



**Facultad del Ejército
Escuela Superior de Guerra
“Tte Gr1 Luis María Campos”**



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Título: Sistema de Información Geográfico como herramienta en la organización y diseño de un sistema logístico.

Que para acceder al título de Especialista en Planificación y Gestión de RRMM de OOMMTT presenta el Mayor NICOLÁS IGNACIO CUENCA

Director de TFI: TC GUSTAVO CAMERUCCI

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de septiembre de 2023

Resumen

En el sistema logístico civil los Sistemas de Información Geográfico son utilizados para el planeamiento y optimización de rutas, determinación de centros de distribución, posicionamiento de puntos de venta, análisis de itinerarios de recorrido, suministros y control de los envíos. Las Fuerzas Armadas Argentinas se encuentran en la imperiosa necesidad de evolucionar a la par de la logística civil, tanto nacional como internacional, adaptando sus herramientas y procesos a nuestra doctrina evitando caer en un analfabetismo tecnológico.

En estas hojas se pretende en principio dar una explicación básica sobre el funcionamiento de los SIG, entendiendo que son una evolución necesaria en planeamiento militar, que antiguamente ejecutábamos de manera escrita sobre cartas topográficas y calcos.

En un segundo momento se analizará que para que este progreso sea eficiente, debe existir una correcta selección de datos que se puedan ordenar y clasificar de manera adecuada, aplicadas a nuestro proyecto, en este caso, la solución a un problema logístico.

Finalmente se plantea un ejemplo muy sencillo para poder entender los primeros pasos para el ordenamiento de las capas virtuales obtenidas, la información vinculada, la información añadida y el resultado concluyente que se persiguió inicialmente.

Palabras claves

Base de datos – Capa virtual – Geoespacial - Sistema de Información Geográfico

Índice

Resumen	i
Palabras claves.....	i
Índice	ii
Glosario	1
Introducción.....	3
Presentación del Problema	3
Antecedentes. Marco de referencia. Situación actual.....	3
Principal bibliografía a utilizar.....	4
Objetivos del Trabajo Final Integrador	5
Objetivo general.	5
Objetivo Específico N.º 1:.....	5
Objetivo Específico N.º 2:.....	5
Objetivo Específico Nº3:.....	5
Capítulo I. Análisis de un SIG libre y complementos posibles.....	6
Nociones básicas sobre un Sistema de Información Geográfico.....	6
Componentes de un SIG.....	6
Funcionamiento del SIG.....	8
Representación y modelado en un SIG	9
Datos ráster y vectoriales.....	9
Tabla de atributos	14

Importancia de la georreferenciación	15
Funciones básicas de un SIG	17
Almacenamiento.....	17
Visualización.....	17
Consultas.....	18
Análisis.....	19
Toma de decisiones.....	19
Modelización.....	20
Software libre SIG mayormente difundidos.....	20
Aclaración.....	23
Conclusiones parciales	24
Capítulo II. Administración de datos para el análisis y utilización geoespacial	25
Gestión de datos	25
Conceptos necesarios.....	25
Sistemas de Gestión de Bases de datos y SIG.....	26
Gestión de errores.....	27
Visualización de datos.....	28
Manipulación de datos.....	32
Conclusiones parciales	33
Capítulo III. Aplicación y utilidades de herramientas de un SIG en el planeamiento logístico	34
Planeamiento de la logística operacional	34

Metodología vinculada.	34
Planeamiento de necesidades de organizaciones logísticas.....	35
Planeamiento de estructuras logísticas.	35
Planeamiento de transporte del Teatro de Operaciones.	35
Aplicación del SIG al planeamiento logístico particular.....	37
Concepto.....	37
Planteo de la situación.	37
Desarrollo.	38
Síntesis del proyecto SIG.	42
Base de datos vinculada al planeamiento de la logística operacional	43
Transporte del teatro de operaciones.....	43
Estructuras logísticas.	43
Conclusiones parciales	45
Conclusiones finales.....	46
Referencias	47
Bibliografía.....	49

Glosario

Bases de datos. Hace referencia a una gran cantidad de información que ha sido sistematizada para su correcto almacenamiento, de forma tal que los datos que allí están contenidos puedan ser utilizados cuando se considere necesario, pudiendo ser posteriormente reordenados u organizados. (INTA. López, J. y Barraza, G., 2013)

CAD. Acrónimo de archivos de diseño asistido por ordenador, similar al concepto de imagen almacenada en un formato bidimensional o tridimensional. (Autodesk, 2022)

Código abierto. Se denomina código abierto a un modelo de producción descentralizada que permite que cualquier persona modifique y comparta tecnología porque su diseño es accesible de manera pública. (Basañes Federico, 2022)

DEM. Acrónimo de un modelo digital de elevación es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. (Giménez, 2002)

Georreferenciación. Es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datum específicos. Es una operación habitual dentro de los sistemas de información geográfica tanto para objetos ráster como para objetos vectoriales. (Instituto Geográfico Nacional, 2022)

GPS. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un servicio propiedad de los EE.UU. que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría. (Gobierno de los Estados Unidos, 2022)

Shapefile. Es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

SIG. Sistema de Información Geográfico (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Sensores remotos. Los sensores remotos son sistemas o instrumentos para captar información de un objeto a distancia. La teledetección o percepción remota se refiere a la adquisición de datos de la superficie terrestre con un sensor remoto, y al procesamiento e interpretación de esos datos. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Sassone, M., 2016)

Software libre. Es aquel programa informático que les da a sus usuarios la libertad de ejecutar, copiar, estudiar, modificar y distribuir el software. En otras palabras, da la posibilidad de controlar el programa y lo que hace. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Ortoimágen. Es la presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos están en la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Pixel: Es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Ráster. Cualquier tipo de imagen digital representada en mallas (Pixels). Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Vector. El modelo vectorial es una estructura de datos utilizada para almacenar datos geográficos. Los datos vectoriales constan de líneas o arcos, definidos por sus puntos de inicio y fin, y puntos donde se cruzan varios arcos, los nodos. La localización de los nodos y la estructura topológica se almacena de forma explícita. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Introducción

Presentación del Problema

Toda Orden de Operaciones Militar conlleva inmediatamente luego de su título, la cartografía utilizada y la escala que se manipulará para la ocasión. Esto denota la entidad que se le da a la cartografía en toda actividad, proporcionando herramientas esenciales para la elaboración y actualización de la información, facilitando a la autoridad a cargo poder tomar decisiones más acertadas y con mayor rapidez.

Si bien la Gran Unidad de Combate posee capacidad de generar la cartografía temática de nivel táctico empleando su elemento de comando como director de proyecto, sus elementos dependientes como medios de obtención de datos y como elemento integrador, son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) la herramienta tecnológica por excelencia que mejor satisface el ordenamiento y manipulación de datos geotopográficos.

En el sistema logístico civil los SIG son utilizados para el planeamiento y optimización de rutas, determinación de centros de distribución, posicionamiento de puntos de venta, análisis de itinerarios de recorrido, suministros y control de los envíos. El costo del transporte de cualquier producto reviste gran importancia en la rentabilidad de la actividad, incidiendo directamente en el precio final del producto. También es útil tanto para el productor como para el transportista conocer cuál sería el recorrido recomendable.

Las Fuerzas Armadas Argentinas se encuentran en la imperiosa necesidad de evolucionar a la par de la logística civil, tanto nacional como internacional, adaptar sus herramientas y procesos a nuestra doctrina evitando caer en un analfabetismo tecnológico, hoy día tan impensado como no saber leer y escribir 50 años atrás.

Antecedentes. Marco de referencia. Situación actual

Los Sistemas de Inteligencia del Ejército y sus documentos relacionados determinaron

el procedimiento de confección de la cartografía temática militar en el Ejército Argentino desde el año 2012.

La elaboración y aprobación de la cartografía temática se concentra principalmente en la Central de Inteligencia Geoespacial, elemento organizado, equipado e instruido para producir productos de este tipo. En este caso la cartografía temática requiere de la gran unidad de combate, de acuerdo a sus necesidades y capacidades, la obtención y proceso de información geoespacial que permita contribuir con la Central de Inteligencia Geoespacial en la conformación de un producto acorde a las necesidades. (Centro Educativo de las Fuerzas Armadas. Acosta, C., 2013)

Principal bibliografía a utilizar.

Para la realización del presente trabajo, se toma en cuenta con la siguiente bibliografía:

Acosta, C.M. (2013) Proceso de elaboración de cartografía temática militar a nivel gran unidad de combate. (Trabajo Final Integrador de Licenciatura). Instituto de Inteligencia de las Fuerzas Armadas. CABA, Buenos Aires, Argentina.

Alemán, L., Padilla & PIÑERO, N (2021). Sistema de gestión logístico para procesos de servicios. Ingeniería Industrial, XLII.

ESRI (2005) U.S. Military uses GIS for transportation logistics and real time tracking. Estados Unidos. El mencionado artículo hace referencia como dicho país comienza a trabajar en este aspecto desde antes de 1999 para integrar servicios basados en la ubicación, sistemas de transporte inteligente, tecnologías inalámbricas y GPS, así como datos críticos de infraestructura de transporte.

Ejército Argentino. (2004). Logística de Material (ROD-19-02). Buenos Aires: Dirección de Organización y Doctrina. Reglamento base para la logística del Ejército Argentino

Benavides Jaya A. J. (2016) Roteirização de operações logísticas de transportes nas novas missões das forças armadas da América Latina (Trabajo final de maestría), República Federativa de Brasil.

Objetivos del Trabajo Final Integrador

Objetivo general. Analizar la viabilidad de la implementación de un Sistema de Información Geográfico como herramienta en la organización de un diseño logístico para el apoyo a las fuerzas terrestres.

Objetivo Específico N.º 1: Investigar las capacidades de un SIG de libre acceso aplicables al diseño logístico.

Objetivo Específico N.º 2: Investigar la importancia de los datos geoespaciales afines al desarrollo de la estructura logística.

Objetivo Específico N.º 3: Vincular las herramientas de un SIG al planeamiento del diseño logístico.

Capítulo I. Análisis de un SIG libre y complementos posibles

Nociones básicas sobre un Sistema de Información Geográfico

El concepto más difundido acerca de lo que es un sistema de información geográfica (SIG) es el siguiente: Sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Empresas como Aeroterra, prefieren definirlo como un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, el SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes acertadas. (Aeroterra, 2022).

Millones de organizaciones, prácticamente en todos los campos, utilizan SIG para crear mapas que comunican, analizan, comparten información y resuelven problemas complejos alrededor del mundo. Es una enorme cantidad de información a disposición del hombre que administrada de manera correcta se obtienen resultados muy provechosos.

Componentes de un SIG. En general se tiende a identificar a los Sistemas de Información Geográfica como un software. Pero un SIG no es sólo un conjunto de programas instalados en los equipos adecuados. Para que estas tecnologías funcionen como un sistema de procesamiento de datos geospaciales es necesario contar con la participación de otros elementos además del software y hardware. (Centro Argentino de Cartografía - Nazareno Luis Ampuero, 2019)

Tradicionalmente, son 5 los elementos principales: datos, métodos, software, hardware y factor organizativo (personas). Sin embargo, existe otra manera más moderna de reflejar los elementos de un SIG. De dentro hacia fuera en un esquema circular, se sitúan en el núcleo los

conceptos geográficos básicos y le sigue la tecnología, los datos, los campos de aplicación, los procesos y métodos y la visualización en el exterior. Así se vuelcan las carreras de formación actuales, a definirlo y describirlo.



Figura 1. Diagrama de la composición de elementos de un SIG. Fuente: <https://centroargentinodecartografia.org/>

Datos. Los datos son la materia prima para trabajar con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Sin ellos, no se podrá construir productos de información o mapas que nos ayuden a hacer nuestro análisis y tomar las decisiones en nuestra organización. Esos datos podrán venir de diferentes fuentes: sensores remotos, GPS, fotografías aéreas, archivos formatos shapefile, archivos CAD, archivos Excel, etcétera. Esta información geográfica será el inicio de partida para empezar a trabajar con los SIG, los cuales nos permitirán analizarla y extraer toda la información posible para plasmarla en un mapa que nos ayude a la interpretación de esa información.

Software. Para el correcto análisis e interpretación de la información geográfica es necesaria la participación de un software SIG que tenga la potencia y funcionalidad de trabajar con información de este tipo.

Hardware. Como es lógico, para poder utilizar un software es necesario un ordenador o hardware. Dependiendo de las características de esta máquina, se obtendrá un mayor o menor rendimiento a la hora de realizar nuestros análisis.

