. En todos los casos la estructura de datos fue creada siguiendo las normas del SEGEMAR (Asato, 1995, PASMA, 1997), normas en las que se detallan las metodologías de codificación de archivos, modelo de capas de información, estructuras de tablas de atributos, colores, etc.

La información topográfica digital, pertenece al Instituto Geográfico Militar (IGM), el cual es responsable del levantamiento topográfico del toda la Argentina (ley nacional 11.123). Si bien el IGM tiene un programa de producción de datos digitales organizados en un SIG (Benedetti, 2000), la mayor parte de su producción está en formato CAD de Microstation, de modo tal que estos datos debieron ser convertidos de CAD a SIG siguiendo una rutina especial (Asato, 1995, 1996). Se importaron los archivos a formato Arc-

Info, se reorganizaron los datos según el concepto de capas de información, se verificaron las relaciones de continuidad, contiguidad y adyacencia, se generó la topología, y se realizó la recodificación de todos los objetos y construcción de la tabla de atributos según la normativa de digitalización del SEGEMAR.

## **5. CRITERIOS CARTOGRAFICOS DE INTEGRACION DIGITAL**

### **5.1 Preparación de la Información**

La información cartográfica digital dista mucho de ser automáticamente integrable en mapas continuos o en cartas de áreas mayores y a escalas menores. Existen numerosos problemas de manejo de la información que se generan dada la característica ambigua y en muchos casos interpretativa que existe en la información geográfica.

Parte de estos problemas surgen porque las cartas son relevadas por distintas personas, en distintas épocas y con distintas metodologías. Por lo tanto la información tendrá diferentes criterios de relevamiento y representación, factores que estarán muy influenciados por los cambios conceptuales y tecnológicos.

Si bien lo dicho anteriormente da idea de lo basto que puede ser el problema de integración y normalización cartográfica, en este trabajo las tareas fueron acotadas a los siguientes problemas:

- Problemas de ajuste geométrico de cartas
- Problemas de continuidad geométrica
- Problemas de continuidad temático conceptual
- Problemas de actualización de la información

#### **5.1.1 Problema de ajuste geométrico de cartas**

Trata específicamente sobre los problemas que pueden aparecer entre cartas adyacentes que no ajustan correctamente. Este problema es resuelto al realizar una definición especial del marco geográfico que define el área de la carta. El marco es definido como unidad de captura, y su definición geométrica debe ser exacta y simple, de modo tal que permita la organización de la información en celdas o *tiles*. En el caso específico de este proyecto, el marco utilizado es de tipo rectangular, con vértices definidos cada 5 minutos de grado, y puntos de registración (tics) digitalizados en cada uno de los extremos, los cuales están calibrados a la proyección Gauss Kruger.

#### **5.1.2 Problemas de continuidad de elementos geométricos**

Este problema surge cuando un elemento geométrico cruza de una a otra carta y no se encuentra el correspondiente elemento gráfico o el mismo se encuentra desplazado. En primer caso se resuelve completando la información, el segundo editando gráficamente los datos de manera de hacer coincidir los elementos.

#### **5.1.3 Problemas de continuidad temático-conceptual**

La falta de continuidad temático-conceptual, se refiere al caso en donde un mismo objeto geográfico recibe en distintas cartas una clasificación diferente. Este tipo de problema puede tener su origen en que se utilizaron diferentes criterios o diferentes tablas de clasificación en cada una de las cartas en cuestión. Un ejemplo de este caso sería una ruta que pasa de una carta a otra y que en una está clasificada como ruta pavimentada y en la otra figura como ruta nacional. En este caso es necesario que el profesional temático defina nuevos criterios para realizar la reclasificación de la información.

#### **5.1.4 Problemas de actualización de la información**

Si bien este problema no es estrictamente un problema de continuidad de la información entre cartas, se puede decir que es muy probable que los problemas de continuidad de elementos geométricos y

continuidad temático-conceptual aparezcan cuando una carta no esté actualizada. Obviamente la siguiente opción es proceder a actualizar la información de modo de armonizar los datos con las otras cartas.

