



Universidad de Oviedo

“SIG PARA LA EXPLOTACIÓN DE RUTAS TURÍSTICAS”

Trabajo Fin de Máster

AUTOR:

IVÁN TORRE SUÁREZ

TUTORAS:

VANESSA ÁLVAREZ FLÓREZ

RAQUEL PERDIGUER LOPEZ

JULIO, 2016

Contenido

1. RESUMEN (ABSTRACT)	9
1.1. Resumen	9
1.2. Abstract	9
2. INTRODUCCIÓN.....	10
3. OBJETIVOS	11
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	12
4.1. Sistemas de Información Geográficos	12
4.1.1. Definición de SIG.....	12
4.1.2. Componentes de un SIG	15
4.1.3. Funciones de un SIG	16
4.1.4. Los SIG frente a otros sistemas informáticos.....	16
4.2. GeoMedia Professional	17
4.2.1. GeoWorkspace.....	18
4.2.2. Sistema de coordenadas	19
4.2.3. Almacén (Warehouse).....	20
4.2.4. Conexiones	21
4.2.5. Entidades	22
4.2.6. Elementos	23
4.2.7. Atributos	23
4.2.8. Consultas	24
4.2.9. Leyenda.....	25
4.2.10. Metadatos	25
4.2.11. Ventana de datos, de mapas y de composición	27
4.3. GPS (GNSS)	27
4.3.1. Introducción.....	27
4.3.2. Segmentos	28
4.3.3. Portadoras y códigos.....	31

4.3.4.	Tipos de medición	33
5.	METODOLOGÍA.....	35
5.1.	Medición con GPS.....	35
5.1.1.	Observación y cálculo.....	36
5.2.	Modelo de Datos	38
5.2.1.	Tablas del Modelo de Datos	38
5.2.2.	Catálogos del Modelo de Datos.....	40
5.3.	Generación del SIG	40
5.3.1.	Creación del GeoWorkspace	40
5.3.2.	Asignación del Sistema de Coordenadas	41
5.3.3.	Creación del almacén.....	41
5.3.4.	Realización de conexiones	42
5.3.5.	Creación de entidades.....	42
5.3.6.	Consultas realizadas	50
5.3.7.	Generación de leyenda.....	64
5.3.8.	Salida a KML	66
6.	RESULTADOS	68
6.1.	Visualización en GeoMedia de entidades	68
6.2.	Visualización en GeoMedia de consultas.....	71
6.3.	Visualización en Google Earth.....	72
7.	CONCLUSIONES	75
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	76

Ilustración 1. Representación del mundo real por un SIG	13
Ilustración 2. Icono GeoMedia Professional	17
Ilustración 3. Sistemas de coordenadas en GeoMedia Professional	19
Ilustración 4. Tipos de conexiones	22
Ilustración 5. Tipos de geometrías de las entidades	23
Ilustración 6. Conexión a base de datos de la herramienta de utilidades	26
Ilustración 7. Herramienta "Utilidades de bases de datos"	26
Ilustración 8. Esquema general de la constelación NAVSTAR	28
Ilustración 9. Esquema del Segmento de Control del GPS	30
Ilustración 10. Esquema del funcionamiento del Segmento de Control GPS	30
Ilustración 11. Elementos básicos del receptor GPS	31
Ilustración 12. Modulación de las portadoras	32
Ilustración 13. Cuadro resumen de las componentes de la señal	33
Ilustración 14. Coordenadas ETRS-89 UTM de los puntos medidos	37
Ilustración 15. Inserción de la ortofoto a la entidad "Ortofotos"	43
Ilustración 16. Propiedades de la entidad "Ortofotos"	44
Ilustración 17. Propiedades entidad "Puntos_Interes"	46
Ilustración 18. Propiedades entidad "Rutas"	48
Ilustración 19. Tipos de Servicios	49
Ilustración 20. Visualización de la ventana de datos de la relación entre los puntos de interés y su catálogo	51
Ilustración 21. Visualización de la ventana de datos de la relación entre los servicios y su catálogo	52
Ilustración 22. Atributos de la consulta "C03_Long_Dif_Tiem_Ruta_1"	55
Ilustración 23. Visualización de la ventana de datos de la entidad "C04_Aparcamientos_Plazas"	56
Ilustración 24. Propiedades de la consulta "Consulta modificar rutas"	58
Ilustración 25. Propiedades de la consulta "Consulta modificar puntos"	59
Ilustración 26. Consulta espacial "Consulta grupos rutas y puntos modificar"	59

Ilustración 27. Propiedades de la consulta "Consulta modificar servicios"	60
Ilustración 28. Consulta espacial "Consulta generica".....	61
Ilustración 29. Ventana de datos de la consulta generica para dicho ejemplo.....	62
Ilustración 30. Ventana de datos de la consulta "Informacion Usted esta aqui".....	64
Ilustración 31. Visualización de la leyenda final	66
Ilustración 32. Configuración de la publicación KML	67
Ilustración 33. Publicación del mapa en formato KML.....	67
Ilustración 34. Visualización del KML en <i>Google Earth</i>	68
Ilustración 35. Visualización de todas las entidades en la ventana de mapa.....	69
Ilustración 36. Visualización de la tabla de atributos de la entidad "Puntos_Interes" ...	69
Ilustración 37. Visualización de la tabla de atributos de la entidad "Rutas"	70
Ilustración 38. Visualización de la tabla de atributos de la entidad "Servicios"	70
Ilustración 39. Visualización de la consulta "Consulta generica"	71
Ilustración 40. Visualización de la consulta "Informacion Usted esta aqui"	72
Ilustración 41. Visualización de todas las entidades en <i>Google Earth</i>	73
Ilustración 42. Atributos de la entidad "Puntos_Interes" vistos en <i>Google Earth</i>	73
Ilustración 43. Atributos de la entidad "Rutas" vistos en <i>Google Earth</i>	74
Ilustración 44. Atributos de la entidad "Servicios" vistos en <i>Google Earth</i>	74

Tabla 1. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Puntos_Interes"	38
Tabla 2. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Rutas"	38
Tabla 3. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Servicios"	39
Tabla 4. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Ortofotos"	39
Tabla 5. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Cat_Zonas"	39
Tabla 6. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Cat_Tipos_Servicios"	39
Tabla 7. Catálogo de zonas	40
Tabla 8. Catálogo de tipo de servicios	40

1. RESUMEN (ABSTRACT)

1.1. Resumen

El presente Trabajo Fin de Máster (en lo sucesivo TFM) consiste en la realización de un SIG para la explotación de rutas turísticas dotando a los guías de una herramienta para facilitar la selección de la ruta óptima en función de las características de cada turista o grupo de ellos. De cara al turista, gracias al proyecto, podrá conocer la información de los puntos de interés de la ruta seleccionada. El SIG se ha centrado en las diferentes rutas posibles por el pueblo minero de Arnao (Asturias) adentrándose así en su pasado y observando los diferentes puntos de interés que se encuentran en él. En todo caso, aunque esté preparado para ese pueblo minero, el diseño del SIG permite su adaptación a cualquier otro pueblo o zona nueva que resultara de interés.

Dicho proyecto, por tanto, consiste en el diseño, creación, tratamiento y explotación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con el que se permite trabajar y consultar los datos a los posibles usuarios. Dicho Sistema de Información Geográfica se ha creado mediante el programa GeoMedia Professional 2015 aplicando para ello los conocimientos adquiridos a lo largo del Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Oviedo en sus diversas asignaturas.

1.2. Abstract

The present Master's Thesis consisted of carrying out a GIS for the tourist routes exploitation. This work provides a tool for the tour guides that facilitate the optimum selection of routes according to the requirements of each tourist or each tourist group. Furthermore, thanks to this project, tourists will be able to get information about the points of interest of the selected route.

The GIS is focused on the different routes available in the mining town of Arnao (Asturias), allowing us to step back into the past and note the different points of interest in the area. In any case, although this GIS has been prepared for that mining village, it has been designed to be adjusted and applied to any new area of interest.

The aim of this work consists, therefore, on the design, creation, processing and exploitation of a Geographic Information System (GIS) that allows potential users to work and consult data information. This GIS system has been development by using the *GeoMedia Professional 2015* program and applying the knowledge acquired during the different subjects of the Master in Remote Sensing and Geographic Information System at the University of Oviedo.

2. INTRODUCCIÓN

Este TFM surge como continuidad de las prácticas de empresa realizadas mediante el Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en la empresa SADIM (Sociedad Asturiana de Diversificación Minera, S.A.).

SADIM es una empresa perteneciente al grupo SEPI y cuyo socio único es HUNOSA. Trabaja tanto para la administración como para la industria y sus campos de actuación son los siguientes: Ingeniería, Sistemas de Información y ATEX. Dentro del área de Sistemas de Información, la empresa realiza el desarrollo de software a medida, software técnico orientado a ingeniería, sistemas GIS, portales, aplicaciones web y SAP.

En este marco, el de los Sistemas de Información, se decide realizar un SIG para la explotación de rutas turísticas utilizando las herramientas que nos ofrece GeoMedia. El objetivo de este SIG es obtener información rápida e intuitiva a la hora de querer realizar una ruta y observar los diferentes puntos de interés que se pueden encontrar en dicho lugar, así como ofrecer la posibilidad de realizar consultas. A su vez se han añadido diferentes tipos de servicios (aparcamientos, aparcamientos de

bicis, zonas verdes, fuentes, parques,...) que pueden ser útiles a la hora de organizar “nuestra excursión”.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente TFM es el diseño y creación de un Sistema de Información Geográfica para la explotación de rutas turísticas, en este caso rutas por el pueblo minero de Arnao, si bien cabe destacar que este SIG es aplicable a zonas de interés de tipo similar, como se ha mencionado anteriormente.

A través de este SIG se le puede ofrecer múltiple información útil al usuario, tanto de las posibles rutas en sí como de los puntos de interés visitables por las diferentes rutas, y poder programarle así, de un modo más rápido, fácil y eficiente una visita turística a dicho pueblo. Para ello se deberá crear una base de datos completa, que unida a la información gráfica de los mapas, haga del SIG una herramienta útil.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1. Sistemas de Información Geográfica

4.1.1. Definición de SIG

Los SIG se aplican en diferentes campos y disciplinas, por lo que sus definiciones pueden ser variadas:

- Una serie de procesos que permiten manejar datos geográficamente referenciados.
- Un almacén de datos alfanuméricos y gráficos cuya relación con el territorio se realiza a través de un sistema de referenciado geográfico.
- Un conjunto de herramientas que permite al usuario utilizar la información espacial, almacenándola, transformándola, analizándola y finalmente editar datos y mapas según sus necesidades.
- Una base de datos formada por objetos, actividades o sucesos distribuidos espacialmente y que son representados como puntos, líneas o áreas. Un SIG es capaz de manipular los datos sobre estas representaciones, hacer búsquedas y análisis,

Resumiendo un **SIG**:

- **Sistema:** Secuencia de entradas, procedimientos y salidas.
- **Información:** Transmisión de datos, ideas y análisis.
- **Geográfica:** Datos y conceptos relacionados en el espacio.

Sus aplicaciones abarcan un gran abanico de campos, como pueden ser: agricultura, cartografía, administración de servicios públicos, medio ambiente, recursos naturales, industria, geología, transportes, meteorología, o, al igual que en el presente trabajo, turismo.

Hoy en día multitud de organismos públicos y empresas privadas ofrecen variada información a través de un SIG. De esta manera se puede acceder de forma sencilla a una variada información con la posibilidad de realizar distintas consultas. La mayoría de los SIG permite al usuario imprimir esta información según sus necesidades.

Un SIG representa al mundo real como una serie de **capas superpuestas**. Cada capa tiene asociada una información que el usuario puede consultar o modificar. Los datos son almacenados en bases de datos pero que a diferencia de los usados hasta ahora estos tienen una **referencia espacial**. De este modo se representa el complejo mundo real de una manera muy simplificada, con almacenes independientes, lo que permite un trabajo rápido y sencillo.

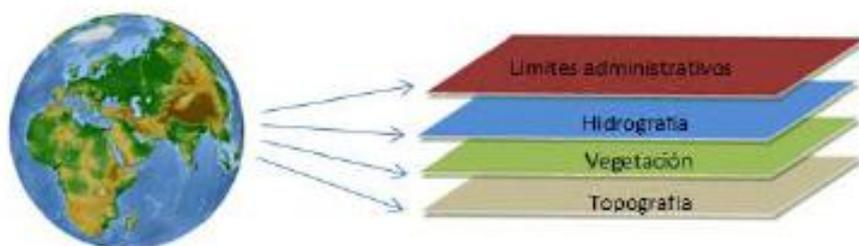


Ilustración 1. Representación del mundo real por un SIG

Todos los SIG tienen dos **etapas** bien diferenciadas:

- **Capturar información**: Importando datos de archivos digitales, mediante digitalización o con el tratamiento de imagen digital suprimiendo información digital no necesaria.
- **Analizar la información**: Gráfica o no gráfica.

Para capturar la información hay que realizar previamente un estudio de las necesidades del usuario, agrupar o clasificar los elementos en categorías y a partir de ahí crear un modelo de datos.

Los datos espaciales seleccionados se almacenan en el ordenador como entidades discretas representadas por puntos, líneas o superficies. Estas entidades son pues representación de objetos concretos ubicados en un sistema de coordenadas.

Todas las entidades tienen unos **atributos**:

- **Espaciales** (gráficos): Representación de objetos geográficos asociados a su ubicación en el mundo real con un sistema de coordenadas establecido.
- **Temáticos** (alfanuméricos): Características o descripción de los objetos geográficos.

Los dos modelos más comunes de **almacenar** los datos SIG son:

- **Raster**: Imágenes digitales representadas en mallas (píxeles), donde cada celda o píxel representa un valor único y el centro de cada celda tiene una posición en coordenadas conocidas. Se utiliza para representar entidades espaciales continuas e imágenes. Facilita la comparación entre capas. La información raster permite la realización de análisis geoestadísticos.
- **Vectorial**: Los datos geográficos tienen una representación vectorial definida por pares de coordenadas. Un par de coordenadas define un punto, dos puntos una línea y varias líneas con inicio y fin en el mismo punto polígono. Con los datos vectoriales se consigue una gran precisión con ficheros de poco tamaño. Se pueden representar rasgos muy pequeños. Los almacenes vectoriales permiten los archivos tipo CAD.

Con respecto al Software SIG utilizado para la generación del presente trabajo, aunque GeoMedia sea un programa de SIG vectorial, permite la utilización de herramientas de análisis de formato raster, lo cual ha resultado fundamental ya que se ha utilizado una ortofoto para la creación del SIG.

4.1.2. Componentes de un SIG

Los Sistemas de Información Geográfica están formados por cinco componentes o elementos principales, los cuales se describen a continuación:

- **Hardware**: Es el equipo con el que opera un SIG, e soporte físico. Actualmente éstos pueden ser ejecutables tanto desde clientes-servidor hasta ordenadores personales aislados.
- **Software**: Son los programas, los cuales poseen las herramientas y funciones necesarias para almacenar, analizar y generar la información geográfica. En concreto, en la realización del presente SIG se ha usado el Software GeoMedia Professional.
- **Datos**: Forman el componente más importante de un SIG. Compuesto tanto por datos geográficos como alfanuméricos y pueden ser obtenidos en campo, a través de otros SIG o a través de otras plataformas.
- **Recursos humanos**: Son las personas con conocimientos necesarios en Sistemas de Información Geográfica que se encargan de administrar el SIG, de desarrollar un proyecto, entre los que se encuentran analistas, desarrolladores, administradores, programadores y usuarios.
- **Métodos**: Son los procedimientos, planes y reglas a seguir para el desarrollo y funcionamiento del SIG.

