

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES.

La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica tiende a tener un impacto muy significativo en el ámbito de la investigación arqueológica.

Por su relación con la cartografía, la topografía, la fotogrametría y la geografía, la Arqueología como disciplina tiende a revolucionar tecnológicamente con los sistemas de información geográfica en los procedimientos de gestión y tratamiento de datos.

Anteriormente los costos de software y hardware de los SIG eran elevados, por lo que su utilización solo era accesible a proyectos con un cierto nivel de disponibilidad financiera.

Actualmente los costos de utilización de un SIG con prestaciones avanzadas son relativamente bajos, por lo que su utilización tiende a ser más generalizada en la práctica arqueológica.

Esta generalización de la aplicación de los SIG ha implicado ventajas, como el almacenamiento y la consulta de información, la integración de fuentes de datos y la calidad de la cartografía.

El objetivo de esta tesis fue mostrar los elementos necesarios para elaborar un sistema de información geográfica (SIG), con datos básicos sobre sitios arqueológicos que permitan responder consultas espaciales y no espaciales (mapas temáticos y reportes) para su aplicación dentro de la investigación arqueológica en México.

Esto a partir de las necesidades y requerimientos que se derivan de las dimensiones: Tiempo, Espacio, Taxonomía (Clasificación) y Analogía, que cubren el campo de acción de la investigación arqueológica, que tiene por objeto el estudio de los restos materiales de las sociedades que existieron en el territorio nacional, así como la protección y conservación de esa parte del Patrimonio Cultural del país y la divulgación del conocimiento resultante. A través de:

- a) Reconocimientos sistemáticos de superficie, terrestres o subacuáticos, con o sin recolección de materiales arqueológicos.*
- b) Excavaciones arqueológicas, que implican la remoción controlada de sedimentos con el fin de obtener materiales arqueológicos y determinar las relaciones entre ellos.*
- c) Estudio, consolidación, restauración y/o mantenimiento de bienes inmuebles arqueológicos que se encuentren expuestos.*

d) *Estudio, consolidación, restauración y/o mantenimiento de bienes arqueológicos muebles, que se encuentren en su sitio original o estén depositados en laboratorios, bodegas, museos, colecciones o lugares análogos.*

Todo esto derivado del:

a) *Rescate, que es una investigación arqueológica originada de manera imprevista como consecuencia de la realización de obras públicas o privadas, donde el área a ser investigada y el tiempo necesario para llevar a cabo la investigación de campo están determinados por la obra.*

b) *El Salvamento, que es una investigación arqueológica originada como consecuencia de la realización de obras públicas o privadas y cuya necesidad puede ser prevista, donde el área a estudiar está determinada por las obras que originan la investigación, pero el tiempo disponible para llevar a cabo el trabajo de campo permite su planificación previa.*

c) *La Conservación y Restauración de bienes arqueológicos muebles o inmuebles.*

d) *La Realización e integración del inventario general de localidades arqueológicas, deslinde y delimitación de las mismas, y promoción de las declaratorias de las zonas respectivas, que se considerarán como reserva para el futuro.*

e) *La Investigación arqueológica de sitio o de área en sus contextos; en sentido restringido, en la que el área, los materiales a investigar y el tiempo requerido para ello, responden exclusivamente a criterios arqueológicos; donde los materiales a que se hace referencia podrán ser el resultado directo de la investigación de campo o formar parte de colecciones ya existentes.*

La aplicación de los SIG al campo de acción de la investigación arqueología, se puede caracterizar como una herramienta capaz de gestionar la información y de sondear interactivamente la variables Tiempo, Espacio, Taxonomía (Clasificación) y Analogía para poder generar modelos de interpretación válidos para el pasado.

La investigación arqueológica depende en gran medida de la información producto de la aplicación de la cartografía, la topografía, la fotogrametría para definir las dimensiones de su campo de acción.

Con el uso de los SIG se incorpora un concepto fundamental en la gestión de información georreferenciada: la relación topológica entre las entidades registradas. Así cada entidad arqueológica no es sólo un objeto a proteger con una serie de datos descriptivos asociados, sino que se transforma en una entidad de carácter espacial con una serie de propiedades espaciales o topológicas de contigüidad, adyacencia, conectividad, coincidencia o inclusión, lo cual mejora y enriquece la comprensión del registro.

El modo de acceso a la información pasa a ser territorial, es decir, se consulta la información visualizando primero el territorio para luego a través de sucesivos acercamientos consultar la información concreta del objeto. Ello permite tener una visión general inicial del conjunto de elementos existentes en el territorio y su ubicación absoluta y en relación con los otros elementos.