## **6. METODOS DE GENERALIZACIÓN. Simplificación, Selección y Agregación por Clasificación de Datos**

La necesidad de generalizar, seleccionar y agregar información se debe a que el pasaje de la cartografía de una determinada escala a otra menor no implica solamente cambiar el tamaño de los elementos cartográficos (ESRI, 1996). La sola transformación a una escala menor trae como consecuencia un aumento en la densidad de la información que hace del mapa un documento ilegible.

El suavizado o la simplificación de trazos se puede realizar definiendo el valor estándar de 0.1 mm, o ajustándola a la resolución del medio de impresión. Para el caso particular de este proyecto, la generalización del trazo se realizó dinámicamente al momento del despliegue de los datos, proceso que no implicó la alteración de la información original.

La selección de datos, permite seleccionar el tipo de información que se va a desplegar. Básicamente, esta se puede realizar por dos metodologías: selección por atributos o selección por elementos.

La selección por atributos se realiza cuando se seleccionan elementos especiales en base a una característica o atributo, como por ejemplo se pueden seleccionar los caminos que tienen como atributo "rutas nacionales".

La selección por elementos es un tipo de selección arbitraria, en donde no necesariamente se seleccionan elementos por algún atributo, sino en relación a su importancia en la representación cartográfica. Por lo general, esta misma tarea se realiza al seleccionarse en forma individual objetos en función de su importancia en la representación cartográfica, los cuales irán guardándose en una tabla externa de punteros.

La idea de utilizar la metodología de agregación por clasificación de datos, es combinar clases en clases mayores. El criterio de agrupación de objetos es definido por el especialista temático, y la misma se realiza definiendo en una tabla externa la relación entre los identificadores de las unidades en cada una de las cartas y la respectiva superclase a la que pertenecen. Asociada a esta tabla, se genera una tabla de atributos gráficos (Look up Table) en donde se definen la simbología de cada una de las superclases.

## **7. METODO INFORMATICO DE INTEGRACION DINAMICA**

La integración gráfica y temática de los datos fue realizada por un programa escrito en lenguaje AML (Arc-Info Macro Language), cuyo diseño fue realizado utilizando conceptos de análisis orientado a objetos (Martin y Deele, 1994).

Básicamente este programa integra la información de los datos de cada digitalizador utilizando una tabla de punteros con los registros de ubicación de los datos, detecta el tipo de clase temática a la que pertenece, hace pruebas de consistencia, lee los métodos de representación elegidos para la clase temática y despliega la información en la proyección definida para el mapa final. La gran ventaja que tiene sobre otros sistemas de integración de datos como Librarian, SDE, ArcStorm, etc. (ESRI, 1994) es que los datos no necesitan de una administración centralizada y no necesariamente tienen que tener una estructura de datos rígida. Tampoco es necesario un entrenamiento adicional para los digitalizadores o el administrador del sistema. Aún así, debe tenerse especial cuidado en extender este método de trabajo a otros proyectos, ya que este esquema es funcional dentro de un grupo de digitalización y manejo de datos cerrado.

## 8. EDICION CARTOGRAFICA FINAL

La información desplegada con el programa escrito en AML, puede tener dos salidas, una gráfica en pantalla y otra en un archivo gráfico en formato postscript.

Este archivo de salida, se utilizó como base para la composición cartográfica final en la que se incluyeron elementos gráficos como leyendas, referencias, títulos, etc. Si bien para este procedimiento final se utilizó Corel-Draw versión 9, este mismo proceso de composición gráfica final puede ser realizado con Arc-Info u otro paquete gráfico capaz de interpretar archivos postscript (fig. 2).