4.1.3. Funciones de un SIG

- **Capturar datos**: Agrupa los procesos necesarios para adquirir los datos: digitalización, generación de datos a partir de coordenadas conocidas,.... Los datos pueden ser geográficos o de atributos.
- **Almacenar datos**: Es la manera que la información es estructurada y organizada. Los modelos pueden ser vectoriales o raster como se ha visto anteriormente.
- **Manipular y procesar los datos**: El objetivo es obtener información útil de los datos almacenados. La manipulación de datos es de dos tipos: operaciones para eliminar errores y actualizar datos, y operaciones para resolver preguntas del usuario (analizar).
- **Producción de datos**: Se refiere a la presentación gráfica de datos (mapas, gráficos) o presentación descriptiva (informes escritos o cuadros) en forma impresa o en digital.

4.1.4. Los SIG frente a otros sistemas informáticos

Con respecto a los sistemas CAD la diferencia principal entre ellos radica en que los SIG necesitan de un mayor volumen de almacenamiento y mejor tecnología de soporte (software) que supere las capacidades gráficas ofrecidas por los CAD.

En cuanto a los sistemas de gestión de bases de datos, se diferencian en que éstos han sido creados sólo para el almacenamiento de datos alfanuméricos, mientras que los Sistemas de Información Geográfica son capaces de manejar tanto información alfanumérica como datos geográficos.

4.2. GeoMedia Professional

GeoMedia Professional es un programa de la empresa *Intergraph Corporation* para la creación y tratamiento de Sistemas de Información Geográfica, para la elaboración de bases de datos así como para la generación de mapas.



Ilustración 2. Icono GeoMedia Professional

Todos los trabajos de manejo de información SIG realizados para la generación del presente trabajo se han realizado a través de dicho programa (versión 2015), realizándose con GeoMedia tanto las labores de creación de elementos y entidades así como las de tratamiento de datos.

Algunas de las funciones principales del programa GeoMedia son:

- La creación de datos geográficos.
- La gestión de bases de datos geoespaciales.
- Combinación de datos geográficos de diferentes formatos y procedencias.
- Generación de mapas.
- Utilidad como plataforma base para múltiples aplicaciones.
- Validación de datos geográfica.
- Publicación de información geoespacial.
- Análisis de información geoespacial.

4.2.1. GeoWorkspace

El GeoWorkspace (GWS) es el entorno en el que se lleva a cabo el trabajo realizado mediante el programa GeoMedia, es decir, su espacio de trabajo. Son ficheros de extensión “.gws” sobre los que se visualizan los datos necesarios para la realización de un Sistema de Información Geográfica. En este fichero se guardan, entre otras cosas:

- Las conexiones a los almacenes donde se guardan los datos.
- La información del sistema de coordenadas.
- Las consultas realizadas.
- Las ventanas de mapas y datos.
- Las ventanas de composición.
- Las barras de herramientas.
- La leyenda.

Al comenzar a trabajar con GeoMedia lo primero que se hace es abrir un GeoWorkspace existente o crear uno nuevo.

Los GeoWorkspace se basan en plantillas existentes o que puede crear el usuario. Estas plantillas contienen una ventana de mapa vacía, una leyenda vacía y un sistema de coordenadas determinado.

No se puede trabajar simultáneamente con varios GeoWorkspace.

Los GeoWorkspace no se guardan automáticamente. Cuando el usuario guarda el GeoWorkspace está guardando todas las configuraciones realizadas, así como las conexiones que tenga establecidas en ese momento.

4.2.2. Sistema de coordenadas

El sistema de coordenadas permite situar cada dato en su posición en el mundo real. Con GeoMedia se trabaja en el sistema de referencia elegido para el archivo GeoWorkspace, es decir, los distintos sistemas de coordenadas en los que pueden encontrarse cada una de las informaciones para elaborar el SIG se transformarán en el sistema de referencia determinado para nuestro GeoWorkspace.

GeoMedia admite distintos sistemas de coordenadas:

SISTEMAS DE COORDENADAS

TIPO	REFERIDO	COORDENADAS	
GEOGRÁFICO	ELIPSOIDE	λ (longitud) Distancia angular desde un meridiano φ (latitud) Distancia angular desde Ecuador	
PROYECTADO	PLANO DE PROYECCIÓN relacionado con esferoide de referencia	X (este) Distancia a una línea Norte-Sur del sistema de Y (norte) Distancia a una línea Este-Oeste del sistema de	
GEOCENTRICO	SISTEMA CARTESIANO con el origen en el centro de masas de la tierra	Eje Z : Coincide con dirección del Polo Medio Eje X : Es la intersección del plano del Ecuador con el plano perpendicular v perpendicular a Eje Y :	

Ilustración 3. Sistemas de coordenadas en GeoMedia Professional

4.2.3. Almacén (Warehouse)

El almacén es el espacio en el que se almacena la información del SIG y a través de los cuales se puede acceder a los datos necesarios. En él se guarda tanto información alfanumérica como geográfica. Desde el almacén se pueden crear las clases de entidad, suprimirlas y editar sus atributos y elementos.

Se puede decir que un almacén es una base de datos con información gráfica (metadatos).

El almacén propio de GeoMedia es “.mdb”, el cuál es una base de datos Access, pero GeoMedia puede acceder a distintos tipos de almacenes de manera simultánea.

Algunos de los tipos más importantes de almacenes son:

- **Access (mdb)**: Como ya se ha explicado, las bases de datos Access son el almacén por defecto de GeoMedia. Además de los “.mdb”, GeoMedia a información contenida en otros tipos de bases de datos tales como Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle, etc.
- **Formato SIG**: El programa GeoMedia permite conectarse a otros tipos de programas de generación y transformación de Sistemas de Información Geográfica, como son los almacenes ArcInfo, ArcView, Framme, GeoMedia Smartstore y MapInfo.
- **CAD**: GeoMedia también permite conectarse a almacenes de formato CAD, siendo éstos los formatos DGN de Microstation y DWG de AutoCAD, sin necesidad de tener instalados los programas asociados a los mismos. Para la visualización de dichos archivos es necesaria la creación de un archivo de conexión CAD (csd) que sirve como conexión entre el fichero CAD y el GeoWorkspace.
- **Servicios de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)**: Según la definición del Consejo Superior Geográfico (Ministerio de Fomento), “*una infraestructura de Datos Espaciales es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, aplicaciones, páginas web, ...)* que

permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos (descritos a través de sus metadatos), disponibles en Internet.” Dichos almacenes nos permiten disponer de diferentes capas de información en nuestro espacio de trabajo sin tener que guardarlos físicamente en el ordenador. A través del programa GeoMedia se puede tener acceso a la visualización y/o transformación de los siguientes servicios:

- **WMS**: Los servicios WMS (Web Map Service) son servidores de mapas de datos espacialmente referenciados los cuales se encuentran generalmente en formato digital (".png", ".jpeg", ".gif").
- **WFS**: Los servicios WFS (Web Feature Service) se diferencian de los anteriores en que, en el caso de los presentes, el usuario puede interactuar con los mapas así como descargar sus entidades.
- **WCS**: Los servidores WCS (Web Coverage Service) proporcionan un interfaz que permite a los usuarios realizar peticiones de cobertura geográfica a través de la web. Facilitan coberturas geográficas, las cuales pueden ser objetos o imágenes de datos (con sus correspondientes datos alfanuméricos).
- **KML**: Los almacenes de tipo KML permiten acceder a información de *Google Maps*, así también como la publicación en *Google Maps*.

4.2.4. Conexiones

Para la visualización y/o transformación de la información contenida en los diferentes tipos de almacenes externos a los que se quiere acceder, se debe realizar siempre una conexión a los mismos. Dependiendo del tipo de almacén al que se quiera conectar, el procedimiento podrá ser diferente, ya que cada tipo de datos necesita distinta información.

Existen varios tipos de conexión:

- **Conexión cerrada**: No permite acceder a la información de los almacenes.

- **Conexión de solo lectura:** Permite ver los datos, pero no modificarlos.
- **Conexión de lectura y escritura:** Permite ver y modificar los datos.

Desde un gws se puede realizar varias conexiones simultáneas y estas pueden ser de distinto tipo:

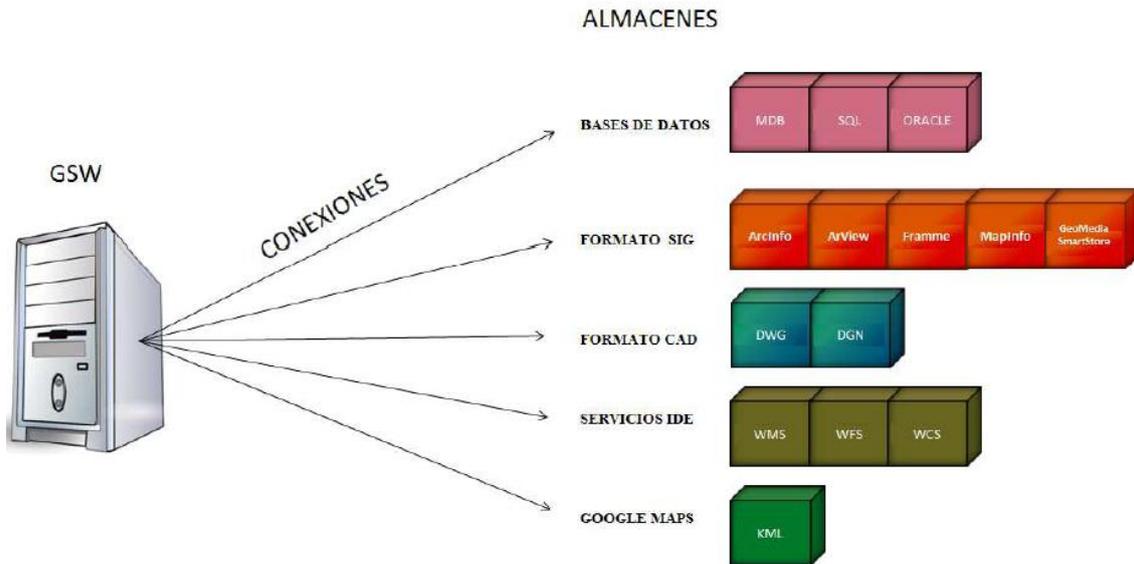


Ilustración 4. Tipos de conexiones

4.2.5. Entidades

Son las representaciones gráficas de los elementos del mundo real. Las entidades también están definidas por sus características no gráficas (atributos).

Las entidades pueden tener distintas **geometrías**:

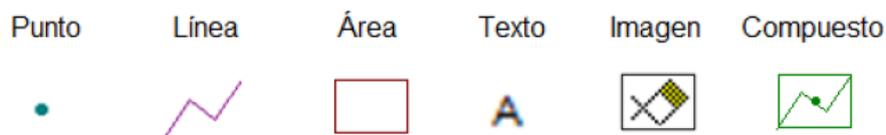


Ilustración 5. Tipos de geometrías de las entidades

Las entidades pueden ser creadas concretamente para un SIG en particular o pueden ser obtenidas a partir de un almacén externo. Para la visualización de cada una de las entidades de un almacén se debe recordar que hay que estar conectado al mismo por medio de las conexiones explicadas anteriormente y, posteriormente, se debe añadir a la leyenda.

4.2.6. Elementos

Los elementos son cada una de las unidades que componen una entidad. En los almacenes Access corresponden a cada una de las filas de las tablas de datos.

Para la digitalización de elementos en nuestro GeoWorkspace se debe haber creado anteriormente la entidad sobre la que queremos trabajar, o haberla obtenido a través de otro almacén al que se esté conectado.

4.2.7. Atributos

Los atributos son cada una de las características que definen una entidad y en la base de datos Access equivalen a las columnas de las tablas. Cada entidad creada debe tener un atributo clave, el cual servirá como identificador único de cada uno de los elementos de las diferentes entidades. GeoMedia da la opción de crear automáticamente ese identificador único en caso de que el usuario no haya establecido un atributo específico para ello.

Los atributos pueden ser conocidos o ser calculados a partir de atributos de la misma u otra entidad. Pueden ser de varios **tipos**:

- Autonumber
- Booleano
- Byte
- Currency
- Date
- Double
- Integer
- Long
- Memo
- Single
- Text

4.2.8. Consultas

Se entiende como consulta aquellos elementos de una entidad que cumplen una determinada condición o una serie de condiciones (alfanuméricas o geométricas) requerida/s por el usuario.

El trabajo con consultas a través de GeoMedia se realiza igual que con las entidades, con la diferencia de que las primeras no se guardan en los almacenes, si no que se guardan en el espacio de trabajo, es decir, en el GeoWorkspace. Si se modifican los datos en el almacén de la entidad objeto de una consulta, dicha consulta será a su vez modificada.

4.2.9. Leyenda

Es la herramienta de GeoMedia que permite seleccionar la información gráfica que se va a visualizar en la ventana de datos. Para ello hay que añadir las entidades a la leyenda que pueden tener su origen de uno o varios almacenes. También permite visualizar las consultas.

El menú de la leyenda ofrece distintas herramientas para configurar la visualización de la ventana de mapa, tanto en estilo como en prioridad de visualización. El programa permite guardar todas las leyendas que el usuario requiera para obtener distintas visualizaciones del mapa.

4.2.10. Metadatos

Los metadatos son lo que distinguen a una base de datos común con un almacén de GeoMedia. Contienen la información sobre los datos utilizados para la elaboración del SIG, permitiendo conocer información acerca del origen de dichos datos, el formato, proveedor, fechas, etc.

A partir de la versión 6.1 de GeoMedia, al conectarnos a una base de datos externa sin metadatos, el programa se los asigna, cosa que no ocurría en versiones anteriores. En cualquier caso, en las nuevas versiones es conveniente utilizar la herramienta "Utilidades de bases de datos" para la generación de los metadatos del SIG. Permite crear metadatos en bases de datos Access, Oracle y SQL.

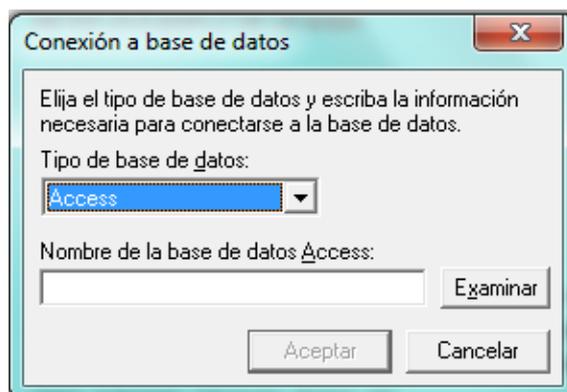


Ilustración 6. Conexión a base de datos de la herramienta de utilidades

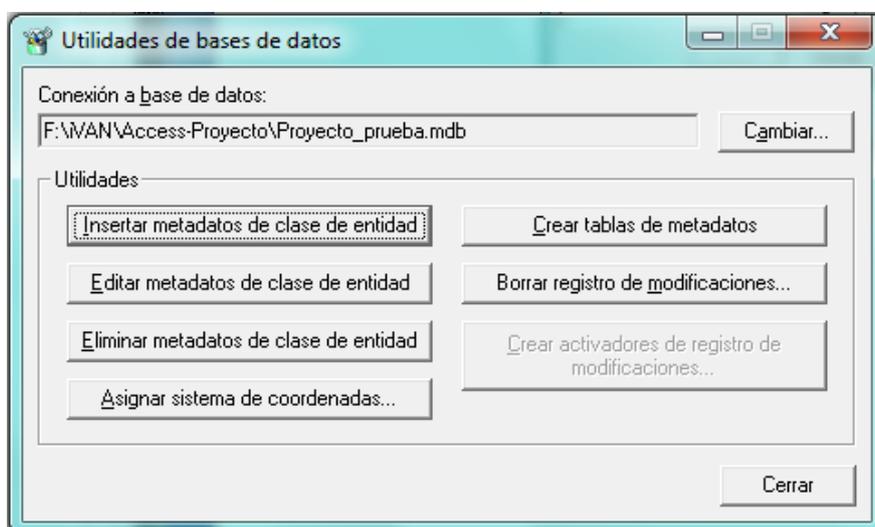


Ilustración 7. Herramienta "Utilidades de bases de datos"

Como se puede observar en la Ilustración 7, con dicha herramienta se puede eliminar e insertar los metadatos, editarlos, crear sistema de coordenadas y tablas de metadatos y borrar las modificaciones.