Equipo humano. Una vez que se tienen los datos y con qué analizarlos, se necesita saber el cómo. Aquí es donde entran en juego el personal idóneo. En los últimos años aparecieron muchas tareas dentro de un análisis SIG, las cuales a veces necesitan de uno o varios profesionales, incluso profesionales temáticos. Además de eso, y dado que los SIG están creciendo a pasos agigantados hoy en día, se pueden encontrar perfiles como Administrador SIG, Gerentes de cuenta SIG, o directores SIG. Todo dependerá de las necesidades de los proyectos.

Procesos. Un SIG exitoso opera de acuerdo a un buen diseño de reglas de implementación, que son los modelos y prácticas de operación únicas para cada organización. Al igual que en todas las organizaciones relacionadas con la tecnología sofisticada, las nuevas herramientas sólo se pueden utilizar con eficacia si se integran adecuadamente en toda la estrategia empresarial de la organización. Para hacer esto correctamente, se requiere no sólo de las inversiones necesarias en hardware y software, sino en la capacitación del personal para utilizar la nueva tecnología en el contexto de la organización adecuada.

Funcionamiento del SIG. La tecnología de sistemas de información geográfica (SIG) aplica la ciencia geográfica a través de herramientas para la comprensión y la cooperación. Ayuda a las personas a alcanzar un objetivo común: obtener inteligencia sinérgica a partir de todo tipo de datos.

El SIG integra diversos tipos de capas de datos que utilizan la ubicación espacial. La mayoría de los datos tienen un componente geográfico. Los datos SIG incluyen imágenes, atributos y mapas base vinculados a hojas de cálculo y tablas.

Los mapas son el contenedor geográfico para las capas de datos y análisis con los que quieras trabajar. Los mapas SIG se pueden compartir y embeber en aplicaciones fácilmente, y son accesibles para todos, desde cualquier lugar.

El análisis espacial permite realizar evaluaciones en términos de adecuación y capacidad, estimar y predecir, interpretar y comprender, y mucho más, ofreciendo nuevas perspectivas a tu conocimiento y toma de decisiones.

Las aplicaciones proporcionan experiencias de usuario focalizadas para trabajar y hacer que los SIG estén disponibles para todos. Funcionan en cualquier dispositivo: en teléfonos móviles, tabletas, buscadores web y computadoras de escritorio.

Este trabajo se enfocará en aplicaciones de acceso gratuito, analizando sus capacidades más básicas y potenciales que podrían ser aplicadas al planeamiento de un sistema logístico en un terreno determinado. (Centro Argentino de cartografía. Pietrangelo, L, 2019)

Representación y modelado en un SIG

Datos ráster y vectoriales. Existen dos formas de almacenar datos en un SIG y son las siguientes:

RASTER: Cualquier tipo de imagen digital representada en mallas (Píxeles). Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor.

VECTORIAL: Aquí los datos están basados en la representación vectorial de la componente espacial de los datos geográficos. La representación de todos los objetos se pueden materializar mediante puntos, líneas y polígonos.

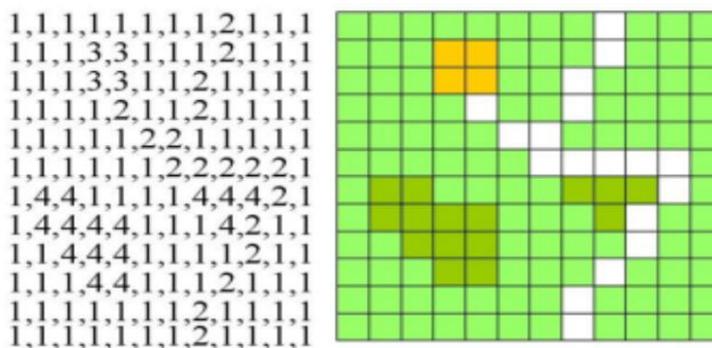


Figura 2. Representación de ráster SIG. Fuente:

<https://mappinggis.com/2015>

Los datos ráster se utilizan habitualmente para representar fenómenos de la realidad que se presentan de manera continua en el espacio. En este caso el espacio se suele dividir en celdas regulares, donde cada una de estas celdas presenta un valor. Los rasgos del territorio se reconocen al analizar en conjunto dichos elementos, como sucede al visualizar una fotografía aérea compuesta de una infinidad de píxeles.

Son perfectos para modelizar aspectos del medio muy variable, que generalmente son cuantitativos. Así los factores fisiográficos (altitud, pendiente, orientación), atmosféricos (temperatura, precipitación, contaminación) y otros se deben modelizar siguiendo esta estructura de datos. Esto no significa que no pueda modelizarse cualquier tipo de aspecto del medio. Cuando la capa representa algún aspecto cualitativo, la malla de números se

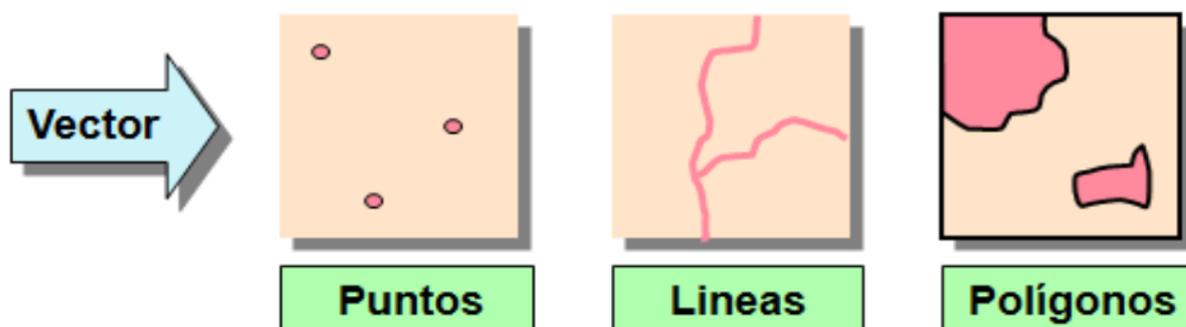


Figura 3. Tres tipos de símbolos básicos con que se representan los datos vectoriales.

Fuente: <https://ecoscript.org/vectorvsraster/>

complementa con una tabla en la que figura la correspondencia entre cada número y el tipo de entidad, así, por ejemplo, en una capa de cobertura de suelo el 1 podría ser soja, el 2 pastizal, etc. La correspondencia entre los números contenidos en las celdas y las unidades espaciales se ilustran en la Figura 4.

Referencia:	1	1	3	3	3	3	4
1. Unidad Espacial A	1	1	1	3	3	4	4
2. Unidad Espacial B	1	1	2	3	3	4	4
3. Unidad Espacial C	2	2	2	2	4	4	4
4. Unidad Espacial D	2	2	2	2	4	4	4

Figura 4. Correspondencia entre los valores de celdas y las unidades espaciales. Fuente: IGN

Normalmente, un SIG se utiliza para administrar varios archivos distintos, cada uno de los cuales contiene datos de una colección de entidades en particular a la que se hace referencia geográficamente sobre la superficie de la Tierra.

Un diseño de base de datos SIG se basa en una serie de temas de datos, cada uno de ellos con una representación geográfica especificada. Todos los elementos geográficos individuales pueden representarse con puntos, líneas y polígonos, también como imágenes mediante rásteres, como superficies mediante entidades, rásteres o TIN, y como atributos descriptivos contenidos en tablas.

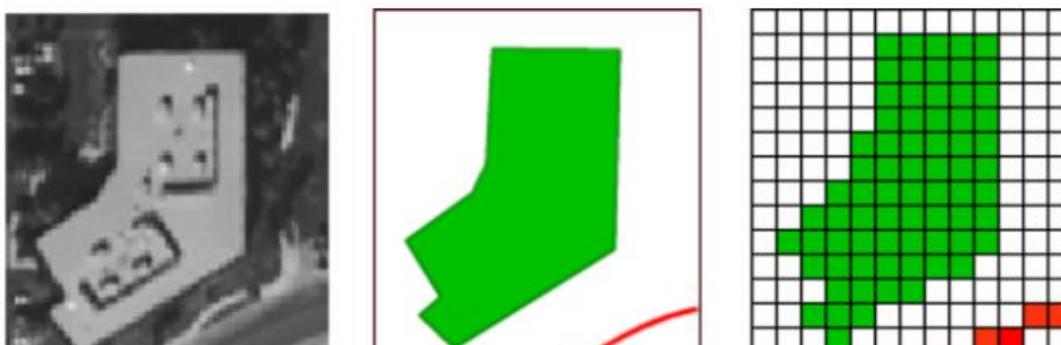


Figura 5. Representación de un edificio y una ruta en los dos modelos de datos vector y raster. Fuente: ESRI, Plataforma de Formación en ArcGIS.

En un SIG, las colecciones homogéneas de datos geográficos se organizan en temas de datos como parcelas, pozos, edificios, ortoimágenes y modelos digitales de elevación (DEM) basados en raster. La existencia de datasets geográficos definidos de forma sencilla y precisa es esencial para que los sistemas de información geográfica sean útiles, y el diseño de temas de datos basados en capas es un concepto clave.

Desarrollando el concepto de los datos vectoriales sabemos que se utilizan un conjunto de puntos, líneas o polígonos que modelan un aspecto del medio. Estos puntos, líneas o polígonos se conocen, de manera genérica, como objetos o características o entidades. Constan de una información gráfica o, más bien, geográfica, de localización, y de una información alfanumérica que describe determinadas características de las entidades. La información alfanumérica o atributos se encuentran en una tabla. A cada entidad le corresponde un registro (fila) en la tabla y viceversa. Dentro de la tabla, cada campo (columna) describe un aspecto de las entidades de la capa. Los puntos se reducen a pares de coordenadas latitud-longitud o x-y, que marcan la posición de lo modelizado sobre la superficie de la tierra. Así los pozos de agua, terminales, postes, puntos contaminados pueden quedar representados con esta estructura vectorial. Las líneas o polilíneas son una serie ordenada de puntos denominados vértices, los puntos inicial y final se llaman nodos. Cuando se visualizan consisten en segmentos rectos entre los vértices. Permiten modelizar carreteras, ríos, curvas de nivel. Los polígonos son líneas cerradas que delimitan superficies. Modelizan vegetación, suelo, geología, monte, provincia, país. En la Figura 5 se ilustra la correspondencia entre una capa vectorial de polígonos con su tabla de atributos.

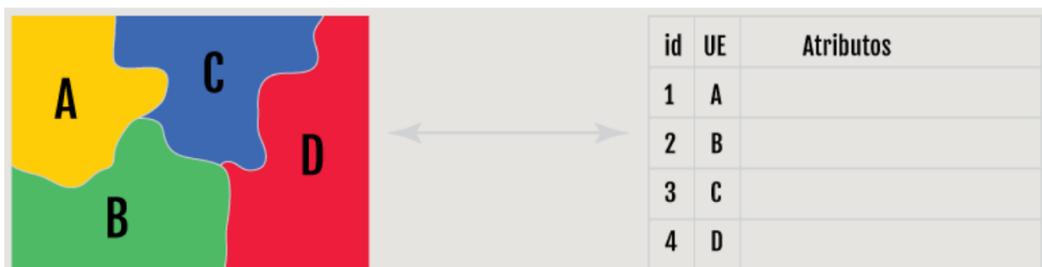


Figura 6. Correspondencia entre los polígonos y la tabla de atributos.

Fuente: IGN

Los SIG vectoriales son más adecuados para modelizar aspectos poco variables, generalmente cualitativos. Esto no significa que no pueda modelizarse cualquier aspecto del medio. Los polígonos funcionan de forma similar a una capa ráster si se han realizado clases (intervalos) de cualquier aspecto cuantitativo. Las líneas también pueden representar aspectos cuantitativos en la forma de isolíneas (curvas de nivel, isotermas, isoyetas). Hay que reseñar que hoy en día, buena parte del software disponible en el mercado son capaces de manejar tanto información ráster como vectorial y es posible transformar de un formato a otro según el análisis que se necesite realizar.

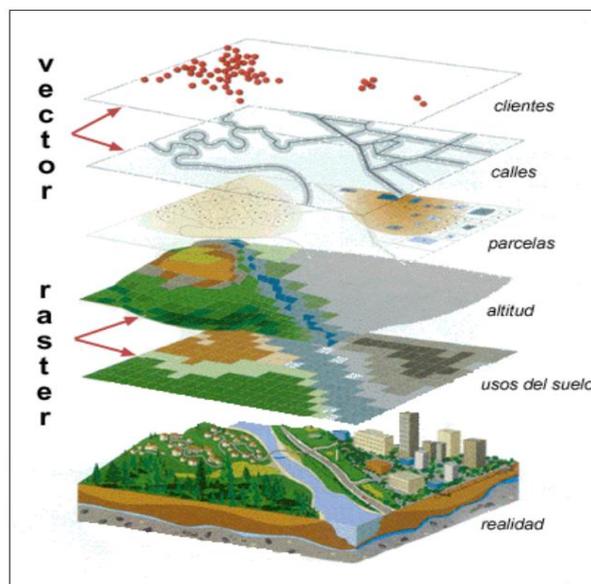


Figura 7. Dos tipos de datos visuales apilados. Fuente:

<https://www.geogra.uah.es/gisweb>.