Cantidad de personal involucrado:	7
Duración de los trabajos:	5 meses
Superficie de la provincia de Santa Cruz:	250.000 Km2
Número de capas de información:	27 x 4 capas de información
Número de capas gráficas:	9 x 27 carta
Tamaño del archivo gráfico postscript:	70 MB
Tamaño del archivo gráfico Corel Draw:	150 MB
Número de objetos gráficos:	130.000

Tabla 1. Estadísticas del Proyecto

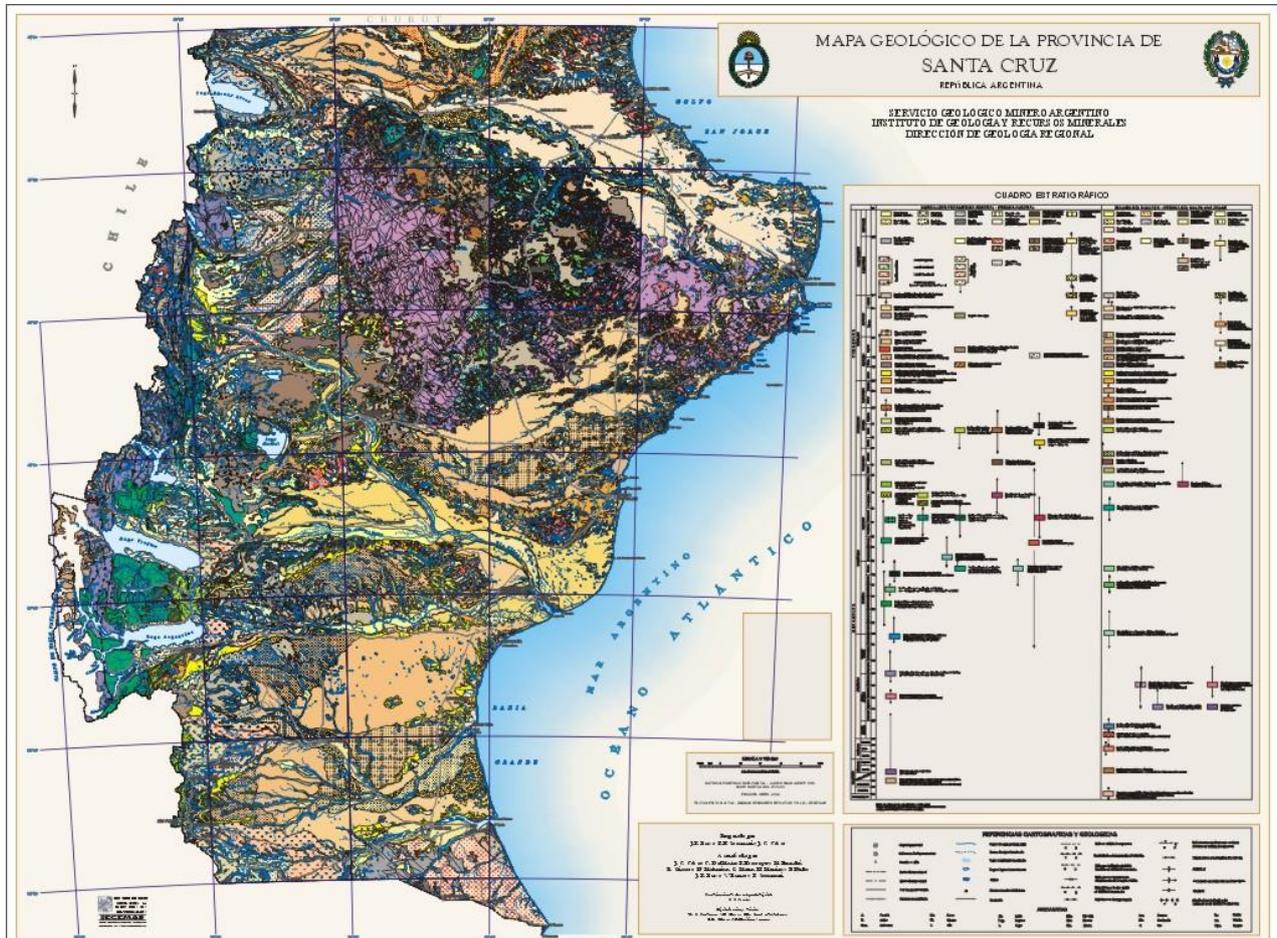


Figura 2 Mapa Geológico de la Provincia de Santa Cruz

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La aplicación de los criterios cartográficos de integración digital, métodos de generalización, y procedimientos especiales de manejo de la información permitieron obtener un mapa geológico a escala 1:750.000 a partir de cartas digitales a escala 1:250.000.