Su uso tiene un número variable de aplicaciones: tales como la teoría y métodos en los SIG, el paisaje y simulación, los estudios de macroespacio sobre distribuciones de sitios, los estudios de sitios, la prospección, los modelos de asentamiento, los modelos de gestión del patrimonio arqueológico para su protección y aprovechamiento, y la aplicación de ejemplos estadísticos para la generación de modelos de probabilidad de localización de hallazgos.

Esto tiende a poner de manifiesto una creciente progresión en la aplicación de los sistemas de información geográfica en el campo de la arqueología así como el todavía relativo retraso que su aplicación tiene en México.

Básicamente la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el campo de la investigación arqueología se puede sintetizar en:

1.- El almacenamiento y consulta a través de la expresión espacial de la información contenida en bases de datos.

a) La gestión de imágenes, cartografía e información alfanumérica con una única herramienta.

La expresión espacial de la información contenida en bases de datos permite la clasificación simple de los elementos geométricos (puntuales, lineales o poligonales) que representan cada entidad arqueológica por campos contenidos en el modelo de datos asociado a las mismas. Que hace posible la conexión de las entidades representadas con tablas de atributos que pueden estar almacenadas en bases de datos externas en formatos compatibles.

La gestión de imágenes, cartografía e información alfanumérica con una única herramienta permite asociar imágenes a las entidades representadas en la cartografía digital. De este modo se pasa de la consulta de la información en múltiples formatos, al manejo de una única aplicación que los agrupa con la correspondiente agilización de la misma. Estas imágenes pueden no estar georreferenciadas, sino simplemente asociadas (mediante un campo de relación "hyperlink") con alguna de las entidades representadas en la cartografía digital, por lo que de una representación geométrica puede pasarse a visualizar todas las imágenes "reales" de dichas entidades.

b) La consulta de información arqueológica relacionada con la producida por otras administraciones.

Para la prevención de acciones potencialmente destructivas contra el patrimonio arqueológico; la información digital producida por diversas dependencias que puede ser relevante es abundante, incluyendo aspectos del territorio tales como la red carretera, núcleos de población, áreas naturales protegidas, límites administrativos municipales, información catastral, etc.

El uso y combinación entre la cartografía catastral y la arqueológica es útil en la gestión del desarrollo urbano, por lo que se puede optar por el desarrollo de sistemas de gestión integral de la planeación urbana incluyendo la información arqueológica disponible.

c) La consulta de información arqueológica relacionada con el tratamiento de los sitios arqueológicos.

Además de realizar consultas sencillas entre distintos tipos de información como: qué entidades arqueológicas se encuentran a una determinada distancia de bancos de extracción de materiales o cuáles dentro de núcleos urbanos, pueden realizarse otro tipo de análisis derivado de esta propiedad como elaborar mapas de densidad de sitios arqueológicos. Con estos mapas se pueden delimitar áreas consideradas de alta densidad arqueológica donde deben tomarse medidas especiales de prevención de los riesgos que puedan afectarlas.

Las preguntas más frecuentes que pueden ser respondidas por un SIG de forma gráfica son:

¿Qué sitios arqueológicos podrían verse afectados por la ampliación de carreteras de dos carriles?

¿En qué propiedades urbanas se han registrado sitios arqueológicos?

¿Que sitios arqueológicos están amenazados por la expansión urbana de una ciudad Y?

2.- La integración de fuentes de datos a través del manejo, visualización y salida de datos procedentes de múltiples fuentes diferentes (y en formatos diferentes).

La cartografía en formato vectorial desglosada en capas temáticas (ríos, núcleos de población, carreteras, sitios arqueológicos, espacios naturales protegidos, embalses, etc.) puede ser sobrepuesta a imágenes raster de fotografías aéreas e imágenes de satélite para generar una imagen más realista y precisa del sitio y su entorno.

La conexión de una serie de entidades espaciales contenidas en una cobertura con las tablas de una base de datos externa mediante un código único de identificación de los registros. Datos externos al SIG que pueden ser alfanuméricos (campos con datos codificados con dígitos y caracteres) o gráficos, fotografías de entidades arqueológicas.

Así mismo la combinación de datos espaciales en formatos distintos y procedentes de fuentes diversas. Como las imágenes raster de la superficie terrestre obtenidas mediante sensores e instrumentos de observación aéreos y espaciales, imágenes del subsuelo obtenidas mediante prospección geofísica, mapas digitales modernos, mapas antiguos e históricos, etc.