Las representaciones geográficas se organizan en una serie de capas donde la mayoría de estas son grupos de elementos geográficos simples, por ejemplo una red de rutas asfaltadas, una colección de parcelas determinadas, tipos de suelo, una superficie de elevación, imágenes de satélite de una fecha determinada, ubicaciones de puertos o espejos de agua.

Muchos datos se representan mejor por medio de un raster individual, como es el caso de los tipos de suelo o las ubicaciones de distintos distritos, estas imágenes son georreferenciadas.

De tal manera, las diferentes capas se van apilando de modo que todas puedan ser observadas y aporten datos de valor al mapa final. De este modo las diferentes capas pueden cruzarse y crear sinergias, proporcionando mucha más información donde el usuario puede alternar fácilmente entre las diferentes capas sin confundirlas.

Recordemos que todos utilizarán una capa más básica en un mapa, llamado mapa base. La mayoría están familiarizados con el clásico mapa base con vista de satélite. Sin embargo, dependiendo del propósito específico, cualquier tipo de datos puede utilizarse como mapa base para construir otras capas sobre él. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M., 2015)

Tabla de atributos

Aquí es donde se encuentra la verdadera importancia de este sistema, la información tabular es la base de las entidades geográficas, y le permite visualizar, consultar y analizar los datos. En pocas palabras, las tablas están constituidas por filas y columnas, y todas las filas tienen las mismas columnas. Las filas se denominan registros y las columnas campos. Cada campo puede almacenar un tipo de datos específico, como un número, una fecha o una fracción de texto.

Existen campos que se mantienen automáticamente, como el número de identificador único, también conocido como ID. De esta manera le permite asociar registros en una tabla con registros en otra tabla a través de un campo común, conocido como una clave.

Tabla de atributos - Dpto_La Rioja :: Objetos totales: 18, filtrados: 18, seleccionados: 0 {1 ?} {2,?} {3,?}

objectid	departa	cabecer	provincia	fuente	fec_actual	fuente1	cod_depto	
0	395	CORONEL FELIP...	VILLA UNION	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46028
1	231	CASTRO BARROS	AMINGA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46021
2	232	SANAGASTA	VILLA SANAGASTA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46126
3	238	GENERAL OCAMPO	VILLA SANTA RIT...	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46084
4	233	CHILECITO	CHILECITO	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46042
5	234	GENERAL ANGEL ...	TAMA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46056
6	239	GENERAL BELGR...	OLTA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46063
7	240	CHAMICAL	CHAMICAL	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46035
8	235	INDEPENDENCIA	PATQUIJA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46105
9	236	GENERAL JUAN F...	MALANZAN	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46070
10	237	ROSARIO VERA ...	CHEPES	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46112
11	241	GENERAL SAN M...	ULAPES	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46091
12	242	VINCHINA	VILLA SAN JOSE ...	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46098
13	243	FAMATINA	FAMATINA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46049
14	244	SAN BLAS DE LO...	SAN BLAS	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46119
15	245	ARAUICO	ADMOGASTA	LA RIOJA	IGM	MAR 2006	IGM	46007

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 8. Tabla de atributos de una capa. Fuente: LOPEZ, Juana y BARRAZA Gabriela. “Introducción a los SIG”. 2013

Existen muchas fuentes de datos tabulares disponibles en las redes, el SIG puede aprovechar muchos formatos o bien adaptarlos. La información tabular puede almacenarse como tablas en carpetas o bases de datos, archivos de texto, consultas en bases de datos, etc. Además, si tiene datos espaciales, probablemente ya tenga atributos tabulares que describen esas entidades geográficas. Pero este es un aspecto que se desarrollará en profundidad en el segundo capítulo.

Importancia de la georreferenciación

Es transcendental la georreferencia de las capas para poder realizar un análisis espacial adecuado, que es transformar los datos brutos en información útil, para ello es necesario e importante que las capas que estén una sobre otra se encuentren sincronizadas en este aspecto y así poder intersectar datos, incluir proximidad, extraer distancias y varios geoprocesos más.

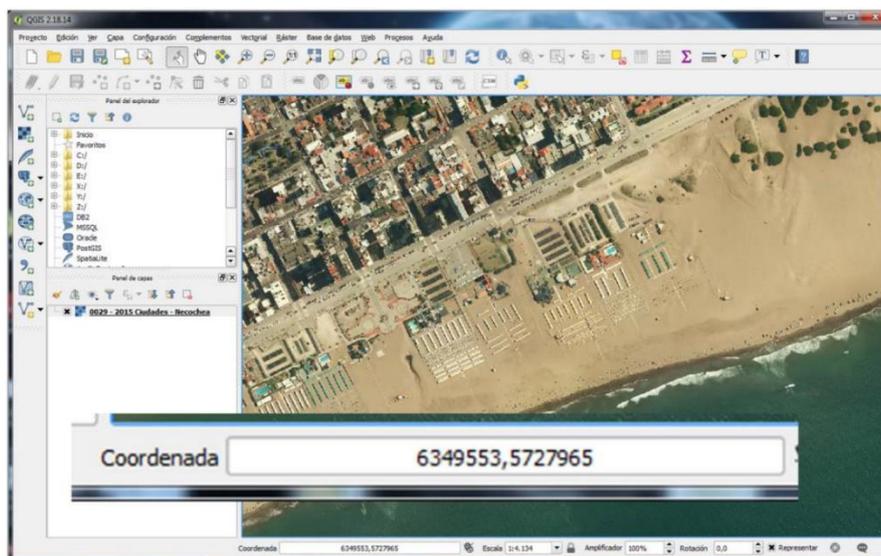


Figura 9. Imagen georreferenciada en el lienzo de QGIS. Fuente: Pietrangelo, Laura. “Curso Básico QGIS”. 2018

De forma genérica, la georreferenciación es la ubicación de un punto concreto sobre la superficie terrestre. Es una técnica de procesamiento espacial que utiliza las coordenadas de mapa para determinar una localización geográfica única en el espacio y, así, poder facilitar esta información a las diferentes entidades cartográficas de forma digitalizada. (Facultad de Ingeniería del Ejército. Galván, F., 2015)

La georreferenciación es propia de los sistemas de información geográfica, y se trata de un valor fundamental para el análisis de los datos. El SIG lo que permite es que se combine información de diferentes sistemas de coordenadas con el fin de conseguir una ubicación lo más precisa posible. Además se obtienen datos con diferentes capas de información y de esta forma, una misma base de datos georreferenciados, con la configuración adecuada puede adaptarse a las distintas necesidades de quien deba utilizarla.

Por otro lado, los sistemas de coordenadas pueden dividirse en dos grupos. Por un lado está el sistema de coordenadas geográficas, con el que se puede referenciar un punto en concreto

de la superficie terrestre por medio de la latitud y la longitud, junto a la altitud para conseguir más precisión.

El sistema de coordenadas geográficas más habitual es el World Geodetic System 84 (WGS84), que se utiliza para la georreferenciación directa con el que podemos incluir las coordenadas del punto deseado a trabajar. (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999)

Funciones básicas de un SIG

El especialista español Alonso Sarría relata, las funciones fundamentales y más habitualmente utilizadas de un SIG son el almacenamiento, visualización, consulta y análisis de datos espaciales. Existen infinidad de herramientas muchísimo más avanzadas para la utilización de un SIG en la toma de decisiones, en ordenación territorial o para la modelización de procesos espaciales.

Almacenamiento. El primer inconveniente al usuario inexperto que se plantea al trabajar con un SIG es el cómo codificar y almacenar los diferentes fenómenos que aparecen en el terreno. El primer paso es un formato de datos adecuados. Es decir que el almacenamiento de datos espaciales represente la realidad y codificar de forma cuantitativa y/o cualitativa este modelo que normalmente se verán reflejados en la tabla de atributos como vimos al inicio de este capítulo.

Visualización. La diferencia básica entre un Sistema de Información en sentido amplio y un SIG es que este último maneja datos espaciales. Estos se presentan en un espacio de cuatro dimensiones (3 espaciales y el tiempo) pero debido al peso que la tradición cartográfica tiene sobre los SIG, una de las formas prioritarias de presentación de los datos es en su proyección sobre el espacio bidimensional definido mediante coordenadas, pero no quita que se pueda incorporar la altura correspondiente sobre un plano determinado.

Hoy en día emergen un gran número de programas sencillos que se centran en la visualización y consulta de datos espaciales siendo estos un complemento a los SIG más que uno de ellos en sí mismo. Sin embargo gran parte de la popularización de los SIG se debe a este tipo de aplicaciones ya que han permitido introducir la dimensión espacial de la información de forma sencilla en entornos de trabajo en los que no existía una tradicionalmente, por ejemplo en empresas u organismos gubernamentales.

Consultas. Un nivel más avanzado sería la obtención de respuestas a una serie de consultas sobre los datos y su distribución en el espacio. Una muestra de esto sería seleccionar el subconjunto de datos que el usuario necesita en función de un conjunto de criterios previamente definidos. Por ejemplo todas las ciudades con una población mayor de 5000 habitantes. Presentarlo al usuario de forma útil bien sea tablas (con listados de los municipios ordenados según diversos criterios), gráficos o mapas en los que las ciudades de más de 5000 habitantes aparezcan de un determinado color. Las tablas dan una información más exacta, pero los mapas presentan sobre las tablas la ventaja de que aportan información espacial con un solo “golpe de vista”.

En un Sistema de Información convencional o en una base de datos, la consulta se basa en propiedades temáticas. En un SIG las consultas se basan tanto en atributos temáticos como en propiedades espaciales, y estas pueden definirse mediante un par de coordenadas o clickeando directamente sobre un mapa.

Los tipos básicos de consulta a un SIG serían:

¿Qué objeto aparece en el punto de coordenadas X e Y.

¿Cuáles son los valores de las variables V1, V2,... en determinado punto?

¿Qué puntos cumplen una determinada condición? Por ejemplo tener una pendiente inferior al 30% y determinado tipo de suelo.

¿Qué entidades cumplen una determinada condición? Por ejemplo cuantos espejos de agua están en condiciones de potabilizarse.

¿Cuál es la distancia entre dos puntos?

¿Cuál es la conexión entre dos puntos? Por ejemplo, ¿Cuál es la mejor ruta entre Tandil y Bahía Blanca?

Análisis. Más sofisticado sería el uso de herramientas de análisis espacial y álgebra de mapas para el desarrollo y verificación de hipótesis acerca de la distribución espacial de las variables y objetos. Los temas se centrarán en estos aspectos:

Carta de movilidad para determinados vehículos de acuerdo a la pendiente del terreno.

Los hospitales existentes, ¿Se encuentran a menos de 5 kilómetros de cualquier punto de un área determinada?

¿Cuál es el tamaño mínimo de una arboleda para un correcto encubrimiento de un Regimiento de Tanques?

En algunos casos resulta necesaria la utilización de programas de análisis estadísticos externos a los programas de SIG, debe buscarse entonces la mayor integración posible entre ambos tipos de programas en cuanto a tipos de datos manejados y compatibilidad de formatos. En otros casos se tratará de implementar modelos ya formulados apoyados en el conocimiento de expertos bien en comunicación directa o bien a través de una búsqueda bibliográfica.

A partir de los resultados de este tipo de análisis podemos, generar nuevas capas de información. Por ejemplo, una vez determinada la relación entre tipo de terreno y vehículo, puede generarse una capa de transitabilidad para determinados vehículos.

Toma de decisiones. Un punto más allá de sofisticación sería la utilización de un SIG para resolver problemas de toma de decisión en planificación física, disposición territorial, estudios de impacto ambiental, etcétera. En definitiva se trataría de resolver preguntas del tipo:

¿Qué ciudad es la más adecuada para la instalación de una Base de Apoyo? Por ejemplo en función a depósitos de combustible, hospitales, alojamientos, empresas logísticas entre otras variables.

¿Cuál es la forma y tamaño adecuados para la instalación de un lugar de esparcimiento?

¿Cuál es la ubicación óptima de un puesto de control en función a las vías de comunicación y terreno?