La integración geométrica y temático-cartográfica se logró mediante la preparación de los datos y la resolución de los problemas de ajuste geométrico de cartas, continuidad de elementos geométricos, identificación y ajuste de los problemas de continuidad temático-conceptual, y actualización de la información.

La generalización de la información de escala 1:250.000 a 1:750.000 involucró los procesos de suavizado de los trazos, selección de elementos a desplegar por los métodos de selección por atributos y selección por elementos. La simplificación de los datos de unidades geológicas se logró aplicando el método de agregación por clasificación y simbolización de datos. Siendo estas técnicas y criterios descriptos, aplicables a la generalización de mapas a una reducción no mayor de un factor de tres.

El sistema de trabajo definido como de datos y edición distribuida, y de aplicaciones de producción cartográficas digitales dinámica y centralizada, resultó eficiente para coordinar el esfuerzo de varios digitalizadores, información de cartas digitales 1:250.000 y aplicaciones cartográficas de producción. Esto fue así dado que el control y mantenimiento de cada una de las cartas fue realizado en forma independiente.

La integración en un mapa 1:750.000 se realizó con una aplicación escrita en lenguaje AML y diseñada con herramientas de análisis orientado a objetos. El programa realizó la unificación gráfica y dinámica de las cartas 1:250.000, es decir que no fue necesario crear un solo archivo digital con toda la información para crear un mapa de toda el área.

Esta estructura de datos en donde los archivos digitales 1:250.000 permanecen "físicamente" independiente facilitó el trabajo del servidor de aplicaciones porque los datos fueron distribuidos en archivos pequeños y por lo tanto más manejables. Un esquema tradicional de trabajo, de un digitalizador sobre un solo archivo digital, no hubiera podido resolver la magnitud de trabajo realizado (tabla 1).

Como resultado más destacado, es que el producto generado, el mapa geológico de la provincia de Santa Cruz a escala 1:750.000, se realizó en un tiempo récord y con una calidad que supera ampliamente a todos los productos cartográficos realizados anteriormente por el SEGEMAR.

## Agradecimientos

El autor agradece a las autoridades del SEGEMAR, la lectura y permiso para publicar este trabajo.

## Bibliografía

Asato, C. G., 1995. "Condiciones Técnicas y Administrativas para la Digitalización de Mapas Geológicos". *Open File*. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Buenos Aires, República Argentina.

Asato, C.G.; 1995. "Es el CAD una herramienta viable para el SIG". *Geotemas*. Revista del Consejo Superior de Geología, Buenos Aires Argentina.

Asato C.G.; 1996. "Entre SIG y CAD"; *Revista CAD-Express*, Buenos Aires, Argentina.

Asato, C. G., Fernando Perez Cerdán, Graciela Marín, 1996. "SIG Central del Servicio Geológico, La Importancia del Manejo Integrado de Datos Geológicos en Formato Digital". XIII Congreso Geológico Argentino. III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Octubre 13 -18 1996. Buenos Aires, República Argentina.

Benedetti , Julio C., 2000. “*Los Sistemas de Información Geográfica en el Instituto Geográfico Militar*”. X Congreso Nacional de Cartografía – VII Semana Nacional de Cartografía. 26 al 30 de Junio de 2000, Buenos Aires, República Argentina.

ESRI, 1996. “*Automation of Map Generalization-The Cutting Edge Technology*”. *ESRI White Paper*. Mayo 1996.

ESRI, 1994. “*GIS Approach to Digital Spatial Libraries*”. *ESRI White Paper*. Mayo 1994.

ESRI, 1996. “*System Design Strategies. A methodology fo Designing Arc-Info and Arc/View Enterprise Environments*”. *ESRI White Paper*. Mayo 1996.

Martin, J.O y J.O Deele, 1994. “*Análisis y Diseño Orientado a Objetos*”. Ed. Prentice Hall, 1994. Mexico.

PASMA, 1997. “*Condiciones Técnicas y Administrativas para la Digitalización de Mapas Geológicos*”. *Open File*. Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.