En el presente trabajo, ya que las tablas se han creado desde GeoMedia, los metadatos se han ido creando automáticamente.

4.2.11. Ventana de datos, de mapas y de composición

Las distintas ventanas permiten visualizar los diferentes datos. Se almacenan en el GeoWorkspace.

- **Ventana de datos**: Para visualizar los atributos no gráficos de una entidad o consulta. Se puede trabajar con varias ventanas de datos simultáneamente.
- **Ventana de mapa**: Para visualizar las geometrías de las entidades. Se puede trabajar con varias ventanas de mapas a la vez.
- **Ventana de composición**: Una única ventana que permite tener varias hojas en las que el usuario puede añadir la ventana de mapa, la leyenda y otros elementos para obtener un mapa que se puede imprimir.

4.3. GPS (GNSS)

4.3.1. Introducción

Los Sistemas de Navegación por Satélite, más conocidos por su acrónimo GNSS, fueron concebidos para determinar posiciones en tierra, mar, aire o en el espacio, partiendo de posiciones conocidas de una constelación de satélites. Uno de los sistemas más utilizados, y el primero en estar plenamente operativo fue el **Sistema de Posicionamiento Global**, (*Global Positioning System*), conocido como **GPS**.

Además del posicionamiento de puntos, son también objetivos del GPS, la determinación de la posición instantánea y la velocidad de un móvil, así como la coordinación precisa de tiempos.

4.3.2. Segmentos

El GPS está dividido en tres segmentos:

- **Segmento espacial**, conteniendo los satélites emisores de señales.
- **Segmento de control**, que gobierna el sistema.
- **Segmento usuario**, que incluye todos los diferentes tipos de receptores y también los usuarios.

4.3.2.1. Segmento espacial

El segmento espacial comprende el conjunto de satélites artificiales que dan servicio al GPS, organizados en una constelación denominada NAVSTAR (*Navigation System and Ranging*). Con el sector espacial al completo, el sistema GPS proporciona una cobertura global con un número comprendido entre cuatro y diez satélites que se pueden observar simultáneamente, con una elevación superior a 15°.

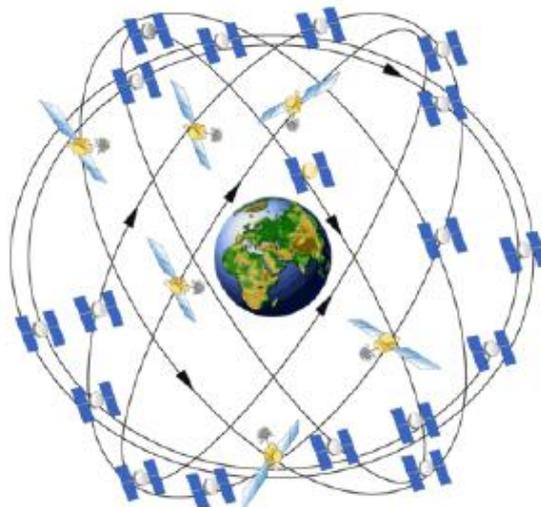


Ilustración 8. Esquema general de la constelación NAVSTAR

Los satélites están en órbitas casi circulares a una altura de 20.200 Km y con un período de 11h 57m 58,3s, aproximadamente 12 horas sidéreas.

La constelación consta de más de veinticuatro satélites operativos, dispuestos en seis órbitas inclinadas a 55° con respecto al ecuador, a razón de 4 satélites por órbita, disponiendo además de otros 4 satélites de repuesto para reemplazar a aquellos que dejen de estar en servicio. El estado de la constelación se puede consultar en Internet en tiempo real:

<http://www.navcen.uscg.gov/?Do=constellationStatus>

En los satélites GPS están instalados los transmisores-receptores, relojes atómicos, y demás equipamiento para la operatividad del sistema.

4.3.2.2. Sector de control

El sector de control es el encargado de controlar y corregir las órbitas de los satélites del sector espacial, así como las de sus relojes u osciladores. La información obtenida de este seguimiento es enviada a una denominada “Estación principal”, en la que se calculan las órbitas futuras de los satélites como una función de tiempo. Los cálculos realizados y las correcciones de los relojes de los satélites están introducidos en el mensaje de navegación.

El sector de control está constituido por una Estación principal (*Master Control Station*) y cinco Estaciones de control y seguimiento (*Monitor Station*). En el año 2005, se añadieron seis nuevas estaciones de control, y en el año 2006 otras cinco nuevas.

4.3.2.3. Segmento usuario

El segmento usuario está constituido por todos los equipos utilizados, permanentes u ocasionales, para la recepción de las señales emitidas por los satélites y empleados para el posicionamiento, ya sea estático o cinemático, navegación o para la determinación del tiempo con precisión.

En general, se conoce como receptor GPS un equipo constituido por una antena con preamplificador, para captar las señales emitidas por los satélites, y un receptor que permite seguir, registrar, controlar, almacenar y visualizar los datos, cálculos, presentación de resultados y todas aquellas otras funciones necesarias para una buena posición de los satélites.



Ilustración 11. Elementos básicos del receptor GPS

4.3.3. Portadoras y códigos

El satélite emite sobre dos portadoras **L1** y **L2** correspondientes a la banda L de radiofrecuencias, que son el resultado de multiplicar, respectivamente, la frecuencia fundamental de 10,23 MHz por 154 y por 120, lo que da lugar a unos valores de 1.575,42 y 1.227,60 MHz para L1 y L2, a los que corresponden unas longitudes de onda $\lambda_1 = 19,0425$ cm y $\lambda_2 = 24,4379$ cm. Así mismo, se genera una nueva portadora, denominada L5 con una frecuencia de 1176.450 Mhz.

Sobre las portadoras fundamentales L1 y L2 se modulan el código **P** (Precise o Protected Code) y sobre L1 el código **C/A** (Course/Adquisition o Clear/Access). Ambos códigos P y C/A están desfasados entre sí 90° para poder separarlos con posterioridad.

El código C/A es un código PRN con una longitud de 1.023 bits y 1,023 MHz de frecuencia nominal, por cuyo motivo se repite cada milisegundo, es decir, mil veces por segundo. El código P tiene la frecuencia fundamental y es encriptado a través de un código ω , dando lugar a otro código Y, inaccesible para los usuarios no autorizados.

La modulación se efectúa de acuerdo con algoritmos polinómicos característicos para cada satélite, que van incorporados a la memoria de los receptores GPS. Estos códigos sirven para identificar a cada satélite en particular, así como conectar con el mensaje de navegación y permitir calcular el retardo de la señal entre el satélite y el receptor.

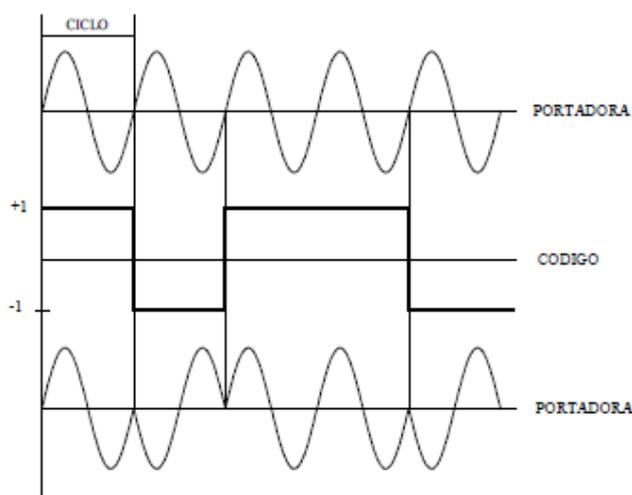


Ilustración 12. Modulación de las portadoras

Además de códigos y portadoras, el satélite envía el mensaje de navegación, que es modulado en ambas portadoras. Este mensaje contiene, entre otras cosas, información necesaria para la determinación de órbitas, el estado de fiabilidad de esa información, las efemérides, la medida del tiempo GPS, algunas correcciones importantes y el almanaque.

COMPONENTE	FRECUENCIA (MHz)	
Frecuencia fundamental	f_0	=10,23
Portadora L1	$154f_0$	=1.575,42 ($\approx 19,0$ cm)
Portadora L2	$120f_0$	=1.227,60 ($\approx 24,4$ cm)
Código P	f_0	=10,23
Código C/A	$f_0 / 10$	=1,023
Código W	$f_0 / 20$	=0,5115
Mensaje de navegación	$f_0 / 204.600$	=50 x 10 ⁻⁶

Ilustración 13. Cuadro resumen de las componentes principales de la señal

4.3.4. Tipos de medición

A continuación se nombrarán los tipos de medición, entrando a detalle en el utilizado para este proyecto, el sistema **RTK**.

Por lo tanto, los tipos de mediciones son:

- **Posicionamiento absoluto**
- **Posicionamiento relativo**
- **Posicionamiento diferencial**: Es en ese tipo dónde se incluye el sistema RTK utilizado.

RTK (Real Time Kinematic) o Cinemático en Tiempo Real, es una técnica usada para la topografía y navegación marina basado en el uso de medidas de fase (resuelve ambigüedades a través de técnicas OTF (*On The Fly*)) de señales GPS, GLONASS y/o Galileo. En el caso del proyecto, se usaron las correcciones enviadas desde una sola estación de referencia, en este caso la situada en el concejo de Avilés (Asturias),

que proporciona las correcciones en tiempo real, obteniendo una exactitud mejor del decímetro.

Al tratarse de un posicionamiento diferencial con GPS (DGPS), se utilizan dos o más receptores. Un receptor, normalmente fijo, en este caso lo es (estación de referencia de Avilés), del que se conocen sus coordenadas absolutas y un receptor remoto, normalmente móvil o "rover". La estación de referencia calcula las correcciones a las pseudodistancias (PRC, *Pseudorange Corrections*) y la variación de las correcciones en el tiempo (RRC, *Rangerate Corrections*) las cuales son transmitidas al receptor remoto en tiempo real, primeramente recibidas a través de la antena y a través de ella al Radio-Modem para finalmente recibirla en el procesador de radiofrecuencia (controladora). El receptor remoto aplica correcciones a las pseudodistancias medidas y calcula la posición de los puntos con las pseudodistancias corregidas. La utilización de pseudodistancias corregidas mejora la exactitud del posicionamiento.

El uso del RTK, con radio-modem, está generalmente restringido a distancias no superiores a 20 kilómetros entre la estación de referencia y el receptor móvil. Cabe notar que la precisión se va degradando a medida que la distancia a la estación de referencia aumenta.

Las técnicas de observación GPS, requieren un mínimo de cuatro satélites y un GDOP no superior a ocho. También ha de decidirse la máscara de elevación, generalmente 15° por encima del horizonte, durante el trabajo. Esto es, los satélites visibles por debajo de esa línea imaginaria no se tendrán en cuenta para las observaciones.

5. METODOLOGÍA

Primeramente, se ha realizado una búsqueda de información con el fin de recopilar toda la información necesaria para poder cumplir con los objetivos propuestos para el presente SIG, obteniendo así las fichas de los puntos de interés del plan director de Arnao.

Posteriormente se ha estudiado la zona a través del programa *Google Earth* y se ha realizado una salida de campo a dicha zona midiendo con GPS en ciertos puntos, ya fueran algunos propios de las fichas u otros que se creyeron importantes para visitar, realizando algunas fotografías de los mismos.

Tras la búsqueda de información y el estudio pertinente de la zona, se tiene la información necesaria para crear el modelo de datos necesario para el SIG, con el apoyo para ello sobre todo de los conocimientos adquiridos en la asignatura “GeoMedia” del “Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica”.

A continuación, con el apoyo también de la salida de campo realizada y del programa mencionado anteriormente *Google Earth*, se realizó un esquema de los diferentes servicios que se creyeron convenientes para este tipo de rutas.

Luego se descargó la ortofoto que cubriera la zona de estudio y se digitalizaron los diferentes servicios, así como las diferentes rutas que se creyeron convenientes.

5.1. Medición con GPS

Como se ha explicado anteriormente, se ha realizado para dicha medición un posicionamiento diferencial, más concretamente un **RTK** (Real Time Kinematic).

5.1.1. Observación y cálculo

5.1.1.1. Instrumentación

El GPS utilizado es: *Trimble R86NSS/R6/5800*

5.1.1.2. Trabajo de campo

Tomando como estación de referencia la estación de Avilés, la cual sirvió de apoyo para determinar las coordenadas de los puntos a medir, se procedió a medir los puntos convenientes, sabiendo para ello, que deberían de estar visibles al menos 4 satélites en el momento de la medición y un GDOP no superior a 8.

5.1.1.3. Trabajo de gabinete

Después de realizar las observaciones a los puntos, y finalizando así el trabajo de campo, se pasa al trabajo de gabinete, es decir, al tratamientos de las observaciones realizadas para obtener las coordenadas de los puntos en el sistema ETRS-89, UTM.

El software utilizado para tal fue *Leica Geo Office*.

En dicho programa se pueden observar las mediciones realizadas, así como la calidad de las mismas. Dicha calidad dependerá de los satélites visibles en ese momento, así como de otras condiciones. En este caso, todas las mediciones tienen buena calidad, ya que no hubo obstáculos (edificios, arboles,...) que dificultarán las observaciones.

Una vez tratadas las observaciones realizadas en dicho programa, se obtienen las coordenadas de los puntos en el sistema WGS84.

Finalmente, mediante una conversión en el propio programa *Leica Geo Office*, se convierten dichas coordenadas al sistema ETRS-89, coordenadas UTM, pasando la altura elipsoidal a altura ortométrica o altitud.

Nombre	X	Y	Altitud
1	259076,642	4829228,28	23561
8 y vecinos	259553,467	4828865,41	14194
58-52	259666,637	4828385,47	16753
bus	259565,264	4828941,48	12330
bus2	259718,121	4828166,2	19637
Camino Casc	259550,986	4829223,49	21044
Camino malc	259475,198	4829001,11	10131
Camino malc	259505,092	4829073,04	10,322
Economato y	259615,076	4829089,85	11,041
ele1	259184,765	4829174,29	23,053
ele2	259436,369	4829146,22	22,818
escuela ave	259416,773	4829008,42	21,29
parque	259539,256	4828991,31	9,518
parking	259565,518	4829116,28	9,36

Ilustración 14. Coordenadas ETRS-89 UTM de los puntos medidos

5.2. Modelo de Datos

5.2.1. Tablas del Modelo de Datos

Puntos_Interes: Contiene la información correspondiente a cada punto de interés.

