

## 6.2

## Evolución de los sistemas de información geográfica

Por el Teniente Coronel de Artillería Ing. Mil. Walter Allende (\*)

### ABSTRACT

Toda actividad humana posee una localización sobre el espacio geográfico y sobre alguna forma de relieve. El escenario militar también presenta esta morfología en su relieve, producto de la interacción de procesos geomórficos externos e internos. Las operaciones militares bien planificadas han necesitado del asesoramiento de especialistas en la geografía, quienes han determinado las ventajas del terreno para usarlas a favor así como sus desventajas y que pueden ser empleados por el enemigo, como las limitaciones naturales del terreno, determinación de accesos, etc.

Las nuevas tecnologías, particularmente los sistemas de información geográfica, permiten obtener la información necesaria, precisa y oportuna que necesita cualquier comandante para emplear a sus elementos en el Teatro de Operaciones, de manera que pueda “leer” el terreno y tomar la decisión más óptima y adecuada para el cumplimiento de la misión.

La guerra es muy dependiente de las características del terreno en donde se desarrolla. Según Erdmann: “el terreno es el común denominador de la geología y la guerra”.

### INTRODUCCIÓN:

La geografía es una ciencia milenaria, que logró afirmarse como disciplina científica a finales del siglo XIX, con los valiosos aportes de Humboldt, Ritter, Richthofen y Ratzel, quienes lograron su inclusión y participación en las instituciones universitarias, mientras que se consolidaba además como una disciplina científica.

Esta disciplina trajo su interés en dos características particulares para abordar su objeto de estudio, el espacio geográfico de la superficie terrestre y el estudio de la interacción de fenómenos físicos y humanos, de las relaciones hombre – naturaleza.

El interés militar no escapa a esta disciplina, insertándose de lleno en ella, para lograr imponer su voluntad a la del enemigo.

Es sabido, a través de la historia, que el éxito de muchas operaciones militares se ve enormemente favorecido por la disponibilidad de cartas y mapas actualizados y adecuadas a la región a operar que incluyan toda la información posible de interés militar.

## DESARROLLO:

Un ejemplo del éxito geográfico en las operaciones militares lo encontramos en los relatos del Teniente Coronel Bacler d´Albe, jefe de servicio cartográfico de Napoleón, quien tuvo una importante actuación en las guerras napoleónicas. A Napoleón se lo conoce como un gran consumidor de mapas, y durante la campaña de Italia de 1796 formó con los ingenieros geógrafos un servicio topográfico distinto al del Ejército, este era, el antecedente del futuro *Cabinet topographique de l'Empereur (Gabinete Topográfico del Emperador)*. Este servicio topográfico "privado" acompañó a Napoleón Bonaparte durante todas sus campañas militares, y mantiene a su disposición importantes colecciones de mapas topográficos y memorias geográficas.



Curiosamente, el Teniente Coronel Bacler d´Albe tuvo una activa participación en la Campaña Libertadora de Chile y en la Expedición Libertadora del Perú.

Participando de la campaña de Chile estuvo bajo el mando del General San Martín, levantando un plano del área que "por la exactitud absoluta y por la ejecución artística revela en su autor un verdadero ingeniero militar" y el 6 de diciembre de 1817, con el cuerpo de zapadores integró la división que, al mando de Gregorio de Las Heras, consiguió apoderarse del reducto del Morro.

Durante la campaña fue el responsable directo de la mayor parte de los trabajos topográficos realizados en apoyo a las operaciones militares, trabajo por lo cual es conocido hasta el día de hoy.

Durante la Segunda Guerra Mundial, los ejércitos emplearon una diversidad de mapas, como mapas estratégicos, mapas tácticos, mapas logísticos, mapas organizacionales, etc. Dependiendo de las necesidades, el mapa podía ser a gran escala hasta un área reducida o de escalas personalizadas, acorde a la necesidad del usuario.

En estos mapas se debía especificar con símbolos la ubicación de las fuerzas amigas y enemigas, así como de los accidentes del terreno. Además, se mostraban los movimientos de las unidades indicando no sólo su posición, sino las fechas y horas a partir de un momento determinado.

La Artillería empleaba mapas especialmente contruidos para realizar las misiones de fuego. También se confeccionaban mapas de zonas minadas indicando con precisión los senderos libres y marcas que los determinan, muy importantes a nivel táctico.

