

Publicación en Internet del inventario de infraestructura física del I.T.P mediante Bases de Datos Geoespaciales y Sistema de Información Geográfica

HERNÁNDEZ, Javier*†, ARRIAGA, Sergio y RERGIS, Raúl

Recibido 5 de Julio, 2015; Aceptado 24 de Noviembre, 2015

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que con el uso de la geomática se puede optimizar la manipulación de inventarios de la infraestructura física como mobiliario (sillas, butacas, pizarrones, escritorios) y equipamiento contenido en un inmueble, mediante la integración de Geografía e Informática, denotando la ubicación y capacidad de la infraestructura física con la que cuenta la Institución, además de ayudar en la toma de decisiones para hacer nuevas adquisiciones, renovaciones de material y el mantenimiento de dichos bienes. El sistema desarrollado es una herramienta construida con software libre basado en la geomática, que le permite al Instituto Tecnológico de Pachuca, la gestión rápida y eficaz del inventario de infraestructura física mediante consultas geoespaciales por parte de los usuarios, a través de bases de datos que describen las propiedades y atributos de los objetos y el uso de las coordenadas para la localización espacial, lo hace un modelo que asemeja el escenario real.

Infra estructura Física, Sistema de Información Geografica, SIG, Aplicaciones de la Ingeniería

Abstract

The main objective of this dissertation is demonstrate that the use of geomatics can be optimized the handling of physical inventories of infrastructure such as furniture (chairs, chairs, blackboards, desks) and equipment contained in a building, through the integration of Geography and Informatics denoting the location and capacity of the physical infrastructure of the institution, and help in the take descisions to make new acquisitions, renovations and maintenance material for such property. The developed system is a tool constructed with free software based in the geomatica, which it allows him the Institute Tecnológico of Flashily dressed, the rapid and effective management of the inventory of physical infrastructure by means of consultations geoespaciales on the part of the users, across databases that describe the properties and attributes of the objects and the use of the coordinates for the spatial location, it is done by a model who makes alike the royal scene.

Infra structures Physics, system of Geographical information, SIG, Applications of the Engineering

Citación: HERNÁNDEZ, Javier, ARRIAGA, Sergio y RERGIS, Raúl. Publicación en Internet del inventario de infraestructura física del I.T.P mediante Bases de Datos Geoespaciales y Sistema de Información Geográfica. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-5: 987-997

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: planeación@itpachuca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el Instituto Tecnológico de Pachuca, no se tiene un sistema informático para la gestión del inventario de la Infraestructura física, el cual consiste en saber cuántos bienes muebles e inmuebles existen, que superficie, dimensiones, uso, que status tienen. Este inventario en un sistema informático, deberá dar respuestas a preguntas como, ¿cuál es la superficie del área verde?, ¿cuántas aulas están disponibles en ciertos edificios académicos?, ¿cantidad de cubículos de los profesores?, entre otras.

Para lograr estas respuestas se hace uso de los Sistemas de Información Geográfica, los cuales nunca han sido utilizados en objetos de Infraestructura física como son los edificios, banquetas, áreas verdes, líneas hidráulicas, aulas, etc.

Nuestro objetivo principal, es demostrar que por medio de bases de datos geospaciales en un Sistema de Información Geográfica (SIG) se puede obtener de manera eficiente consultas espaciales a infraestructuras físicas. Y que ayude al manejo de inventarios y/o la toma de decisiones.

Este inventario es una necesidad administrativa ya que sirve para planear y controlar los bienes que se tienen, estos requieren mantenimiento, ampliaciones y su uso es constante.

Es por ello que surge la necesidad de investigar y desarrollar un SIG para inventarios de infraestructuras físicas que nos permita realizar análisis espaciales, tales como mediciones de áreas, longitud o distancia, creación de buffers. Todo esto para saber ¿qué edificios son los más cercanos a un lugar?, ¿Cuál es la ruta más corta para llegar a un aula determinada?, ¿Cuántos pizarrones se encuentran en un edificio?, ¿Cuál sería el lugar indicado para construir un nuevo edificio?

H1: Aplicando las herramientas geomáticas de software libre se puede publicar la base de datos geoespacial, obteniendo una mejor administración de los datos.

H2: Utilizando el análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica, el área administrativa puede conocer a detalle la infraestructura física del Instituto Tecnológico de Pachuca, realizando eficientemente la toma de decisiones.