Nombre	Observaciones	Tipo	Tamaño
ID_Puntos_Interes	Clave principal de la tabla	Entero	Largo
ID_Zona	Clave externa de la tabla Cat_Puntos_Interes	Entero	Largo
Nombre_Punto	Nombre del punto de interés	Texto	100
Ficha	Documentación recogida del punto de interés	Hipertexto	250
Imagen	Foto del punto de interés	Hipertexto	250
Altitud	Altitud en metros del punto de interés	Real	Doble
Observaciones	Información auxiliar	Texto	250
Geometria	Información gráfica del punto de interés (PUNTO)	Binario	N/A

Tabla 1. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Puntos_Interes"

Rutas: Contiene la información correspondiente a cada ruta.

Nombre	Observaciones	Tipo	Tamaño
ID_Ruta	Clave principal de la tabla	Entero	Largo
Nombre_Ruta	Nombre de la ruta	Texto	100
Accesibilidad	Marca "SI", cuando la ruta es accesible para todas las personas (minusválidos, niños, carritos de niños, etc.)	SI / NO	1
Peatonal	Marca "SI", cuando la ruta puede ser peatonal	SI / NO	1
Observaciones	Información auxiliar	Texto	250
Prevision_tiempo	Información web sobre la previsión del tiempo	Hipertexto	250
Geometria	Información gráfica del punto de interés (LINEA)	Binario	N/A

Tabla 2. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Rutas"

Servicios: Contiene la información de los distintos servicios del SIG.

Nombre	Observaciones	Tipo	Tamaño
ID_Servicios	Clave principal de la tabla	Entero	Largo
ID_Tipo_Servicios	Clave externa de la tabla Cat_Servicios	Entero	Largo
Geometria	Información gráfica del punto de interés (PUNTO)	Binario	N/A

Tabla 3. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Servicios"

Ortofotos: Contiene la ortofoto del Plan Nacional de Ortografía Aérea correspondiente al lugar de estudio.

Nombre	Observaciones	Tipo	Tamaño
ID_Ortofoto	Clave principal de la tabla	Autonumérico	Largo
Geometria	Información gráfica del punto de interés (IMAGEN)	Binario	N/A

Tabla 4. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Ortofotos"

Cat_Zonas: Clasificación de los puntos de interés en función de la zona en la que se encuentran ubicados.

Nombre	Observaciones	Tipo	Tamaño
ID_Zona	Clave principal de la tabla	Entero	Largo
Zona	Nombre de cada zona	Texto	100

Tabla 5. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Cat_Zonas"

Cat_Tipo_Servicios: Clasificación de los servicios.

Nombre	Observaciones	Tipo	Tamaño
ID_Tipo_Servicio	Clave principal de la tabla	Entero	Largo
Tipo_Servicio	Nombre de cada tipo de servicio	Texto	100

Tabla 6. Tabla del Modelo de Datos de la entidad "Cat_Tipos_Servicios"

5.2.2. Catálogos del Modelo de Datos

CATÁLOGO DE ZONAS:

ID_Zona	Zona
1	Arnao
2	Las Chavolas
3	El Ponton
4	Salinas

Tabla 7. Catálogo de zonas

CATÁLOGO DE TIPO DE SERVICIOS:

ID_Tipo_Servicio	Tipo_Servicio
1	Informacion
2	Aparcamientos
3	Aparcamientos_Bici
4	BUS
5	Fuentes
6	Zonas_Verdes_y_Parques_Niños
7	Hosteleria
8	Supermercados

Tabla 8. Catálogo de tipo de servicios

5.3. Generación del SIG

5.3.1. Creación del GeoWorkspace

Para empezar a trabajar con GeoMedia, el primer paso es el de crear un GeoWorkspace nuevo o abrir uno ya existente.

Inicio – Todos los programas – Hexagon GeoMedia Desktop 2015 – GeoMedia Professional

En el caso del presente trabajo, se ha creado un nuevo espacio de trabajo usando un GeoWorkspace vacío y se le ha asignado el nombre “SIG_Arno”.

5.3.2. Asignación del Sistema de Coordenadas

Al GeoWorkspace creado se le asignó un sistema de coordenadas. Para la creación de dicho sistema de coordenadas, se hace uso de la herramienta de GeoMedia:

Inicio – Sistema de coordenadas del GeoWorkspace...

En ella se define el tipo de sistema de coordenadas, las unidades del almacenamiento, el sistema de proyección y sus parámetros asociados, el datum geodésico, el elipsoide de referencia y sus parámetros, el datum vertical y su referencia.

Para el presente SIG, el sistema de coordenadas asociado es el “ETRS89 UTM Zona Norte Huso 30”, el cuál es un sistema de coordenadas proyectadas, que se caracteriza por ser una representación bidimensional, plana, de la Tierra.

5.3.3. Creación del almacén

El siguiente paso para la generación del SIG es crear un almacén propio para guardar todos los datos e información del mismo. Este almacén tendrá formato “mdb” de las bases de datos de Access y al ser almacén, contendrá metadatos (información

geográfica). Dicho almacén se puede crear tanto desde GeoMedia como desde Access y será tanto de lectura como de escritura.

En este caso, el almacén se ha creado mediante el programa GeoMedia y se le ha dado el nombre "Arnao_mdb". Para ello se ha usado la herramienta:

Organizar datos – Almacén – Almacén nuevo...

Posteriormente se selecciona una plantilla, en este caso se ha seleccionado la plantilla predeterminada "normal.mdt".

5.3.4. Realización de conexiones

En el caso del almacén creado para el almacenamiento y manipulación de los datos del presente SIG, al haber sido creado a través del programa GeoMedia ya se encuentra conectado al mismo, por lo que no ha sido necesaria la realización de una conexión a dicho almacén.

En este caso, no es necesario usar almacenes externos para acceder a otras informaciones, por lo que no existirán más conexiones.

5.3.5. Creación de entidades

Las entidades son representaciones gráficas de elementos del mundo real. Las entidades agrupan elementos con las características comunes.

5.3.5.1. Creación de entidad: "Ortofotos"

Con la conexión realizada a *Arnao.mdb*, se pueden crear entidades desde:

Organizar datos – Entidades

A la nueva entidad le damos su nombre (Ortofotos), tipo de geometría (imagen) y le asignamos los distintos atributos que la describen (ID_Orto).

Ahora se tiene creada la entidad "Ortofotos", y se ha de introducir en ella la respectiva ortofoto. Para ello, en GeoMedia:

Raster – Georreferenciado

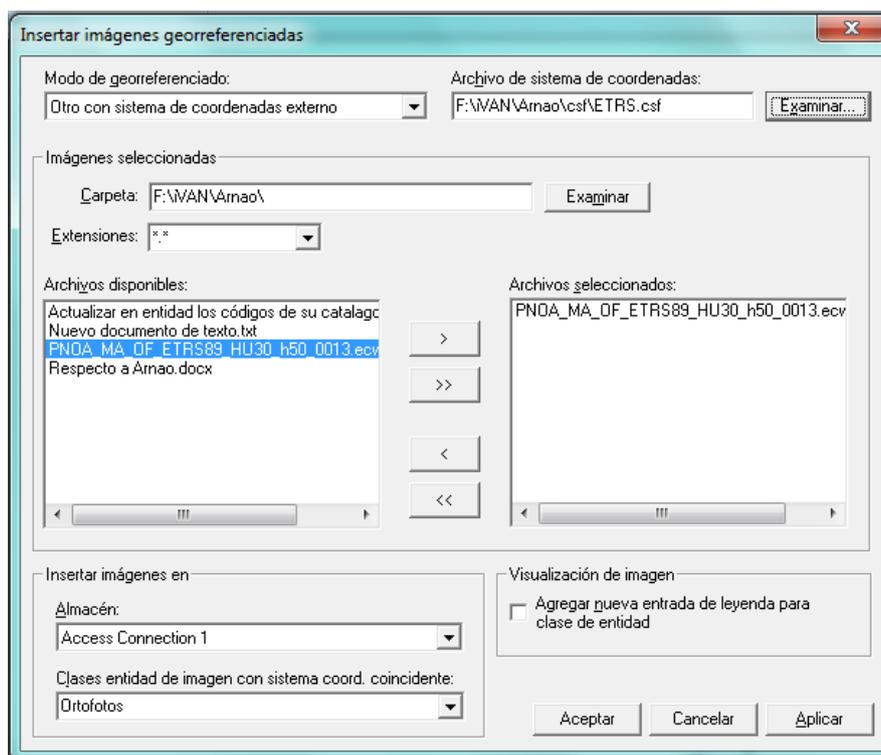


Ilustración 15. Inserción de la ortofoto a la entidad "Ortofotos"

RESULTADO:

Al seleccionar la ortofoto se muestra una ventana de propiedades donde aparece el único atributo de esta entidad.

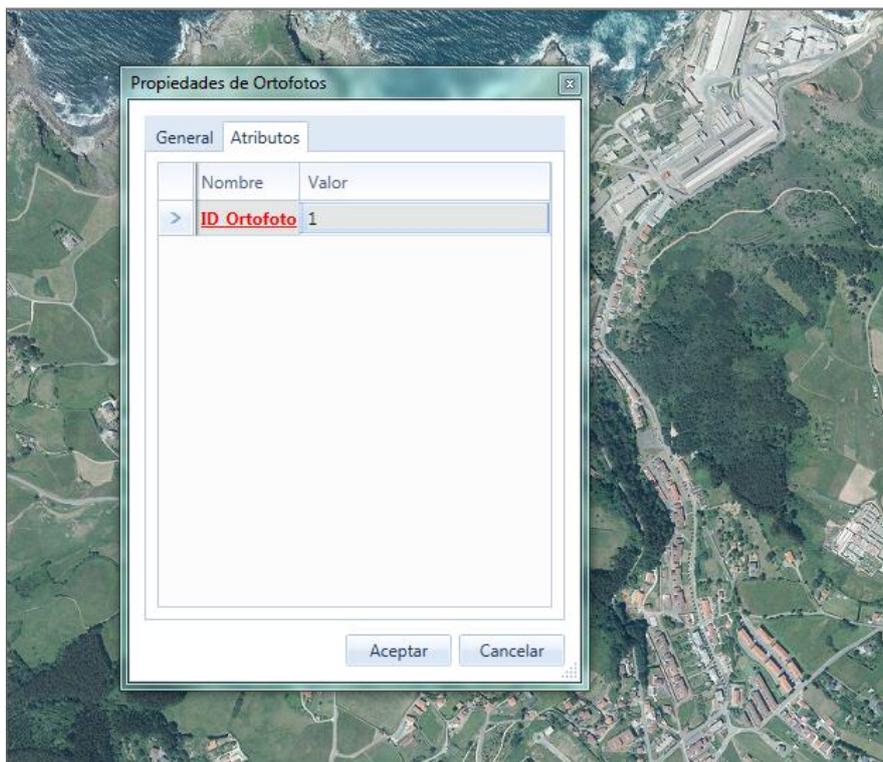


Ilustración 16. Propiedades de la entidad "Ortofotos"

5.3.5.2. Creación de entidad: "Puntos_Interes"

Se crea la entidad "Puntos_Interes", de tipo punto, con los atributos mostrados en el modelo de datos. (Tabla 1)

Los elementos de esta entidad se obtienen digitalizando en el propio programa sobre la ortofoto activada. Para ello, se necesita el apoyo de las fichas del Plan Director de Arnao, así como de la salida de campo realizada y del programa *Google Earth*.

Para digitalizar, en GeoMedia:

Vector – Insertar entidad

Se selecciona la clase de entidad “Puntos_Interes”, que es donde se quiere insertar el elemento digitalizado, y se van digitalizando los puntos de interés.

Al finalizar la digitalización de un elemento aparece una ventana en la que se puede introducir los atributos del mismo, o más adelante en la base de datos o en una nueva ventana de datos dentro del programa GeoMedia. En este caso, se ha ido rellenando todos los atributos de la entidad, excepto el atributo *Altitud*, el cual se ha rellenado al finalizar la digitalización de todos los puntos, obteniendo dicha información a través del programa *Google Earth*, y, excepto también, el atributo *Imagen* el cual solo estará relleno para los puntos de interés medidos en el campo con GPS y que no aparecen en el Plan Director de Arnao, y por lo tanto no tienen ficha asociada.

Estos puntos medidos con GPS, cuyos datos se tienen en una tabla de Excel, con sus respectivas imágenes en una carpeta, se introducen a GeoMedia de la siguiente forma:

- Primeramente se debe de introducir a GeoMedia la tabla de Excel, cuyas columnas contienen: “Nombre”, “X”, “Y” y “Altitud”. (Ilustración 14)

Organizar datos – Entidades – Añadir

- Posteriormente se debe de crear la geometría a esa tabla de la siguiente manera:

Análisis – Geocodificar coordenadas

Se le asigna el sistema de coordenadas del proyecto.

Se obtiene así, una consulta con la geometría de los puntos de la tabla Excel. Por lo que se deben de pasar a clase de entidad:

Organizar datos – Sacar a clase de entidad

Esto permite obtener una entidad de la anterior consulta dentro de la conexión de Access de este proyecto.

Para introducir estos puntos medidos con GPS en la entidad "Puntos_Interes", se realiza una *Unión* de las entidades "Puntos_Interes" y "Puntos_geocodificados_de_arnao_puntos".

Análisis - Unión

Dando resultado a una consulta de todos los puntos, la cual se pasa a clase de entidad y se obtiene la entidad final "Puntos_Interes".

RESULTADO:

Al seleccionar un punto de interés se muestra una ventana de propiedades donde aparecen los valores de los atributos de esta entidad.

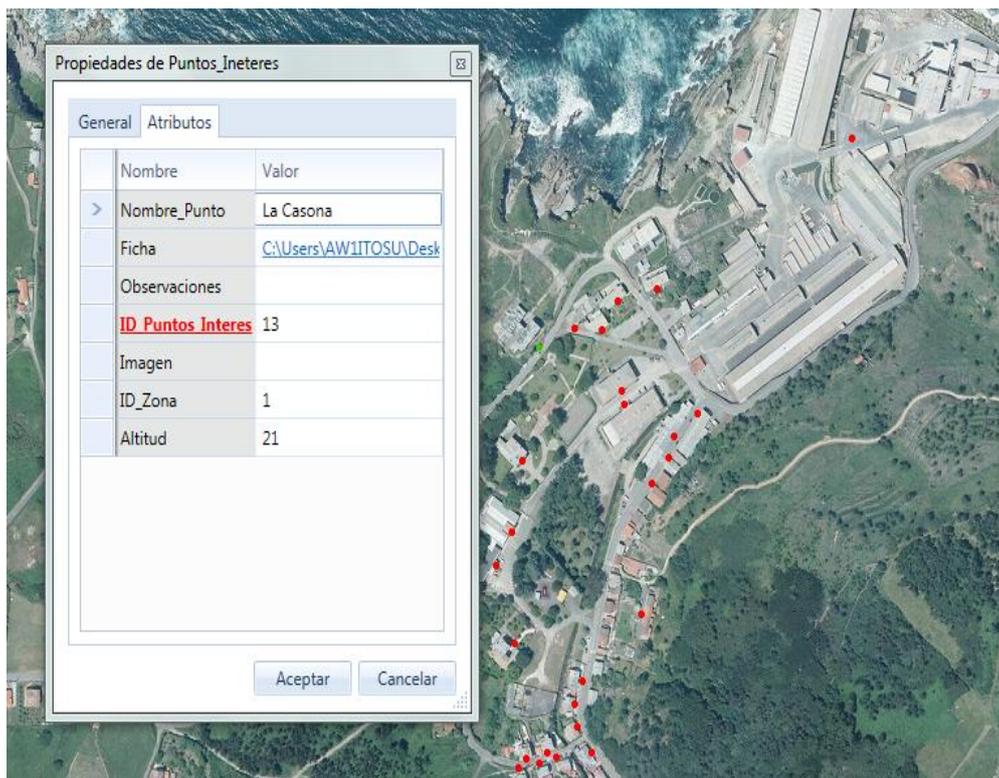


Ilustración 17. Propiedades entidad "Puntos_Interes"

5.3.5.3. Creación de entidad: "Rutas"

Al igual que la entidad de "Puntos_Interes", se crea esta entidad, de tipo línea, a partir de los atributos mostrados en el modelo de datos. (Tabla 2)

Para generar las diferentes rutas que se crean convenientes, éstas se digitalizarán sobre la ortofoto.