3.- La calidad de la representación cartográfica, en el diseño y producción de mapas que es un instrumento esencial de trabajo que constituye un fin en sí mismo. Dado que son muchas las situaciones en las que los resultados de la investigación arqueológica se expresan en forma de mapas: prospecciones de superficie de zonas afectadas por el crecimiento urbano y territorial (carreteras, embalses, etc.), temporadas de trabajo de campo que implican la revisión de la información contenida en las bases de datos de registro arqueológico, informes a organismos oficiales, elaboración de itinerarios, etc. En este sentido, la calidad y fiabilidad de los mapas importa mucho a los investigadores. De forma general, podría decirse que los SIG contribuyen a calidad de la representación cartográfica de los bienes arqueológicos de tres formas distintas.

a) Un incremento en la precisión de la ubicación de las entidades arqueológicas de acuerdo con sistemas de coordenadas convencionales.

b) Mejoran la calidad de los mapas arqueológicos en cuanto a su diseño y composición gráfica.

c) Contribuyen a la calidad de la representación cartográfica en la protección del patrimonio mediante la generación de representaciones cartográficas de la forma y distribución de los bienes culturales en su contexto territorial y del paisaje.

4.- El análisis y planificación a través de generar mapas de carácter analítico resultantes de la combinación de múltiples variables mediante técnicas de álgebra de mapas y modelos estadísticos y matemáticos. Para desarrollar:

a) El modelado predictivo de la distribución espacial de yacimientos.

b) El análisis del riesgo patrimonial,

c) El cálculo de cuencas de visibilidad entre yacimientos y monumentos.

d) El diseño de itinerarios culturales.

e) La definición del factor temporal (especialmente en aplicaciones micro), etc.

Entre los beneficios obtenidos con la aplicación de un sistema de información geográfica en la investigación arqueológica están:

a) Se obtiene un ahorro de tiempo y esfuerzo en la captura y entrada de datos relativos al contexto arqueológico, ya que pueden ser obtenidos mediante el cruzamiento con otra cartografía digital.

b) Se genera orden y racionalidad, en la detección y corrección de errores, el uso de los sistemas de proyección y la designación de coordenadas, además de un incremento de la precisión mediante la integración GPS-SIG.

- c) *Hay una racionalización de los criterios de definición geométrica de las entidades arqueológicas así como de sus relaciones topológicas.*
- d) *La realización de consultas en base a criterios de carácter espacial que eran previamente inabordables por requerir grandes cantidades de tediosas y lentas operaciones manuales de cálculo.*
- e) *Las fuentes de datos muy diversas que tradicionalmente eran gestionadas de forma separada pueden ser integradas de forma dinámica contribuyendo a generar modelos más realistas y representativos del paisaje.*
- f) *La composición y diseño de mapas arqueológicos de mayor calidad y eficacia, con un uso de los principios básicos del lenguaje de la cartografía.*
- g) *La generación de cartografía de carácter analítico por combinación de diversas variables mediante álgebra de mapas y modelos estadísticos y matemáticos.*

A partir de lo anterior se puede decir que la aplicación de un sistema de información geográfica en la investigación arqueológica es de suma importancia debido a los beneficios que tiene, desde un punto de vista práctico por su agilidad en la consulta de la información y la fiabilidad de los datos, aunque se debe tener mayor cuidado en cuanto a la calidad de los datos.

Además, la información para desarrollar un sistema de información geográfica se obtiene de diferentes fuentes, derivadas de la Cartografía (Cartografía Temática digital), la Fotogrametría (Fotografía Aérea), la Percepción Remota (Imagen Satelital), la Geodesia (Datos GPS) y la Topografía (Levantamientos Topográficos).

Por tanto, se debe tener claro que la validez de los datos espaciales va a depender de la correcta obtención de ellos ya sea en el campo (Prospección, Excavación, Protección y Conservación) a través de las herramientas y métodos de levantamiento que proporcionan la Topografía y la Geodesia; en el gabinete a través de la información que proporcionan la Cartografía, la Fotogrametría y la Percepción Remota; en el laboratorio a través de la información producto de los análisis de materiales, propios de la disciplina arqueológica y en el ingreso, manipulación y procesamiento de toda la información dentro de un SIG.

Ya que realizar una interpretación a partir de datos erróneos, puede llevar a errores tanto de interpretación como científicos.

Por lo que, la explotación y aprovechamiento pleno de las capacidades analíticas de un Sistema de Información Geográfica, dependerá del correcto y eficiente manejo de las técnicas complejas de procesamiento y manipulación de los datos, lo que exige que cualquier proyecto de SIG aplicado a cualquier área del conocimiento deberá ser interdisciplinario.