H3: Aplicando las bases de datos geospaciales, el Instituto Tecnológico de Pachuca podrá conocer su infraestructura en cuanto a aulas, mobiliario, áreas deportivas, áreas verdes, etc.

Desarrollo

El sistema es desarrollado a base de tecnología de software libre esto implica un menor costo de implementación, lo que ayuda a obtener un producto de buena calidad, sin tener que hacer gastos excesivos en comparación con software patentado. Beneficia a los usuarios en la elaboración de inventarios, alojándolo en una plataforma web, obteniendo beneficios de accesibilidad en diferentes lugares y dispositivos.



Figura 1 Partes de un SIG

Los SIG son importantes porque integran información espacial y no espacial en un sistema simple, ofreciendo un marco consistente para el análisis de los datos geográficos.

El objetivo general de los SIG es generar información válida para la toma de decisiones. Los objetivos específicos son manejar bases de datos grandes y heterogéneas referenciadas geográficamente, interrogar a las bases de datos sobre la existencia de ciertos fenómenos (qué sucede, en dónde y cuándo), permitir la interacción en forma flexible del sistema y el intérprete, incrementar el conocimiento sobre el fenómeno estudiado e implementar modelos sobre su comportamiento.

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfica son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles.

El sistema de información geográfica integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

Los datos geográficos son entidades espacio-temporales que cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos u objetos naturales y sociales. Un dato se caracteriza por tener:

- Posición absoluta: sobre un sistema de coordenadas (x, y, z).
- Posición relativa: frente a otros elementos del paisaje (topología, incluido, adyacente, cruzado, entre otros).
- Figura geométrica que lo representa (punto, línea, polígono).

- Atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno).

Los datos geográficos son la clave para diferenciar un SIG de otro sistema de información. Además, antes de discutir operaciones SIG, se debe comprender la naturaleza de los datos geográficos; por ejemplo, si tomamos el elemento vías, podemos referirnos a su ubicación con la pregunta ¿dónde está? Y a sus características, como longitud, nombre, límite de velocidad y dirección.

Componentes de los datos geográficos

Los datos geográficos cuentan con tres componentes que hacen referencia a su localización, atributos y la variable tiempo, conozcamos sobre cada una de ellas:

Componente espacial: Hace referencia a la localización geográfica, las propiedades espaciales de los objetos y las relaciones espaciales que existen entre ellos (Gutiérrez y Gould, 1994). En la tabla 1 se muestran los elementos de los componentes espaciales.

Elementos del componente espacial	Descripción
Localización geográfica	La localización geográfica o posición de los objetos en el espacio se expresa mediante un sistema de coordenadas, que debe ser el mismo para las distintas capas o “estratos de la información”, como se está presentando la realidad del área de estudio.
Propiedades espaciales	Los objetos que representan la realidad tienen ciertas propiedades espaciales; por ejemplo, para una línea, longitud, forma, pendiente y orientación.
Relaciones espaciales	Los objetos espaciales mantienen relaciones entre sí basadas en el espacio, como conectividad, contigüidad, proximidad, etc.

Tabla 1 Elementos de los componentes espaciales.

Componente temática: Son las características que se conocen como atributos de los objetos con los que representamos el mundo real. Cada objeto puede registrar un determinado valor para sus atributos (variables), los cuales pueden presentar cierta regularidad en el espacio y en el tiempo y, además, pueden ser de distinto tipo y escala de medida (Gutiérrez y Gould, 1994).

Los atributos se expresan como variables, que pueden ser:

- Continuas: Es decir, que admiten cualquier valor en un rango.
- Discretas: Son aquellas que sólo admiten valores en números enteros.
- Fundamentales: Se obtienen directamente del proceso de medición. Por ejemplo, población.

- Derivadas: Se obtienen al relacionar dos o más variables fundamentales. Por ejemplo, densidad de la población.

Para que las variables (atributos) puedan ser almacenadas en un SIG, deben ser descritas mediante categorías.

Componente temporal: La consideración de la dimensión temporal en un SIG supone la necesidad de almacenar y tratar grandes volúmenes de datos, ya que cada estrato, capa o nivel de información se debe almacenar tantas veces como momentos temporales se consideren para el análisis del área de estudio (Gutiérrez y Gould, 1994).

Para proceder a aplicar con éxito los diferentes procesos de análisis espacial, se requiere que la información georreferenciada presente calidad en términos de accesibilidad, integridad, precisión, actualidad, consistencia, fuentes de información y procesos de producción.