A nivel estratégico, la meteorología juega un papel muy importante, tanto para el Ejército como para la aviación y las operaciones anfibia, debiendo confeccionarse mapas climáticos con su propia simbología, y así definir los tiempos en las operaciones más importantes. Se confeccionaban, además, mapas descriptivos que garantizaban las comunicaciones siempre y cuando no hubiera obstrucciones del terreno.

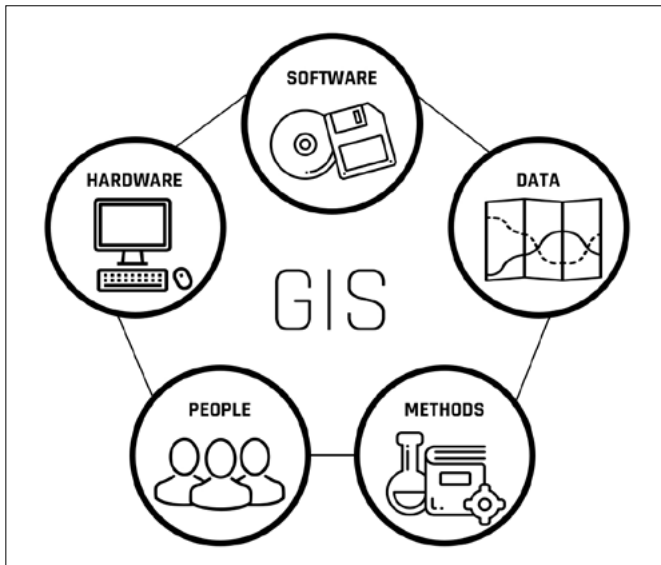
En el caso de las misiones aéreas, se empleaban mapas de navegación donde se especificaban las rutas a emplear. Los mapas de bombardeo aéreo incluían las referencias utilizadas para determinar los blancos primarios y secundarios. Los navegantes de los aviones de bombardeo contaban con mapas cartográficos, donde indicaban las zonas donde se concentraba la artillería antiaérea enemiga, de manera de trazar la ruta de regreso evitando ese peligro.

Durante esta gran guerra no existían las ayudas informáticas, por lo tanto, los cartógrafos debían recurrir a técnicas manuales donde la regla de cálculo, las tablas, nomogramas, tablero de dibujo, compás, transportador, papel, lápiz y goma de borrar eran las herramientas más importantes para su confección.



Actualmente, los sofisticados sistemas geográficos informatizados permiten imprimir mapas cartográficos para un efecto específico, tomando los datos requeridos de una base de datos que es actualizada en tiempo real.

La cartografía digital abunda en todos los sistemas y son fáciles de emplear en cualquier dispositivo que lo pueda portar. Hoy día se han reemplazado estos mapas y cartas topográficas en información digital, a través de herramientas como los sistemas de información geográfica, conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés, y que se define como un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos que se encuentran espacialmente referenciados en el mundo real.



Los SIG nos permiten hacer un análisis exhaustivo del territorio en los ámbitos más diver-

sos. Son herramientas versátiles, con un amplio campo de aplicación en cualquier actividad que conlleve un componente espacial.

Es una herramienta que permite a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas las operaciones. El SIG toma importancia, entre otras cosas debido a que permite recopilar, almacenar, procesar y visualizar información geográfica por medio de elementos geométricos simples, como son: puntos, línea y polígonos que, en conjunto, representan entidades geográficas y variables espaciales mensurables y georreferenciadas.