Modelización. Finalmente, las aplicaciones más elaboradas de los SIG son aquellas relacionadas con la integración de modelos matemáticos de procesos naturales, dinámicos y espacialmente distribuidos. Los objetivos perseguidos pueden ser tanto científico como de planificación y ordenamiento. Por ejemplo:

¿Qué áreas pueden inundarse en caso de producirse un episodio lluvioso dado?

¿Qué consecuencias ambientales puede tener el incendio de un depósito de armamento?

¿Cómo podría mejorarse la eficiencia en el uso del agua?

¿Cuál va a ser el impacto sobre el medio el paso de una columna de vehículos?

El SIG se utiliza sólo para crear las capas de entrada al modelo y visualizar las de salida. El modelo se implementa en un programa aparte que importa y exporta los formatos de la tabla de atributos propia siendo ambos, programas son totalmente independientes.

Un caso similar sería el caso de una hoja de datos cuyo contenido se grabara en formato de texto (*.txt) y este fichero se leyera con un procesador de textos para su incorporación en un documento. Se incorporará una pequeña aplicación de hoja de cálculo para concentrar, y trabajar con tablas en el documento. (Alonso Sarría, 2006)

Software libre SIG mayormente difundidos

El blog ArcGeek, reunió los SIG de uso más común de acceso libre, algunos de ellos acompañados de una breve descripción en algunos casos técnica que se desarrollarán en el Segundo Capítulo.

QGIS: Es un SIG fácil de usar que le permite visualizar, administrar, editar, analizar datos y componer mapas imprimibles. Es un software de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows, que permite manejar formatos raster y vectoriales así como bases de datos.

gvSIG: En 2004, el proyecto gvSIG surgió como una opción de software libre y de código abierto en España, se puede decir que supera a QGIS 2 para 3D siendo quizás la mejor visualización en ese aspecto disponible en GIS de código abierto.

Whitebox: Fue un descubrimiento para el equipo de MappingGIS, ya que se trata de un completa aplicación GIS de código abierto con decenas de herramientas para realizar análisis espacial, trabajar con LiDAR, hidrología, etcétera y un gran software GRATUITO para trabajar con imágenes de satélite. Su origen es suizo.

GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System): Fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos como una herramienta para el manejo de la tierra y la planificación ambiental. Academia, consultores ambientales y agencias gubernamentales usan GRASS GIS debido a su intuitiva interfaz gráfica de usuario y su confiabilidad. Cuenta con más de 350 herramientas de manipulación de vectores y rásters. No muy útil en diseño cartográfico, GRASS GIS sobresale principalmente como una opción de software GIS gratuito para análisis, procesamiento de imágenes, manipulación digital del terreno y estadísticas.

SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses): Es uno de los más tradicionales en el mundo del software libre GIS. Comenzó principalmente para el análisis del terreno, como el sombreado de alturas, la extracción de cuencas hidrográficas y el análisis de visibilidad. Ahora SAGA GIS es una potencia porque ofrece un conjunto de métodos geocientíficos de rápido crecimiento para la comunidad.

MapWindow: Era un software privado de SIG, sin embargo, se ha abierto a través de un contrato con el Gobierno de los EE.UU llamado «Cuencas», donde el código fuente fue liberado al público. Actualmente MapWindow 5 ha sido lanzado en su nueva versión y tiene un gran impacto en los usuarios.

ILWIS (Gestión Integrada de la Información sobre la Tierra y el Agua): Es un software GIS gratuito para planificadores, biólogos, administradores del agua y usuarios geoespaciales, es bueno en lo básico, digitalizar, editar y mostrar datos geográficos. También se utiliza para la teledetección con herramientas de clasificación de imágenes, mejoras y manipulación de bandas espectrales. Con el tiempo, ha mejorado el soporte para series temporales, análisis y animación.

GeoDa: Se utiliza principalmente para introducir a nuevos usuarios en el análisis de datos espaciales, su principal funcionalidad es la exploración de datos en estadística. Posee simples gráficos de cajas hasta estadísticas de regresión, GeoDa tiene una completa cantidad de herramientas estadísticas para hacer casi cualquier cosa espacialmente. Su base de usuarios es fuerte ya que las universidades de Harvard, MIT y Cornell han adoptado este software libre de SIG para servir como una introducción dócil al análisis espacial para los usuarios que nunca han utilizado un SIG. Se aplica particularmente en áreas como el desarrollo económico hasta la salud y los bienes raíces.

UDig: Es una buena opción de software GIS de código abierto para la cartografía básica, le permite importar mapas base de manera muy similar a ArcGIS. Específicamente el catálogo, la simbología y la funcionalidad son algunos de los puntos fuertes, sin embargo sus herramientas son limitadas opacando su uso dinámico para realmente utilizarlo como un paquete de software SIG realmente completo y gratuito.

OpenJump: Anteriormente conocido JUMP GIS, OpenJump GIS, con el tiempo se convirtió en algo mucho más grande debido a su gran esfuerzo comunitario. Uno de sus puntos fuertes es cómo maneja bien los grandes conjuntos de datos. El renderizado está por encima de

la media con muchas opciones de mapeo, generando gráficos circulares, diagramas y mapas de coropletas.

Diva GIS: Este se especializa en el mapeo de la riqueza biológica y la distribución de la diversidad, también proporciona datos SIG útiles y gratuitos todos los días para sus necesidades de mapeo como por ejemplo datos climáticos para todas las localizaciones en la tierra. A partir de aquí utiliza los análisis estadísticos y técnicas de modelado tradicionales de este tipo de software.

FalconView: También es software abierto para mostrar varios tipos de mapas y sobreimpresiones geográficamente referenciadas. La mayoría de los usuarios de FalconView provienen del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y de otras agencias nacionales de inteligencia geoespacial y esto se debe a que suelen utilizarlo para la planificación de vuelos de combate.

OrbisGIS: Es un software SIG de código abierto que aún se encuentra en proceso de creación, multiplataforma diseñado por y para la investigación. Proporciona algunas técnicas de SIG para gestionar y compartir datos espaciales, capaz de procesar modelos de datos vectoriales y rasterizados. Además puede ejecutar procesos de hidrología sin necesidad de complementos también denominados plugins.

Como se pudo observar las capacidades de los SIG son muy variadas pero existen algunas que son comunes a la mayoría de ellos, podrán ser tareas avanzadas de procesamiento de SIG, o sencillas y básicas propias del software.

Aclaración

Como se pudo observar, este capítulo desarrollado es eminentemente técnico. A pesar de darle un tinte vinculado hacia la logística, gran cantidad de ideas y conceptos fueron extraídos de apuntes de clases generados en la Facultad de Ingeniería del Ejército (Ingeniería Geográfica) y en el Centro Argentino de Cartografía.

Conclusiones parciales

Concluyendo este capítulo, el objetivo específico persigue: Investigar las capacidades de un SIG de libre acceso aplicables al diseño logístico. Entonces se puede decir que la cantidad de software libre y de código abierto en el mercado es amplia y cada una se ajusta a la disciplina o arte que se desee desarrollar, encontrándose además en un mejoramiento continuo.

Dejando por sentado que el SIG no es un fin en sí mismo, se reitera que es una herramienta con grandísimo potencial. Sin embargo se pudo identificar que el centro de gravedad de todo este sistema es el dato en sí, su almacenamiento y gestión holística del mismo para una mejor toma decisiones.

Consumando este capítulo permitió concentrar las funciones básicas de un SIG con un próspero potencial si se le da un uso adecuado. Las mismas serán el almacenamiento de los datos, la visualización de la información, consultas de amplio espectro, análisis específicos, toma de decisiones tan necesaria en la gestión de personal y medios, y por último la modelización para una correcta visualización.

Capítulo II. Administración de datos para el análisis y utilización geoespacial

Gestión de datos

La gestión de datos es el proceso de introducir, almacenar, organizar, utilizar y mantener los datos creados y recogidos por una organización. La gestión de datos eficaz es una pieza fundamental de la implementación de los sistemas de SIG que ejecutan funciones diversas y proporcionan información analítica para ayudar a impulsar la toma de decisiones operativas y la planificación estratégica por parte de comandos, asesores y otros usuarios finales.

El proceso de gestión de datos incluye una combinación de diferentes funciones que, en conjunto, tienen como objetivo garantizar que los datos de los diferentes sistemas sean precisos, estén disponibles y sean accesibles. La mayor parte del trabajo requerido lo realizan los equipos designados a tal fin, pero los usuarios también es necesario que participen en algunas partes del proceso para garantizar que los datos satisfagan sus necesidades y para que se adhieran a las políticas que rigen su uso.

Los datos se ven cada vez más como un activo de valor que se puede utilizar para tomar decisiones óptimas mejor fundadas, mejorar las operaciones, perfeccionar los procedimientos rutinarios y reducir los costos. Pero la falta de una gestión de datos adecuada puede cargar a las organizaciones con cantidades enormes de datos innecesarios, conjuntos de datos incoherentes y problemas de calidad de los datos que limitan su capacidad para ejecutar aplicaciones de análisis e inteligencia.

La gestión de datos también ha ganado importancia a medida que las organizaciones están sujetas a un número cada vez mayor de requisitos.

Conceptos necesarios. Hasta aquí ya se puede observar lo minucioso y metódico que se debe ser con el dato, ya que si no se cumplen alguno de los aspectos que se describen a

continuación, el resto de los procesos será infundado y por lo tanto podrá desembocar en graves consecuencias.

Primeramente el acceso a los datos que será la capacidad de acceder y recuperar información donde sea que esté almacenada. Ciertas tecnologías pueden hacer que este paso sea lo más fácil y eficiente posible para que el usuario pueda pasar más tiempo usando los datos y no solo tratando de encontrarlos.

La calidad de los datos es quizás uno de los aspectos más importantes, esta no es más que la práctica para asegurarse de que los datos sean precisos y utilizables para los fines previstos. Esto comienza desde el momento en que se accede a los datos y continúa a través de varios puntos de integración con otros datos, sobre todo cuando se utilizan fuentes ajenas a la propia organización.

La integración de datos define los pasos para combinar sus diferentes tipos. Las herramientas de integración de datos ayudarán a diseñar y automatizar los pasos que hacen este trabajo, ganando tiempo y reduciendo costos. (Rigaux, 2001)

Sistemas de Gestión de Bases de datos y SIG. Según los archivos de la Universidad de Murcia, un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a los mismos. El caso de lo SIG es un poco diferente ya que en principio las bases de datos espaciales no son adecuadas para su manejo con SGBD tradicionales.

Sin embargo, a lo largo del desarrollo de las tecnologías ligadas a los SIG desde los setenta hasta la actualidad, una de las tendencias más claras y cada vez más importante, que tiene el uso de SGBD para la gestión de datos temáticos como apoyo al SIG. En principio se utilizaron para almacenar los atributos temáticos asociados a un conjunto de entidades espaciales almacenadas en formato vectorial, hoy en día se están empezando a utilizar además

para el almacenamiento de la información geoespacial (conjunto de coordenadas) de las entidades espaciales. (Alonso, 2006)

Gestión de errores. Es insensato creer que los sistemas de medición de datos o recolector de los mismos serán cien por ciento exactos y precisos.

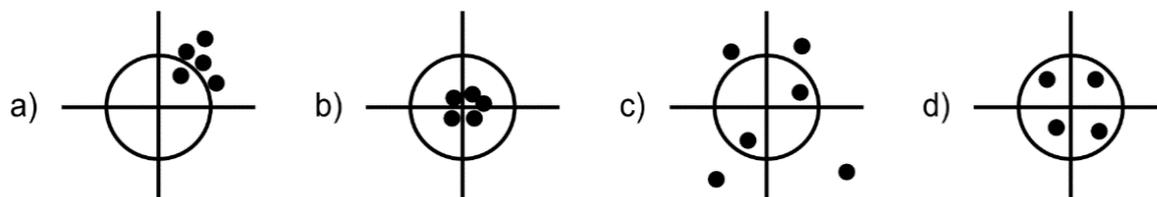


Figura 10. Diferencia entre precisión y exactitud. En a) y b) la precisión es elevada, mientras que en c) y d) es baja. Por su parte, en a) y c) la exactitud es baja, siendo alta en b) y d). Fuente: Heywood Longman, 1998.

Sabiendo esto, deben formularse estrategias para tratar de reducir el error, así como definir metodologías que permitan obtener resultados más precisos dentro de un proyecto SIG. Estas estrategias dependen, como es lógico, del tipo de proyecto, sus objetivos, o el tipo de dato que se emplee para su desarrollo.