Una de las herramientas elementales de los SIG'S es el hardware ya que con el se permite la obtención de coordenadas geográficas de un modo inmediato, con las consecuencias que esto tiene para su uso en actividades como la elaboración de cartografía. Un ejemplo muy común para la obtención de coordenadas geográficas son los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), es un sistema que permite conocer en todo momento y en cualquier punto del globo la localización exacta de dicho punto con un margen de error del orden de unos pocos metros o menos. Para ello, se basan en el envío de señales entre un dispositivo situado en el punto concreto y una red de satélites, pudiendo establecerse la posición exacta mediante las características de dicha transmisión. El ejemplo más extendido de un GNSS es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Que se divide en 3 subsistemas o segmentos.

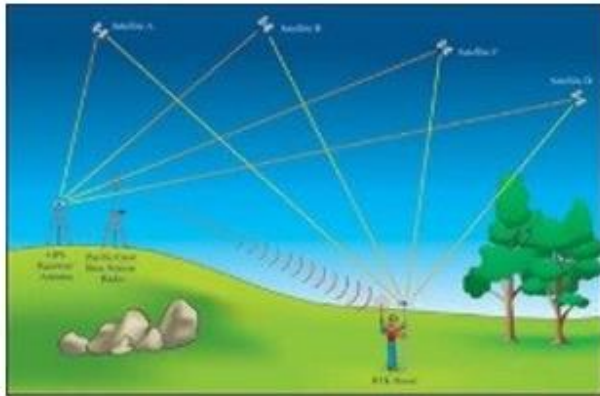


Figura 2 Triangulación GPS

Segmento espacial: Lo componen los satélites de la constelación GPS (un total de 27, siendo 24 de ellos operativos y 3 de reserva), con los cuales se comunican las unidades receptoras, y en función de los cuales puede triangularse la posición actual de estas. En la figura 2 se ilustra la triangulación que realizan los GPS.

Segmento de control: Lo forman un conjunto de estaciones terrestres que controlan el funcionamiento de los satélites, pudiendo enviar señales a estos para modificar su comportamiento. La figura 3 ilustra el segmento de control.



Figura 3 Segmento de control GPS

Segmento de usuarios: Lo conforman los receptores GPS y todos los dispositivos que hacen uso de la señal de los satélites para el cálculo de posiciones. En la figura 4 observamos algunos de los receptores GPS



Figura 4 Receptores GPS

El funcionamiento del sistema se basa en la triangulación de la posición mediante las señales procedentes de un cierto número de los satélites. Esta posición se calcula no únicamente en sus coordenadas x e y, sino también en z, es decir en elevación. El sistema GPS emplea como sistema geodésico de referencia el WGS84. La precisión en el cálculo de la elevación es menor que la correspondiente a las restantes coordenadas, aunque también es de utilidad y puede emplearse en aplicaciones que van desde levantamientos y replanteos a usos en tiempo real como el cálculo de elevación en vuelos.

Modelos de Sistemas de Información Geográfica.

En un principio los SIG usaron estructuras de almacenamiento vectorial muy simples como la spaghetti y el diccionario de vértices que no lograban manejar relaciones topológicas.

Spaguetti

Para cada objeto espacial se registra su identificador, seguido por una lista de coordenadas de los vértices (puntos) que definen su posición en el espacio. Posee desventajas como: El sistema almacena información sobre la localización de los elementos, pero no sobre las relaciones que existen entre los elementos; es decir se registra la geometría pero no la topología.

También esta estructura de datos genera mucha información redundante (ej. registra dos veces las coordenadas de un lado común de dos polígonos).

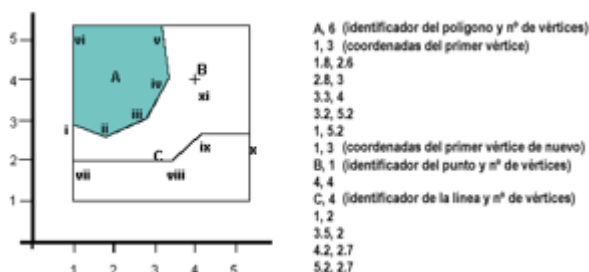


Figura 5 Modelo Spaghetti

Diccionario de Vértices

Un mapa se representa mediante dos archivos de datos: Un archivo está constituido por una relación de vértices, en la que constan las coordenadas X, Y, y otro archivo con los vértices que definen cada objeto. Esta estructura resuelve los problemas de repetición de coordenadas de los puntos, de la estructura Spaghetti; pero es muy pobre desde el punto de vista topológico.