Existe una ruta inicial, denominada "Ruta_Museo", la cual comunica el parking principal con el punto de información desde donde se consultan las rutas según las características de los turistas y se inician las mismas. Todas ellas tienen el punto final en el parking principal.

Las características principales de estas rutas, dos de sus atributos, son:

- **La accesibilidad**, es decir, si la ruta es apta para todo persona. Por ejemplo, no sería accesible para personas discapacitadas (sillas de ruedas,..), para carritos de bebés,... entre otras, ya bien sea por un camino malo o por alguna barrera arquitectónica, por ejemplo escaleras, que impide la accesibilidad total.
- **Peatonal**, es decir, ruta para realizar a pie. Si no es peatonal quiere decir que no sería apta para realizar andando y sería una ruta para realizar en bici. Cabe destacar que cualquier ruta a pie, en principio se podría realizar en bici.

El campo, o atributo, *prediccion_tiempo*, de tipo hipertexto, se genero actualizando el campo de toda la entidad y pegando en dicho campo el enlace a la web de *Aemet (Agencia Estatal de Meteorología)*, en el apartado que nos muestra la predicción del tiempo para el concejo de Castrillón, el correspondiente al pueblo de Arnao.

RESULTADO:

Al seleccionar una ruta se muestra una ventana de propiedades donde aparecen los valores de los atributos de esta entidad.

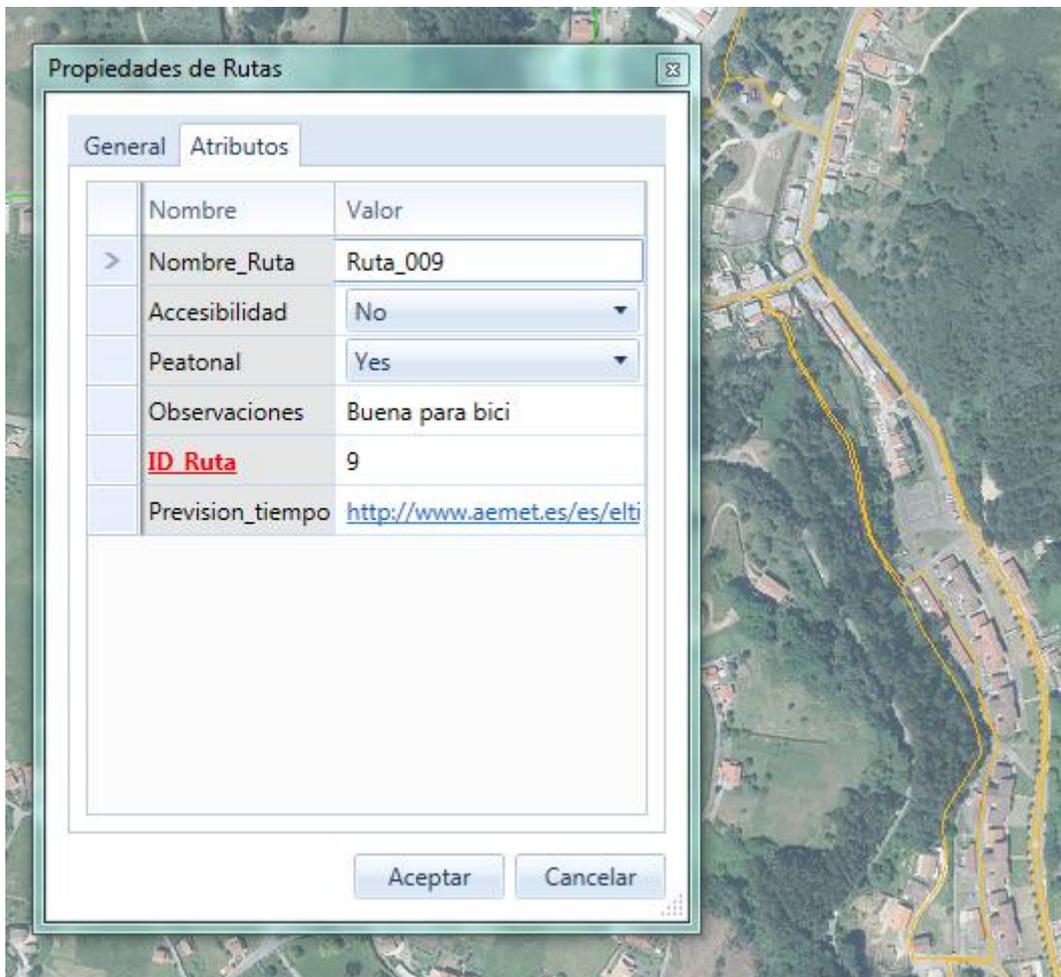


Ilustración 18. Propiedades entidad "Rutas"

5.3.5.4. Creación de entidad: "Servicios"

Primeramente se han generado tantas entidades como tipos de servicios, cuyos atributos creados son: *id* y *ID_Tipo_Servicio*.

A continuación, se han ido digitalizando dichos servicios y, posteriormente, actualizado el atributo *ID_Tipo_Servicios* a partir del catalogo de la entidad de servicios. (Tabla 6)

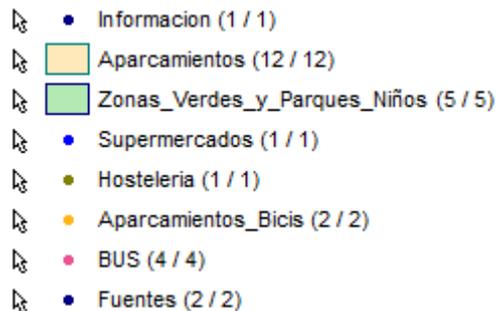


Ilustración 19. Tipos de Servicios

Por último se crea la entidad “Servicios” según el modelo de datos, la cual será de tipo compuesto, ya que como se observa en la ilustración anterior, sus elementos serán de tipo área y punto.

A través de la herramienta **selección por entrada de leyenda**, se van seleccionando cada entidad tipo de servicio y posteriormente, a través de otra herramienta **cambiar** se van introduciendo en la entidad final “Servicios”.

5.3.5.5. Creación de entidades: “Cat_Zonas” y “Cat_Tipos_Servicios”

Estas dos entidades se crean de igual forma, como una nueva clase de entidad pero de tipo “ninguno” según el catalogo del modelo de datos. (Tabla 5) (Tabla 6)

Estos dos catálogos se asociarán a sus respectivas entidades en el apartado siguiente.

5.3.6. Consultas realizadas

Las consultas realizadas en el presente SIG tienen como finalidad generar un acceso más cómodo y rápido a determinada información del SIG a un/os posible/s guía/s o usuario/s según las características de una persona o un grupo de ellas para ciertas consultas.

Las consultas generadas se explicarán a continuación.

5.3.6.1. *Asociar las entidades con sus respectivas tablas catálogo*

En este apartado se obtendrán dos consultas:

- **“C01_Relacion_Puntos_Interes_Zonas”**: Por una parte se asociará la entidad “Puntos_Interes” con la tabla catálogo “Cat_Zonas”. Esto se realiza mediante una relación a partir del atributo común “ID_Zona”.

Resultado: Se obtiene una consulta con los atributos de la entidad “Puntos_Interes” y con el nuevo atributo “Zona” que recoge la información de las zonas en tipo texto.

C01_Relacion_Puntos_Interes_Zonas							
Nombre_Punto	D_Puntos_Interes	Ficha	Imagen	Observaciones	Altitud	ID_Zona	Zona
▶ Zepa y Lic cabo Busto-L	28	C:\Users\AW1F					
Yacimientos del Devónico	29	C:\Users\AW1F					
Vivienda unifamiliar parei	38	C:\Users\AW1F			9	1	Arnao
Túnel	19	C:\Users\AW1F			11	1	Arnao
Viviendas unifamiliares a	9	C:\Users\AW1F			14	1	Arnao
Túnel de la playa	4	C:\Users\AW1F			18	1	Arnao
Galerías del pozo vertica	2	C:\Users\AW1F			24	1	Arnao
Castillete y sala de maqui	1	C:\Users\AW1F			24	1	Arnao
Casino	3	C:\Users\AW1F			24	1	Arnao
Escuela de ave Maria de	6	C:\Users\AW1F			21	1	Arnao
Antigua escuela de prime	5	C:\Users\AW1F			21	1	Arnao
Residencia invitados AZS	7	C:\Users\AW1F			10	1	Arnao
Vivienda unifamiliar parei	8	C:\Users\AW1F			14	1	Arnao
Laboratorio	14	C:\Users\AW1F			17	1	Arnao
Vivienda unifamiliar parei	11	C:\Users\AW1F			14	1	Arnao
Vivienda unifamiliar parei	10	C:\Users\AW1F			14	1	Arnao
Cuarteles	12	C:\Users\AW1F			22	1	Arnao
La Casona	13	C:\Users\AW1F			21	1	Arnao
Cuarteles	16	C:\Users\AW1F			17	1	Arnao
Casa del químico	15	C:\Users\AW1F			17	1	Arnao
Viviendas unifamiliares a	17	C:\Users\AW1F			17	1	Arnao
Conjunto de la fábrica	18	C:\Users\AW1F			11	1	Arnao
Locomotora Eleonore	25	C:\Users\AW1F			24	1	Arnao
Túnel Viejo	24	C:\Users\AW1F			15	1	Arnao
Archivo AZSA	27	C:\Users\AW1F				1	Arnao
Taller de vehículos	33	C:\Users\AW1F			9	1	Arnao

Registro: 1 de 76

Ilustración 20. Visualización de la ventana de datos de la relación entre los puntos de interés y su catálogo

- **“C02_Relacion_Servicios_Tipos_Servicios”**: Por otra parte, se asociará también la entidad “Servicios” con la tabla catálogo “Cat_Tipos_Servicios”. Se realizará también mediante una relación a partir del atributo en común “ID_Tipo_Servicios”.

Resultado: Se obtiene una consulta con los atributos de la entidad “Servicios” y con el nuevo atributo “Tipo_Servicios” que recoge la información de las zonas en tipo texto.

C02_Relacion_Servicios_Tipos_Servicios		
ID_Servicios	ID_Tipo_Servicios	Tipo_Servicios
1	1	Informacion
7	2	Aparcamientos
3	2	Aparcamientos
2	2	Aparcamientos
5	2	Aparcamientos
4	2	Aparcamientos
6	2	Aparcamientos
11	2	Aparcamientos
9	2	Aparcamientos
8	2	Aparcamientos
10	2	Aparcamientos
13	2	Aparcamientos
12	2	Aparcamientos
15	3	Aparcamientos_Bicis
14	3	Aparcamientos_Bicis
18	4	BUS
16	4	BUS
17	4	BUS
19	4	BUS
20	5	Fuentes
21	5	Fuentes
22	6	Parques_y_Zonas_Verdes
25	6	Parques_y_Zonas_Verdes
23	6	Parques_y_Zonas_Verdes
24	6	Parques_y_Zonas_Verdes
26	6	Parques_y_Zonas_Verdes

Registro: 1 de 29

Ilustración 21. Visualización de la ventana de datos de la relación entre los servicios y su catálogo

5.3.6.2. Obtener la longitud, la dificultad y el tiempo de cada ruta

NOMBRE: “C03_Long_Dif_Tiem_Ruta_1”

OBJETIVO: Obtener información necesaria de cada ruta: la longitud, la dificultad y el tiempo tanto en bici como andando.

- Longitud: Conociendo la geometría de cada ruta, se calcula su longitud.
- Dificultad: Para saber la dificultad de cada ruta, utilizamos las cotas máximas y mínimas de dicha ruta y su longitud, calculando la pendiente y clasificando la dificultad según dicha pendiente:

0% - 1,99% → Baja 2% - 4,99% → Media >5% → Alta

- **Tiempo**: Se determinan una media de 5 min para ver cada punto de interés de la ruta. Con este dato, sabiendo cuantos puntos de interés vemos en cada ruta y suponiendo que tardamos 11 y 3 minutos en recorrer un km andando y en bici respectivamente, calculamos un tiempo estimado de duración de la ruta.

Para realizar estos cálculos se utilizó una agregación entre la ruta y los puntos de interés existentes en cada ruta. En ella se fueron calculando distintos atributos que sirvieron para llegar a los datos requeridos indicados anteriormente:

- **N_Puntos** → Puntos de interés que hay en cada ruta.

Expresión: **COUNT(Detail.Geometry1)**

- **Cota_Max y Cota_Min** → Altitud máxima y mínima de cada ruta.

Expresión: **MAX(Detail.Altitud)**

Expresión: **MIN(Detail.Altitud)**

- **Desnivel** → Diferencia entre la altitud máxima y mínima de cada ruta.

Expresión: **Cota_Max – Cota_Min**

- **Longitud** → Longitud en metros y con tres decimales de cada ruta.

Expresión: **ROUND(LENGTH(Input.Geometry);3)**

- **Dificultad** → Dificultad de la ruta en tanto por ciento con dos decimales.

Expresión: **ROUND(Output.Desnivel * 100 / Output.Longitud;2)**

- **Dificultad_Ruta** → Dificultad de la ruta categorizado en baja, media o alta.

Expresión: **IF(Output.Dificultad<2;'Baja';IF(Output.Dificultad>=2 AND Output.Dificultad<5;'Media';'Alta'))**

- **Tiempo_caminando** → Tiempo que se tarda en recorrer cada ruta.

Expresión: **ROUND((11 * Output.Longitud / 1000) + (5 * Output.N_Puntos);2)**

- **Tiempo_bici** → Tiempo que se tarda en recorrer en bici cada ruta en bici. Expresión: **ROUND((3 * Output.Longitud / 1000) + (5 * Output.N_Puntos);2)**

De esta consulta solo interesa que estén visibles los atributos: *Longitud*, *Dificultad_Ruta*, *Tiempo_caminando*, *_Tiempo_Bici*. Por lo que los demás los ocultamos mediante “una selección de atributos”.

Información obtenida:

Nombre	Valor
ID Ruta	9
Nombre_Ruta	Ruta_009
Accesibilidad	No
Peatonal	Yes
Observaciones	Buena para bici
Prevision_tiempo	http://www.aemet.es/es/el tiempo/prediccion/municipios/castrillon-piedrasblancas-id33016
Longitud	2275,18
Tiempo_caminando	90,03
Tiempo_bici	71,83
Dificultad_ruta	Media

Ilustración 22. Atributos de la consulta "C03_Long_Dif_Tiem_Ruta_1"

5.3.6.3. *Obtener el número de plazas de cada aparcamiento de coches*

NOMBRE: "C04_Aparcamientos_Plazas"

OBJETIVO: Obtener el número de plazas de cada aparcamiento de coches para por ejemplo, si viene un grupo de personas con varios coches y quieren aparcar en el mismo aparcamiento.