Los errores se pueden administrar en dos lugares bien diferenciados, utilizando datos de partida más precisos. Deben establecerse parámetros de calidad referidos a los datos con los que se trabaja, que permitan tener garantía de que estos están en condiciones de dar respuestas correctas a las cuestiones que se planteen en base a ellos.

Por otro lado minimizando los errores a lo largo del desarrollo del trabajo. No todas las operaciones que realizamos en un SIG implican la introducción de errores en la misma medida. La propagación del error puede controlarse si estructuramos adecuadamente los pasos a realizar, situando al final de la cadena de procesos aquellos que sean más propensos a generar errores o sobre los que se tenga más incertidumbre en cuanto a la calidad de los resultados que arrojan.

La importancia de los metadatos es grande en este sentido, ya que la cartografía impresa habitualmente contiene información acerca de su calidad y su precisión, pero al trabajar con una capa en un SIG, esa información la contienen los metadatos. Mientras que en un mapa impreso no podemos separar el mapa en sí de esa información, en el contexto de capas de un SIG estas se encuentran formalmente separadas, hasta tal punto que la práctica más habitual es trabajar con capas sin metadatos o, de existir estos, no emplearse como parte importante de los propios datos.

Visualización de datos

Los datos correctamente recogidos y organizados permiten su representación visual y conjunta, sin perder de vista la finalidad del usuario para el correcto aprovechamiento de esta herramienta. Para comprender este aspecto de mejor manera, se detallarán ejemplos hilando finalidad del usuario, recolección de datos y visualización.

Durante el Curso de Oficial de Materiales y en el marco del desarrollo del Ejercicio Yaguareté, se pudieron realizar algunos trabajos, análisis y productos muy beneficiosos para la toma de decisiones. En este capítulo se podrá observar una sobria recopilación de datos sin ningún tipo de procesamiento de los mismos, demostrando un gran aporte a un primer análisis.

En primer lugar la recopilación de capas SIG, datos vectoriales y ráster, fueron obtenidos de una fuente fidedigna, como en este caso, el Instituto Geográfico Nacional. Se recuerda la importancia de comprobar la veracidad de los datos, en este caso con la promulgación de la Ley de la Carta (Ley N° 12 696), el 3 de octubre de 1941, comenzó en forma sistemática y regular, la realización de trabajos geodésicos fundamentales y los levantamientos topográficos con apoyo uniforme y homogéneo de todo el territorio nacional.

línea	Límites de Espacios Marítimos	Diciembre de 2017	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
línea	Límite de la Plataforma Continental	Diciembre de 2017	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
línea	Límites Interdepartamentales o de Partidos	Diciembre de 2017	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
línea	Límites Interprovinciales	Octubre de 2018	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
línea	Límites Internacionales	Octubre de 2018	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
polígono	País	Octubre de 2018	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
polígono	Departamentos	Octubre de 2018	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos
polígono	Provincias	Octubre de 2018	Descargar SHP	Descargar GeoJSON	Meladatos

Figura 11. Imagen de la plataforma web del IGN donde las capas SIG y datos pueden ser descargados en formato shapefile para ser usadas en cualquier software. Fuente: IGN

Recordemos que el shapefile es un formato de representación vectorial desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute). Consta de un número variable de archivos, en los que se almacena digitalmente la localización de los elementos geográficos y sus características. Se compone de formato multiarchivo y el mínimo requerido es de tres:

- .shp: es el archivo principal que almacena la geometría de la entidad.
- .shx: es el archivo de índice que almacena el índice de la geometría de la entidad.
- .dbf: es la tabla dBASE que almacena la información de atributos de las entidades.

Particularmente en este ejemplo se configurarán algunas capas relacionadas con los medios de transporte, y vías de comunicación. Entre ellas, rutas nacionales, rutas provinciales, aeropuertos, aeródromos, vías ferroviarias entre otros datos complementarios.

A continuación se presenta una tabla de atributos de los datos recolectados por el IGN, plasmado en el software QGIS. La misma represente los datos referentes a los aeródromos de un sector geográfico determinado, las filas y columnas organizan un cúmulo de información de manera de poder procesar el mismo acuerdo a las necesidades del usuario. Cada columna de

esta tabla de atributos presenta el número de identificación, el nombre del aeródromo, el del departamento provincial donde se ubica, altura de los umbrales de las cabeceras sobre el nivel del mar, responsable del dato entre otros. A pesar de ello como se dijo en el párrafo anterior, puede ser administrada, procesada y modificada de manera de solucionar el aspecto que se requiera.

gid	entidad	objeto	fna	gna	nam	fun	atv	fdc
1	1	Aeródromo	NULL	NULL	NULL	-1,000000000000...	-1,000000000000...	ESRI-World_J
2	2	Aeródromo	NULL	NULL	NULL	2,000000000000...	-1,000000000000...	ESRI-World_J
3	3	Aeródromo	Aeródromo Rincón de los Sauces	Aeródromo	Rincón de los Sauces	6,000000000000...	9,000000000000...	ESRI-World_J
4	4	Aeródromo	NULL	NULL	NULL	-1,000000000000...	9,000000000000...	IGN
5	5	Aeródromo	NULL	NULL	NULL	-1,000000000000...	-1,000000000000...	ESRI-World_J
6	10	Aeródromo	Aeródromo Bernardo de Yrigoyen	Aeródromo	Bernardo de Yrigoyen	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
7	12	Aeródromo	Aeródromo Salvita	Aeródromo	Salvita	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
8	13	Aeródromo	Aeródromo El Desafío	Aeródromo	El Desafío	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
9	14	Aeródromo	Aeródromo SAS Aeroaplicaciones	Aeródromo	SAS Aeroaplicaciones	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
10	15	Aeródromo	Aeródromo Estancia Los Pozos	Aeródromo	Estancia Los Pozos	-1,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
11	16	Aeródromo	Aeródromo Cachi	Aeródromo	Cachi	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
12	17	Aeródromo	Aeródromo San José de Metán	Aeródromo	San José de Metán	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
13	18	Aeródromo	Aeródromo Cañada de Gómez	Aeródromo	Cañada de Gómez	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
14	19	Aeródromo	Aeródromo Firmat	Aeródromo	Firmat	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
15	20	Aeródromo	Aeródromo El Aduar	Aeródromo	El Aduar	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
16	21	Aeródromo	Aeródromo Establecimiento 10 de Noviembre	Aeródromo	Establecimiento 10 de Noviembre	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC
17	22	Aeródromo	Aeródromo Estancia El Cencerro	Aeródromo	Estancia El Cencerro	6,000000000000...	9,000000000000...	IGN/ANAC

Figura 12. Tabla de atributos de “Aeródromos” descargada desde IGN y plasmada en QGIS. Fuente: Propia

En este caso esta tabla despliega un dato vectorial de tipo punto, ya que es la mejor manera de representar a los mismos en la escala prevista. La misma en el lienzo o también denominado panel de control, se coloca con una imagen de fondo o mapa base y se observaría de la siguiente manera.

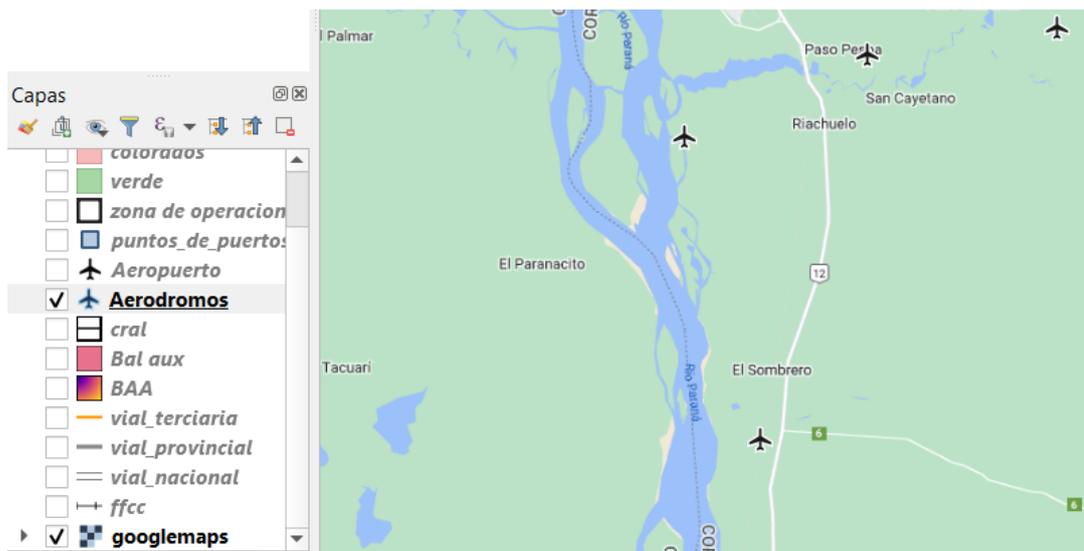


Figura 13. Lienzo y panel de control de capas en QGIS con cuatro aeródromos.

Fuente: Propia

Así como se indica en la Figura 13. como podrían visualizarse la representación de los aeródromos, de igual manera se realiza con el resto de las capas para visualizar los datos.

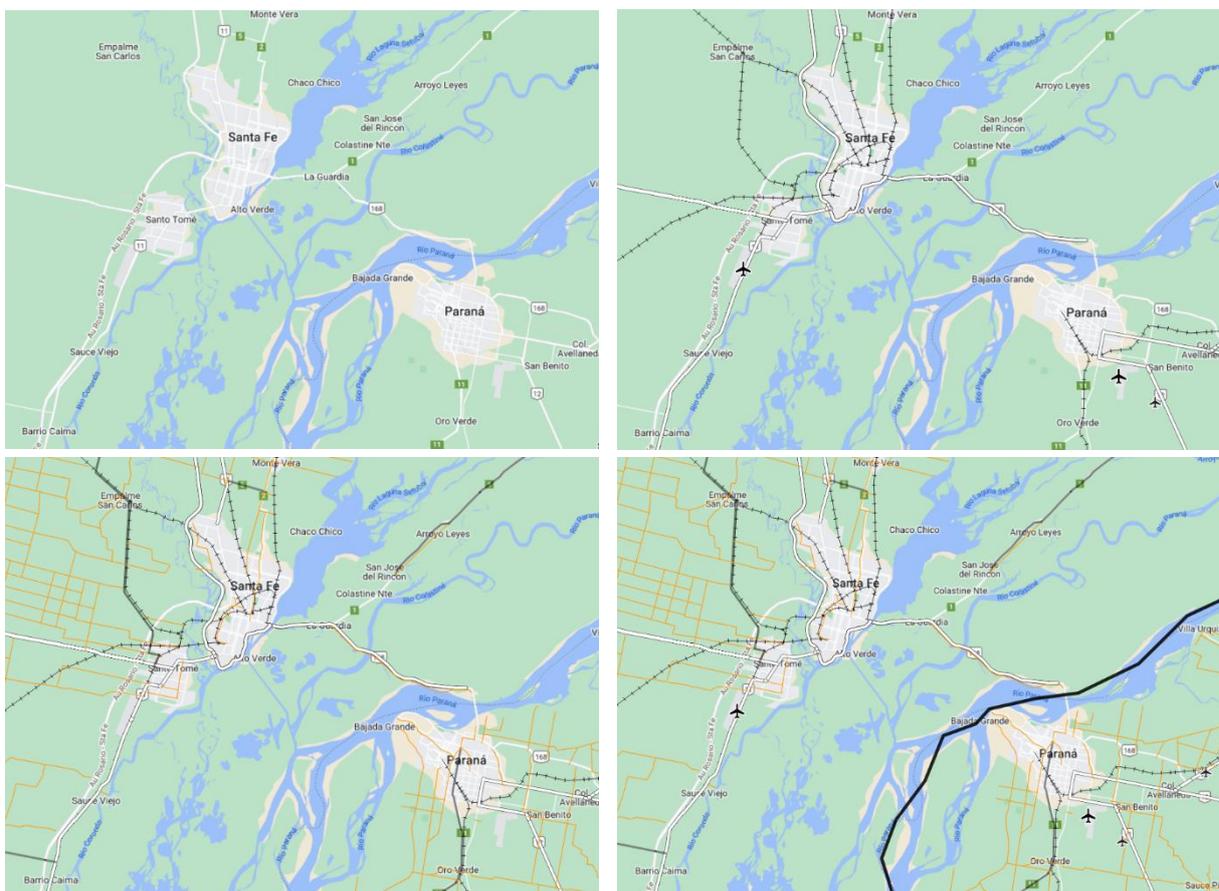


Figura 14. Ejidos urbanos de la Ciudad de Santa Fe y Paraná con diferentes combinaciones de capas relacionadas al transporte. Fuente: Propia

Manipulación de datos

Se puede observar entonces que la tabla de datos que se vincula con este tipo de archivo es sumamente necesario, ya que al menos tendrá una columna con números de identificación de los elementos componentes de dicha capa. La ventaja de esto es que los datos (Filas y columnas) pueden ser cien por ciento editables, pudiendo agregar si es necesario campos de información que requiera mi proyecto de trabajo.