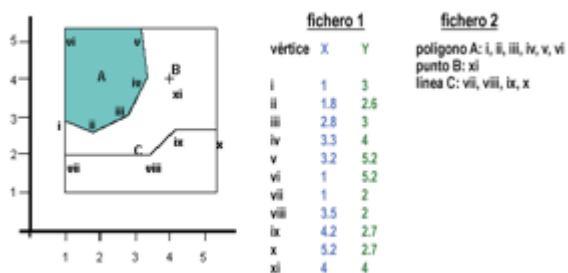


Figura 6 Modelo Diccionario de Vértices

Hoy en día se usa la estructura arco-nodo, en la cual el sistema puede identificar relaciones como la inclusión, adyacencia, etc.

Vectoriales

La mayoría de los elementos que existen en la naturaleza pueden ser representados mediante formas geométricas e información los primeros se representan por medio de (puntos, líneas o polígonos, o bien conocidos como vectoriales) mientras que los otros utilizan celdas o píxeles que contienen la información de dicho elemento (raster). Ambas formas nos ayudan a ilustrar de una manera más versátil el espacio y con ellos podemos comprender y analizar mejor los elementos estudiados.

La diferencia entre ambos es clara, mientras que en el tipo vectorial se trabaja con líneas que crean polígonos, con el tipo raster se trabaja con una matriz para representar el terreno.

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. Las entidades quedan definidas por sus límites solamente y los segmentos curvos se representan como una serie de arcos conectados. El almacenamiento de los vectores implica el almacenamiento explícito de la topología, sin embargo solo almacena aquellos puntos que definen las entidades y todo el espacio fuera de éstas no está considerado, a estos datos se les pueden asignar diversas propiedades, cualitativas o cuantitativas.

Un SIG vectorial se define por la representación vectorial de sus datos geográficos. De acuerdo a las peculiaridades de este modelo de datos, los objetos geográficos se representan explícitamente y, junto a sus características espaciales, se asocian sus valores temáticos.

Dicha estructura se basa en puntos elementales. Se pueden representar de muchas maneras, pero por lo general se suele hacer en una estructura de arco-nodo. En una estructura de datos de arco-nodo, los objetos en la base de datos se estructuran jerárquicamente. En este sistema, los puntos son los elementos básicos elementales. Los arcos son los segmentos lineales individuales que se definen mediante una serie de pares coordenados x-y. Los nodos se encuentran en los extremos de los arcos y forman los puntos de intersección entre los arcos. Los polígonos son áreas completamente limitadas por una serie de arcos. Los nodos son compartidos por los arcos y los polígonos contiguos. Las estructuras arco-nodo permiten la codificación de la geometría de los datos sin redundancia. Contrariamente a lo que sucede con la estructura total del polígono, los puntos se almacenan sólo una vez (figura 3).

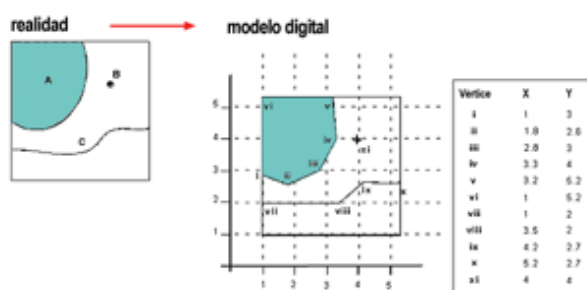


Figura 7 Modelo de datos vectorial

Las unidades básicas de información geográfica en los datos vectoriales son puntos, líneas (arcos) y polígonos. Cada una de éstas se compone de uno o más pares de coordenadas, por ejemplo, una línea es una colección de puntos interconectados, y un polígono es un conjunto de líneas interconectadas.

Coordenada

Pares de números que expresan las distancias horizontales a lo largo de ejes ortogonales, o tríos de números que miden distancias horizontales y verticales, o n-números a lo largo de n-ejes que expresan una localización concreta en el espacio n-dimensional. Las coordenadas generalmente representan localizaciones de la superficie terrestre relativas a otras localizaciones.

Punto

Abstracción de un objeto de cero dimensiones representado por un par de coordenadas X, Y. Normalmente un punto representa una entidad geográfica demasiado pequeña para ser representada como una línea o como una superficie; por ejemplo, la localización de un edificio en una escala de mapa pequeña, o la localización de un área a la que una instalación da servicio en una escala de mapa media.