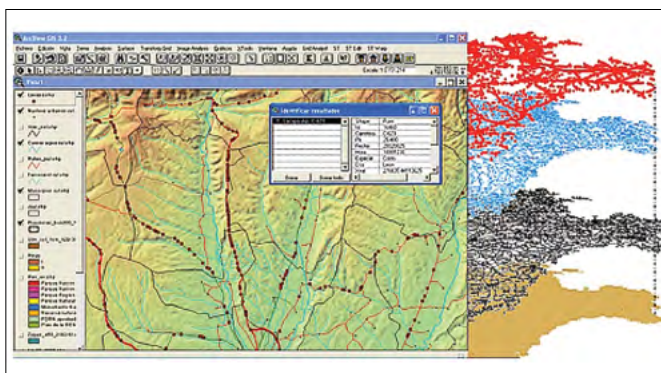
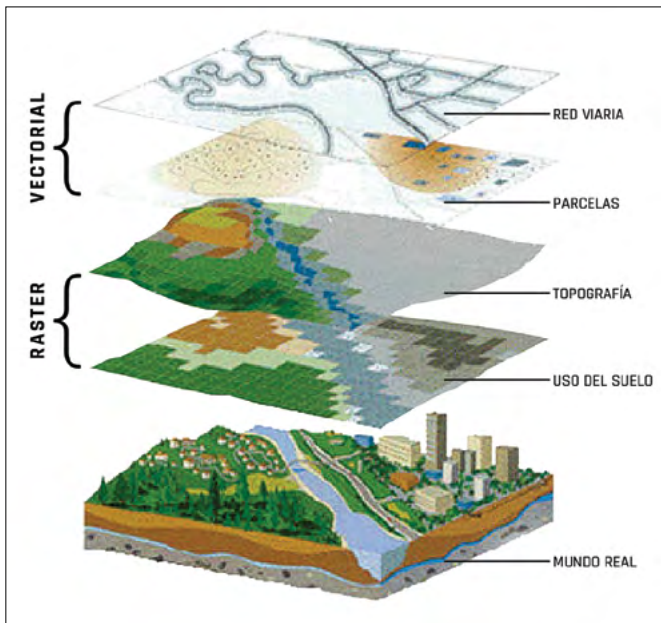
Un SIG puede verse de alguna manera como un modelo informatizado de la realidad geográfica que se vive en ese momento, para satisfacer una necesidad de información concreta y precisa, de manera que se pueda compartir y aplicar información geográfica útil basada en datos geográficos y mapas actualizados.

Recientemente se ha empezado a considerar el uso potencial de los SIG para otros campos y disciplinas, además de investigaciones científicas, área de minería, medio ambiente, arquitectura, agrimensura y, en particular, en la investigación en Ciencias Humanas y Sociales.

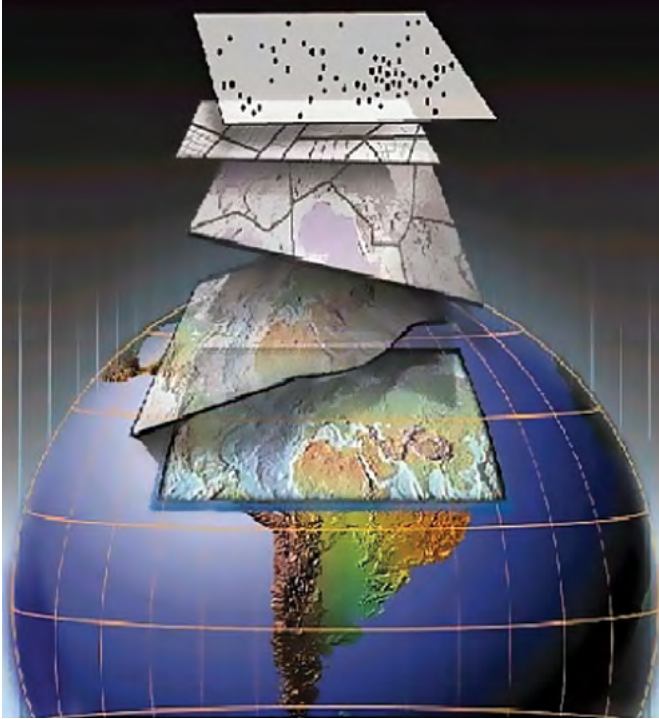
En el ámbito de la Defensa, los SIG pasan a ser considerados uno de los principales componentes de los Sistemas de Mando y Control. El Comando y Control es el ejercicio de la autoridad del Comandante para conducir las fuerzas militares puestas a su disposición para el cumplimiento de una misión determinada.

En todos los niveles de la conducción militar, los Comandantes de los distintos elementos, tienen la necesidad de información para planificar y ejecutar sus actividades operacionales, y especialmente información del tipo geográfico, debido a que será en el escenario geográfico donde deberá aplicar la fuerza para conquistar sus objetivos.

Si bien los mapas y cartas sirven a la administración del territorio, también sirve a la táctica y estrategia militar.







Toda información que es requerida por el comandante, debe ajustarse a los tres factores comunes de índole militar: enemigo, terreno y meteorología, obtenidas a través de distintos métodos, con capacidades distintas para entregar información geográfica.

La capacidad de adquirir información geográfica, detallada, actualizada, rápida, precisa y oportuna depende de las herramientas tecnológicas con que cuenta para procesar la información adquirida.

Esta información se debe sistematizar debido al gran volumen de información que se genera en los conflictos modernos, haciendo que el SIG permita brindar una respuesta rápida y eficiente, ante la demanda masiva de usuarios.