Si bien estos datos se pueden procesar en el propio software SIG que posee las herramientas de edición y geoprosesos, en la cotidianeidad esta tabla es procesada en Excel donde los procesos son operados de manera habitual por el común de los usuarios. De esta manera la información pueden fluir en ambos sentidos y estimular una gestión más cómoda para el operador.

1	A	B	C	D	E	F	G	H
		1	2	3	4	5	6	7
2		Ciudad	Provincia	Nombre del Aeropuerto	<i>Largo de pista</i>	<i>Capacidad portante</i>	<i>Almacenamiento o m3</i>	<i>Almacenamiento descubierto en m2</i>
3		Allen	Río Negro	Aeroclub Allen	1500	A3	25.000	65.000
4		Azul	Buenos Aires	Aeropuerto de Azul	2110	D1	32.000	55.000
5		Berazategui	Buenos Aires	Aeroclub Río de la Plata	1570	C1	34.750	380.000
6		Bolívar	Buenos Aires	Aeropuerto de Bolívar	1100	A2	17.600	410.000
7		Cafayate	Salta	Aeródromo Gilberto Lavaque	2100	A1	5.600	310.000
8		Caleta Olivia	Santa Cruz	Aeródromo Caleta Olivia	2800	A1	22.000	250.000
9		Santa María	Catamarca	Aeródromo de Campo Arenal	2900	B2	4.000	45.000
10		San Miguel	Buenos Aires	Aeropuerto de Campo de Mayo	3200	B1	12.000	300.000
11		Casilda	Santa Fe	Aeródromo Casilda	2100	D1	21.000	120.000

Figura 15. Tabla de datos obtenida de la plataforma web del Ministerio de Transporte, posteriormente modificada en Excel. Fuente: Propia

En la figura 15. se descargó una tabla del Ministerio de Transporte con una determinada cantidad de datos útiles para un fin determinado, en este caso solo tres columnas. Las otras cuatro columnas que se encuentran en cursiva fueron cargadas manualmente, ya sea por información obtenida de otra fuente, o relevada en el terreno por personal idóneo.

De esta manera, por ejemplo, se podrían filtrar aeródromos/aeropuertos ubicados en la provincia de Buenos Aires, con una capacidad portante en sus umbrales de tipo B1, o una capacidad de almacenamiento de 10.000 m³, extrayendo una primera conclusión. Luego se podría visualizar su cercanía con las ciudades, puertos, etcétera.

Conclusiones parciales

Para dar respuesta al segundo capítulo, el objetivo específico persigue: Investigar la importancia de los datos geoespaciales afines al desarrollo de la estructura logística.

Se pudo contemplar que existen una vasta cantidad de fuentes y datos relacionados a las instalaciones, infraestructura del transporte y vías de comunicaciones entre otros aspectos que a su vez se encuentran íntimamente relacionados con la logística en sí misma. Se sabe que existen más y se analizarán en detalle en el Tercer Capítulo.

Sin embargo el dato en sí, deberá tamizarse en una serie de filtros que estarán supeditados de acuerdo al nivel del proyecto que se desee desarrollar. La información utilizada deberá provenir de fuentes íntegras, confiables y si es necesario poder dar crédito del error que pueda poseer, ya que nuestro producto no podrá superar ese aspecto por sí solo.

Por otro lado se constató que los datos, no solo pueden recolectarse de diferentes fuentes, sino también, combinarlas, filtrarlas, ordenarlas y agregar todo aquel campo que se crea necesario, ya sea desde la tabla de atributos o a través de una hoja de cálculo estilo Excel. Consecuentemente, al agregar campos a la tabla de atributos, no se modificará la capa pero si enriquecerá el contenido de su información en pos del proyecto.

Capítulo III. Aplicación y utilidades de herramientas de un SIG en el planeamiento logístico

Planeamiento de la logística operacional

Metodología vinculada. En nuestra doctrina (Logística para la acción militar conjunta), se encuentra bien citada la importancia de la coordinación entre el planeamiento de las operaciones con el correspondiente planeamiento logístico, ya que éste último ejercerá influencia decisiva sobre aquél.

El plan deberá funcionar de manera sistemática y detallada con todos los factores comprendidos en la operación, y como en todo plan, la mayor cantidad de información reunida y clasificada permitirá desarrollar un adecuado sostenimiento particular para dicha operación.

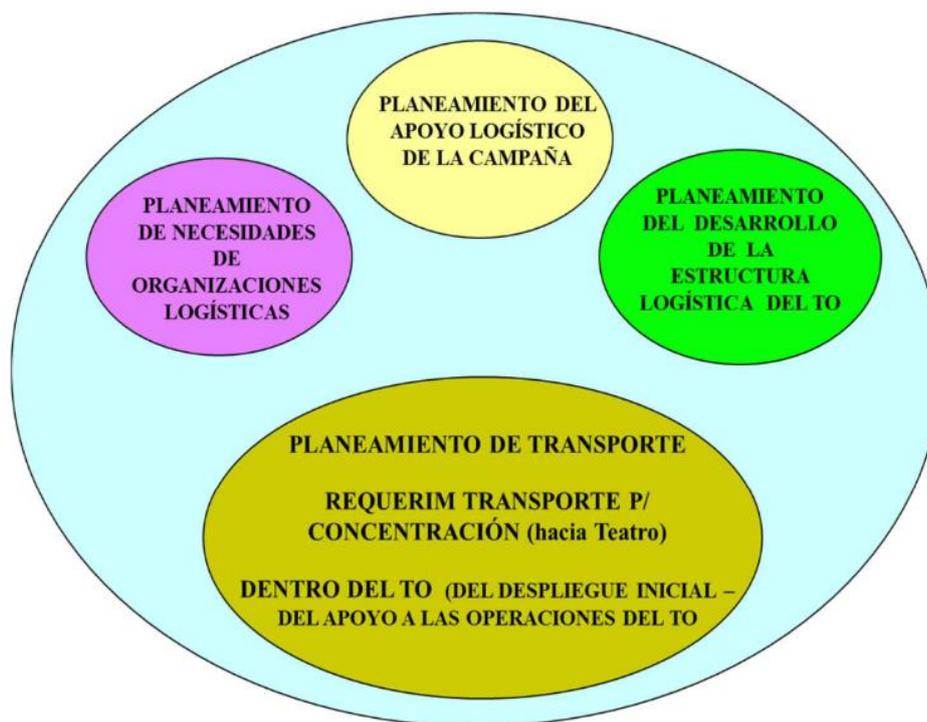


Figura 16. Proceso de planeamiento logístico para apoyar a una campaña.

Fuente: Logística para la acción militar conjunta PC-14-02

Estos planes actuarán de manera sinérgica en beneficio de la solución al problema logístico requirente, obteniendo como producto final el Plan de Apoyo Logístico del TO.

Planeamiento de necesidades de organizaciones logísticas. Los principales factores que influyen en el planeamiento de necesidades de organizaciones logísticas serán: Cantidad y tipo de tropas por apoyar, sus misiones y la magnitud del apoyo logístico a proporcionar, cantidad, tipo y ubicación de los equipos, construcciones requeridas, clima y terreno, situación de los recursos locales en el lugar en que se desarrollen las operaciones, extensión de la zona, actitud, disponibilidad y capacidades de la población civil local, disponibilidades, capacidades y limitaciones de los elementos de los servicios a disposición, capacidades del enemigo. (EMCFFAA, 2019)

Como se pudo observar, de los principales factores que se destacan, definitivamente todas ellas se pueden representar en una imagen con su tabla de datos correspondiente. Cabe recordar que aspectos se tuvieron en cuenta en el anterior Capítulo para constituir estos modelos.

Planeamiento de estructuras logísticas. Se tendrán en cuenta los límites de las zonas de manera clara, indicando el dispositivo a adoptar dentro de ellas. Mientras los comandantes locales tendrán así suficiente libertad de acción para explotar al máximo las condiciones existentes dentro de las zonas asignadas.

Para ello deberán tener en cuenta organizaciones e instalaciones de abastecimiento y mantenimiento, organizaciones e instalaciones de munición, infraestructura, caminos y recursos naturales, terminales, tuberías y sus terminales, transportes, comunicaciones, instalaciones de cada componente, instalaciones de sanidad, instalaciones varias, etcétera.

Planeamiento de transporte del Teatro de Operaciones. Uno de los principales criterios en el planeamiento del transporte será aprovechar al máximo la capacidad de carga de los medios, considerando el concepto para el cual fueron diseñados, el tipo de carga a transportar y el principio de economía de medios, excepto la operación exija omitir uno de estos puntos.

Uno de los documentos necesario en este plan es el programa de movimientos, documento en el cual se regularán las misiones de traslados a ejecutar para dar cumplimiento a los requerimientos formulados por los diferentes usuarios dentro de nuestro Teatro de Operaciones. Se elaborará una vez que se consoliden todas las necesidades requeridas, y contendrá todos los datos necesarios para ejecutar el transporte, como por ejemplo la oportunidad, discriminación de la carga, modos y medios a emplear, itinerarios, terminales, apoyos a recibir, prioridades asignadas, etcétera.

Dentro de las operaciones militares, se encuentran las operaciones tácticas y dentro de ellas los movimientos, si bien no son lo mismo, tiene muchos puntos vinculantes con el planeamiento de transporte. Desde nuestra antigua doctrina fue necesario realizar al menos un croquis para el planeamiento de alguno de ellos. En el mismo se plasmaban al menos, zonas de reunión, punto inicial, punto terminal, puntos críticos, caminos con sus nombres, distancia entre puntos críticos y medidas de coordinación y control.



Figura 17. Esquicio de camino de marcha sin SIG. Fuente: Escuela Superior de Guerra (2021), Clases – Conducción Táctica.

Desarrollando este simple esquicio en un SIG, se podrían explotar al máximo las bondades del mismo, concluyendo resultados mucho más beneficiosos. Como por ejemplo distancia a recorrer, altos de marcha, distancia de articulación, hora y lugar de cruces de puntos

críticos u otras columnas, velocidades de marcha, modificaciones en las velocidades de marcha, profundidad en tiempo, profundidad en espacio, ubicación de la cabeza y la cola en determinados momentos, largo de la columna y tiempos de pasaje.

Aplicación del SIG al planeamiento logístico particular

Concepto.

A partir de aquí se desarrollará en una plataforma SIG una situación básica que pueda surgir en el planeamiento general de la logística. De tal manera, por lo desarrollado en capítulos anteriores se utilizarán las herramientas más básicas exponiendo que conclusiones se pueden extraer, y que beneficios podría aportar a esta actividad.

Aplicando diferentes capas extraídas de fuentes web variadas, sumado a la aplicación de rásters, puntos, líneas y polígonos que sean necesarios para una mejor esquematización del problema logístico.



Figura 18. Logo de QGIS, SIG a utilizar en el presente trabajo. Fuente: QGIS.

Planteo de la situación. En este caso se tomará la función transporte, donde se requerirá un recorrido desde la ciudad de Necochea hasta Bahía Blanca, con los aspectos más destacados y una zona de descanso.

En la misma se volcarán desde distintas fuentes, datos mínimos como por ejemplo, un mapa base, rutas nacionales, provinciales y terciarias, puentes, estaciones de servicios y otros datos de interés.

Por otro lado se modelarán punto inicial, punto terminal, puntos críticos, zonas de reunión, zona de descanso, camino de marcha, entre otros.

Una vez concluidos estos aspectos se procederá a la extracción de conclusiones de acuerdo a la situación planteada y a la información reunida.

Desarrollo. En el QGIS se reunirá la diferente información con el fin de organizarla para nuestra misión particular.

En principio se tomó un mapa de base del sector en cuestión, obtenido de un programa gratuito de origen ruso llamado SAS.Planet, diseñado para ver y descargar imágenes de satélite de alta resolución y mapas convencionales de servidores como: Google Earth, Google Maps, Bing Maps, Yahoo, Yandex, OpenStreetMap, ESRI, etc.

Seguidamente se comenzó con la descarga de diferentes capas SIG pertenecientes al IGN relacionadas con el tema a tratar, transporte. En este caso, archivos tipo .shp con rutas nacionales, provinciales, terciarias y almacenamiento de combustible.