Línea

Conjunto de pares de coordenadas ordenados que representan la forma de entidades geográficas demasiado finas para ser visualizadas como superficies a la escala dada (curvas de nivel, ejes de calles, o ríos), o entidades lineales sin área (límites administrativos). Una línea es sinónimo de arco.

Polígono

Entidad utilizada para representar superficies. Un polígono se define por las líneas que forman su contorno y por un punto interno que lo identifica. Los polígonos tienen atributos que describen al elemento geográfico que representan.

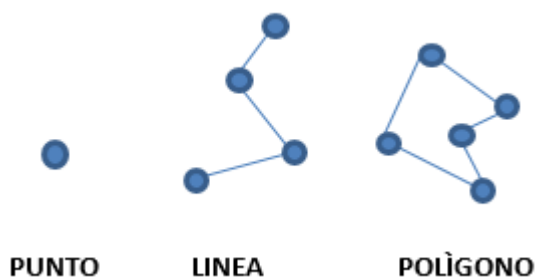


Figura 8 Unidades básicas vectoriales

Raster

Este tipo de SIG por su parte, se caracteriza porque la representación de la información no se realiza por medio de puntos, líneas o polígonos, sino por celdas o píxeles.

Los SIG tipo raster consisten en un conjunto de mapas individuales, todos referidos a la misma zona del espacio y todos ellos representados digitalmente en forma raster, es de decir, utilizando una rejilla de rectángulos de igual tamaño. En cada uno de estos rectángulos o posiciones un número codifica el valor que alcanza en ese punto (pixel) del espacio la variable cartografiada en el mapa. Considera la realidad como un continuo en el que las fronteras son la excepción y la regla la variación continua. La representación se realiza dividiendo ese continuo en una serie de celdas o píxeles y asignándole a cada una un valor para cada una de las variables consideradas. Cada píxel contendrá una información única. Los cambios de escala se reflejan en el tamaño de las celdas ya que el tamaño o resolución de la celda o cuadrícula variará dependiendo de la precisión de los datos y los requerimientos del estudio. En general, cuanto más pequeña sea la resolución, mayor será la exactitud de los datos, pero a su vez mayores serán los requerimientos de memoria.

Una serie de celdas raster se llama tessela. Un conjunto de celdas de igual valor se llama zona. Un conjunto de zonas se llama clase.

Conclusión de la elección de un modelo de inforcion geográfica. La elección de un modelo u otro dependerá de si las propiedades topológicas son importantes para el análisis. Sí es así, el modelo de datos vectorial es la mejor opción, pero su estructura de datos, aunque muy precisa, es mucho más compleja y esto puede ralentizar el proceso. Por ello, si el análisis que nos interesa no requiere acudir a las propiedades topológicas, es mucho más rápido, sencillo y eficaz el uso del formato raster.

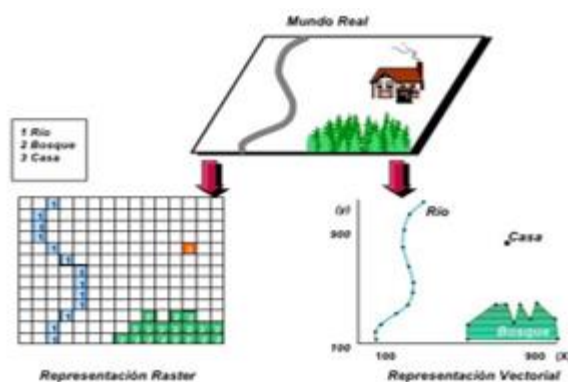


Figura 9 Representación raster y vectorial del mundo real.

Metodología a emplear

Es importante contar con un método bien fundamentado para llevar por buen camino el desarrollo del sistema. Por lo cual, para el desarrollo de éste proyecto se decidió utilizar una metodología ágil, pues es importante realizar un buen trabajo pero además se debe estar consciente de que en todo momento ocurrirán cambios y que debe desarrollarse en el menor tiempo posible y con un mínimo de errores.

Para nuestro desarrollo utilizaremos la metodología de Programación Extrema (XP) ya que se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad, las fases de XP son:

1. Planeación
2. Diseño
3. Codificación
4. Pruebas

Se utiliza un método ágil en lugar de un tradicional ya que estos responden rápidamente a los cambios que puedan surgir durante el desarrollo de proyecto, además de que estos métodos son incrementales, es decir se construye en pequeños y frecuentes avances guiados por pruebas, son rápidos y no se concentran en realizar una documentación exhaustiva del proyecto.