Teniendo en cuenta los niveles de la conducción y los aspectos militares que afectan el proceso de decisión, un SIG militar debería contar con los siguientes requisitos específicos:

### 1. Requisitos geográficos:

- > Para un mejor aprovechamiento del sistema, debe tener la capacidad de contar con información geográfica común y específica.
- > Debe contar con una cartografía del tipo digital, actualizada y con la toponimia y atributos del escenario geográfico, que sirva al nivel de la conducción en que se emplee.
- > Debe permitir que los usuarios de SIG puedan materializar cambios y/o actualizaciones del tipo general y específico.
- > Debe contar con una base de datos que incluya información estadística de clima e información meteorológica.

### 2. Requisitos tecnológicos:

- > Los SIG deben contar con equipos y software actualizados de manera que puedan satisfacer las necesidades y requerimientos de información geográfica acorde al usuario.
- > Capacidad de realizar consultas geográficas al SIG militar sobre existencia, localización y propiedades de entidades geográficas, de interés para la fuerza.
- > Capacidad para analizar, integrar y procesar información gráfica (base de datos espacial) y de atributos (base de datos alfanuméricos).
- > El SIG deberá permitir la interacción entre los usuarios, de manera de poder aumentar su eficiencia, especialmente en casos de rapidez y oportunidad de la información requerida.

- > Su configuración deberá ser flexible, de manera de poder utilizar y adecuar las aplicaciones específicas, como imágenes satelitales, GPS, video, ortofoto, etc.
- > Deberá contar con un sistema de integración de la información, que permita al comandante y su Estado Mayor, analizar los datos, y obtener conclusiones válidas para accionar sobre el enemigo y el terreno.

### **3. Requisitos de carácter administrativo:**

- > Deberá poseer la capacidad de manejar una gran cantidad de datos, teniendo en cuenta que realizar de forma manual su proceso es complejo. Por ello, es necesario poder definir en forma concreta cuáles son los requerimientos de información de temática militar que requiere el sistema, de manera que constituya un aporte preciso y oportuno al comandante y su Estado Mayor, como para los escalones dependientes que harán uso de este sistema.
- > Deberá contar con personal capaz de realizar en forma correcta, las tareas de análisis y recolección de los requerimientos geográficos.
- > Para manipular un SIG, se deberá contar con personal especialista en la materia geográfica, con conocimiento informático para su adecuado uso y efectuar una detallada recopilación de los antecedentes geográficos, de manera de conformar una base de datos accesible.
- > Para el desarrollo y funcionamiento de un SIG, se deberá contar con los recursos financieros necesarios que permitan tener una herramienta actualizada y vigente conforme a los adelantos tecnológicos que se vayan originando.

Desde el punto de vista militar, los SIG pueden abarcar distintos niveles, según el tipo de conducción que lo emplee, por lo cual se realiza un ordenamiento y clasificación para una mayor claridad.