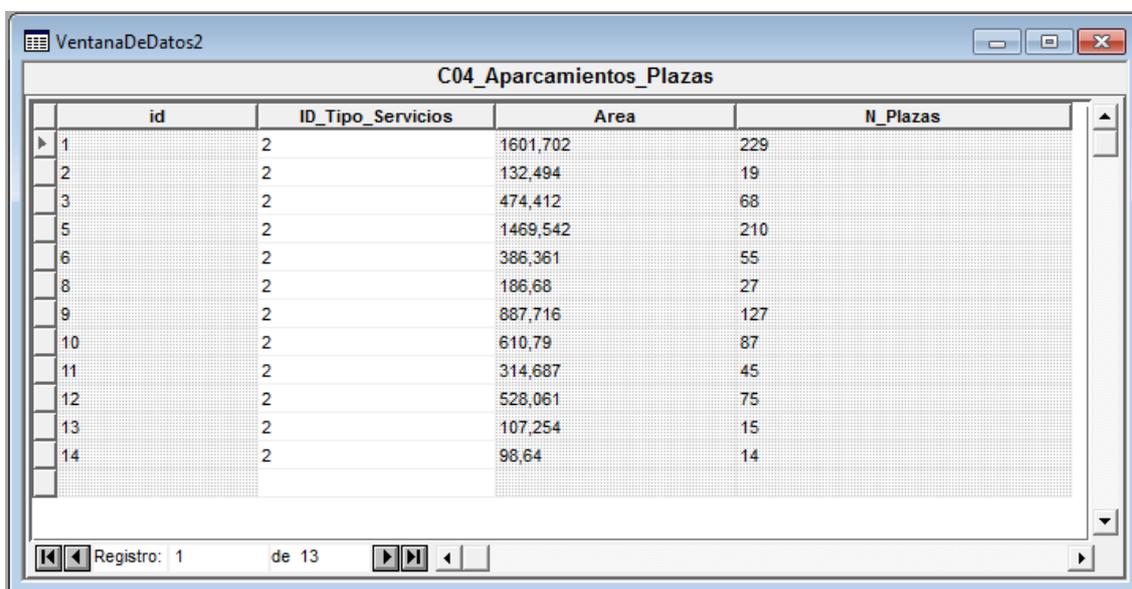
Los aparcamientos se encuentran en la entidad "Servicios". La consulta se realizará solo sobre los aparcamientos con lo que se procederá a aislarlos del resto de servicios.

Para determinar el número de plazas de una aparcamiento necesitaremos saber la superficie total del mismo y la superficie media que ocupara cada vehículo. En este caso esta superficie media se ha determinado en 7 metros cuadrados, teniendo

en cuenta la superficie del vehículo y asignándole un porcentaje correspondiente a los viales existentes en el aparcamiento.

Las herramientas de GeoMedia utilizadas fueron una consulta de atributos para seleccionar los aparcamientos de entre todos los servicios y una consulta de atributos funcionales en la que se calcularon:

- **Area** → Expresión: **ROUND(AREA(Input.Geometry);3)**
- **N_Plazas** → Expresión: **Output.Area/7**



id	ID_Tipo_Servicios	Area	N_Plazas
1	2	1601,702	229
2	2	132,494	19
3	2	474,412	68
5	2	1469,542	210
6	2	386,361	55
8	2	186,68	27
9	2	887,716	127
10	2	610,79	87
11	2	314,687	45
12	2	528,061	75
13	2	107,254	15
14	2	98,64	14

Ilustración 23. Visualización de la ventana de datos de la entidad “C04_Aparcamientos_Plazas”

5.3.6.4. Consultas aplicables en casos prácticos

Consultas aplicables en casos prácticos para guías

La idea es crear una consulta genérica o varias consultas genéricas en la que se puedan cambiar los requisitos que estén introducidos en ella de forma rápida para

poder modificarla por el guía atendiendo a las características del usuario o grupo de ellos.

- **CONSULTA DE RUTAS PARA MODIFICAR**

NOMBRE: “Consulta modificar rutas”

OBJETIVO: Se realiza una consulta en la que variando los datos del grupo que vaya a realizar la visita, se obtengan las distintas rutas óptimas para dicho grupo.

Esta consulta se realiza con una consulta de atributos sobre las rutas en las que tenemos todos los datos sobre los que se pueden variar las condiciones en función de los grupos (“C03_Long_Dif_Tiem_Ruta_1”)

La información que se puede manipular es:

- Dificultad de la ruta: en función de las condiciones físicas del grupo
- Accesibilidad: según si en el grupo existen personas con movilidad reducida, niño en sillita...
- Duración: según el grupo disponga de un tiempo concreto para la visita.
- Peatonal: Si el grupo quiere una ruta disponible a pie.

En la siguiente ilustración se puede observar las propiedades de dicha consulta con sus requisitos a modificar:

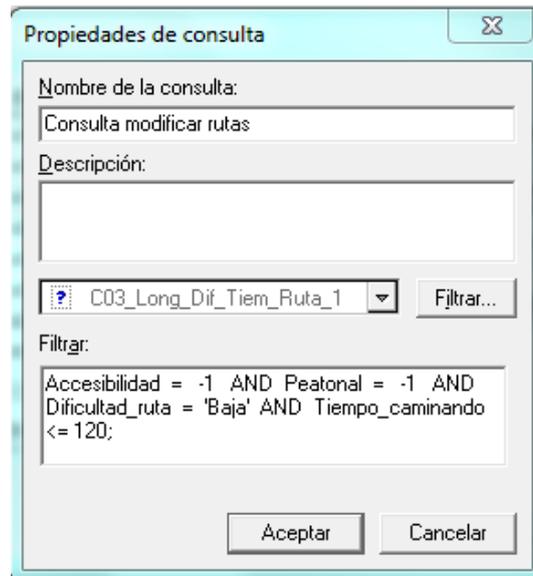


Ilustración 24. Propiedades de la consulta "Consulta modificar rutas"

- **CONSULTA DE PUNTOS DE INTERÉS PARA MODIFICAR**

NOMBRE: "Consulta modificar puntos"

OBJETIVO: Se realiza una consulta en la que se pueda determinar de las distintas rutas óptimas para un grupo cuál de ellas pasa por un lugar concreto que quieran visitar.

Para ello, se realiza primero una consulta en la que se pueda modificar el punto de interés que se quiera visitar. Esta consulta, consulta de atributos, es la que se denomina "Consulta modificar puntos".

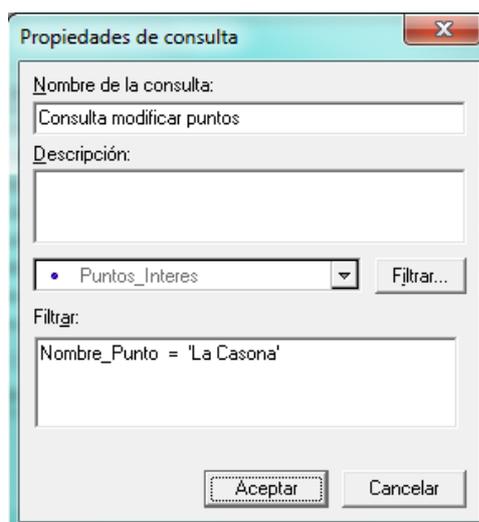


Ilustración 25. Propiedades de la consulta "Consulta modificar puntos"

A continuación, se deben de unir las condiciones de las rutas con la condición del punto, es decir, que rutas de las requeridas pasan por el punto de interés deseado. Por lo que se debe de realizar una consulta espacial entre las dos consultas con dichas condiciones, es decir, entre: "Consulta modificar rutas" y "Consulta modificar puntos". A esta consulta se le denomina: **"Consulta grupos rutas y puntos modificar"**.

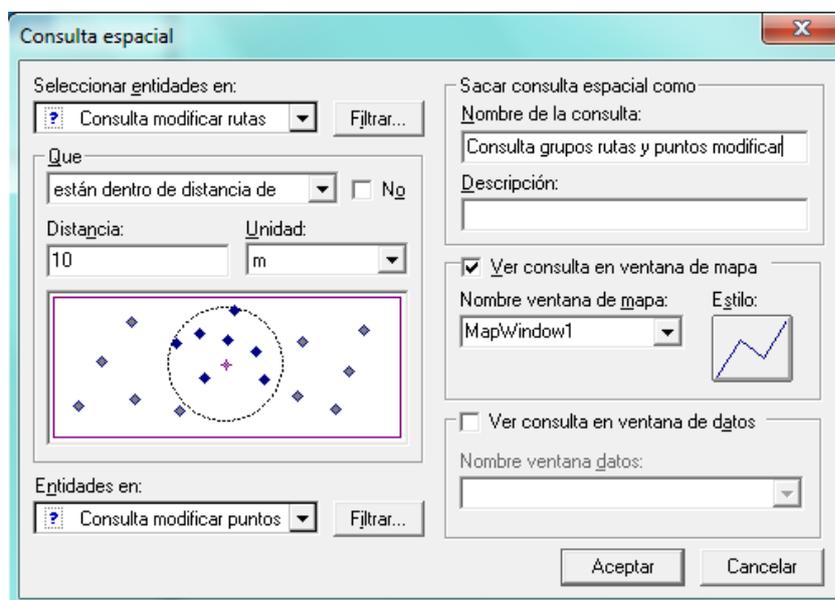


Ilustración 26. Consulta espacial "Consulta grupos rutas y puntos modificar"

Para modificar esta última consulta basta con modificar las dos consultas que la forman según los requisitos del grupo visitante.

- **CONSULTA DE SERVICIOS PARA MODIFICAR**

NOMBRE: "Consulta modificar servicios"

OBJETIVO: Se realiza una consulta en la que se pueda determinar de las distintas rutas óptimas y el requerido punto a visitar para un grupo, cuál de ellas pasa por uno de los servicios necesarios para el grupo.

De todos los servicios se debe de filtrar el demandado por el grupo, para ello, al igual que la consulta para el punto de interés, se debe de realizar una consulta de atributos, tal que:

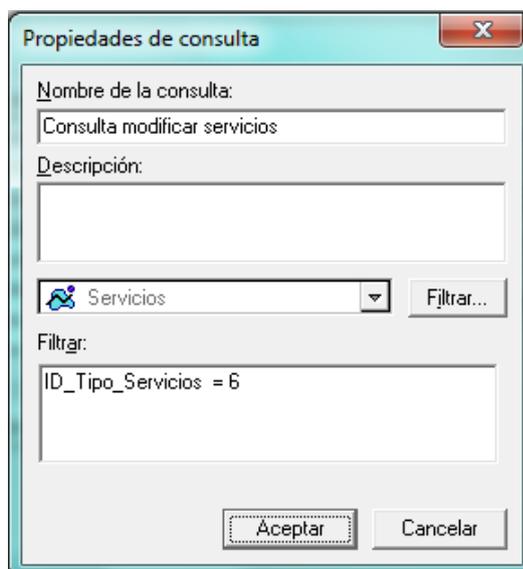


Ilustración 27. Propiedades de la consulta "Consulta modificar servicios"

Al igual que anteriormente, se deben de unir los requisitos de las tres consultas (rutas, puntos y servicios) en una sola consulta, con el fin de que al modificar alguna de las tres consultas modificables, la final muestre las rutas definitivas demandadas por el grupo de personas que desean realizar la visita.

Esta ruta genérica se genera con una consulta espacial entre la consulta “Consulta grupos rutas y puntos modificar” y la consulta “Consulta modificar servicios”. La ruta resultante se denominará: “**Consulta generica**”.

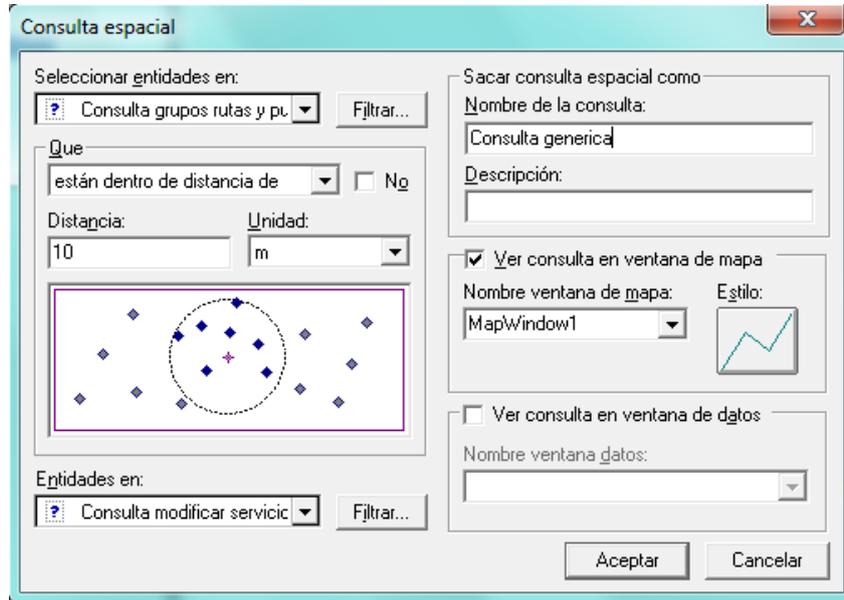


Ilustración 28. Consulta espacial "Consulta generica"

EJEMPLO 1: Un grupo de personas, entre ellas niños pequeños en sillas, quieren realizar una ruta a pie de baja dificultad y que puedan realizarla en como mucho dos hora. También demandan que esa ruta pase por el punto de interés de nombre: “La Casona” y a su vez, por una zona verde o parque para niños.

- 1) Requisitos “Consulta modificar rutas”:
 - Accesibilidad = Si
 - Peatonal = Si
 - Dificultad_Ruta = Baja
 - Tiempo_caminando <= 120min

- 2) Requisitos “Consulta modificar puntos”:
 - Nombre_Punto = “La Casona”

3) Requisitos “Consulta modificar puntos”: $\left\{ \begin{array}{l} \text{ID_Tipo_Servicios} = 6 \end{array} \right.$

Modificando las tres consultas creadas anteriormente para las rutas, los puntos y los servicios, se obtendrá el resultado en la consulta “Consulta generica”.

ID_Ruta	Nombre_Ruta	Accesibilidad	Peatonal	Observaciones	Prevision_tiempo	Longitud	Tiempo_caminando	Tiempo_bici	Dificultad_ruta
5	Ruta_005	Yes	Yes	http://www.aemet.es/		1138,911	112,53	103,42	Baja
		No	No						

Ilustración 29. Ventana de datos de la consulta generica para dicho ejemplo

En este caso, con esos requisitos, solo existe una ruta resultado.

Consultas aplicables en casos prácticos para usuarios

Esta herramienta se crea con el fin de que el usuario obtenga información, rápida e intuitiva, de los puntos de interés en un determinado radio de donde se encuentre. La herramienta recalcula automáticamente los resultados según se modifique el punto en el que se encuentre el usuario. El objetivo último de esta herramienta sería su exportación a dispositivos móviles.

Se parte de un punto denominado “Usted_esta_aqui”. Este punto se moverá según la ubicación del usuario. Esta herramienta nos informará de los puntos de

interés a visitar en un radio de 100 metros desde dicha ubicación, así como el tiempo que se tardará en visitar todos estos puntos.

Estos cálculos se realizaron agregando información de los puntos de interés al elemento “usted_esta_aqui”.

- **Puntos_Interes_Ver** → Listado de los puntos de interés que se pueden visitar según los parámetros indicados.

Expresión: **CONCATENATE(' ; Detail.Nombre_Punto)**

- **Cuanto_tardo** → Tiempo necesario para visitar todos los puntos.