La estrategia a emplear para el desarrollo del proyecto consiste en:

La recopilación de la información tanto analógica como digital existente, como pueden ser los planos, inventarios en hojas de Cálculo y cualquier otra base de datos existente así como la generación de la información geométrica relacionada al área de infraestructura física.

Realizar el análisis y estructuración de la información combinándola de acuerdo a las características que se utilizan en los sistemas de información geográfica.

Realizar cada una de las capas que integran el sistema como por ejemplo: edificios, áreas verdes, laboratorios, aulas, etc. Incorporando a cada una de ellas la información recopilada a una base de datos.

Instalar un Mapserver como también un servidor de base de datos de Postgres y PostGIS.

Integrar cada una de las capas con Mapserver y Postgres.

Se desarrollaron las interfaces con las que el usuario realizara consultas geoespaciales mediante un sistema pmapper.

Implementar el sistema en el servidor local y verificar su correcto funcionamiento.

Elaborar la tesis con la información y resultados obtenidos del sistema.

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Se entrega funcionando operativamente el sistema para que el Instituto Tecnológico de Pachuca a través del departamento de planeación, utilice las consultas en la toma de decisiones que sobre los temas de infraestructura física, requieren en su quehacer diario.

La experiencia que nos deja este proyecto en nuestro curriculum de vida, es satisfactorio para el emprendimiento de nuevos proyectos donde los conocimientos adquiridos durante nuestra carrera profesiona son aplicables en nuestra vida diaria.

Imágenes que muestran la estructura y el funcionamiento del sistema.



Figura 10 Capa que contiene áreas recreativas

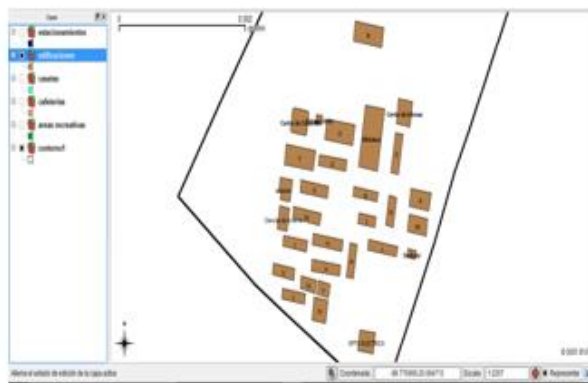


Figura 11 Edificaciones del ITP



Figura 12 Capas activas (representación del ITP)

Agradecimiento

Se expresa el agradecimiento al M. en C. Javier Hernández Orozco por su motivación y apoyo incondicional en proyectos relacionados con este tema, así como su amable invitación y participación en este 1er. Congreso Nacional. Al Instituto Tecnológico de Pachuca por compartir la información para la realización de esta investigación y confiar plenamente en nosotros como sus estudiantes.

Conclusiones

La introducción de la tecnología de sistemas nos encamina a que los diversos sistemas de información se conviertan en elementos de importancia en la organización. El amplio espectro de aplicaciones de un sistema basado en SIG impulsa a una mejor calidad en la toma de decisiones, así como una mejor administración de bienes (muebles e inmuebles), ya que se obtiene un amplio panorama visual y analítico de la infraestructura del ITP.

El SIG permite generar información digital, procesarla, administrarla, analizarla y cruzar distintos niveles de dicha información, permitiendo así, modelar escenarios probables y, sobre ellos, planificar. Este proceso, a su vez, genera nuevos datos y nuevos puntos de vista. Se obtienen grandes mejoras para el departamento de planeación programación y presupuestario ya que se cuenta con medidas reales con puntos exactos en los que físicamente se encuentra la infraestructura por tal motivo se obtienen resultados verdaderos que podrán ser analizados por los usuarios para sus fines laborales.

Referencias

Victor Oyala. (2011). Sistemas de Información Geográfica. Creative Common Atribucion.

CEA. (2010). Sistemas de Informacion Geografica. 2010, de Confederacion de Empresarios de Andalucia Sitio web: <http://sig.cea.es/SIG>

Tripod. (2006). Fase XP. 2006, de tripod.com Sitio web: <http://programacionextrema.tripod.com/fases.htm>

Gemini. (2005). Modelos de SIG's Sitio Web: <http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores>

Miliarium.(2009).Modelos y tipos de Sistemas de Información Geográfica. Sitio Web: <http://www.miliarium.com/Proyectos/Nitratos/Modelos/SIG/TiposSIG.asp>