#### **1. Personal:**

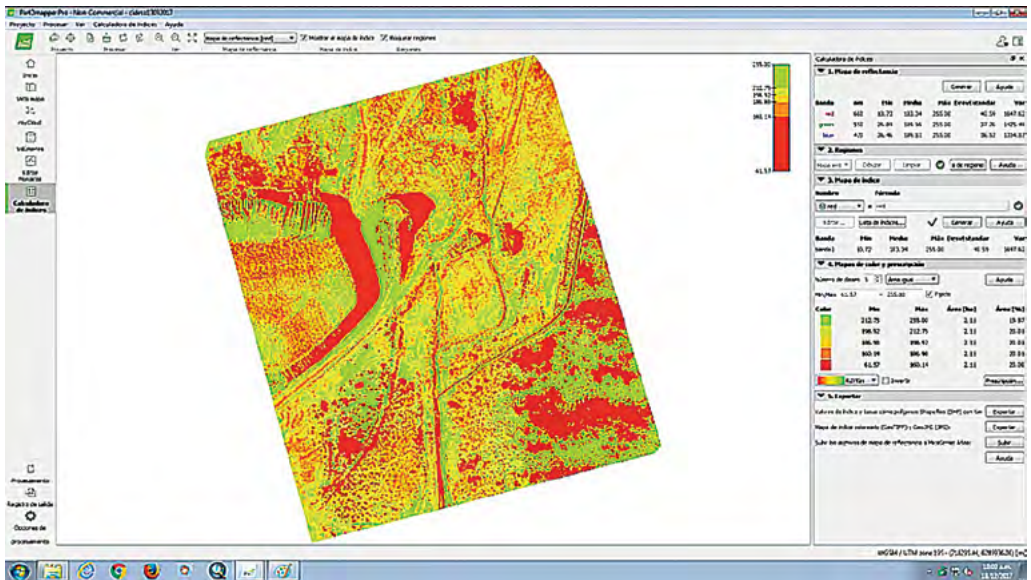
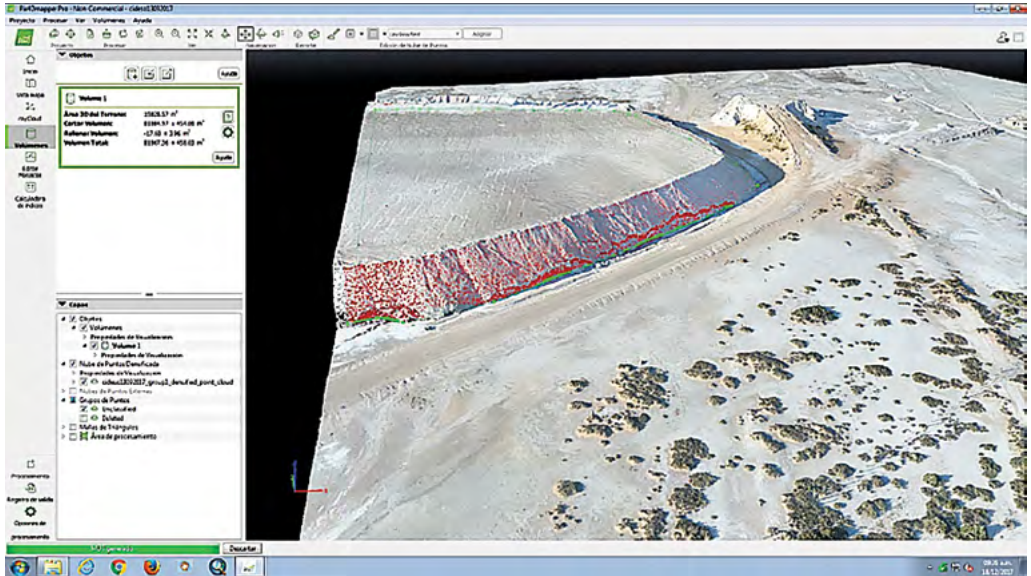
- > Ubicación y despliegue de instalaciones administrativas.
- > Ubicación y protección de zonas de obras de arte en su zona de responsabilidad.
- > Ubicación, característica y antecedentes de la población civil en la zona en que se encuentra operando.

#### **2. Inteligencia:**

- > Conocimiento del escenario, con sus características y atributos para la estructuración de futuras posibilidades de empleo.
- > Determinación de áreas peligrosas por las características del terreno y de la acción del enemigo.
- > Determinación de posibles objetivos capaces de ser atacados por el enemigo.

#### **3. Operaciones**

- > Determinación y localización de objetivos de interés.
- > Determinación de puestos de observación, patrullas de vigilancia, observadores adelantados, etc.
- > Estudio y análisis de obstáculos naturales y artificiales.
- > Determinación y localización de zonas y/o lugares aptos para la concentración y reunión de los propios elementos.
- > Determinación y localización de zonas aptas para el empleo de medios blindados, mecanizados, aerotransportados y comandos.



**4. MATERIALES:**

- > Determinación y localización de zonas aptas para el despliegue de las zonas logísticas.
- > Determinación de lugares de abastecimiento.
- > Determinación de zonas de explotación de agua para el personal (superficiales, mapas subterráneos, etc.).
- > Determinación y localización de lugares aptos para la explotación de la zona.

La estandarización estructural de los SIG y de los formatos empleados ha permitido el empleo de información proveniente de diferentes fuentes, ampliando la diversidad del dato geoespacial, las capacidades de análisis y de integración.

El empleo de lenguajes de modelamiento virtual como VRLM ha permitido a los SIG, la visualización del terreno en 3D con gran realismo, lo que amplía en gran medida la capacidad de simulación y el análisis causa-efecto.

Sumado a esto, la alta capacidad de integración con otras tecnologías hace que el SIG pueda ampliar sus posibilidades de uso y la eficiencia del análisis espacial, tales como la teledetección y el sistema de posicionamiento global.