The screenshot shows the IGN website's 'CAPAS SIG' interface. The page is titled 'CAPAS SIG' and includes a navigation menu on the left. The main content area is titled 'CAPAS SIG' and includes a description of the data. Below this, there are several filter buttons for different themes, with 'Transporte' selected. Under 'Transporte', there is a sub-section for 'Aéreo' which lists 'Punto Aeródromo' and 'Punto Aeropuerto'. Each entry has five download buttons for different file formats: SHP, KMZ, GeoJSON, CSV, and Metadatos.

Figura 19. Interfaz de descarga de capas SIG de la página web del IGN.

Fuente: IGN.

Es de vital importancia, a partir de la descarga de archivos, ser ordenado digitalmente y en carpetas correctamente rotuladas, con el fin de evitar la desvinculación de documentos al proyecto geográfico.

También se complementó con archivos de la página del Ministerio de Transporte, quien también brinda abundante información al respecto, aunque en algunos casos compartida con el IGN y podría existir una duplicidad de la información.

Información adicional	
Temas	
Etiquetas	Rutas TRANSPORTE
Licencia	Otra (Abierta)
Frecuencia de actualización	Eventual
Fecha de publicación	21 de julio de 2017
Fecha de actualización	4 de abril de 2022
Página de referencia	https://datos.transporte.g...

Figura 20. Interfaz de descarga de capas SIG de la página web del Ministerio de Transporte. Fuente: Ministerio de Transporte.

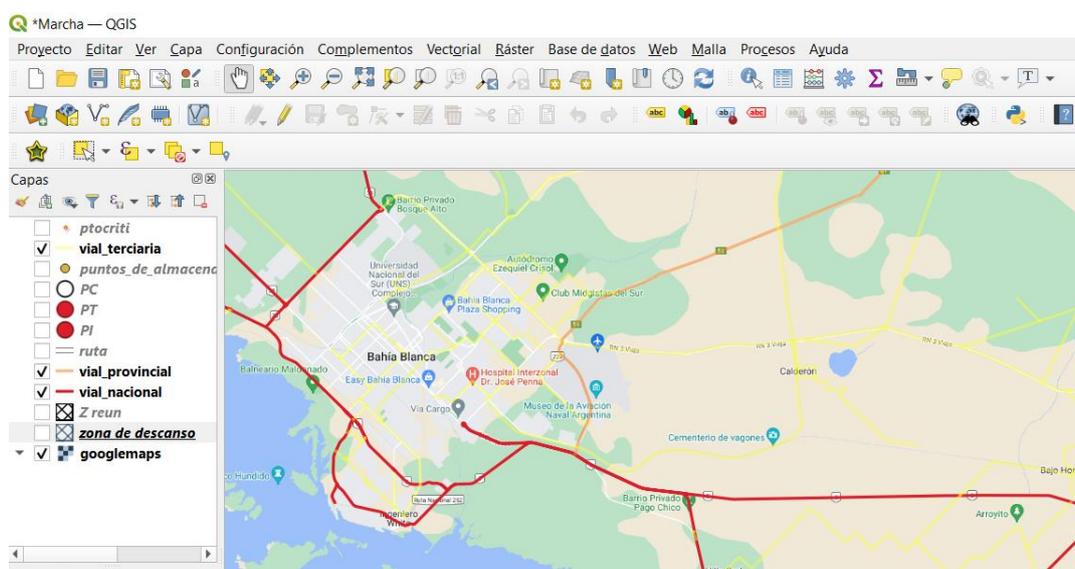


Figura 21. Tablero de herramientas de QGIS. Fuente: QGIS.

En la figura 21. se puede observar no solo el tablero de herramientas de QGIS, sino también las capas descargadas de las vías de comunicación, sobre el ejido urbano de la ciudad de Bahía Blanca.

A partir de este momento se comienzan a esquematizar con datos vectoriales, todos aquellos aspectos que se desean resaltar, y/o analizar para una correcta ejecución de la función.

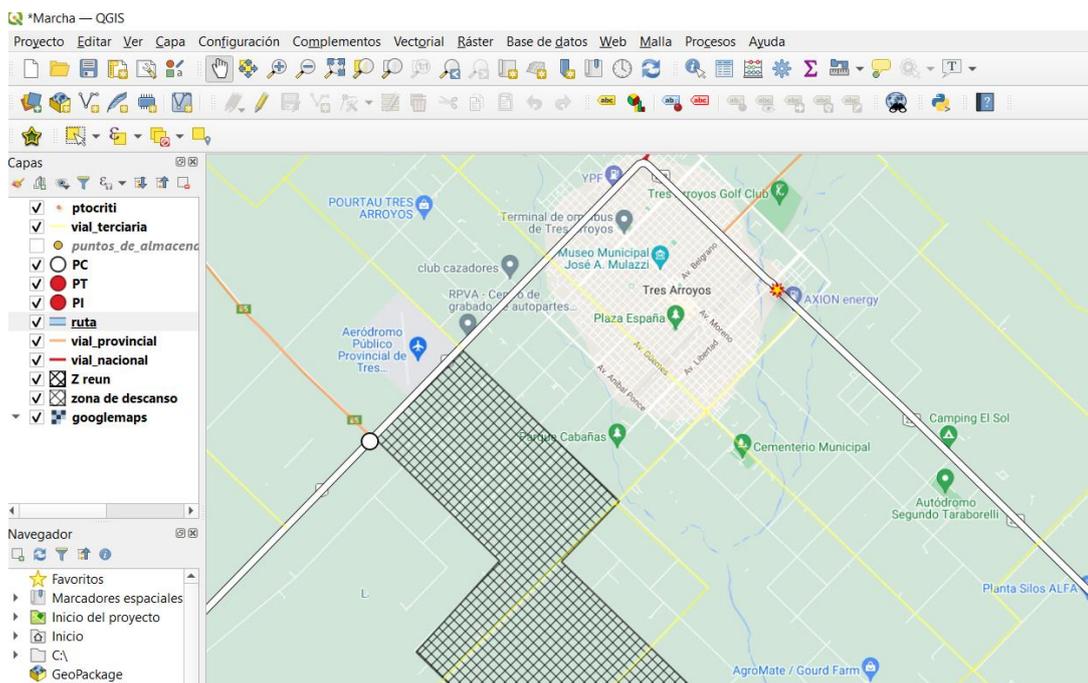


Figura 22. Captura del lienzo de QGIS. Fuente: Propia.

En la imagen anterior ya se plasman datos configurados para la actividad. Aquí se recrean con un punto, los Puntos de Control y un Punto Crítico, con una línea de color blanca la Ruta a recorrer y en un polígono de cuadrículado diagonal, se delimita una Zona de Descanso cercana a la ciudad de Tres Arroyos.

Esto es solo una demostración de todo lo que se puede representar y sus herramientas más básicas, por ejemplo se podrían delimitar zonas inundables por precipitaciones recientes, áreas afectadas por impacto de proyectiles, nuevos obstáculos que hayan surgido en las últimas horas.

Una de las virtudes más provechosas es poder vincular nuestro producto con capas de actualización más permanente, como ser mapas de calor (En focos de incendio) o capas meteorológicas del sector y del momento a analizar.

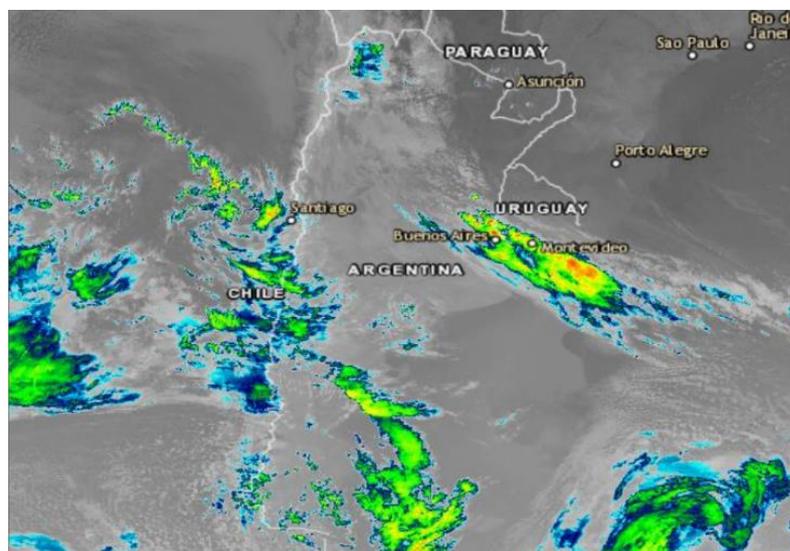


Figura 23. Capa SIG meteorológica. Fuente: Desconocida.

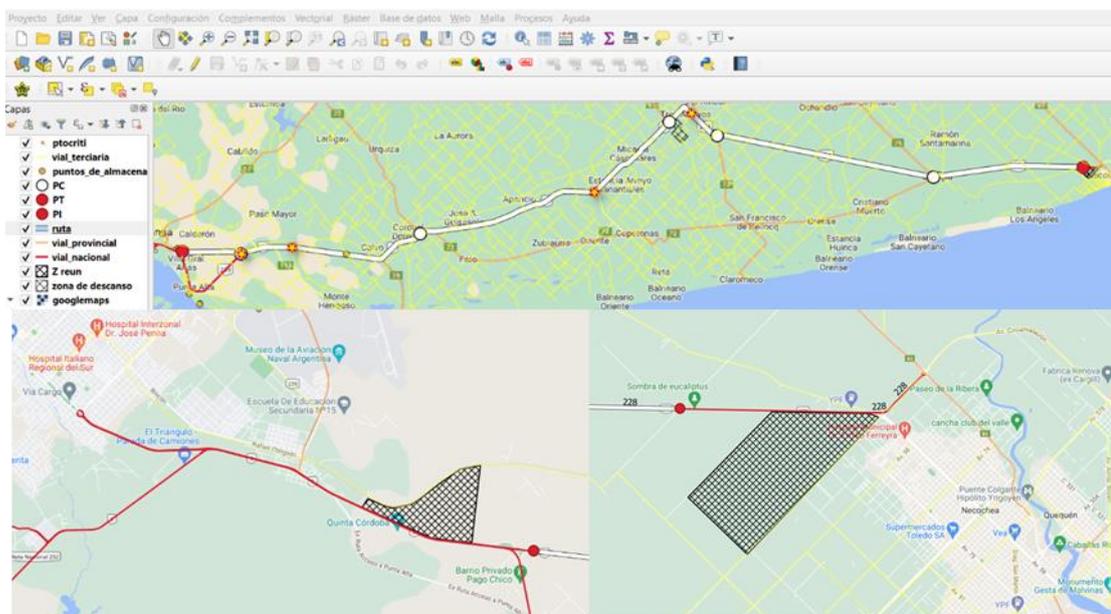


Figura 24. Captura del lienzo y zoom a ciudad de inicio / ciudad terminal. Fuente: Propia.

Síntesis del proyecto SIG. Se pueden resaltar algunos aspectos a través de este sencillo proyecto, donde se extraen unas primeras conclusiones a la vista y otras que requieren de operaciones algorítmicas propias del software.

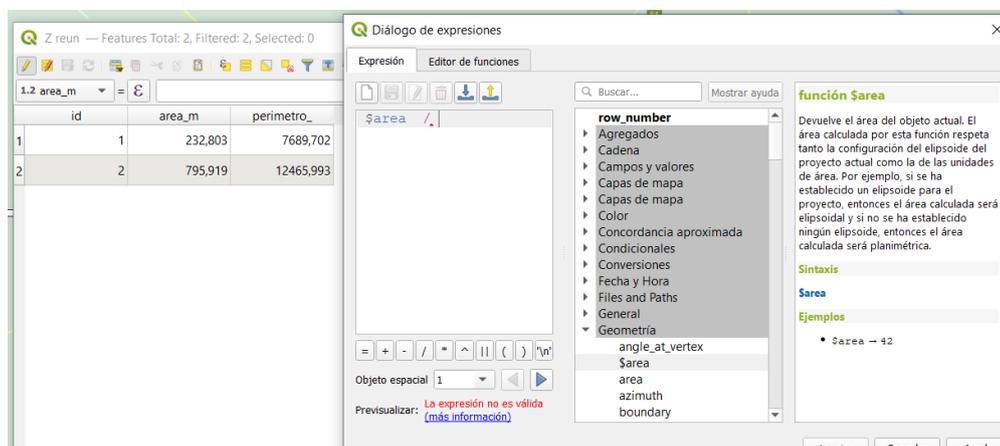


Figura 25. Tabla de atributos de Zona de Reunión y algoritmos posibles.

Fuente: Propia.