Expresión: **CONCATENATE(' ';TEXT(COUNT(Detail.Geometry1)*5+15; '00'); 'minutos')**

Esta consulta se denomina: “Inf_usted_esta_aqui”

Se pensó, que era interesante también que el usuario supiera que rutas había próximas a su ubicación.

Para determinar dichas rutas próximas, se realizó una agregación entre la consulta anterior y las rutas, creando un nuevo atributo que nos indicará el nombre de las rutas próximas al lugar de ubicación, tal que:

- **Rutas_Proximas** → Tiempo necesario para visitar todos los puntos.

Expresión: **CONCATENATE(' ; Detail.Nombre_Ruta)**

Dicha consulta se denomina: “**Informacion Usted esta aquí**”

ID	Puntos_Interes_Ver	Cuanto_tardo	Rutas_Proximas
1	Residencia invitados AZSA; Eleonore 3; Túnel de la playa; La 20 minutos		Ruta_009; Ruta_008; Ruta_007; Ruta_006; Ruta_005; Ruta_004

Ilustración 30. Ventana de datos de la consulta "Informacion Usted esta aqui"

5.3.7. Generación de leyenda

Tras haber creado y/o digitalizado cada una de las entidades y consultas que forman parte del presente SIG, se ha procedido a la modificación de la simbología de las mismas mediante el manejo de la leyenda con la finalidad de que ésta resulte más intuitiva para el usuario a simple vista.

A continuación se explica brevemente el procedimiento con el que se ha actuado para la modificación de cada una de las simbologías de las diferentes entidades.

5.3.7.1. Simbología de la entidad "Puntos_Interes"

Para la representación de dicha entidad se ha optado simplemente por cambiar el color del punto, así como su tamaño. Para ello se debe de acceder a las propiedades de la entrada de leyenda de dicha entidad.

Se ha utilizado el comando de la leyenda "Sugerencia de ventana de mapa" seleccionando el atributo "Nombre_Punto" para que, al pasar el cursor en la ventana

de mapa sobre cualquier elemento de la entidad, se pueda visualizar el nombre de dicho elemento sin necesidad de abrir su tabla de atributos. Esto se ha realizado también para las entidades “Rutas” y “Servicios”, en esta última atendiendo al tipo de servicio.

5.3.7.2. Simbología de la entidad “Rutas”

Para la simbología de esta entidad, al ser de tipo línea, lo único que se ha hecho es elegir el tipo de color y el grosor de la línea.

5.3.7.3. Simbología de la entidad “Servicios”

Para la entidad “Servicios” se ha realizado una clasificación según único valor temático mediante el atributo “ID_Tipo_Servicios”, o lo que es lo mismo, una clasificación atendiendo al tipo de servicio de cada elemento.

Para representar los diferentes tipos de servicios de esta entidad, se han seleccionado diferentes iconos para la representación mediante un tipo de estilo de imagen.

5.3.7.4. Simbología de consultas

Para las consultas realizadas se han modificado también las propiedades de su simbología. Dicha representación se puede observar en el apartado “Resultados”. Se han introducido dos entradas de leyenda de consultas. Estas consultas son las aplicables para guías y para usuarios explicadas anteriormente.

En la siguiente ilustración se puede observar la leyenda final:

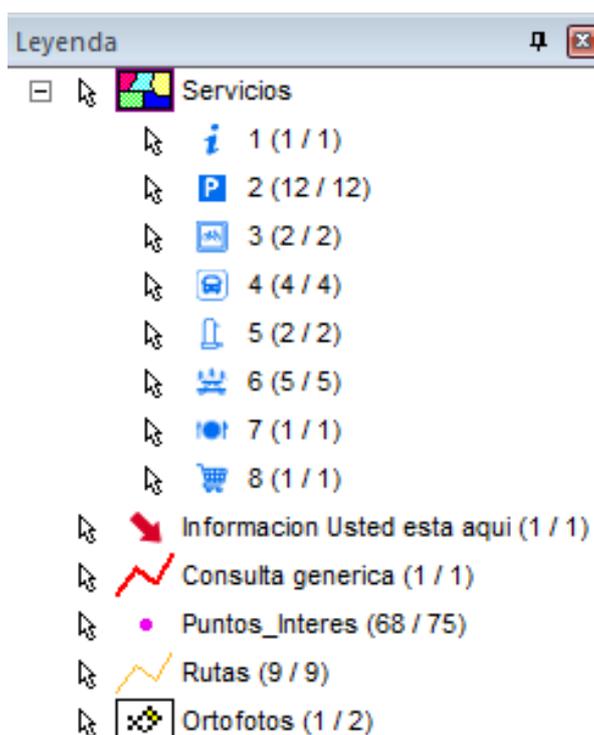


Ilustración 31. Visualización de la leyenda final

5.3.8. Salida a KML

Se ha optado por publicar el SIG: "SIG para la explotación de rutas turísticas" en formato KML, con el fin de poder visualizar sus entidades, elementos y atributos a través de cualquier ordenador que tenga instalado el programa *Google Earth*, sin necesidad de ningún acceso a red.

La ventaja principal de realizar la exportación a formato KML del presente SIG radica en que cualquier usuario puede visualizar toda la información relativa al mismo sin necesidad de tener instalado un software de manejo y tratamiento de Sistema de Información Geográfica.

La principal desventaja de este formato de presentación de la información contenida en el SIG es que no permite la visualización de consultas, así como la realización de las mismas a partir de su soporte básico, *Google Earth*.

El procedimiento a seguir para la exportación a formato KML de este SIG ha sido, en primer lugar, mediante el uso de la herramienta:

Archivo – Publicar – Configurar publicación KML....

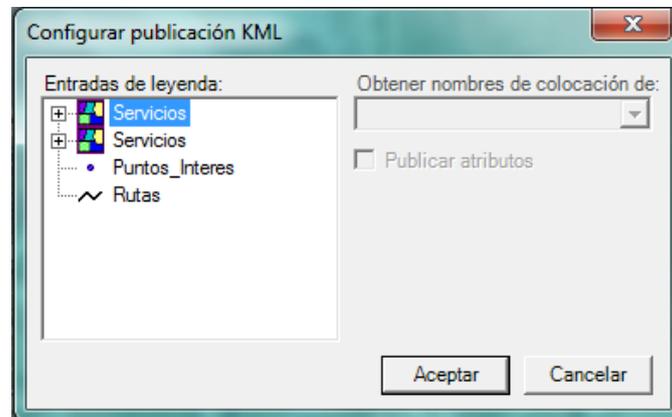


Ilustración 32. Configuración de la publicación KML

A continuación se ha procedido a la publicación del mapa configurado anteriormente mediante el uso de la herramienta:

Archivo – Publicar – Publicar mapa....

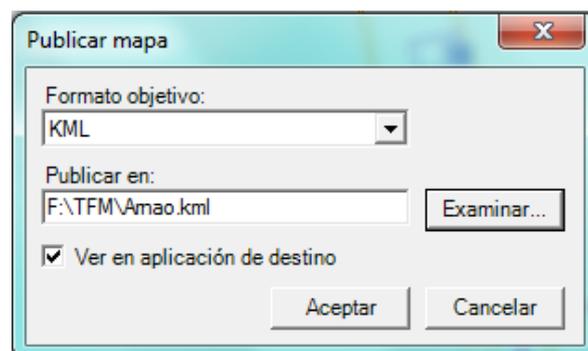


Ilustración 33. Publicación del mapa en formato KML

Automáticamente se abre la aplicación de *Google Earth* y nos muestra las entidades de nuestro SIG.

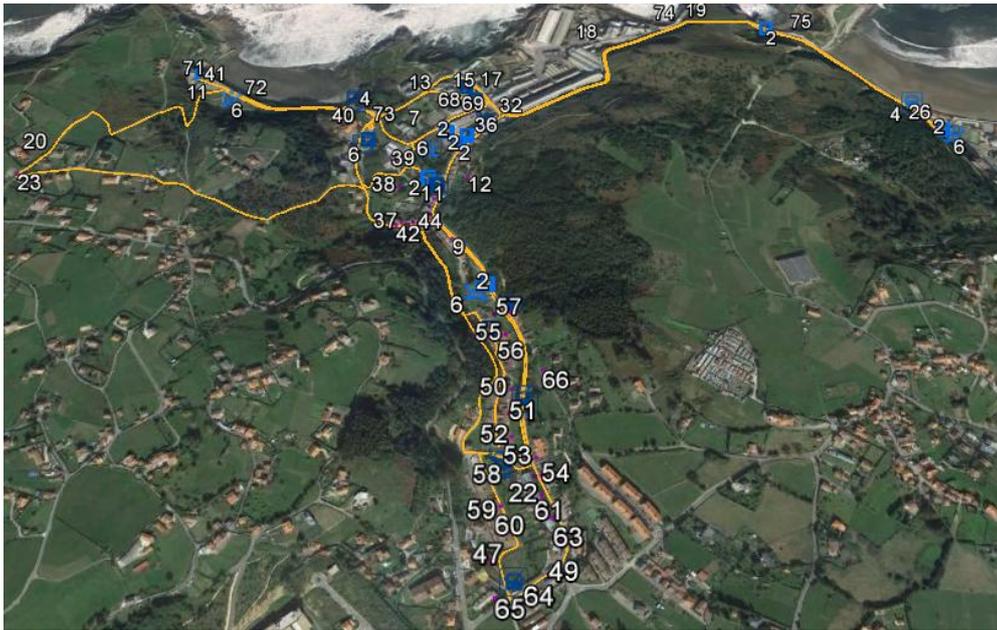


Ilustración 34. Visualización del KML en *Google Earth*

6. RESULTADOS

6.1. Visualización en GeoMedia de entidades

A continuación se muestran algunas visualizaciones en la ventana de leyenda de GeoMedia de las entidades del presente SIG.



Ilustración 35. Visualización de todas las entidades en la ventana de mapa

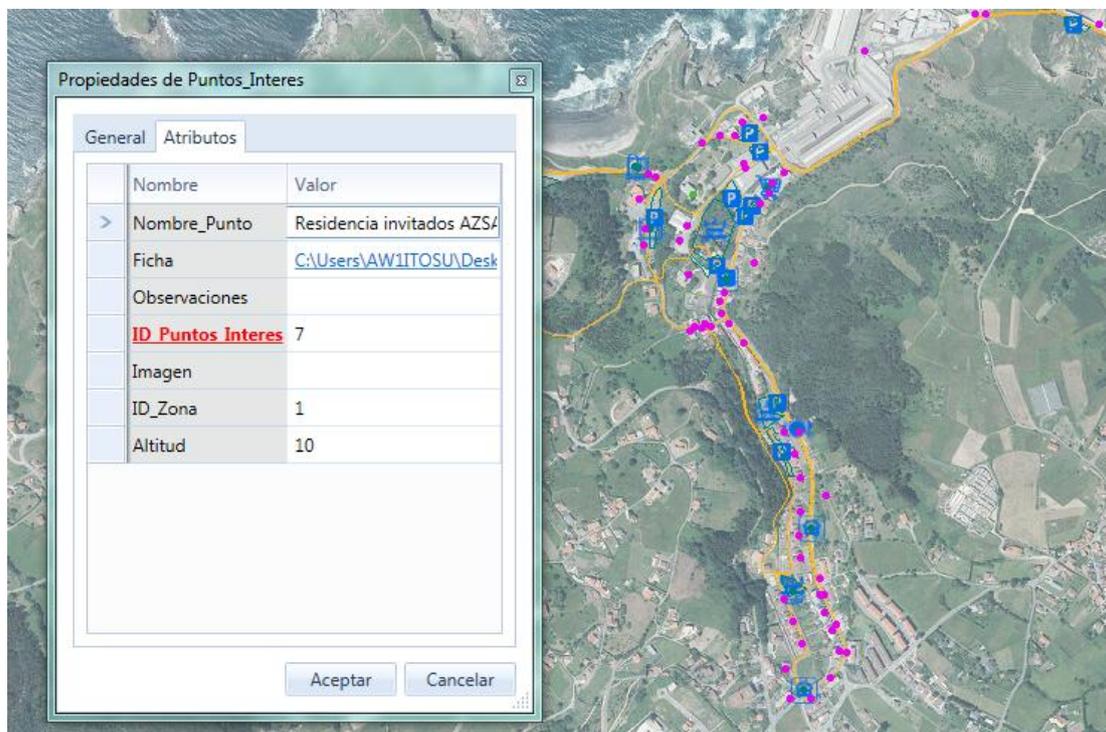


Ilustración 36. Visualización de la tabla de atributos de la entidad "Puntos_Interes"

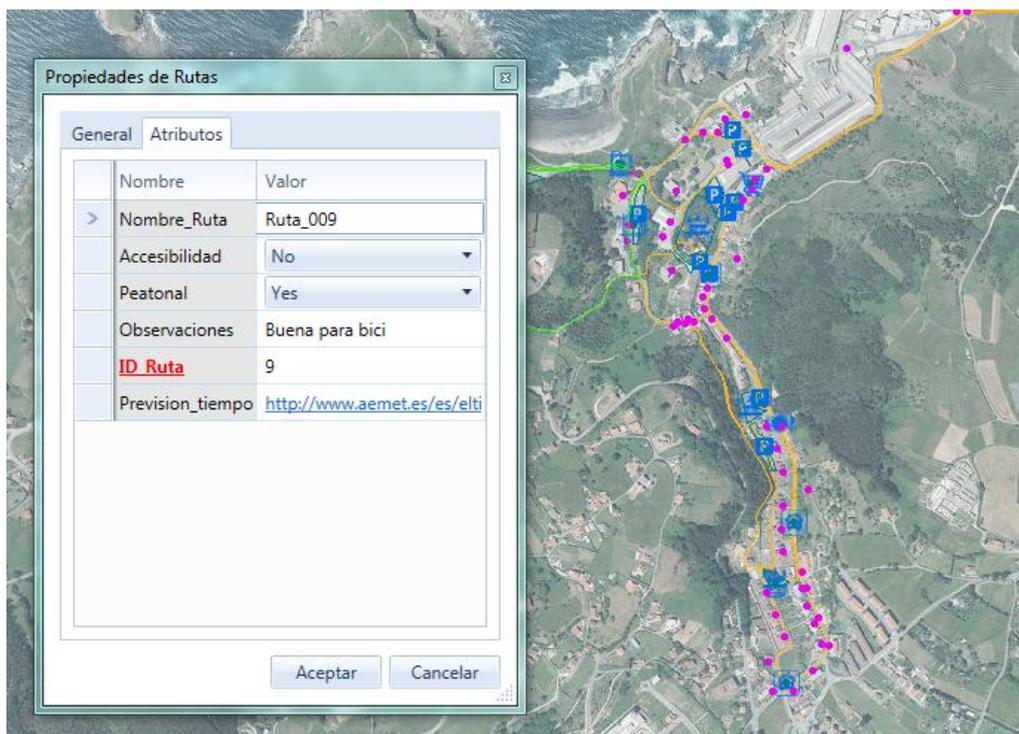


Ilustración 37. Visualización de la tabla de atributos de la entidad "Rutas"