Otro dato importante lo constituye la capacidad tecnológica actual de poder realizar mapas en 3D, conocidos como Modelos Digitales de Elevación (MDE), los cuales permiten ver la representación del terreno en las tres dimensiones, pudiendo con ello determinar cotas, alturas, zonas vistas y no vistas, perfiles, pendientes, etc.

Durante once días de febrero de 2000 un transportador espacial de la NASA se dedicó a realizar un alzado topográfico del 80 por ciento de las tierras del planeta utilizando un radar interferométrico de apertura sintética. Este proyecto, conocido como la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), liderado por la NASA/NGA, ha permitido disponer de un MDE casi global del planeta con una resolución espacial de unos noventa metros y con una precisión altimétrica de unos dieciséis metros que se ha puesto a disposición de toda la comunidad geográfica.

## **CONCLUSIONES:**

La cartografía ha tenido un cambio muy significativo desde el primer mapa encontrado en las excavaciones de Ga-Sur a 300 kilómetros de la antigua Babilonia, que consistía en una placa de barro cocido en la cual se representaba el valle del Río Éufrates, rodeado de montañas, hasta la segunda mitad del siglo XX. Se ha pasado en poco tiempo de tener una cartografía casi secreta, en manos de algunos ejércitos o estados, y de manera muy limitada, a una enorme disponibilidad e incluso de manera gratuita al acceso de esta información.

Se han creado servidores informáticos que han facilitado la cartografía temática, y colocado al alcance de cualquier usuario. Estos servidores permiten visualizar mapas, localización, identificación de atributos, consultas sencillas e incluso conexión a bases de datos remotas para crear mapas temáticos.

La cartografía topográfica y sus derivados se están extendiendo a través de la red. Disponer de la información topográfica en forma de Modelos Digitales de Elevación y visualizados en un Sistema de Información Geográfica hacen cada vez menos necesario el recurso a las tradicionales hojas del mapa topográfico.

Esta disponibilidad prácticamente global de información permite contar con estos datos de forma precisa, rápida y oportuna, de manera de poder tomar una óptima y adecuada toma de decisiones.

Todas estas capacidades mencionadas, acreditan de manera bastante sólida la importancia de tener acceso a esta herramienta, dado que su correcta explotación, puede marcar la diferencia entre la victoria y la derrota. Un ejemplo de ello lo constituyó la asimetría tecnológica que se pudo evidenciar en la guerra de Irak, en la que tropas aliadas obtuvieron con gran celeridad la victoria en el campo de batalla.

En el caso de un SIG militar, esta herramienta potencia las decisiones del comandante y su Estado Mayor, basándose en los tres puntos principales: enemigo, terreno y meteorología, logrando con ello el mejor modo de acción para el cumplimiento de la misión.



**BIBLIOGRAFIA:**

- > EST (1980), *Escuela Superior Técnica, Grl. De Div. D. Manuel Nicolás Savio*, Escuela Superior Técnica, Buenos Aires.
- > GARCIA ENCISA, I. J (1969) *Historia del Colegio Militar de la Nación*, Círculo Militar, Buenos Aires.
- > IGM (1912-1951), *Anuario del Instituto Geográfico Militar de la República Argentina*. IGM, Buenos Aires.
- > IGM (1951), *Reseña Histórica del Instituto Geográfico Militar. Su misión y su obra*, IGM, Buenos Aires.
- > IGM (1979), *100 años en el quehacer cartográfico del país (1879-1979)*. IGM, Buenos Aires.
- > LOIS, C. (2000) “La elocuencia de los mapas: un enfoque semiológico para el análisis de cartografías” en: *Documents d’Analisi Geogràfica*, núm. 36, Universitat Autònoma de Barcelona – Universitat de Girona.
- > LOIS, C. (2004), “La invención de la tradición cartográfica”, en *Litorales. Teoría, método y técnica en geografía y otras ciencias sociales*, N° 4
- > MENDOZA VARGAS, H. (2001), “Los ingenieros geógrafos de México: los orígenes académicos y los desafíos del siglo XIX”, en *Terra Brasilis. Dossier América Latina* N° 3.

(\*) **Walter Fabio Allende:** Teniente Coronel de Artillería del Ejército Argentino; Ingeniero Geográfico por el Instituto Universitario del Ejército (Escuela Superior Técnica); Especialista en Higiene y Seguridad por el Instituto Universitario del Ejército (Escuela Superior Técnica); Licenciado en Estrategia y Organización con orientación a la Información por el Instituto Universitario del Ejército (Escuela Superior de Guerra); Docente de la Facultad de Ingeniería del Ejército.