Algunos datos obtenidos:

- Largo del camino a recorrer
- Ubicación geográfica precisa de puntos (Inicial, críticos, puentes, de control, terminal, etcétera)
- Distancia entre puntos seleccionados
- Características de los polígonos (Área, perímetro y ubicación de sus vértices)
- Depósitos de combustible (Ubicación, tipo de combustible y capacidad)
- Caminos alternativos (Ubicación y estado)
- Cruce de cursos de agua
- Ejidos urbanos cercanos
- Aspectos geográficos característicos

Base de datos vinculada al planeamiento de la logística operacional

Si bien se comprende que como todo sistema, el mismo se encuentra constituido por varias partes únicas e irremplazables, los datos son el centro de gravedad del mismo. Una correcta y completa toma de los mismos permitirán un mejor aprovechamiento del SIG.

A continuación se enumerarán atributos que idealmente deberían tener un campo de celdas en la recolección de información de diferentes objetos de un futuro producto cartográfico. Para lo cual se desglosará en los dos planeamientos iniciales, el de estructuras logísticas y el de transporte del teatro de operaciones.

Transporte del teatro de operaciones.

Transporte automotor. Tipo de camino, material, puntos críticos, capacidad portante máxima, ancho de trocha máximo, altura máxima de pasaje, velocidades permitidas.

Transporte ferroviario. Ancho de trocha, capacidad portante de la vía, tipo de vagones (Tolva, portacontenedor, cubierto, tanque, abierto y playo), equipos para carga y descarga (Montacargas, transportador de cargas, monta contenedores, rampa de cargas).

Puertos marítimo/fluvial. Ubicación, acceso náutico, profundidad asegurada, accesos terrestres, muelles (Nombre, longitud y profundidad), almacenaje (Cubierto, descubierto, capacidad), disponibilidad de equipos (Grúa de patio, grúa de pórtico, grúa portacontenedores).

Aeródromos/aeropuertos. Clasificación de pista, largo de pista, ancho, almacenaje (Cubierto, descubierto, capacidad), disponibilidad de equipos (Plataformas elevadoras, porta pallets, cintas transportadoras móviles, transferidores y camiones de pista).

Estructuras logísticas.

Depósitos. Capacidad en metros cuadrados, metros cúbicos, cubierto (Si/No), accesos, rampas, elevadores, facilidades en general.

Alojamientos por ciudades o sectores. Cantidad de camas, sanitarios, duchas, agua potable, capacidad de comedor, cocina.

Hospitales. Capacidad de camas, servicios médicos, nivel de complejidad.

Depósitos. Agua, combustible, lubricante, derivados.

Parques industriales. Para esta ocasión se extrajo un ejemplo de un análisis de parques industriales de la provincia Entre Ríos realizado por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay.

Servicio	Crespo	Gualeguaychú	Paraná	Concordia	Concepción del Uruguay
Internet	Si	Si	Si	Si	Si
Alumbrado público	Si	Si	Si	Si	Si
Áreas Verdes	Si	Si	Si	Si	Si
Calles Internas	Si	Si	Si	Si	Si
Energía Eléctrica	Si	Si	Si	Si	Si
Red de Gas	Si	Si	Si	Si	Si
Subestación Eléctrica	Si	Si	Si	Si	Si
Telefonía	Si	Si	Si	Si	Si
Mantenimiento de áreas Comunes	Si	No	Si	Si	Si
Agua Potable	Si	Si	Si	Si	No
Sistema contra incendio	Si	Si	Si	Si	No
Desagüe Sanitario	Si	Si	Si	Si	No
Señalización	Si	Si	Si	Si	No
Desagüe Pluvial	Si	Si	Si	Si	No
Planta de Tratamiento de Agua	Si	Si	No	Si	No
Estacionamiento p/automóviles	Si	No	Si	Si	No
Estacionamiento p/camiones	Si	No	Si	Si	No
Cerramiento Perimetral	Si	Si	No	Si	No
Transporte Urbano	Si	Si	Si	No	No
Nomenclatura de calles	Si	Si	Si	No	No
Seguridad Privada	No	No	Si	No	Si
Correos	No	No	No	Si	Si
Oficinas Administrativas	No	No	No	Si	No
Servicios Médicos y Asistenciales	No	Si	No	No	No
Áreas Recreativas	No	Si	No	No	No
Total Servicios	20	19	19	20	11

Figura 26. Tabla de atributos Parque Industrial. Fuente: Análisis de parques industriales de la provincia Entre Ríos. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay.

Conclusiones parciales

Las potencialidades de un SIG son innegables, en estas pocas hojas se mostró un producto cartográfico a razón de unas pocas capas virtuales extraídas de diversas fuentes Sin embargo la combinación de ellas e innovación es tan infinita como cantidad de usuarios y trabajos existan.

Un aspecto muy importante es que ante la celeridad con la que puedan presentarse las operaciones, nuestro producto podrá actualizarse tan pronto como nos llegue la información extrayendo nuevas conclusiones ante el cambio de variables.

Sin titubeos, el SIG es una herramienta de primerísima prioridad en los apremiantes ambientes que se desempeñan las fuerzas en la actualidad. También se entiende que quizás se deba tener un mínimo conocimiento del software para poder darle una correcta explotación a la información encontrada, a fin de extraer oportunos y fehacientes resultados.

Conclusiones finales

A lo largo de la Investigación se pudo observar que el Sistema de Información Geográfico no es el futuro, sino que hace tiempo es el presente, prácticamente no queda organización actual seria sin ser digitalizada. El cúmulo de información generada por las instituciones, entidades y organismos del mundo es frenéticamente más veloz que años atrás y las Fuerzas Armadas no pueden darse el lujo de desperdiciar parte de esta, mucho menos en el ámbito logístico donde tantos datos libres son útiles a esta función.

Existen algunas conclusiones que quedan confirmadas de manera ineludible, y es que el SIG es un excelente almacenador y visualizador de datos para la toma de decisiones de cualquier tipo, donde permite poseer un panorama de manera integral del ambiente de trabajo sea cual fuera su extensión. Sino, en vano lo utilizarían municipios, ministerios, todo tipo de organizaciones gubernamentales y lucrativas, donde se persigue la excelencia y la reducción de costos. Al ser de código abierto, posee una suma de herramientas actuales y en desarrollo constante que permite funciones de cálculo de áreas, distancias, optimización de rutas, por nombrar algunas, que a pesar de requerir algún conocimiento técnico, una vez adquirido perfeccionará procesos y ciclos de planeamiento de manera más que notable y eficiente.

A pesar de poder alcanzar el objetivo de esta Investigación de Estado Mayor, se pudo apreciar que existen algunos eslabones en este proceso de planeamiento que se deben cimentar, y eso se pudo comprobar en el segundo capítulo. La recolección de datos tan elemental para el producto final no se encuentra estandarizada en el Ejército Argentino, y mucho menos su actualización. Para la obtención de un sólido producto cartográfico se debe depender del ingenio del operador para buscar una fuente de datos fidedigna acorde a sus necesidades afines. Esta herramienta aún joven en el Ejército Argentino dentro del área de planeamiento será imprescindible darle su lugar en el contexto logístico, introduciéndola cada vez más entre los integrantes de la fuerza.

Referencias

- An opensource GIS software. (Julio de 2022). <http://orbisgis.org/>
- Asociación gvSIG. (Julio de 2022). <http://www.gvsig.com/es>
- Acosta, C.M. (2013) Proceso de elaboración de cartografía temática militar a nivel gran unidad de combate. (Trabajo Final Integrador de Licenciatura). Instituto de Inteligencia de las Fuerzas Armadas. CABA, Buenos Aires, Argentina.
- Alemán, L., Padilla & PIÑERO, N (2021). Sistema de gestión logístico para procesos de servicios. Ingeniería Industrial, XLII.
- Benavides Jaya A. J. (2016) Roteirização de operações logísticas de transportes nas novas missões das forças armadas da américa latina (Trabajo final de maestría), República Federativa de Brasil.
- DIVA SIG (Julio de 2022). <https://www.diva-gis.org/>
- Ejército Argentino. (2004). Logística de Material - ROD-19-02. Buenos Aires: Dirección de Organización y Doctrina.
- Ejército Argentino. (2015). Conducción para las Fuerzas Terrestres- ROB 00- 01. Dirección de Organización y Doctrina.
- Ejército Argentino. (2015). Logística para la acción militar conjunta - PC 14 - 02. Dirección de Organización y Doctrina.
- Escuela Superior Técnica. (2013). Clases - Base de Datos SIG. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Escuela Superior Técnica. (2014). Clases – Interpretación de Imágenes I. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Escuela Superior Técnica. (2014). Clases – Interpretación de Imágenes II. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Escuela Superior de Guerra. (2022). Clases- Logística Conjunta. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ESRI (2005) U.S. Military uses GIS for transportation logistics and real time tracking. Estados Unidos. El mencionado artículo hace referencia como dicho país comienza a trabajar en este aspecto desde antes de 1999 para integrar servicios basados en la ubicación, sistemas de transporte inteligente, tecnologías inalámbricas y GPS, así como datos críticos de infraestructura de transporte.

Elisá Nuré. (Abril de 2010). Aplicación de la Tecnología SIG para la representación de información climática marina en el Atlántico Sur. Departamento Meteorología, Servicio de Hidrografía Naval Comodoro.

Explora Capas. (Septiembre de 2022)

<http://geoportal.idesa.gob.ar/layers/?limit=100&offset=0>

GRASS GIS. (Octubre de 2022). <https://grass.osgeo.org/>

Ministerio de Transporte. (Octubre de 2022). <https://www.argentina.gob.ar/transporte>

OpenJump. (Julio de 2022). <http://www.openjump.org/index.html>

Pietrángelo, Laura. (Abril de 2018). Curso Básico de QGIS. Centro Argentino de Cartografía.

¿Qué es SIG? (Julio de 2022). <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>

¿Qué significa georreferenciación y para qué se utiliza? (Julio de 2022). <https://www.ayuware.es/blog/que-significa-georreferenciacion/>

Sistemas de información geográfica. (Julio de 2022).

[https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html#:~:text=El%20SIG%20funciona%20como%20una,con%20una%20sola%20localiza)

[SIG.html#:~:text=El%20SIG%20funciona%20como%20una,con%20una%20sola%20localiza](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html#:~:text=El%20SIG%20funciona%20como%20una,con%20una%20sola%20localiza)
ci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica

Visor GeoINTA. (Julio de 2022). <http://www.geointa.inta.gob.ar/ide/visor-de-mapas/>

Bibliografía

- Alonso Sarría, S. (2006). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node17_mn.html
- Autodesk. (15 de noviembre de 2022). *SOFTWARE DE DISEÑO CAD*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/cad-software>
- Basañes Federico. (Noviembre de 2022). *BID, Mejorando Vidas*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/codigo-abierto/>
- Centro Argentino de Cartografía - Nazareno Luis Ampuero. (2019). *Iniciación al manejo QGIS*. CABA, Buenos Aires.
- Centro Argentino de cartografía. Pietrangelo, L. (2019). *Curso Introducción al QGIS*. CABA, Argentina.
- Centro Educativo de las Fuerzas Armadas. Acosta, C. (2013). *Proceso de elaboración cartográfica temática militar a nivel gran unidad de combate*. CABA, Argentina.
- Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. (1999). *Sistemas Geodésicos*.
- Ejército Argentino. (2004). *Logística de Material (ROD-19-02)*. Buenos Aires: Dirección de Organización y Doctrina.
- EMCFFAA. (2019). *Logística para la acción militar conjunta*. Buenos Aires.
- Facultad de Ingeniería del Ejército. Galván, F. (2015). *Clase Sistema de Referencia*. CABA, Argentina.
- Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M. (2015). *Clase Fotogrametría*. CABA, Argentina.
- Facultad de Ingeniería del Ejército. Kohen, M. (2015). *Clase Base de datos SIG*. Capital Federal, Argentina.
- Facultad de Ingeniería del Ejército. Sassone, M. (2016). *Clase Sensores remotos*. CABA, Argentina.

Giménez, B. (2002). *Modelo digital de elevaciones*.

Gobierno de los Estados Unidos. (noviembre de 2022). *GPS.GOV*. Obtenido de <https://www.gps.gov/>

Instituto Geográfico Nacional. (Noviembre de 2022). *Modelo Digital de Elevaciones de la Argentina*. Obtenido de <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Introduccion>

Instituto Geográfico Nacional. (2022). www.ign.gob.ar.

INTA. López, J. y Barraza, G. (2013). *Introducción a los SIG*. Santiago del Estero.

Rigaux, P. S. (2001). *Introduction to Spatial Databases: Applications to GIS*. San Francisco: Morgan Kaufmann.