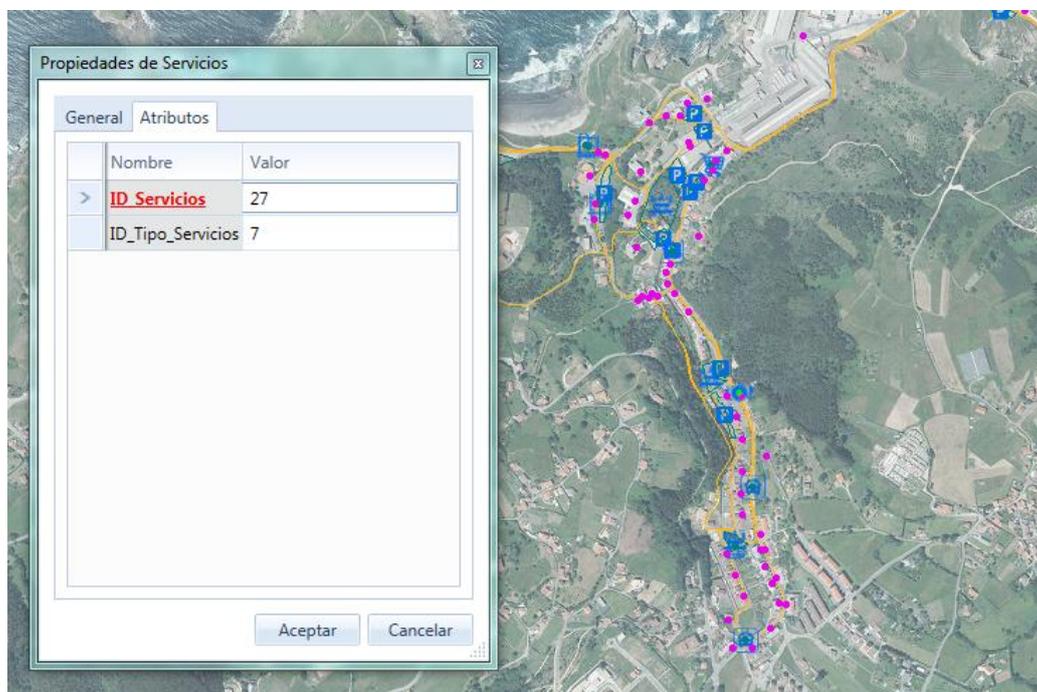


Ilustración 38. Visualización de la tabla de atributos de la entidad "Servicios"

6.2. Visualización en GeoMedia de consultas

Se muestra a continuación la visualización en la ventana de mapa de las consultas realizadas. Cabe destacar, como se ha mencionado en el apartado de las mismas, que dichas consultas son ejemplos prácticos que variarían, una dependiendo de los requisitos de cada grupo de persona, y la otra dependiendo de la ubicación del usuario.



Ilustración 39. Visualización de la consulta "Consulta generica"

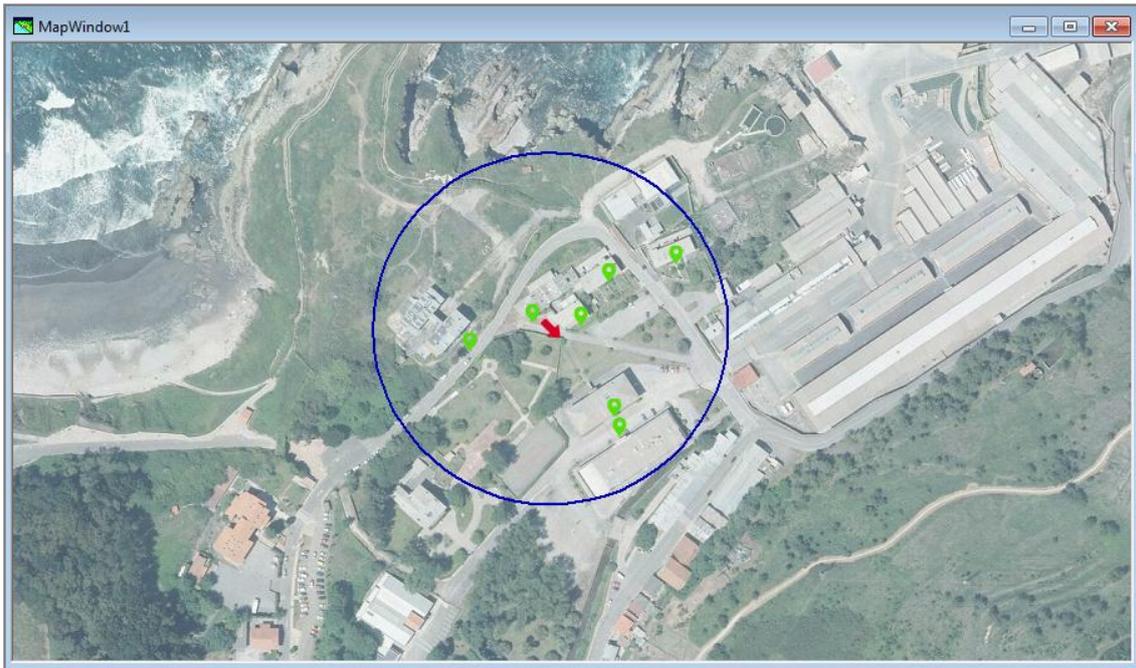


Ilustración 40. Visualización de la consulta "Informacion Usted esta aqui"

6.3. Visualización en Google Earth

Como ya se ha comentado con anterioridad, se han exportado las entidades que conforman el presente SIG a formato KML, con el fin de poder visualizarlas en el programa *Google Earth* a través de cualquier ordenador. Los resultados obtenidos han sido los mostrados a continuación.

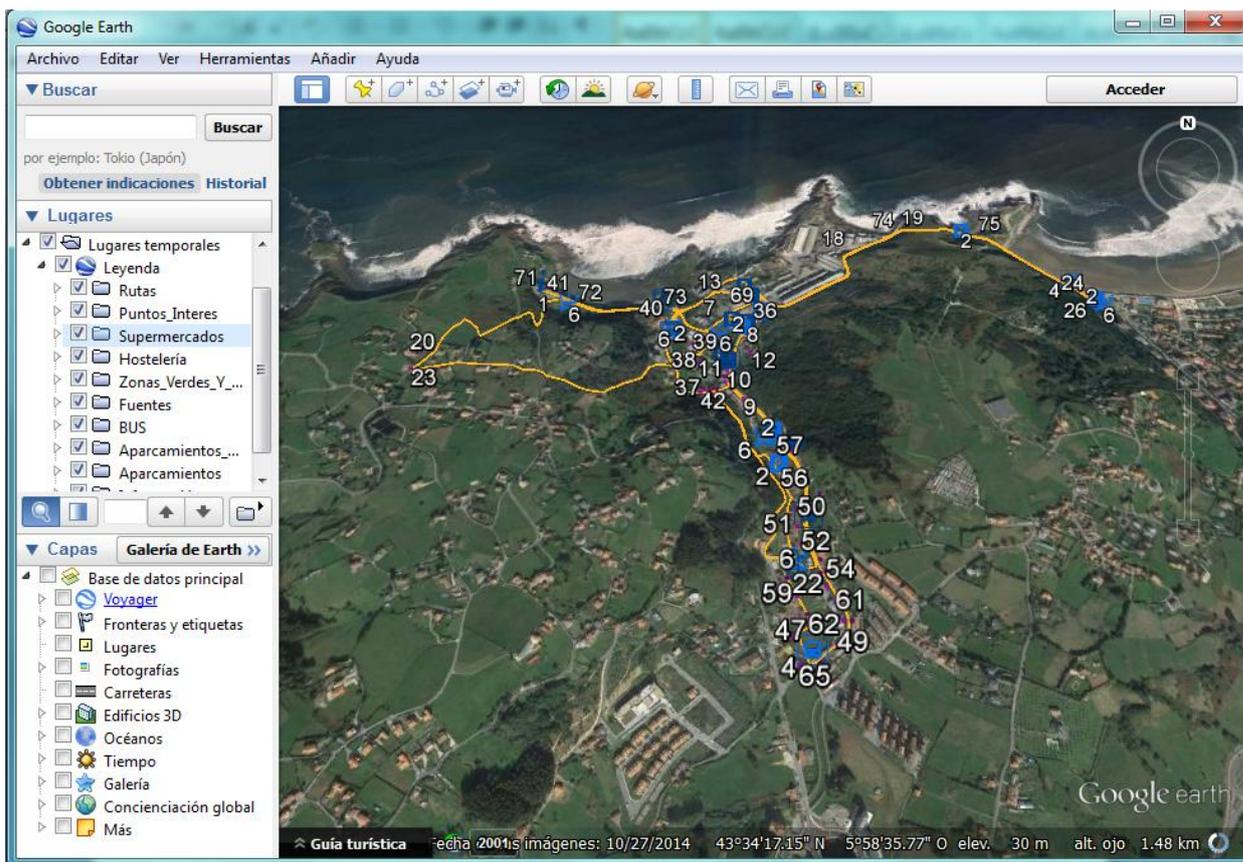


Ilustración 41. Visualización de todas las entidades en Google Earth

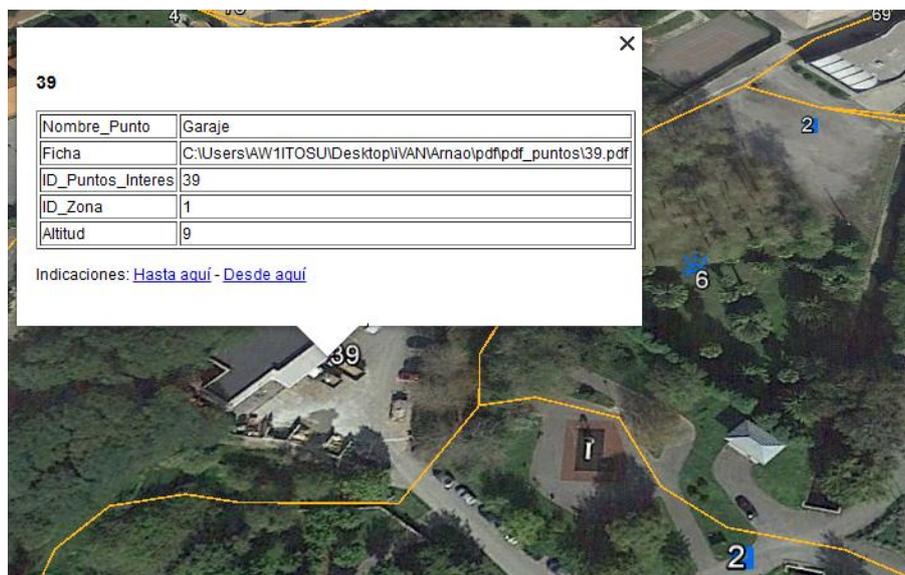


Ilustración 42. Atributos de la entidad "Puntos_Interes" vistos en Google Earth

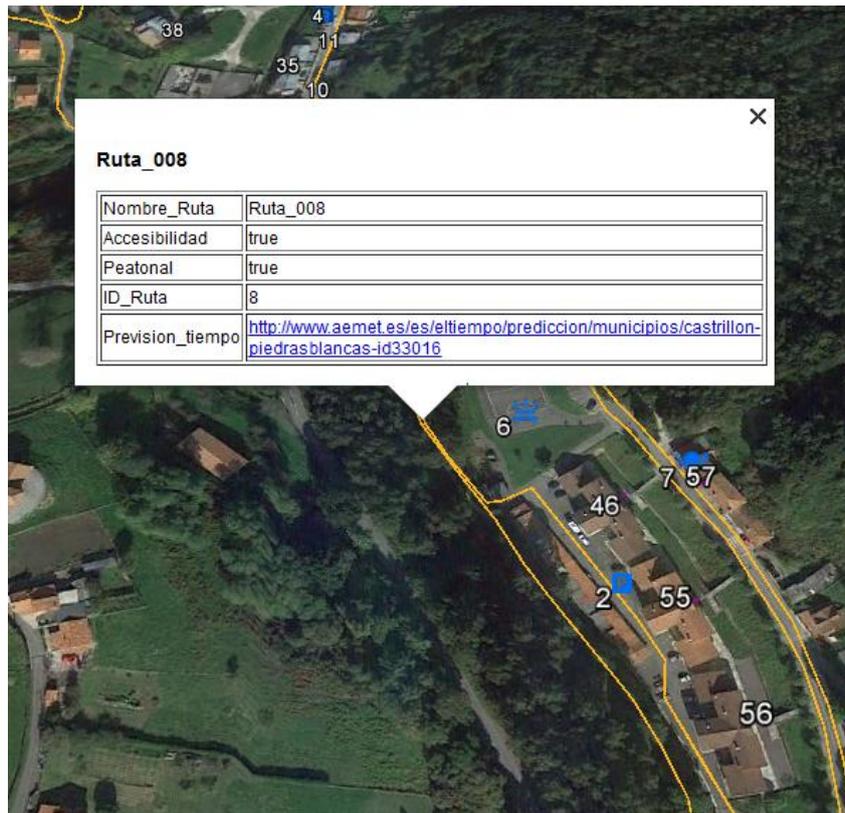


Ilustración 43. Atributos de la entidad "Rutas" vistos en Google Earth



Ilustración 44. Atributos de la entidad "Servicios" vistos en Google Earth

7. CONCLUSIONES

El Trabajo Fin de Máster ha cumplido con los objetivos propuestos en los comienzos de su realización.

Primeramente en este TFM, se ha hecho un repaso teórico de los Sistemas de Información Geográfica y de las herramientas que ofrece GeoMedia para el desarrollo de un SIG. Por otro lado, y dado que se había llevado a cabo mediciones GPS se incluyó un repaso teórico sobre GPS. Con estos repastos se han fijado los conocimientos adquiridos durante el Máster, que serán aplicados a la elaboración del SIG.

Una vez destacados los conocimientos teóricos, se comenzó con el procedimiento para la elaboración del SIG para la explotación de rutas turísticas en el pueblo minero de Arnao (Asturias). En esta parte, se advierte de la necesidad de tener claro desde el comienzo de la confección del SIG, qué resultado se quiere obtener y qué información se necesita para cumplir con ese resultado. También, se constató la necesidad de saber de qué datos se dispone y cuales habrían de ser adquiridos en campo. La organización de todos ellos permitió la creación del SIG que se presenta en este TFM, que con agilidad y eficacia, da respuesta a la necesidad de explotar rutas turísticas.

Cabe decir que, durante su elaboración, me he encontrado con problemas por falta de experiencia, quizá dando a veces más vueltas de las que debería. Considero que este aprendizaje ha resultado positivo porque me ha permitido adquirir destrezas que, en el futuro, podré aplicar al realizar posibles trabajos profesionales de este tipo.

Se han redactado los pasos seguidos en la elaboración del presente SIG siguiendo un orden lógico, lo que permitiría su implantación en cualquier otro municipio o zona de interés.

Para finalizar, destacar que con la realización de este Trabajo Fin de Máster me ha sido gratificante por todo lo aprendido durante su realización, así como el resultado final conseguido.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Manual de usuario de *GeoMedia Professional*.
- Apuntes de 'Cartografía', 'Sistemas de Información Geográfica', 'GeoMedia', 'SIG y Gestión Urbana', 'Sistemas de Posicionamiento Global' del Máster en Teledetección y Sistema de Información Geográficos.
- Apuntes de 'Geodesia' de la carrera de Ingeniero Técnico en Topografía.
- <http://www.hexagongeospatial.com/products/producer-suite/geomedia> → 2 de Junio de 2016.
- <http://www.aemet.es/es/el tiempo/prediccion/municipios/castrillon-piedrasblancas-id33016> → 16 de Junio de 2016.
- B. Hofmann – Wellenhof. 2001. GPS teoría y práctica.
- <http://museominadearnao.es/> → 12 de Mayo de 2016.
- <http://mineriayspaisaje.com/arnao/> → 12 de Mayo de 2016.